



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

Baulüftung und Kühlung

WBS

Ventilazione e raffreddamento

Dokumentenart

Technischer Bericht

Tipo Documento

Relazione tecnica

Titel

Technischer Bericht Baulüftung-/kühlung

Titolo

Relazione della ventilazione e raffreddamento in fase di costruzione



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
olo Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sanmarini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0287152612

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

Mandataria



Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista

Ing. Nicola Norghauer

Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista

Datum / Data

30.01.2015

Name / Nome

Gehrig

Gesellschaft / Società

Pöyry

Bearbeitet / Elaborato

Geprüft / Verificato

30.01.2015

Norghauer, Turi

Pöyry



Name / Nome
R. Zurlo

Name / Nome
K. Bergmeister

Projekt-
kilometer /
Chilometro
progetto

von / da 32.0+88
bis / a 54.0+15
bei / al

Bau-
kilometer /
Chilometro
opera

von / da
bis / a
bei / al

Status Doku-
ment / Stato
documento

Massstab /
Scala

-

Staat
Stato

02

Los
Lotto

H61

Einheit
Unità

LE

Nummer
Numero

940

Dokumentenart
Tipo Documento

MTB

Vertrag
Contratto

D0700

Nummer
Codice

31002

Revision
Revisione

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für die Ausschreibung / Emissione per Appalto	Norghauer	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.2014	Norghauer	04.12.2014
11	Projektvollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Norghauer	09.10.2014
10	Definitive Abgabe / Consegna Definitiva	Norghauer	31.07.2014
00	Erstversion / Prima Versione	Norghauer	22.05.2014

1	ZUSAMMENFASSUNG	
1	SOMMARIO	14
1.1	EINLEITUNG	
1.1	INTRODUZIONE	14
1.2	ARBEITSPROGRAMM	
1.2	PROGRAMMA LAVORI.....	14
1.3	BAULÜFTUNG	
1.3	SISTEMA DI VENTILAZIONE	14
1.3.1	Ziele und Aufgaben	
1.3.1	Obiettivi e compiti.....	14
1.3.2	Normalbetrieb	
1.3.2	Normale esercizio	15
1.3.3	Ereignisbetrieb	
1.3.3	Caso d'emergenza	15
1.3.4	Kurze Beschreibung	
1.3.4	Breve descrizione	15
1.3.5	Die Baulüftung in Zahlen	
1.3.5	Il sistema di ventilazione in cifre.....	15
1.4	BAUKÜHLUNG	
1.4	SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO.....	15
1.4.1	Ziele und Aufgaben	
1.4.1	Obiettivi e compiti.....	15
1.4.2	Normalbetrieb	
1.4.2	Normale esercizio	16
1.4.3	Kurze Beschreibung	
1.4.3	Breve descrizione	16
1.4.4	Die Baukühlung in Zahlen	
1.4.4	Il sistema di raffreddamento in cifre	16
2	EINLEITUNG	
2	INTRODUZIONE	17
2.1	AUFGABENSTELLUNG	
2.1	IMPOSTAZIONE DEL PROBLEMA.....	17
2.2	ABGRENZUNG	
2.2	DEMARCAZIONE.....	17
3	GRUNDLAGEN	
3	BASI	18
3.1	NORMEN UND RICHTLINIEN	
3.1	NORME E LINEE-GUIDA	18
3.2	ANFORDERUNGEN AN DIE BAULÜFTUNG/-KÜHLUNG	
3.2	REQUISITI PER LA VENTILAZIONE ED IL RAFFREDDAMENTO DI CANTIERE	18
3.2.1	Lüftungsziele	
3.2.1	Obiettivi della ventilazione.....	18
3.2.1.1	Normalbetrieb	
3.2.1.1	Esercizio normale.....	18
3.2.1.2	Ereignisbetrieb	
3.2.1.2	Caso d'emergenza	20
3.2.2	Kühlungsziele	
3.2.2	Obiettivi di raffreddamento	21

3.3	BERÜCKSICHTIGTE GRUNDLAGEN DES BAUHERRN	
3.3	DOCUMENTAZIONE DELLA COMMITTENZA	21
3.4	BERÜCKSICHTIGTE GRUNDLAGEN DER IG	
3.4	DOCUMENTAZIONE DEL RTI.....	21
3.5	BAUABLÄUFE DES BAUPROGRAMMS	
3.5	SCADENZE DEL PROGRAMMA DI LAVORO.....	21
3.5.1	Vortrieb Haupttunnel	
3.5.1	Scavo della galleria di linea (G.L.)	21
3.5.1.1	Sprengvortrieb	
3.5.1.1	Scavo all'esplosivo	21
3.5.1.2	TBM Vortrieb Nord	
3.5.1.2	Scavo con fresa, parte nord.....	21
3.5.1.3	TBM Vortrieb Süd	
3.5.1.3	Scavo con fresa, parte sud	22
3.5.2	TBM Vortrieb Erkundungsstollen	
3.5.2	Scavo con fresa del cunicolo esplorativo (C.E.).....	22
3.5.3	Vortrieb Zugangsstollen und Nothaltestelle	
3.5.3	Scavo della galleria di accesso (G.A.) e della fermata di emergenza (F.d.E.)	22
3.5.4	Vortrieb neuer Logistikknoten	
3.5.4	Scavo del nuovo nodo logistico	23
3.5.5	Betonbaustellen HT, ZS, ES und FS	
3.5.5	Rivestimento delle G.L., della G.A., del C.E. e della finestra	23
3.5.5.1	Haupttunnel Nord	
3.5.5.1	Galleria di linea nord.....	23
3.5.5.2	Haupttunnel Süd	
3.5.5.2	Galleria di linea sud.....	23
3.5.5.3	Erkundungsstollen	
3.5.5.3	Cunicolo esplorativo	23
3.5.5.4	Zugangsstollen und Mittelstollen	
3.5.5.4	Galleria d'accesso e cunicolo centrale.....	24
3.5.5.5	Fensterstollen	
3.5.5.5	Finestra.....	24
3.5.6	Querschläge und Nothaltestelle	
3.5.6	Cunicoli trasversali e fermata di emergenza.....	24
3.5.6.1	Pneugebundener Ausbruch	
3.5.6.1	Scavo con trasporto su gomma.....	24
3.5.6.2	Schienengebundener Ausbruch	
3.5.6.2	Scavo con trasporto su rotaia.....	24
3.5.6.3	Pneugebundener Ausbau	
3.5.6.3	Rivestimento con trasporto su gomma.....	25
3.5.6.4	Schienengebundener Ausbau	
3.5.6.4	Rivestimento con trasporto su rotaia	25
3.5.7	Schutterung	
3.5.7	Smarinatura	25
3.5.8	Transporte im Erkundungsstollen Aicha	
3.5.8	Trasporti lungo il C.E. Aica.....	25
3.5.9	Transporte im Fensterstollen	
3.5.9	Trasporti lungo la finestra.....	25
3.5.10	Rückwärtige Tätigkeiten	
3.5.10	Attività di retrolinea	25

3.6	MASCHINENEINSATZ	
3.6	IMPIEGO DEI MACCHINARI	26
3.7	BAU-, LÜFTUNGS- UND KÜHLUNGSPHASEN	
3.7	FASI DI RAFFREDDAMENTO E VENTILAZIONE DI CANTIERE.....	26
3.8	KLIMATISCHE RANDBEDINGUNGEN	
3.8	CONDIZIONI CLIMATICHE	26
3.8.1	Umgebungsbedingungen	
3.8.1	Condizioni ambientali	26
3.8.1.1	Portalklima	
3.8.1.1	Condizioni ai portali	26
3.8.1.2	Randbedingungen für die Auslegung der Kühltürme	
3.8.1.2	Condizioni al contorno per il dimensionamento delle torri di refrigerazione.....	27
3.8.1.3	Portaldruckdifferenzen	
3.8.1.3	Differenze barometriche fra i portali.....	28
3.8.1.4	Thermischer Auftrieb	
3.8.1.4	Spinta archimedeica	28
3.8.2	Felsursprungstemperatur	
3.8.2	Temperatura della roccia vergine.....	28
3.8.3	Felseigenschaften	
3.8.3	Proprietà della roccia	29
3.9	GEOMETRISCHE RANDBEDINGUNGEN	
3.9	CONDIZIONI GEOMETRICHE.....	29
3.10	WEITERE RANDBEDINGUNGEN	
3.10	ULTERIORI CONDIZIONI.....	29
3.10.1	Gasvorkommen	
3.10.1	Presenza di Gas	29
3.10.1.1	Situation	
3.10.1.1	Situazione.....	29
3.10.1.2	Klassifizierung der Stollen	
3.10.1.2	Classificazione dei cunicoli	30
3.10.1.3	Anforderungen und Maßnahmen	
3.10.1.3	Esigenze e misure.....	31
4	BAULÜFTUNG	
4	VENTILAZIONE DI CANTIERE.....	33
4.1	FRISCHLUFTMENGEN	
4.1	QUANTITÀ D'ARIA FRESCA.....	33
4.1.1	Frischluftmengen pro Bauablauf	
4.1.1	Fabbisogno d'aria fresca per processo di costruzione	33
4.1.2	Frischluftmenge pro Bauphase	
4.1.2	Quantità d'aria fresca per fase di costruzione.....	33
4.1.3	Entstaubung der Vortriebe	
4.1.3	Depolverizzazione degli scavi.....	33
4.1.4	Entstaubung bei Schutterung	
4.1.4	Depolverizzazione durante la smarinatura.....	33
4.1.5	Sprengschwaden	
4.1.5	Fumi d'esplosione.....	34
4.1.6	Frischluftmengen im Ereignisbetrieb	
4.1.6	Quantità d'aria fresca in caso d'emergenza.....	34
4.2	BEGRENZUNG DER LUFTMENGE	
4.2	LIMITE DELLE QUANTITÀ D'ARIA	34

4.3	LÜFTUNGSMODULE	
4.3	MODULI DI VENTILAZIONE	35
4.3.1	Zuluftsystem des Fensterstollens Mauls	
4.3.1	Ventilazione d'aria fresca per la finestra di Mules	37
4.3.1.1	Beschreibung der Anlagen	
4.3.1.1	Descrizione degli impianti	37
4.3.1.2	Betriebskonzept	
4.3.1.2	Concetto operativo	37
4.3.1.3	Steuerungskonzept	
4.3.1.3	Concetto di controllo.....	37
4.3.2	Abluftsystem des Fensterstollens Mauls	
4.3.2	Sistema d'aria viziata per la finestra di Mules	37
4.3.2.1	Beschreibung der Anlagen	
4.3.2.1	Descrizione degli impianti	37
4.3.2.2	Betriebskonzept	
4.3.2.2	Concetto operativo	38
4.3.2.3	Steuerungskonzept	
4.3.2.3	Concetto di controllo.....	38
4.3.3	Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha	
4.3.3	Sistema d'aria viziata per il C.E. Aica.....	38
4.3.3.1	Beschreibung der Anlagen	
4.3.3.1	Descrizione degli impianti	38
4.3.3.2	Betriebskonzept	
4.3.3.2	Concetto operativo	39
4.3.3.3	Steuerungskonzept	
4.3.3.3	Concetto di controllo.....	39
4.3.4	Umluftsystem der Haupttunnel Nord	
4.3.4	Ventilazione per circolazione della G.L.N.	39
4.3.4.1	Vortrieb und Ausbauphase bis zur Übergabe des Tunnels südlich des Fensterstollens an die Bahntechnik	
4.3.4.1	Scavo e rivestimento fino alla consegna nelle mani della Tecnica Ferroviaria della galleria a sud della finestra	39
4.3.4.2	Ausbauphase nach zur Übergabe des Tunnels südlich des Fensterstollens an die Bahntechnik	
4.3.4.2	Rivestimento fino alla consegna nelle mani della Tecnica Ferroviaria della galleria a sud della finestra.....	41
4.3.4.3	Betriebskonzept	
4.3.4.3	Concetto operativo	42
4.3.4.4	Steuerungskonzept	
4.3.4.4	Concetto di controllo.....	42
4.3.5	Umluftsystem der Haupttunnel Süd	
4.3.5	Ventilazione per circolazione delle G.L.S	42
4.3.5.1	Beschreibung der Anlagen	
4.3.5.1	Descrizione degli impianti	42
4.3.5.2	Betriebskonzept	
4.3.5.2	Concetto operativo	43
4.3.5.3	Steuerungskonzept	
4.3.5.3	Concetto di controllo.....	43
4.3.6	Luttenlüftung des Zugangsstollens, der Nothaltestelle und des neuen logistischen Knotens	
4.3.6	Ventilazione in condotta della G.A., della fermata di emergenza e del nuovo nodo logistico.....	43

4.3.6.1	Vortriebsphase bis zum Durchschlag des logistischen Knotens zum Haupttunnel West	
4.3.6.1	Fase di scavo fino al traforo del nodo logistico verso la G.L. ovest	43
4.3.6.2	Vortriebsphase vom Durchschlag des logistischen Knotens zum Haupttunnel West bis zum völlständigsten Ausbruch der Nothaltestelle	
4.3.6.2	Fase di scavo dal traforo del nodo logistico della G.L. ovest fino allo scavo completo della fermata di emergenza.....	44
4.3.6.3	Ausbauphase	
4.3.6.3	Fase di rivestimento	45
4.3.6.4	Betriebskonzept	
4.3.6.4	Concetto operativo	45
4.3.6.5	Steuerungskonzept	
4.3.6.5	Concetto di controllo.....	45
4.3.7	Luttenlüftung des Erkundungsstollens	
4.3.7	Ventilazione in condotta del C.E.	46
4.3.7.1	Grundprinzip	
4.3.7.1	Principio di base.....	46
4.3.7.2	Phasen der Lüftung des Erkundungsstollens	
4.3.7.2	Fasi della ventilazione del C.E.	46
4.3.7.3	Stollenquerschnitt	
4.3.7.3	Sezione del cunicolo.....	47
4.3.7.4	Ventilatorpaar über Schleuse im Ast A	
4.3.7.4	Coppia di ventilatori sopra la chiusa nel ramo A.....	47
4.3.7.5	Übergabestationen in den logistischen Nischen	
4.3.7.5	Stazioni di rilancio nelle piazzole logistiche.....	48
4.3.7.6	Ventilatorpaar in Querschlägen Typ 2 mit Schacht	
4.3.7.6	Coppia di ventilatori nei C.T. tipo 2 con pozzo	48
4.3.7.7	Steuerungskonzept	
4.3.7.7	Concetto di controllo.....	48
4.3.8	Luttenlüftung der Haupttunnel Nord	
4.3.8	Ventilazione in condotta della G.L.N.	49
4.3.8.1	Beschreibung der Anlage	
4.3.8.1	Descrizione dell'impianto	49
4.3.8.2	Betriebskonzept	
4.3.8.2	Concetto operativo	50
4.3.8.3	Steuerungskonzept	
4.3.8.3	Concetto di controllo.....	50
4.3.9	Luttenlüftung des Haupttunnels ost und west nach Süden vor dem Umluftsystem	
4.3.9	Ventilazione in condotta della G.L. est e ovest verso sud, prima della ventilazione per circolazione	50
4.3.9.1	Beschreibung der Anlage	
4.3.9.1	Descrizione dell'impianto	50
4.3.9.2	Betriebskonzept	
4.3.9.2	Concetto operativo	51
4.3.9.3	Steuerungskonzept	
4.3.9.3	Concetto di controllo.....	51
4.3.10	Luttenlüftung der Haupttunnel nach Süden mit Umluftsystem	
4.3.10	Ventilazione in condotta della G.L. verso sud con ventilazione per circolazione.....	51
4.3.11	Leckagen	
4.3.11	Fughe d'aria.....	52

4.4	EREIGNISLÜFTUNG	
4.4	VENTILAZIONE D'EMERGENZA.....	52
4.5	ELEMENTE DER BAULÜFTUNG	
4.5	IMPIANTI PER LA VENTILAZIONE DI CANTIERE	52
4.5.1	Ventilatoren	
4.5.1	Ventilatori	52
4.5.1.1	Allgemeine Anforderungen	
4.5.1.1	Requisiti generali.....	52
4.5.1.2	Abluftventilatoren Erkundungsstollen Aicha	
4.5.1.2	Ventilatori d'aria viziata del C.E. Aica	53
4.5.2	Schalldämpfer	
4.5.2	Silenziatori.....	53
4.5.3	Klappen	
4.5.3	Serrande	53
4.5.4	Lutten	
4.5.4	Condotte.....	54
4.5.4.1	Anforderungen	
4.5.4.1	Esigenze.....	54
4.5.4.2	Effekt der Alterung der Lutten	
4.5.4.2	Effetto dell'invecchiamento delle condotte	55
4.5.5	Entstauber	
4.5.5	Depolverizzazione.....	56
4.5.6	Zwischendecke	
4.5.6	Falso soffitto	56
4.5.7	Wetterwände	
4.5.7	Paratie.....	57
4.5.7.1	Einfache Wetterwände	
4.5.7.1	Paratia semplice.....	57
4.5.7.2	Wetterwände mit Toren	
4.5.7.2	Paratia con porta.....	57
4.5.7.3	Wetterwände mit Durchlass für Förderbänder	
4.5.7.3	Pareti con aperture per nastri convogliatori.....	57
4.5.8	Tore und Schleusen	
4.5.8	Porte e chiuse.....	58
4.5.9	Strahlventilatoren	
4.5.9	Ventilatori a getto.....	59
4.5.10	Speisung und Steuerung	
4.5.10	Alimentazione e controllo	59
4.5.10.1	Normalbetrieb	
4.5.10.1	Esercizio normale.....	59
4.5.10.2	Notstromversorgung	
4.5.10.2	Fornitura di corrente elettrica d'emergenza.....	59
4.5.11	Erdung	
4.5.11	Messa a terra.....	60
4.6	MENGENGERÜST	
4.6	COMPUTO METRICO	60
4.7	LÜFTUNGSKONZEPTE NACH BAUPHASEN	
4.7	CONCETTO DI VENTILAZIONE SECONDO LE FASI DI LAVORO.....	60
4.8	DISKUSSION DER LUFTMENGEN	
4.8	DISCUSSIONE CIRCA LE QUANTITÀ D'ARIA.....	60

4.8.1	Diskussion der elementaren Frischluftmengen	
4.8.1	Discussione circa le quantità d'aria elementare	60
4.8.2	Nachweis der Einhaltung der maximalen Luftmenge	
4.8.2	Dimostrazione dell'adempimento delle massime quantità d'aria	61
4.8.3	Nachweis der Einhaltung der Luftgeschwindigkeitsgrenzen	
4.8.3	Dimostrazione dell'adempimento dei limiti di velocità.....	62
5	BAUKÜHLUNG	
5	RAFFREDDAMENTO DI CANTIERE	64
5.1	AUSLEGUNGSKRITERIEN	
5.1	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	64
5.1.1	Klimavorgaben	
5.1.1	Prescrizioni climatiche.....	64
5.1.2	Umgebungsbedingungen	
5.1.2	Condizioni ambientali	64
5.1.3	Systemwahl	
5.1.3	Scelta del sistema.....	64
5.1.4	Abgrenzung der Auslegung	
5.1.4	Inquadramento del dimensionamento	64
5.2	KÜHLUNGSPHASEN	
5.2	FASI DI RAFFREDDAMENTO	65
5.3	WÄRMELASTEN	
5.3	CARICHI TERMICI	65
5.3.1	Felsursprungstemperatur	
5.3.1	Temperatura della roccia vergine.....	65
5.3.2	Feuchtigkeit	
5.3.2	Umidità.....	65
5.3.3	TBM	
5.3.3	TBM	65
5.3.4	Abwärme des Ausbruchs	
5.3.4	Calore dal fronte di scavo.....	66
5.3.5	Hydratationswärme des Zements	
5.3.5	Calore d'idratazione del cemento.....	67
5.3.6	Abwärme der Transporte	
5.3.6	Calore dai veicoli di trasporto.....	68
5.3.7	Abwärme der Vortriebsgeräte Sprengvortrieb	
5.3.7	Calore dissipato dagli equipaggiamenti dello scavo in tradizionale	69
5.3.8	Abwärme des Brauch- und Bergwassers	
5.3.8	Calore dell'acqua industriale e di montagna	69
5.3.9	Abwärme der Elektroinstallationen des Baustroms	
5.3.9	Calore delle installazioni elettriche a corrente di cantiere	70
5.3.10	Abwärme der Tübbinge	
5.3.10	Calore dei conci	70
5.3.11	Sprenggase	
5.3.11	Gas d'esplosione	70
5.4	KLIMAPROGNOSEN	
5.4	PREVISIONI CLIMATICHE	70
5.4.1	Beschreibung des Klimamodells	
5.4.1	Descrizione del modello climatico	70
5.4.2	Dimensionierender Fall	
5.4.2	Caso di dimensionamento	71

5.4.3	Modellierung	
5.4.3	Modellizzazione	71
5.4.4	Kältebedarf nach Ort und Zeit	
5.4.4	Requisiti di raffreddamento in base al luogo e al tempo	72
5.4.5	Kälteleistung und Kühlleistung	
5.4.5	Potenze frigorifera e di raffreddamento	75
5.4.6	Wetterkühlmaschinen	
5.4.6	Scambiatori di calore	76
5.5	HYDRAULISCHE AUSLEGUNG	
5.5	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRAULICA	76
5.5.1	Anforderungen	
5.5.1	Requisiti	76
5.5.1.1	Kühl- und Brauchwassermengen	
5.5.1.1	Volume d'acqua di raffreddamento	77
5.5.1.2	Löschwassermengen	
5.5.1.2	Quantità di acqua antincendio	77
5.5.2	Randbedingungen	
5.5.2	Condizioni di contorno	78
5.5.2.1	Wasserversorgung	
5.5.2.1	Approvvigionamento idrico	78
5.5.2.2	Geodätische Höhen und Höhendifferenzen	
5.5.2.2	Quote geodetiche	78
5.5.3	Systembeschreibung	
5.5.3	Descrizione del sistema	78
5.5.4	Hydraulische Drucklinien	
5.5.4	Dimensionamento delle pompe	80
5.5.5	Auslegung der Kühlwasserleitungen	
5.5.5	Dimensionamento delle condotte d'acqua di raffreddamento	81
5.5.6	Auslegung der Pumpen	
5.5.6	Dimensionamento delle pompe	82
5.6	BESCHREIBUNG DES KÜHLWASSERSYSTEMS	
5.6	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO	82
5.6.1	Allgemein	
5.6.1	Generalità	82
5.6.2	Rückkühlwerk	
5.6.2	Impianto di raffreddamento	82
5.6.2.1	Kühltürme	
5.6.2.1	Torri di raffreddamento	83
5.6.2.2	Kühlwasserbecken	
5.6.2.2	Bacino d'acqua di raffreddamento	84
5.6.2.3	Pumpenraum	
5.6.2.3	Stazione di pompaggio	84
5.6.2.4	Speisepumpen der Kühltürme	
5.6.2.4	Pompe d'alimentazione delle torri	84
5.6.2.5	Wasseraufbereitung (Optional)	
5.6.2.5	Trattamento delle acque (opzionale)	85
5.6.2.6	Filterstation (Optional)	
5.6.2.6	Stazione di filtraggio (opzionale)	85
5.6.2.7	Stromversorgung des Rückkühlwerks	
5.6.2.7	Consumo elettrico dell'impianto di raffreddamento	85

5.6.2.8	Notwasserbecken	
5.6.2.8	Bacino d'emergenza	85
5.6.2.9	Platzbedarf	
5.6.2.9	Spazio necessario	85
5.6.3	Pumpstationen Primär- und Sekundärkreise	
5.6.3	Stazioni di pompaggio	86
5.6.3.1	Pumpstation Primärkreis	
5.6.3.1	Stazione di pompaggio del circuito primario.....	86
5.6.3.2	Pumpstationen Sekundärkreise	
5.6.3.2	Stazioni di pompaggio dei circuiti secondari.....	86
5.6.4	Brauch- und Kühlwasserkreisläufe Primär- und Sekundär	
5.6.4	Circuito primario e secondario dell'acqua industriale e di raffreddamento.....	87
5.6.4.1	Rohrleitungen	
5.6.4.1	Tubature	87
5.6.4.2	Kupplungen und „Quicklock“-Ringen	
5.6.4.2	Giunti ed anelli "Quicklock"	87
5.6.4.3	Lagerung der Rohre	
5.6.4.3	Sostegno dei tubi.....	88
5.6.4.4	Erdung der Brauch- und Kühlwasserleitungen	
5.6.4.4	Messa a terra dei tubi	89
5.6.4.5	Brauch- und Löschwasserentnahmestellen	
5.6.4.5	Spillamento dai tubi d'acqua industriale e antincendio.....	89
5.6.4.6	Streckenschieberstationen	
5.6.4.6	Stazioni di sezionamento	90
5.6.4.7	Anschlussstellen für die Wetterkühlmaschine	
5.6.4.7	Collegamenti con gli scambiatori di calore	90
5.6.4.8	Umlenkungen in den Kühlwasserleitungen	
5.6.4.8	Deviazioni nelle tubature d'acqua.....	90
5.6.4.9	Abschlüsse der Kühlwasserleitungen	
5.6.4.9	Fine delle tubature d'acqua di raffreddamento	91
5.6.4.10	Abschlüsse der Brauchwasserleitungen	
5.6.4.10	Fine delle tubature d'acqua industriale	92
5.6.4.11	Entlüftung der Hochpunkte	
5.6.4.11	Spurgo d'aria ai culmini	92
5.6.4.12	Entleerung der Tiefpunkte	
5.6.4.12	Svuotamento alle sentine.....	93
5.6.4.13	Schnittstelle der Brauchwasserleitung im Zugangsstollen mit dem Primärkreis	
5.6.4.13	Interfaccia fra le tubature d'acqua industriale nel cunicolo d'accesso ed il circuito primario.....	93
5.6.4.14	Inventar der Brauch- und Kühlwasserleitungen	
5.6.4.14	Inventario delle tubature di raffreddamento e d'acqua industriale	93
5.6.5	Druckschleusen	
5.6.5	Chiuse.....	94
5.6.5.1	Standort und Spezifikation	
5.6.5.1	Disposizione e specificazione	94
5.6.5.2	Hydraulische Einbindung in das Leitungsnetz	
5.6.5.2	Collegamento idraulico nella rete di tubature	95
5.6.5.3	Steuerung	
5.6.5.3	Regolazione	95
5.6.6	Nachspeisung	
5.6.6	Rabboccatura	95

5.6.6.1	Betriebsnachpeisung	
5.6.6.1	Rabboccatura durante il servizio	95
5.6.6.2	Standnachspeisung	
5.6.6.2	Rabboccatura durante i periodi di pausa	95
5.6.6.3	Ausrüstung der Nachspeisung	
5.6.6.3	Equipaggiamento per la rabboccatura	96
5.6.7	Wetterkühlmaschinen	
5.6.7	Scambiatori di calore.....	96
5.6.7.1	Allgemeines	
5.6.7.1	Generalità	96
5.6.7.2	Technische Spezifikation	
5.6.7.2	Specifiche tecniche.....	97
5.6.8	Speisung und Steuerung	
5.6.8	Alimentazione e controllo	98
5.6.9	Erdung	
5.6.9	Messa a terra.....	98
5.7	KÜHLUNGSKONZEPTE NACH BAUPHASEN	
5.7	CONCETTO DI RAFFREDDAMENTO SECONDO LE FASI DI LAVORO	99
5.8	FUNKTIONALE BESCHREIBUNG	
5.8	DESCRIZIONE FUNZIONALE	99
5.8.1	Normalbetrieb	
5.8.1	Esercizio normale	99
5.8.2	Kompensation von entnommenen Brauchwasser	
5.8.2	Compensazione per l'acqua industriale prelevata.....	99
5.8.3	Füllen	
5.8.3	Riempimento	99
5.8.4	Entleeren	
5.8.4	Svuotamento	99
5.8.5	Verlängern der Sekundärkreise bei den Vortrieben	
5.8.5	Estensione del circuito secondario presso il fronte di scavo.....	99
5.9	MENGENGERÜST	
5.9	COMPUTO METRICO	100
6	STEUERUNG UND ÜBERWACHUNG	
6	REGOLAZIONE E CONTROLLO	101
6.1	SPEZIFIKATION DER KOMPONENTEN	
6.1	SPECIFICA DELLE COMPONENTI	101
6.1.1	Das Leitsystem	
6.1.1	Sistema di controllo.....	101
6.1.1.1	Allgemeine Spezifikation	
6.1.1.1	Specifiche generali	101
6.1.1.2	Software	
6.1.1.2	Programmi di calcolo	102
6.1.1.3	Hardware	
6.1.1.3	Hardware	102
6.1.2	Die Prozessebene	
6.1.2	Il livello di processo.....	102
6.1.3	Die Sensoren	
6.1.3	I sensori.....	102
6.1.3.1	Klima- und Gasmessstationen	
6.1.3.1	Stazioni di rilevamento del clima e delle emanazioni di gas.....	102

6.1.3.2	Weitere Sensoren	
6.1.3.2	Ulteriori sensori	103
6.1.4	Die Aktoren	
6.1.4	Componenti attive	103
6.2	STEURUNGSKONZEPT	
6.2	CONCETTO DI REGOLAZIONE E CONTROLLO	104
6.2.1	Allgemeines	
6.2.1	Generalità	104
6.2.2	Funktionale Beschreibung	
6.2.2	Descrizione funzionale	104
7	SCHNITTSTELLEN	
7	INTERFACCIA	105
7.1	BAULOGISTIK	
7.1	LOGISTICA DI CANTIERE	105
7.2	SICHERHEIT	
7.2	SICUREZZA	105
7.3	BAUWERK	
7.3	EDIFICI	105
7.4	BAUSTROM	
7.4	ALIMENTAZIONE ELETTRICA	105
7.5	BAUKOMMUNIKATION	
7.5	COMUNICAZIONE	105
7.6	NACHBARLOSE	
7.6	LOTTI CONTIGUI	106
7.7	FOLGELOSE	
7.7	LOTTI SUCCESSIVI	106
7.8	UMWELT	
7.8	AMBIENTE	106
8	RECHENMODELLE	
8	MODELLI FISICI DI CALCOLO	108
8.1	AERODYNAMISCHE MODELLE	
8.1	MODELLI AERODINAMICI	108
8.1.1	Rohrströmungen	
8.1.1	Flussi in canale	108
8.1.2	Lutzenberechnungen	
8.1.2	Dimensionamento delle condotte	108
8.1.3	Auslegung der Ventilatoren	
8.1.3	Dimensionamento dei ventilatori	108
8.2	KLIMAMODELL	
8.2	MODELLO CLIMATICO	108
8.2.1	Beschreibung des Klimamodells	
8.2.1	Descrizione del modello climatico	108
8.2.2	Modellierung des Aggregats Fels	
8.2.2	Modellazione della roccia	110
8.3	HYDRAULISCHE ROHRAUSLEGUNG	
8.3	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE CONDOTTE	110
9	GLOSSAR	
9	GLOSSARIO	112

10 VERZEICHNISSE	
10 ELENCHI	113
10.1 TABELLENVERZEICHNIS	
10.1 ELENCO DELLE TABELLE	113
10.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
10.2 ELENCO DELLE FIGURE.....	113
10.3 ANHANGSVERZEICHNIS	
10.3 ELENCO APPENDICI.....	114
10.4 REFERENZDOKUMENTE	
10.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	114
10.4.1 Eingangsdokumente	
10.4.1 Documenti in ingresso.....	114
10.4.1.1 Regelplanung	
10.4.1.1 Progettazione di Sistema.....	114
10.4.2 Normen und Richtlinien	
10.4.2 Normative e Linee Guida.....	115
10.4.3 Bibliographie	
10.4.3 Bibliografia.....	115
10.4.4 Referenzberichte und Pläne	
10.4.4 Documenti e piani di riferimento.....	116
10.4.4.1 Allgemeine Dokumente	
10.4.4.1 Elaborati generali	116
10.4.4.2 Erkundungsstollen	
10.4.4.2 Cunicolo esplorativo	116
10.4.4.3 Auflagen der Sicherheit	
10.4.4.3 Oneri della sicurezza	116
10.4.4.4 Baulüftung und Kühlung	
10.4.4.4 Ventilazione e raffreddamento in fase di costruzione	116
10.4.4.5 Elektromechanische Anlagen für die Bauphase	
10.4.4.5 Impianti tecnici in fase di costruzione	117
10.4.4.6 Definitive elektromechanische Anlagen	
10.4.4.6 Impianti tecnici definitivi	117
10.4.4.7 Baulogistik	
10.4.4.7 Logistica di costruzione	117
10.5 VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	
10.5 ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI	119
11 ANHÄNGE	
11 ALLEGATI	120

1 ZUSAMMENFASSUNG

1.1 EINLEITUNG

Mit der Ausführungsplanung der Baulüftung/-kühlung sind alle Unterlagen bereitzustellen, die zur Erstellung der Ausschreibung der Baulüftung/-kühlung im Baulos Mals 2 - 3 erforderlich sind. U.a. müssen hierauf basierend die Anforderungslisten und Leistungsverzeichnisse der Anlagen abschließend erstellt werden können.

Die Auslegung der Baulüftung/-kühlung stellt das Herzstück der Ausführungsplanung der Baustelleneinrichtungen innerhalb des Loses Mals 2 und 3 des Brenner Basistunnels dar. Sie zielt darauf hin, die Menge, die Dimensionen, die installierte Leistung, die Anordnung und die Kosten des Lebenszyklus aller elektromechanischer Haupt- und Nebenanlagen, welche beide Systeme bilden, zu definieren. Ein weiteres Ziel der Auslegung besteht darin, zur korrekten Spezifikation der Kunstbauten des Ingenieurbaus, welche für den Betrieb dieser Anlagen erforderlich sind, beizutragen, um ihre Einbindung in die Baustelle über und unter Tage zu ermöglichen.

1.2 ARBEITSPROGRAMM

Das Arbeitsprogramm, in all seinen Phasen und für alle Äste des unterirdischen Netzes von Stollen, Tunnel und Kavernen, ist der bestimmende Faktor derjenigen Größen und Mengen, welche in die Auslegung beider Systeme einfließen:

- Luftmengen;
- Druckverluste in den Lutten;
- Leistung, Anzahl und Anordnung der Ventilatoren;
- Kühlwassermengen;
- Druckverluste in den Wasserleitungen;
- Leistung, Anzahl und Anordnung der Pumpen und Wetterkühlmaschinen.

Die Ingenieurgemeinschaft RTI 4P arbeitete das verbindliche Arbeitsprogramm für die Projektierung der Kunstbauten und die Planung der Baustellenlogistik aus. Auf dieser Grundlage wurde die Auslegung der Baulüftung/-kühlung durchgeführt, um deren Machbarkeit, deren Zielerfüllung und deren technischen Zweckmäßigkeit zu überprüfen.

1.3 BAULÜFTUNG

1.3.1 Ziele und Aufgaben

Die Ziele der Baulüftung betreffen die Sicherheit, die Arbeitsmedizinischen Vorgaben und die Einhaltung erträglicher Klimabedingungen auf den Arbeitsplätzen.

Die Aufgaben der Baulüftung besteht darin, während dem

1 SOMMARIO

1.1 INTRODUZIONE

Con il progetto esecutivo devono essere predisposti tutti gli elaborati necessari per lo svolgimento della gara di appalto della ventilazione/raffreddamento in fase di costruzione nel lotto Mals 2 - 3. Tra l'altro su tale base devono poter essere predisposti in via definitiva gli elenchi dei requisiti e delle prestazioni degli impianti.

Il dimensionamento del sistema di ventilazione e di quello di raffreddamento costituisce il cuore della progettazione esecutiva delle opere di cantiere relative al lotto Mals 2 e 3 della galleria di base del Brennero. Il suo scopo è di definire quantità, dimensioni, potenza installata, disposizione e costi di ciclo di vita di tutti gli equipaggiamenti elettromeccanici, principali ed ausiliari, che costituiscono i due sistemi. Compito ulteriore del dimensionamento è di contribuire alla definizione delle opere d'arte dell'ingegneria civile, necessarie al corretto funzionamento di tali sistemi, per permettere la loro integrazione nei cantieri tanto in superficie quanto in sotterraneo.

1.2 PROGRAMMA LAVORI

Il programma lavori, in tutte le sue fasi e per tutte le diramazioni della rete sotterranea di cunicoli, gallerie e caverne, è il fattore determinante di quelle quantità che concorrono al dimensionamento di entrambi i sistemi, cioè:

- portate d'aria;
- perdite di carico nelle condotte;
- potenza, numero e disposizione dei ventilatori;
- portate d'acqua di raffreddamento;
- perdite di carico nei tubi d'acqua;
- potenza, numero e disposizione di pompe, scambiatori di calore ed unità di refrigerazione.

Il RTI 4P ha proceduto alla stesura del programma lavori vincolante per la progettazione delle opere civili e per la definizione della logistica di cantiere. Su questa base è stato condotto il dimensionamento di verifica dei sistemi di ventilazione e di raffreddamento per saggiarne fattibilità, raggiungimento degli obiettivi ed opportunità tecnica.

1.3 SISTEMA DI VENTILAZIONE

1.3.1 Obiettivi e compiti

Gli obiettivi del sistema di ventilazione attengono alla sicurezza, alle condizioni igienico-sanitarie ed al raggiungimento di tollerabili condizioni dell'aria sul posto di lavoro.

Compito del sistema di ventilazione è quello di fornire duran-

Normalbetrieb an jedem Arbeitsort und zu jeder Zeit die Luftmenge bereitzustellen, welche für die Verdünnung der Schadstoffe unter die in den nationalen und internationalen Normen vorgeschriebenen Grenzwerte erforderlich ist. Im Ereignisbetrieb muss sie begehbare Fluchtwege garantieren.

1.3.2 Normalbetrieb

Die Erhaltung der durch die Arbeitsmedizin vorgegebenen Bedingungen beinhaltet die Verdünnung der Schadstoffe auf der Baustelle. Diese können entweder einen natürlichen Ursprung haben, wie zum Beispiel das Eindringen von Erdgas aus dem Fels, oder einen künstlichen, wie die Emissionen der Motoren der Baumaschinen, die Staubentwicklung des maschinellen oder konventionellen Vortriebs und dessen Sprenggase. Die Sicherheit, welche die Baulüftung unterstützt, betrifft vor allem das Überleben des Personals in einer schwierigen Umgebung und daher dessen Befähigung, seine eigentliche Aufgabe andauernd zu erfüllen.

1.3.3 Ereignisbetrieb

Im Notfall (Brand) muss die Baulüftung sichere, vor Rauch und giftigen Gasen geschützte Orte bereitstellen, welche das flüchtende Personal über begehbare Fluchtwege erreichen kann.

1.3.4 Kurze Beschreibung

Die Frischluft wird über den Fensterstollen Mauls von Axialventilatoren am Fuß desselben angesaugt. Dann wird sie über Lutten auf die Vortriebe verteilt. Von diesen strömt sie im vollen Stollenquerschnitt zurück nach Mauls, wo sie aufgeteilt wird: Ein Teil der Abluft wird durch den Erkundungsstollen Aicha über Tage gefördert und der andere durch Lutten im Gewölbe des Fensterstollens Mauls.

1.3.5 Die Baulüftung in Zahlen

- 325 m³/s Frischluft, welche gleichzeitig auf 5 Vortriebe verteilt wird;
- 6'100 kW (6.1 MW) DIN-Diesel-Leistung, dessen Emissionen insgesamt im Lüftungssystem verdünnt werden können;
- 21 Hauptventilatoren mit Förderleistungen zwischen 16 und 92 m³/s;
- 4.0 MW_{el} gesamte elektrische Leistung der Baulüftung;
- 40 km Lutten verschiedener Durchmesser und Dichtigkeitsklassen.

1.4 BAUKÜHLUNG

1.4.1 Ziele und Aufgaben

Das Ziel der Baukühlung besteht darin, die Lufttemperatur

te il normale esercizio in ogni luogo di lavoro ed in ogni momento, le quantità d'aria necessarie a diluire le concentrazioni degli agenti nocivi ai livelli prescritti dalle norme nazionali ed internazionali che regolano la materia. In caso d'emergenza dovrà garantire vie di scampo percorribili.

1.3.2 Normale esercizio

Il mantenimento delle condizioni dettate dalla medicina del lavoro comporta la diluizione della concentrazione delle sostanze nocive sul cantiere. Queste possono avere sia un'origine naturale, come ad esempio i gas naturali esalati dalla roccia, che una artificiale, come le emissioni dei macchinari di cantiere, le polveri di scavo meccanico o convenzionale e, per quest'ultimo, i fumi delle volate. La sicurezza, di cui il sistema di ventilazione si fa carico, concerne innanzitutto la sopravvivenza del personale in un ambiente difficile e quindi la sua capacità di continuare a prestare la propria opera.

1.3.3 Caso d'emergenza

In caso d'emergenza (incendio) il sistema di ventilazione deve garantire luoghi sicuri, protetti da fumi, da vapori nocivi o da esalazioni di gas e raggiungibili dal personale in fuga attraverso vie di scampo praticabili.

1.3.4 Breve descrizione

L'aria fresca viene aspirata attraverso la finestra di Mules da ventilatori assiali posti al piede della stessa. Quindi viene distribuita attraverso condotte verso i fronti di scavo. Da questi viene convogliata nella piena sezione delle gallerie verso Mules dove viene separata: una parte viene sospinta all'esterno attraverso cunicolo esplorativo Aica e un'altra attraverso condotte poste sulla volta della finestra di Mules.

1.3.5 Il sistema di ventilazione in cifre

- 325 m³/s d'aria fresca distribuiti simultaneamente su 5 fronti di scavo;
- 6'100 kW (6.1 MW) di potenza Diesel, le cui emissioni sono diluite dal sistema di ventilazione;
- 21 ventilatori principali con portate comprese fra 16 e 92 m³/s;
- 4.0 MW_{el} di potenza elettrica complessiva degli impianti di ventilazione;
- 40 km di condotte di diverso diametro e di diversa classe di tenuta.

1.4 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

1.4.1 Obiettivi e compiti

L'obiettivo del sistema di raffreddamento consiste nel man-

am Arbeitsplatz innerhalb der von den nationalen und internationalen Normen vorgeschriebenen Grenzwerte zu halten.

Ihre Aufgabe besteht darin, das Kühlwasser in dem Stollensystem zu verteilen, welches im Normalbetrieb erforderlich ist, um die Abwärme der Vortriebe aufzunehmen. Diese Abwärme muss die Baukühlung dann über Tage an die Umgebung abführen. Zudem fungiert die Baukühlung im Normalbetrieb auch als Brauchwassernetz und im Ereignisbetrieb als Löschwassernetz.

1.4.2 Normalbetrieb

Das Klima unter Tage wird durch Wärmeströme aus zwei Quellen beeinflusst: Einerseits natürliche Wärmeströme aus dem Fels und dem Ausbruchsmaterial; andererseits künstliche Wärmeströme durch die Abwärme der Baumaschinen, in Abhängigkeit ihres mechanischen, thermodynamischen oder elektrischen Wirkungsgrades. Daraus folgt ein Anstieg der Lufttemperatur in den Stollen, welche mittels einer mechanischen Kühlung innerhalb der zulässigen, genormten Grenzwerte gehalten werden muss. Diese Kühlung verwendet Wetterkühlmaschinen entlang des Stollennetzes sowie ein Rückkühlwerk über Tage bei der Baustelle Mauls.

1.4.3 Kurze Beschreibung

Ein Primärkreis leitet das kühle Wasser von dem Rückkühlwerk zu einer Druckschleuse (Dreikammerrohrheber) im Fußpunkt Mauls. Von diesem wird das kühle Wasser auf die Sekundärkreise verteilt. Dort findet der Wärmeaustausch mit der Tunnelluft in den Wetterkühlmaschinen statt. Von diesen Maschinen fließt das warme Wasser zurück zu der Druckschleuse und von dort über den Primärkreis zurück zum Rückkühlwerk.

1.4.4 Die Baukühlung in Zahlen

- 1'546 m³/h Brauch- und Kühlwasser, welches Umgewälzt und auf 6 vortrieb verteilt wird;
- 9.1 MW_{th} Kälteleistung vor Ort (Wetterkühlmaschinen);
- 15.7 MW_{th} Kühlleistung über Tage (Rückkühlwerk);
- 6 Pumpstationen mit einer gesamten installierten Leistung von 1'745 kW_{el};
- 125 km Brauch- und Kühlwasserleitungen (Primär- und Sekundärkreise) mit Durchmessern zwischen DN200 und DN500.

tenimento della temperatura dell'aria sul posto di lavoro entro i limiti d'accettabilità prescritti dalle norme nazionali ed internazionali.

Compito del sistema è, da un lato, quello di distribuire nel sistema di gallerie e cunicoli le quantità d'acqua raffreddata richieste durante il normale esercizio per assorbire il calore generato durante lo scavo. D'altro lato il sistema deve dissipare all'esterno di gallerie e cunicoli, il calore assorbito all'interno di questi. Inoltre il sistema di raffreddamento funge durante il normale esercizio come rete per l'acqua industriale, mentre in caso d'emergenza funziona da rete antincendio.

1.4.2 Normale esercizio

L'ambiente sotterraneo di scavo è caratterizzato da flussi di calore di duplice origine: tanto naturale, in provenienza dalla parete rocciosa e dalla roccia frantumata, quanto artificiale, in provenienza dai macchinari che dissipano energia in funzione del loro rendimento, meccanico, termodinamico od elettrico. Ne consegue un aumento della temperatura dell'aria di galleria che deve essere mantenuta entro i limiti d'accettabilità prescritti dalle norme, tramite l'azione di un sistema di raffreddamento meccanico. Questo utilizza scambiatori di calore lungo la rete di cunicoli e gallerie ed un impianto di raffreddamento posto all'esterno presso il cantiere di Mules.

1.4.3 Breve descrizione

Un circuito primario convoglia l'acqua fredda dalle torri di raffreddamento verso uno scambiatore di pressione collocato al punto di base della finestra di Mules. Da questo la stessa acqua è distribuita nei rami del circuito secondario dove avviene lo scambio di calore con l'aria in appositi scambiatori. Da questi l'acqua calda ritorna verso lo scambiatore di pressione, e da questo, attraverso il primario verso le torri.

1.4.4 Il sistema di raffreddamento in cifre

- 1'546 m³/h d'acqua industriale di raffreddamento fatti circolare e distribuiti su 6 fronti di scavo;
- 9.1 MW_{ter} di potenza frigorifica localmente installata (scambiatori di calore);
- 15.7 MW_{ter} di potenza di raffreddamento installata all'esterno (torri di raffreddamento);
- 6 stazioni di pompaggio per una potenza installata totale di 1.745 kW_{el}
- 125 km di condotte d'acqua (circuito primario e secondario) con diametro fra DN200 e DN500.

2 EINLEITUNG

2.1 AUFGABENSTELLUNG

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Auslegung der Baulüftung und der Baukühlung des Brenner Basistunnels (BBT) für das Los Mauis II und III auf Stufe Ausführungsprojekt.

2.2 ABGRENZUNG

Die Bearbeitungstiefe dieses Berichts und dessen begleitenden Dokumente gemäß dem Verzeichnis in Kapitel 10.4.4.4 erreicht den Stand eines „Ausführungsprojekts“: Diese Dokumente stellen alle erforderlichen Grundlagen bereit für die Kostenschätzung und die Ausschreibung der Baulüftung/-kühlung des Bauloses Mauis 2 und 3.

2 INTRODUZIONE

2.1 IMPOSTAZIONE DEL PROBLEMA

Il presente rapporto documenta il progetto esecutivo del sistema di ventilazione e di raffreddamento di cantiere della galleria di base del Brennero per i lotti Mules II e III.

2.2 DEMARCAZIONE

Il grado di sviluppo del presente rapporto e dei documenti allegati come da lista illustrata nel capitolo 10.4.4.4 raggiunge lo stato di progetto esecutivo. Tutti questi documenti forniscono le basi richieste per il computo metrico e per la documentazione di appalto della ventilazione e del raffreddamento di cantiere del lotto Mules 2 e 3.

3 GRUNDLAGEN

3.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

Es gelten die Bestimmungen der italienischen Gesetzgebung

- für die Lüftung bei Arbeiten untertage [5];
- für die Arbeitssicherheit [6];
- und die Bestimmungen für Ausbruchsarbeiten in erdagsführenden Böden [7].

Ferner gelten die Bestimmungen der Provinz Bozen - Südtirol

- für die Lärmbelastung [8] und
- für den Gewässerschutz [9].

Ferner gelten die Auflagen des CIPE an das Einreichprojekt des BBT [10], deren Einhaltung wurde im Bericht [19] nachgewiesen.

Bei Fragestellungen, die von der soeben genannten Gesetzgebung nicht abgedeckt werden, wurden die Empfehlungen der schweizerischen Norm SIA 196 [11], der österreichischen BauV [12] und der SUVA Empfehlung [13] herangezogen.

3.2 ANFORDERUNGEN AN DIE BAULÜFTUNG/-KÜHLUNG

3.2.1 Lüftungsziele

3.2.1.1 Normalbetrieb

Die Lüftungsziele im Normalbetrieb bestehen grundsätzlich darin, der Belegschaft jederzeit und an jedem Arbeitsort gute Luftbedingungen zu bieten. Das bedeutet konkret:

- Sicherstellung des normalen Sauerstoffgehalts der Atemluft;
- Einhaltung der maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte, vgl. Richtlinie [15]) bzgl. gasförmigen Schadstoffen aus dem Berg (Methan, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid, Radon);
- Einhaltung der MAK-Werte bzgl. gas- und partikelförmigen Schadstoffen der Baumaschinen und Betriebsmittel, z.B. Dieselmotoremissionen (DME), Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Stickoxide;
- Einhaltung der MAK-Werte bzgl. inerter Stäube: Betonstäube infolge Spritzbetonauftrag und weiterer Betonarbeiten, Felsstäube infolge Ausbruchs und Schutterung;
- Schutz der Mannschaften vor den toxischen Sprengschwaden;
- Verhinderung der Ansammlung und Schichtung von

3 BASI

3.1 NORME E LINEE-GUIDA

Vigono le disposizioni della legislatura italiana:

- per la ventilazione di cantieri in sotterraneo [5];
- per la sicurezza di cantiere [6];
- come pure quelle per lavori di scavo in terreni con emanazioni di gas naturali [7].

Inoltre vigono le disposizioni della provincia di Bolzano, Alto Adige:

- per l'inquinamento fonico [8] e
- per la protezione delle acque [9]

Inoltre vigono le prescrizioni del CIPE come presentato nel progetto BBT [10] il cui soddisfacimento è documentato nel rapporto [19].

Per aspetti non previsti dalle suddette disposizioni di legge, si è ricorso alle raccomandazioni della norma svizzera SIA 196 [11], della norma austriaca BauV [12] e della organizzazione svizzera per la prevenzione degli incidenti sul lavoro SUVA [13].

3.2 REQUISITI PER LA VENTILAZIONE ED IL RAFFREDDAMENTO DI CANTIERE

3.2.1 Obiettivi della ventilazione

3.2.1.1 Esercizio normale

Lo scopo della ventilazione in caso di normale esercizio di cantiere è di fornire al personale sul posto di lavoro aria di qualità adeguata. Ciò comporta i seguenti obiettivi:

- Garanzia del normale contenuto d'ossigeno nell'aria;
- Rispetto dei valori di soglia della concentrazione sul posto di lavoro dei gas nocivi emanati dalla montagna (metano, acido solfidrico H₂S, anidride carbonica CO₂, radon) (cfr. direttiva [15]);
- Rispetto dei valori di soglia della concentrazione sul posto di lavoro dei gas nocivi e del particolato emanati dai macchinari di cantiere (particolato, anidride carbonica CO₂, ossido di carbonio CO, ossido d'azoto NO);
- Rispetto dei valori di soglia della concentrazione di polveri inerti da spruzzo o da altre lavorazioni con calcestruzzo, dalla roccia a seguito dello scavo e della smarinatura;
- Protezioni delle squadre di lavoro dai fumi delle esplosioni;

- explosiven oder toxischen Gasen in Senken und Gewölben (z.B. Methan, Kohlendioxid und Radon);
- Sicherstellung eines erträglichen Arbeitsklimas bzgl. Feuchtigkeit und Temperatur.

Für die Auslegung der Lüftung zur Erreichung dieser Ziele ist es zweckmäßig, mit elementaren Luftmengen pro Person und pro Leistungseinheit der Dieselmotoren, mit einfachen Geschwindigkeitsgrenzen der Luftströmungen und mit einfach messbaren Grenzwerten der Temperatur und Gaskonzentration zu rechnen. Diese sind in der Tabelle 1 dokumentiert. Sie stammen teilweise aus dem Konzept Baulüftung/-kühlung der Regelplanung [3] und wurden wo nötig aktualisiert und ergänzt.

Tabelle 1: Arbeitsmedizinische Grenzwerte

- Prevenzione della raccolta e della stratificazione di gas esplosivi o tossici (p.es. CH₄, CO₂, radon) in ri-cettacoli o presso le volte;
- Garanzia di umidità e temperatura sopportabili sul cantiere.

Il dimensionamento del sistema di ventilazione per raggiungere tali obiettivi comporta: la definizione di quantità d'aria per persona e per unità di potenza dei motori Diesel e la definizione di valori di soglia di velocità d'aria, di temperatura, d'umidità e di concentrazione che siano facilmente misurabili (cfr. Tabella 1). Tali valori, tratti da [3], sono stati aggiornati e completati, dove necessario.

Tabella 1: Valori di soglia per la sicurezza e l'igiene sul lavoro

Richtlinie / Linee-guida	Grenzwert / Valori di soglia		Ref.
Frischlufzufuhr pro Arbeiter / Apporto di aria fresca per lavoratore	≥ 3 m ³ /min/Arbeiter ≥ 3 m ³ /min/lavoratore		[5]
Frischlufzufuhr zur Verdünnung der Dieselschadstoffe / Apporto d'aria fresca per la diluizione di sostanze nocive di motori Diesel	≥ 4 m ³ /(min, PS) also 5.44 m ³ /(min, kW) ≥ 4 m ³ /(min, CV) cioè 5.44 m ³ /(min, kW) [NB. PS, CV, kW: Nennleistung /potenza di targa]		[5]
Luftgeschwindigkeit im freien Tunnelquerschnitt / Velocità dell' aria nella sezione libera della galleria	≥ 0.2 m/s ≤ 5.0 m/s		[12] [5]
Luftgeschwindigkeit im Regelquerschnitt bei Methanbefund (Vermeidung der Erdgasschichtbildung) / Velocità dell'aria nella sezione in presenza di metano (prevenzione della stratificazione dei gas naturali)	≥ 0.5 m/s		[3], [13]
Grenzwert Erdgaskonzentration (Methan) / Valori limite della concentrazione di gas naturale (metano) NB: Die Klassen sind in Kapitel 3.10.1.2 definiert. NB: Le classi sono definite nel capitolo 3.10.1.2.	<i>Alarmstufe</i> <i>Stato di allarme</i>	<i>Streckenklasse:</i> <i>Tratto di classe:</i> <i>1a-1c</i> <i>2</i>	[7]
	Normalbetrieb Funzionamento normale	< 0.15 Vol.-% < 0.3 Vol.-%	
	Beobachtung Attenzione	nicht vorgesehen non prevista ≥ 0.3 Vol.-% < 0.7 Vol.-%	
	Voralarm Preallarme	≥ 0.15 Vol.-% < 0.35 Vol.-%	≥ 0.7 Vol.-% < 1 Vol.-%
	Alarm (Evakuation) Allarme (abbandono)	≥ 0.35 Vol.-%	≥ 1 Vol.-%
Temperatur / temperatura	<u>Gängige Schichtlänge / durata usuale del turno:</u> – Trockentemperatur / bulbo asciutto ≤ 30 °C – Feuchtetemperatur / bulbo umido ≤ 25 °C		[5]
	<u>Schichtlänge / durata del turno ≤ 6 h:</u> – Trockentemperatur / bulbo asciutto ≤ 35 °C – Feuchtetemperatur / bulbo umido ≤ 30 °C		[5]
MAK-Werte / Concentrazione massima sul luogo di lavoro	CH ₄ : 10'000 ppm (Mittelwert über 8 Std. / media su 8 ore) H ₂ S: 5 ppm (Mittelwert über 8 Std. / media su 8 ore) 10 ppm (Mittelwert über 15 Minuten / media su 15 minuti) CO ₂ : 5'000 ppm (Mittelwert über 8 Std. / media su 8 ore)		[15]

Der Frischluftbedarf der Arbeiter und derjenige der Diesel-

Il fabbisogno d'aria fresca per i lavoratori e quello per diluire

schadstoffe sind nicht kumulativ: Es gilt jeweils das Maximum der beiden Werte.

Die elementare Frischluftzufuhr zur Verdünnung der Dieselschadstoffe wird in $\text{m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ ausgedrückt. Der Werte aus der italienischen Gesetzgebung stammt aus dem Jahr 1956 und berücksichtigt weder die massiven Fortschritte der Motorentechnik seither noch die ständige Verschärfung der Gesetzgebung zu den motorischen Emissionen und den maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (vgl. Quelle [17]). Diese Entwicklungen sind gegenläufig: Die Fortschritte der Motorentechnik und Minderung der Emissionen gehen einher mit einer ständigen Verschärfung der maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen, sodass die elementare Frischluftmenge sich nicht in gleichem Masse verringert wie die Motoremissionen. Nichtsdestotrotz sind in den gesetzlichen Werten der elementaren Frischluftmenge zur Verdünnung der Motoremissionen heute erhebliche Margen zur Einhaltung der MAK-Werte enthalten, insofern die technischen Maßnahmen zur Minderung der Schadstoffemissionen der Dieselmotoren gemäß Bericht [20] eingehalten werden. Um die Vorschriften der Norm aus dem Jahr 1956 auf die heutigen Zustände anzupassen, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und ein Vergleich mit den neueren schweizerischen, österreichischen und deutschen Normen angestellt. Als Ergebnis dessen wird der Wert mit einem Faktor 0.65 zur Berücksichtigung des Fortschritts der Motorentechnik und einem Faktor 0.9 zur Berücksichtigung der effektiven Auslastung der Motoren multipliziert. Damit beträgt die in dieser Planung berücksichtigte Frischluftzufuhr pro Diesel-Leistungseinheit $3.18 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$. Diese Luftmenge wird für jede Nennleistungseinheit, die im Tunnel vorgesehen ist, berücksichtigt, ungeachtet der Gleichzeitigkeit. Vgl. auch die Diskussion in Kapitel 4.8.1.

Erfahrungsgemäß reichen die Luftmengen, die zur Verdünnung der Dieselmotoremissionen angesetzt werden, aus, um den Sauerstoffgehalt der Luft zu halten.

Technische Maßnahmen zur Einhaltung der MAK-Werte bzgl. inerte Stäube und zum Schutz der Mannschaften vor den toxischen Sprengschwaden werden in den Kapiteln 4.1.3 und 4.1.5 behandelt.

Die technischen Maßnahmen zur Minderung der Schadstoffemissionen der Dieselmotoren sind im Bericht [20] vorgeschrieben. Diese betreffen zum Beispiel zulässige Motorenklassen und die Partikelfiltervorschriften.

3.2.1.2 Ereignisbetrieb

Im Ereignisbetrieb soll die Baulüftung unabhängig des Ereignisorts die Selbstrettung der Arbeiter sicherstellen. Dies geschieht, indem sie:

le Substanzen nocive dei motori Diesel non sono cumulativi: si applica per ciascun caso il massimo di entrambi i valori.

L'apporto d'aria fresca per la diluizione delle sostanze nocive dei motori Diesel viene espresso in $\text{m}^3/(\text{min}, \text{kW})$. Tale valore, preso dalle norme italiane, si riferisce all'anno 1956 e non tiene conto ne' dei grandi progressi della tecnica motoristica intercorsi da allora, ne' del continuo inasprimento delle normative circa le emissioni dei motori e circa la concentrazione di sostanze nocive sui cantieri (cfr. fonte [17]). Questi due sviluppi sono in controtendenza: i progressi della tecnica motoristica e la diminuzione delle emissioni vanno di pari passo con il costante inasprimento delle concentrazioni massime tollerate sui cantieri, quindi le quantità d'aria fresca richieste non diminuiscono allo stesso ritmo delle emissioni dei motori. Ciò nonostante, i valori d'aria fresca prescritti da norma per la diluizione delle emissioni dei motori includono oggi notevoli margini per il mantenimento delle concentrazioni prescritte, nella misura in cui le misure tecniche per minimizzare le emissioni di sostanze nocive dei motori Diesel secondo il rapporto [20] saranno attuate. Per adattare le prescrizioni normative del 1956 allo stato dell'arte attuale, si è proceduto ad una ricerca bibliografica tesa a costituire un paragone con le più attuali norme svizzere, austriache e tedesche. Ne risulta che al valore di riferimento del 1956 viene applicato un fattore 0.65 per tenere conto del progresso della tecnica motoristica ed un fattore 0.9 per tenere conto dello sfruttamento effettivo del motore. L'apporto d'aria fresca per unità di potenza Diesel considerato nella pianificazione qui descritta ammonta quindi a $3.18 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$. Tale valore è associato alla potenza di targa di ciascun motore presente in galleria, indipendentemente dalla simultaneità del funzionamento. Cfr. anche discussione nel capitolo 4.8.1.

Per quel che riguarda la concentrazione di ossigeno l'esperienza indica che l'apporto d'aria fresca per diluire le emissioni Diesel è sufficiente a garantirne il valore prescritto.

Le misure tecniche volte a rispettare la concentrazione di soglia delle polveri inerti e a proteggere le squadre di lavoro dai fumi tossici delle volate saranno specialmente trattate nei capitoli 4.1.3 e 4.1.5.

I provvedimenti tecnici per la diminuzione delle emissioni di sostanze nocive dei motori Diesel sono illustrate nel rapporto [20]. Queste riguardano, ad esempio, le classi di motori ammesse e le prescrizioni per i filtri del particolato.

3.2.1.2 Caso d'emergenza

Indipendentemente dal luogo dell'incendio, il sistema di ventilazione di cantiere deve garantire la messa in salvo autonoma del personale. Ciò comporta la disponibilità di:

- Rauchfreie oder raucharme Tunnelbereiche
- Und eine Frischluftzufuhr in das Tunnelsystem

- Zone della galleria libere da fumi e
- un apporto di aria fresca nel sistema di gallerie.

bereitstellt.

3.2.2 Kühlungsziele

Die Vortriebe und weitere Hauptarbeitsbereiche sollen auf den Temperaturen gemäß Tabelle 1 gehalten werden.

3.2.2 Obiettivi di raffreddamento

Le temperature ai fronti di scavo e negli altri principali luoghi di lavoro sono indicate nella Tabella 1.

3.3 BERÜCKSICHTIGTE GRUNDLAGEN DES BAUHERRN

Die berücksichtigten Berichte und Pläne des Bauherrn, auf die explizit in diesem Bericht Bezug genommen wird, sind in Kapitel 10.4.1 ausgewiesen. Plangrundlagen für Pläne der Baulüftung/-kühlung sind in den jeweiligen Plänen ausgewiesen.

3.3 DOCUMENTAZIONE DELLA COMMITTENZA

I rapporti e le tavole da parte della committenza, cui è stato fatto esplicito riferimento in questo rapporto, sono elencati nel capitolo 10.4.1. Le basi di progetto usate nelle tavole relative al sistema di ventilazione e raffreddamento sono illustrate nelle tavole corrispondenti.

3.4 BERÜCKSICHTIGTE GRUNDLAGEN DER IG

Die berücksichtigten Berichte und Pläne der IG 4P, auf die explizit in diesem Bericht Bezug genommen wird, sind in Kapitel 10.4.4 ausgewiesen. Plangrundlagen für Pläne der Baulüftung/-kühlung sind in den jeweiligen Plänen ausgewiesen.

3.4 DOCUMENTAZIONE DEL RTI

I rapporti e le tavole del RTI 4P cui è stato fatto esplicito riferimento in questo rapporto, sono elencati nel capitolo 10.4.4. Le basi di progetto usate nelle tavole relative al sistema di ventilazione e raffreddamento sono illustrate nelle tavole corrispondenti.

3.5 BAUABLÄUFE DES BAUPROGRAMMS

Das für die Planung der Baulüftung/-kühlung maßgebende Bauprogramm ist das Bauprogramm [18]. Die darin terminierten Bauabläufe werden im Folgenden beschrieben. Sie sind zudem detailliert mit Maschinenlisten und Mannschaften im Anhang 2 beschrieben.

3.5 SCADENZE DEL PROGRAMMA DI LAVORO

La referenza [18] mostra il programma di lavoro per il dimensionamento della ventilazione e raffreddamento di cantiere. I conseguenti procedimenti di costruzione sono descritti di seguito. Per i particolari riguardo ai macchinari ed al personale si veda l'Allegato 2.

3.5.1 Vortrieb Haupttunnel

3.5.1.1 Sprengvortrieb

Zwischen km 46.7 und km 44.3 nach Norden und zwischen 52.8 und km 54.1 nach Süden werden die Haupttunnel per Sprengvortrieb ausgebrochen. Nach Norden beinhaltet dies die Montagekavernen für den TBM Vortrieb nach Norden; nach Süden handelt es sich durchgehend um ein erweitertes, zweispuriges Profil pro Röhre.

3.5.1 Scavo della galleria di linea (G.L.)

3.5.1.1 Scavo all'esplosivo

Fra il km 46.7 e 44.3 verso nord e fra il km 52.8 e 54.1 verso sud la galleria di linea (G.L.) è scavata all'esplosivo. Verso nord lo scavo include i cameroni di montaggio per le frese dirette a nord; verso sud si tratta di una sezione costante a due binari per canna.

Ein Zyklus eines Abschlags besteht auf folgenden sequenziellen Schritten:

- Abschlag mittels Sprengstoff oder Bagger;
- Schüttern mittels Dumper und Förderband;
- Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Anker, Bewehrungsnetz und Spritzbeton.

La sequenza per l'abbattimento della parete al fronte di scavo include le seguenti fasi:

- Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice;
- Smarinatura con autocarro e con nastro;
- Consolidamento dello scavo con ancoraggio, rete d'armatura e calcestruzzo a spruzzo.

Maßgebend für die Bemessung der Bewetterung ist der Schritt mit dem höchsten Luftbedarf.

Determinante per il dimensionamento della ventilazione è la fase col più grande fabbisogno d'aria.

3.5.1.2 TBM Vortrieb Nord

Zwischen km 46.7 und km 32.1 werden die Haupttunnel

3.5.1.2 Scavo con fresa, parte nord

Fra il km 46.7 e 32.1 lo scavo verso nord della G.L. avverrà

mittels Schild-TBM ausgebrochen (nördlicher Vortrieb). Die TBM hat ein Durchmesser von 10.28 m und eine geschätzte gesamte elektrische Antriebsleistung von 6'100 kW_{el}, inkl. Nachläufer.

Gleichzeitig finden statt: Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine; Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen; Einbau der Tübbinge und Sohlelemente, Auffüllen des Spalts zwischen Fels und Tübbingen mit Perlkies und Mörtel. Geschüttet wird mittels Förderband. Die Tübbingelemente werden in Hinterrigger gefertigt und per Stollenbahn bis zum Fußpunkt Muls geliefert. Dort werden sie umgeladen auf den Versorgungszug der TBM. Für die Versorgung der TBM sind bis zu 3 Züge notwendig, davon einer stehend und 2 fahrend.

3.5.1.3 TBM Vortrieb Süd

Zwischen km 49.1 und km 52.9 werden die Haupttunnel mittels Gripper-TBM ausgebrochen (südlicher Vortrieb). Die TBM hat ein Durchmesser von 9.45 m und eine geschätzte gesamte elektrische Antriebsleistung von 6'100 kW_{th}, inkl. Nachläufer.

Gleichzeitig finden statt: Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine; Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Geschüttet wird mittels Förderband. Die Versorgung der TBM findet per Lastwagen über den Fensterstollen statt.

3.5.2 TBM Vortrieb Erkundungsstollen

Zwischen km 12.5 und km 27.2 wird der Erkundungsstollen mittels Schild-TBM ausgebrochen (Kilometrierung des ES). Die TBM hat ein Durchmesser von 6.6 m und eine geschätzte gesamte elektrische Antriebsleistung von 5'450 kW_{el}, inkl. Nachläufer.

Gleichzeitig finden statt: Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine; Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen; Einbau der Tübbings und Sohlelemente, Auffüllen des Spalts zwischen Fels und Tübbings mit Perlkies und Mörtel. Geschüttet wird mittels Förderband. Die Tübbingelemente werden in Hinterrigger gefertigt und per Stollenbahn bis zur TBM geliefert. Für die Versorgung der TBM sind bis zu 5 Züge notwendig, davon einer stehend und 4 fahrend, 2 im nördlichen Abschnitt des Erkundungsstollens und 2 im südlichen Abschnitt (Aicha). Am Anfang des Vortriebs sind weniger Zugtransporte möglich.

Hinter dem TBM Vortrieb werden die logistischen Kavernen und die Verbindungsschächte zu den Querschlägen des Typs 2 ausgebrochen.

3.5.3 Vortrieb Zugangsstollen und Nothaltestelle

Der Zugangsstollen, der Mittelstollen und die Äste der Nothaltestelle werden mittels Sprengvortrieb ausgebrochen.

con fresa scudata, con diametro di 10.28 m ed una potenza installata globale di 6'100 kW_{el} incluso il trenino di servizio.

Simultanee sono le seguenti fasi: scavo con fresa; consolidamento di scavo con ancoraggi e rete; posa in opera dei conci e della soletta; riempimento degli spazi fra concio e roccia con ghiaia e malta. La smarinatura viene fatta a nastro. Gli elementi di concio saranno prodotti in Hinterrigger e portati su rotaia fino al piede della finestra di Muls. Là saranno trasbordati sul trenino di servizio della fresa. La fresa è servita da 3 trenini: 2 in viaggio ed uno in sosta.

3.5.1.3 Scavo con fresa, parte sud

Fra il km 49.1 e 52.9 lo scavo della G.L. verso sud avverrà con fresa aperta, con diametro di 9.45 m ed una potenza installata globale di 6'100 kW_{th} incluso il trenino di servizio.

Simultanee sono le seguenti fasi: scavo con fresa; consolidamento di scavo con ancoraggi, rete e calcestruzzo a spruzzo. La smarinatura viene fatta a nastro. La fresa è servita da autocarri attraverso la finestra di Muls.

3.5.2 Scavo con fresa del cunicolo esplorativo (C.E.)

Fra il km 12.5 e 27.2 (livelletta del C.E.) il cunicolo esplorativo (C.E.) sarà scavato con fresa scudata di 6.6 metri di diametro ed una potenza installata globale di 5'450 kW_{el} incluso il trenino di servizio.

Simultanee sono le seguenti fasi: scavo con fresa; consolidamento di scavo con ancoraggi e reti; installazione dei conci e degli elementi della soletta; riempimento degli interstizi fra roccia e concio con ghiaia e malta. La smarinatura viene fatta a nastro. Gli elementi di concio saranno prodotti in Hinterrigger e portati su rotaia fino alla fresa. Per l'approvvigionamento della fresa sono necessari fino a 5 trenini: uno in sosta e 4 in viaggio: 2 nel tratto nord del C.E. e 2 nel tratto sud (Aicha). All'inizio dello scavo è possibile che siano necessari meno treni.

Dietro alla fresa si procederà allo scavo dei cameroni logistici e dei pozzi di collegamento ai cunicoli trasversali del tipo 2.

3.5.3 Scavo della galleria di accesso (G.A.) e della fermata di emergenza (F.d.E.)

La galleria d'accesso (G.A.), il cunicolo centrale ed i rami della fermata d'emergenza (F.d.E.) sono scavati

Dieser Prozess wurde bereits in Kapitel 3.5.1.1 beschrieben.

3.5.4 Vortrieb neuer Logistikknoten

Der neue Logistikknoten (Kaverne und Verbindungsstollen) wird mittels Sprengvortrieb ab dem Zugangsstollen und den Haupttunnel ausgebrochen. Dieser Prozess wurde bereits in Kapitel 3.5.1.1 beschrieben.

3.5.5 Betonbaustellen HT, ZS, ES und FS

3.5.5.1 Haupttunnel Nord

Auf den Ausbruch folgt der Ausbau der Tunnelröhren. Dieser beinhaltet folgende Schritte, in Abschnitten von 2 x 12 m pro Arbeitstag und Röhre:

- Einbringen der Gewölbedrainage mit Abdichtung;
- Schalung, Armierung und Betonage des Sohlbetons;
- Verlegen der Gewölbeabdichtung;
- Schalung, evtl. Armierung und Betonage der Innenschale (Gewölbe).

Die erforderlichen Mittel sind fahrbare Schalungen und Portale sowie mindestens 4 Züge: 1 Zug für die Gewölbedrainage, 1 Zug für die Abdichtung und die Schachtelemente, 1 Zug für den Beton der Sohlplatte und 1 Zug für den Beton des Gewölbes. Beide Röhren werden gleichzeitig und räumlich versetzt ausgebaut.

3.5.5.2 Haupttunnel Süd

Der Ausbau der Haupttunnel nach Süden erfolgt nach der gleichen Abfolge wie die Haupttunnel nach Norden, mit dem Unterschied, dass die Baustelle mit Lastwagen versorgt wird. Insgesamt sind 45 bis 50 Transport-LKW und Fahrmischer pro Arbeitstag erforderlich pro Röhre. Beide Röhren werden gleichzeitig und räumlich versetzt ausgebaut. Zudem sollen die Arbeiten in beiden Röhren so gestaffelt werden, dass die Transportspitzen nicht aufeinander fallen. Damit wird die Anzahl der Lastwagen, die gleichzeitig im Tunnel sind, beschränkt. Zudem wird der Ausbau der Haupttunnel Süd mit dem Ausbau der Querschläge Süd verbunden.

3.5.5.3 Erkundungsstollen

Die Auskleidung des Erkundungsstollens mit einer Innenschale erfolgt nicht durchgehend, sondern nur auf den Strecken, auf denen es die lokalen geologischen Bedingungen erfordern. Sie beinhaltet folgende Schritte in Abschnitten von 2 x 12 m pro Arbeitstag und Röhre:

- Einbringen der Gewölbedrainage mit Abdichtung;

all'esplosivo, come descritto nel capitolo 3.5.1.1.

3.5.4 Scavo del nuovo nodo logistico

Il nuovo nodo logistico (camerone e cunicolo di collegamento) viene scavato mediante esplosivo a partire dalla galleria di accesso e dalle G.L. Questo processo è già stato trattato nel capitolo 3.5.1.1.

3.5.5 Rivestimento delle G.L., della G.A., del C.E. e della finestra

3.5.5.1 Galleria di linea nord

Dopo lo scavo delle canne segue il loro rivestimento, che procede in segmenti di 2 x 12 m per giorno di lavoro e per canna:

- Installazione del drenaggio della volta con impermeabilizzazione;
- Casseri, armatura e getto della soletta;
- Posa della impermeabilizzazione della volta;
- Casseri ed eventualmente armatura e getto del rivestimento interno (volta).

L'attrezzatura necessaria consiste in casseri e piattaforme mobili ed in almeno 4 trenini: uno per il drenaggio della volta, uno per l'impermeabilizzazione e per gli elementi dei pozzi, uno per il getto della soletta ed uno per il calcestruzzo della volta. Le due canne sono rivestite contemporaneamente, però con scalamento lungo il cantiere.

3.5.5.2 Galleria di linea sud

Lo scavo della G.L. sud, verso sud, avviene nello stesso modo come per la G.L. verso nord, solo che il cantiere sarà servito da autocarri ed impastatrici, in numero di 45 – 50 per giorno di lavoro e per canna. Le due canne sono rivestite contemporaneamente, però con scalamento lungo il cantiere. Inoltre, i lavori nelle due canne dovranno essere sfasati in modo tale da evitare la concomitanza dei picchi di trasporto, limitando così il numero di autocarri contemporaneamente presenti nelle canne. Inoltre il rivestimento della G.L. sud sarà collegato con quello dei C.T. sud.

3.5.5.3 Cunicolo esplorativo

Il rivestimento del C.E. con cassero avviene solo in quei tratti dove le condizioni geologiche lo permettono e procede in segmenti di 2 x 12 m per giorno di lavoro e per canna:

- Installazione del drenaggio della volta con impermeabilizzazione;

- Verlegen der Gewölbeabdichtung;
- Schalung, evtl. Armierung und Betonage der Innenschale (Gewölbe).

Die erforderlichen Mittel sind fahrbare Schalungen und Portale sowie 1 Bauzug.

3.5.5.4 Zugangsstollen und Mittelstollen

Der Ausbau des Zugangsstollens und des Mittelstollens der Nothaltestelle erfolgt mittels Lastwagen ab dem Fensterstollen und beinhaltet folgende Schritte, die in Reihe gleichzeitig erfolgen:

- Einbringen der Gewölbedrainage mit Abdichtung
- Schalung, Armierung und Betonage des Sohlbetons
- Verlegen der Gewölbeabdichtung
- Schalung, evtl. Armierung und Betonage der Innenschale (Gewölbe)
- Schalung, Armierung und Betonage der Zwischendecke

Die erforderliche Mittel sind fahrbare Schalungen, Transport-LKWs und Fahrmischer, alles Pneu-gebunden.

3.5.5.5 Fensterstollen

Der Ausbau des Fensterstollens findet zuletzt statt. Er erfolgt nach dem gleichen Schema wie der Zugangsstollen.

3.5.6 Querschläge und Nothaltestelle

Die Querschläge sowie die Abluftquerstollen und Verbindungsstollen der Nothaltestelle werden konventionell mittels Sprengvortrieb ausgebrochen.

3.5.6.1 Pneu-gebundener Ausbruch

Die Querschläge zwischen den Montagekavernen bei km 44.4 und dem südlichen Ende des Abschnitts Mauls II und III bei km 54.1 sowie die Abluftquerstollen und Verbindungsstollen der Nothaltestelle werden konventionell mittels Sprengvortrieb ausgebrochen. Das Vorgehen ist in geringerer Skala dasjenige, das in Kapitel 3.5.1.1 für die Haupttunnel beschrieben wird. Die Querschläge werden ab den Haupttunnel ausgebrochen; die Stollen der Nothaltestelle können von den Haupttunnel oder von dem Zugangsstollen aus ausgebrochen werden. Die Schutterung erfolgt in den Haupttunnel per Förderband, im Zugangsstollen nur pneu-gebunden. Die Versorgung der Vortriebe ist in beiden Stollen pneu-gebunden.

3.5.6.2 Schienengebundener Ausbruch

Die Querschläge nördlich der Montagekaverne bei km 44.4 werden hinter dem TBM Vortrieb ausgebrochen. Die Baustellen werden per Zug mit Material und Spritzbeton versorgt.

- Posa della impermeabilizzazione della volta;
- Casseri ed eventualmente armatura e getto del rivestimento interno (volta).

L'attrezzatura necessaria consiste in casseri e piattaforme mobili ed in un trenino di cantiere.

3.5.5.4 Galleria d'accesso e cunicolo centrale

Il rivestimento della G.A. e del cunicolo centrale della F.d.E. avviene con autocarri a partire dalla finestra di Mules e comprende le seguenti fasi contemporaneamente ed in linea:

- Installazione del drenaggio della volta con impermeabilizzazione;
- Casseri, armatura e getto della soletta;
- Posa della impermeabilizzazione della volta;
- Casseri ed eventualmente armatura e getto del rivestimento interno (volta);
- Casseri, armatura e getto del falso soffitto;

L'attrezzatura necessaria consiste in casseri mobili, autocarri ed impastatrici, il tutto su gomma.

3.5.5.5 Finestra

Infine ha luogo il rivestimento della finestra, effettuato secondo il medesimo schema della galleria di accesso.

3.5.6 Cunicoli trasversali e fermata di emergenza

I C.T., i cunicoli trasversali per l'aspirazione dell'aria viziata ed i cunicoli di collegamento della F.d.E. sono scavati all'esplosivo.

3.5.6.1 Scavo con trasporto su gomma

I C.T. fra i cameroni di montaggio al km 44.4 e la fine (sud) del tratto Mules II e III al km 54.1, come pure i cunicoli trasversali d'aria viziata ed i cunicoli di collegamento della F.d.E. sono scavati all'esplosivo. Il processo, in scala minore, ricalca quello illustrato nel capitolo 3.5.1.1 per la G.L. I C.T. sono scavati a partire dalla G.L.; i cunicoli della F.d.E. possono essere scavati tanto dalla G.L. come pure a partire dalla G.A. La smarinatura avviene nella G.L. a mezzo di nastro e nella G.A. solo su gomma. L'approvvigionamento dei fronti di scavo avviene su gomma per entrambi i cunicoli.

3.5.6.2 Scavo con trasporto su rotaia

I C.T. a nord dei cameroni di montaggio al km 44.4 saranno scavati dietro alla fresa. L'approvvigionamento di attrezzature e calcestruzzo avviene su rotaia. La smarinatura viene

Die Schutterung erfolgt per Förderband. Das Vorgehen entspricht sonst ist in geringerer Skala demjenigen, das in Kapitel 3.5.1.1 für die Haupttunnel beschrieben wird.

3.5.6.3 Pneugebundener Ausbau

Die Querschläge südlich des Fensterstollens werden mit Pneufahrzeugen mit Material und Beton versorgt. Sie werden gemeinsam mit den Haupttunnel ausgebaut. Die Arbeit findet sequenziell in folgenden Schritten statt: Bewähren – Schalen – Betonieren. Es werden jeweils 2 Querschläge gleichzeitig ausgebaut.

3.5.6.4 Schienengebundener Ausbau

Die Querschläge nördlich des Fensterstollens werden per Schiene mit Material und Beton versorgt. Sie werden gemeinsam mit den Haupttunneln ausgebaut. Die Arbeit findet sequenziell in folgenden Schritten statt: Bewähren – Schalen – Betonieren. Es werden jeweils 2 Querschläge gleichzeitig ausgebaut.

3.5.7 Schutterung

In den Haupttunnel und dem Fensterstollen findet die Schutterung per Förderband statt, in dem Zugangsstollen per pneu. In Vorsorge für den Ausfall eines Förderbands in den nördlichen Vortrieben steht ab dem Beginn des TBM Vortriebs ein Schutterzug bereit.

3.5.8 Transporte im Erkundungsstollen Aicha

Das Betonwerk zur Herstellung der Tübbings und weiterer Betonbauteile ist in Hinterrigger geplant. Der Erkundungs- und Entwässerungstollen Aicha dient als Transportweg für diese Erzeugnisse von Hinterrigger zu Fußpunkt des Fensterstollens und von dort weiter zu ihrem Bestimmungsort. Die Züge, die regelmäßig im Erkundungsstollen Aicha verkehren, sind:

- Der Versorgungszug der TBM des Erkundungsstollens,
- der Transportzug der Tübbings für die TBM Vortriebe Nord,
- Und Transportzüge für weitere Betonelemente.

Ferner dient der Erkundungsstollen Aicha als Schutterstollen mit Förderbändern.

3.5.9 Transporte im Fensterstollen

Der Fensterstollen dient als Transportweg für Reifentransporte aller Art und als Schutterstollen.

3.5.10 Rückwärtige Tätigkeiten

Hinter den Vortrieben finden verschiedene logistische Tätigkeiten, Unterhaltsarbeiten und andere Tätigkeiten statt. Die

fatta su nastro. Il processo, in scala minore, ricalca quello illustrato nel capitolo 3.5.1.1 per la G.L.

3.5.6.3 Rivestimento con trasporto su gomma

I C.T. a sud della finestra di Mules sono approvvigionati di materiale e calcestruzzo con autocarri. Essi saranno rivestiti insieme alla G.L. Le sequenze di lavoro sono: armare, casserare, cementare. Due C.T. saranno rivestiti simultaneamente.

3.5.6.4 Rivestimento con trasporto su rotaia

I C.T. a nord della finestra di Mules sono approvvigionati di materiale e calcestruzzo con trenini. Essi saranno rivestiti insieme alle G.L. Le sequenze di lavoro sono: armare, casserare, cementare. Due C.T. saranno rivestiti simultaneamente.

3.5.7 Smarinatura

Nella G.L. e nella finestra di Mules la smarinatura si fa su nastro, nella G.A. si fa con autocarri. In caso di guasto di un nastro degli scavi a nord, un trenino di smarinatura è a disposizione all'inizio dello scavo con fresa.

3.5.8 Trasporti lungo il C.E. Aica

L'impianto di costruzione dei conci e di altri elementi in calcestruzzo è previsto a Hinterrigger. Il cunicolo esplorativo e di drenaggio Aica serve da via di trasporto di questi manufatti fino al piede della finestra e da là fino alla destinazione finale. I trenini che servono il C.E. sono:

- Quello d'approvvigionamento della fresa del C.E.;
- Quello per il trasporto dei conci per gli scavi nord con fresa;
- Trenini per il trasporto di altri elementi in calcestruzzo.

Il C.E. Aica serve anche da cunicolo di smarinatura su nastro.

3.5.9 Trasporti lungo la finestra

La finestra di Mules serve da percorso d'ogni tipo di trasporto su gomma e da cunicolo di smarinatura.

3.5.10 Attività di retrolinea

Dietro agli scavi, per lo più nei pressi del piede della finestra, si svolgono attività di natura logistica. Le più importanti sono:

meisten sind im Fußpunkt konzentriert. Wichtige Tätigkeiten sind:

- Materialumschlag in den Kavernen der Haupttunnel und des Erkundungsstollens im Fußpunkt, von Schiene auf Schiene, Schiene auf Reifen oder umgekehrt;
 - Rangierfahrten mit Lokomotiven zur Überwindung des Verbindungsstollens HTW – ES für schwerere Zugkompositionen;
 - Triage des Ausbruchs;
 - Betonaufbereitung in der logistischen Kaverne;
 - Fahrten und Unterhaltsarbeiten des Gleisbauzugs;
 - Diverse Transport-, Dienst- und Besucherfahrten mit Reifen- und Schienenfahrzeugen im gesamten Stollensystem;
 - Reparaturwerkstatt für Schienen- und Reifenfahrzeugen sowie weitere Anlagen im Fußpunkt.
- Trasbordo di materiale da trenino a trenino o da autocarro a trenino, e viceversa, nei cameroni della G.L. e in quelli presso il piede del C.E.;
 - Tragitti di smistamento con locomotive per il superamento del cunicolo di collegamento fra la G.L. ovest ed il C.E. per composizioni pesanti;
 - Cernita dello smarino;
 - Preparazione del calcestruzzo nei cameroni logistici;
 - Tragitti e manutenzione del trenino per la posa dei binari;
 - Trasporti di varia natura, di servizio, per visite, ecc. sia su gomma che su rotaia;
 - Riparazioni di trenini, autocarri ed altre installazioni mobili o fisse presso il piede della finestra.

3.6 MASCHINENEINSATZ

Die Zusammenstellung des Fahrzeugparks ist grundlegend für die Bestimmung der erforderlichen Luftmengen und somit für die Bemessung der Lüftung. Der Maschinenpark, der dieser Planung zugrunde gelegt wird, ist in Anhang 1 dokumentiert. Die Traktionsleistungen der Züge wurden in Koordination mit der Logistik (Angabe der Zugkompositionen und Gewichte) und einem Baulokomotivenhersteller (Massen und Traktionsleistungen) bestimmt. Die weiteren Maschinenleistungen beruhen auf der Erfahrung aus anderen Baustellen und Herstellerangaben. Insgesamt ist in Anhang 1 ein plausibler Maschinen- und Fahrzeugpark zusammengestellt.

Die Anforderungen an die Maschinen sind im Bericht [20] spezifiziert.

3.7 BAU-, LÜFTUNGS- UND KÜHLUNGSPHASEN

Die Zusammenfassung einzelner Bautätigkeiten des Bauprogramms in Bauphasen sowie einzelner Bauphasen in Lüftungs- und Kühlungsphasen bzw. Lüftungs- und Kühlungskonzepte sind in den Berichten [25] und [39] beschrieben bzw. den Plänen [26] und [27] dargestellt.

3.8 KLIMATISCHE RANDBEDINGUNGEN

3.8.1 Umgebungsbedingungen

3.8.1.1 Portalklima

Das hydrographische Amt der Provinz Bozen verfügt über ein Netz von Klimastationen. Von diesen sind allerdings nur

3.6 IMPIEGO DEI MACCHINARI

La composizione del parco-veicoli è basilare per la definizione del fabbisogno d'aria, quindi per il dimensionamento del sistema di ventilazione. Essa è documentata nell'Allegato 1. Le potenze di trazione dei trenini sono state definite in collaborazione sia con la Logistica (composizione e peso dei trenini) che con un fornitore di locomotive (peso e potenze di trazione). Per gli altri macchinari, si è fatto appello all'esperienza del RTI maturata su altri cantieri simili ed alle indicazioni di fornitori di tali macchinari. L'Allegato 1 riassume la composizione di un parco-macchine adeguato allo scopo.

Le prescrizioni per i macchinari sono specificate nel rapporto [20].

3.7 FASI DI RAFFREDDAMENTO E VENTILAZIONE DI CANTIERE

La sintesi delle singole attività del programma di scavo in fasi di costruzione come pure di singole fasi di costruzione in fasi e concetti di ventilazione e raffreddamento sono descritte nei rapporti [25] e [39] e nelle tavole [26] e [27].

3.8 CONDIZIONI CLIMATICHE

3.8.1 Condizioni ambientali

3.8.1.1 Condizioni ai portali

L'ufficio idrografico della provincia di Bolzano dispone di una rete di stazioni climatiche. Da queste sono disponibili solo

Temperaturwerte verfügbar, und zwar die minimalen, maximalen und mittleren monatlichen Werte.

In unmittelbarer Nähe des Portals des Fensterstollens Mails steht keine Station; die Nächsten talauf- und abwärts sind Sterzing und Franzensfeste. Auf der Grundlage dieser Daten wurde für den Standort Mails eine Temperaturprognose im Monatsmittel zusammengestellt (vgl. Tabelle 2). Für die relative Feuchte liegen uns überhaupt keine Daten vor. Um dennoch eine Prognose zu machen, wurden die Werte für Franzensfeste aus dem Bericht [4] übernommen. Diese sind allerdings ebenfalls eine Prognose aus dem Gotthard.

Tabelle 2: Klima am Portal des Fensterstollens Mails

	Portal Fensterstollen Mails Portale Finestra di Mules 869 [m.ü.M] / [mslm]	
Monat / Mese	T [°C]	r.F. / um. rel. [%]
Januar / gennaio	-1.7	100.0
Februar / febbraio	0.6	84.0
März / marzo	4.7	48.0
April / aprile	8.4	64.0
Mai / maggio	13.1	61.0
Juni / giugno	16.6	62.0
Juli / luglio	18.7	94.0
August / agosto	18.1	74.0
September / settembre	14.4	63.0
Oktober / ottobre	9.2	87.0
November / november	3.2	81.0
Dezember / dicembre	-1.0	87.0
Jahresmittel / media annuale	8.7	75.4

3.8.1.2 Randbedingungen für die Auslegung der Kühltürme

Für die Auslegung der Kühltürme der Baukühlung sind dimensionierende klimatische Daten notwendig. Diese werden in Tabelle 3 festgelegt.

valori di temperatura: le minime, le massime ed i valori medi mensili.

Tuttavia, nelle immediate vicinanze del portale della finestra di Mules non vi è alcuna stazione; quelle più vicine, a monte e a valle, sono a Vipiteno e a Fortezza. Sulla base di questi dati sono state elaborate previsioni della temperatura media mensile per la località di Mules (cfr. Tabella 2). In merito all'umidità relativa non si hanno dati a disposizione. Per poter elaborare una previsione, si sono ripresi i valori di Fortezza dalla relazione [4]. Anch'essi, però, sono una previsione tratta dai dati del San Gottardo.

Tabella 2: Clima al portale della finestra di Mules

3.8.1.2 Condizioni al contorno per il dimensionamento delle torri di refrigerazione

Per il dimensionamento delle torri di raffreddamento sono necessari dati climatici. Questi sono riportati nella Tabella 3.

Tabelle 3: Klimatische Randbedingungen Mauls für die Dimensionierung der Kühlung.

Höhe des Standorts über Meer Altitudine sul livello del mare	[m]	869.0
Luftdruck (ICAO Standard) Pressione assoluta dell'aria (standard ICAO)	[mbar]	913.1
Auslegungstemperatur Temperatura di dimensionamento	[°C]	28.0
Auslegungsfeuchte Umidità di dimensionamento	[%]	60.0
Feuchtkugeltemperatur der Auslegung Temperatura del bulbo umido di dimensionamento	[°C]	21.9

Tabella 3: Dati del clima di Mules alla base del dimensionamento del sistema di raffreddamento

3.8.1.3 Portaldruckdifferenzen

Wie bereits erwähnt sind für die Klimastationen Franzensfeste und Sterzing nur die monatlichen Minimal-, Mittel- und Maximalwerte verfügbar. Es gibt keine stündlichen Klimawerte der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und barometrischem Druck. Daher ist eine aussagekräftige Abschätzung der Portaldruckdifferenzen nicht möglich. Eine versuchsweise Abschätzung mit den barometrischen Drücken der Standardatmosphäre und den Monatsmitteln der Temperatur ergibt zwischen Mauls und Aicha eine Druckdifferenz zwischen -100 Pa im Winter und +85 Pa im Sommer. Dabei bedeuten negative Werte, dass die Luft von Mauls nach Aicha drückt. Diese Werte sind mit Vorbehalten behaftet aus den oben angeführten Gründen.

3.8.1.4 Thermischer Auftrieb

Der Auftrieb im Erkundungsstollen Aicha wird im Winter auf ca. 40 Pa geschätzt. Diese Zahl beruht auf einer mittleren Temperatur der Abluft von 25 °C im Erkundungsstollen und minus 1.7 °C außerhalb des Tunnels. Im Frischluftabteil des Fensterstollens wird der Auftrieb im Winter auf ca. 15 Pa geschätzt. Diese Zahl beruht auf der Annahme, dass die Einströmende Luft im Fensterstollen sich im Mittel um 4 °C auf der Strecke zwischen dem Portal und dem Fußpunkt erwärmt.

Im Sommer ist der Auftrieb zwischen Aicha und Mauls kleiner als die oben dargestellten Zahlen für den Winter.

3.8.2 Felsursprungstemperatur

Die Felsursprungstemperatur wird im Bericht [4] dokumentiert und hier in Abbildung 1 wiedergegeben. Die maximale prognostizierte Temperatur liegt bei km 34 und beträgt 41.3 °C

3.8.1.3 Differenze barometriche fra i portali

Come già affermato, le stazioni climatiche di Fortezza e Vipiteno forniscono solo i valori mensili massimi, medi e minimi della temperatura. Non sono disponibili valori orari di temperatura, umidità e pressione barometrica. Una definizione autorevole della differenza di pressione fra i portali non è quindi possibile. Si può, sperimentalmente, effettuare una stima della differenza di pressione fra Mules ed Aicha basata sulla pressione barometrica del profilo atmosferico standard e sulle temperature medie mensili: questa varia fra -100 Pa in inverno e +85 Pa in estate. I valori negativi significano che l'aria spinge da Mules verso Aicha. I valori citati data la loro origine sopra descritta, sono da prendersi con cautela.

3.8.1.4 Spinta archimedeica

La spinta archimedeica nel cunicolo esplorativo Aicha viene stimata a circa 40 Pa, in inverno. Tale stima si basa su una temperatura media di 25°C nel cunicolo esplorativo e di meno 1.7°C all'esterno. Nella parte d'aria fresca della finestra di Mules la spinta sarà di circa 15 Pa, in inverno. Queste cifre si basano sull'ipotesi che l'aria fresca nella finestra di Mules si riscaldi di circa 4°C lungo il percorso fra il portale ed il piede della finestra.

In estate la spinta fra Aicha e Mules sarà più piccola del valore citato per la stagione invernale.

3.8.2 Temperatura della roccia vergine

La temperatura della roccia vergine, documentata in [4], è riprodotta in Figura 1. La massima temperatura di 41.3 °C è prevista al km 34.

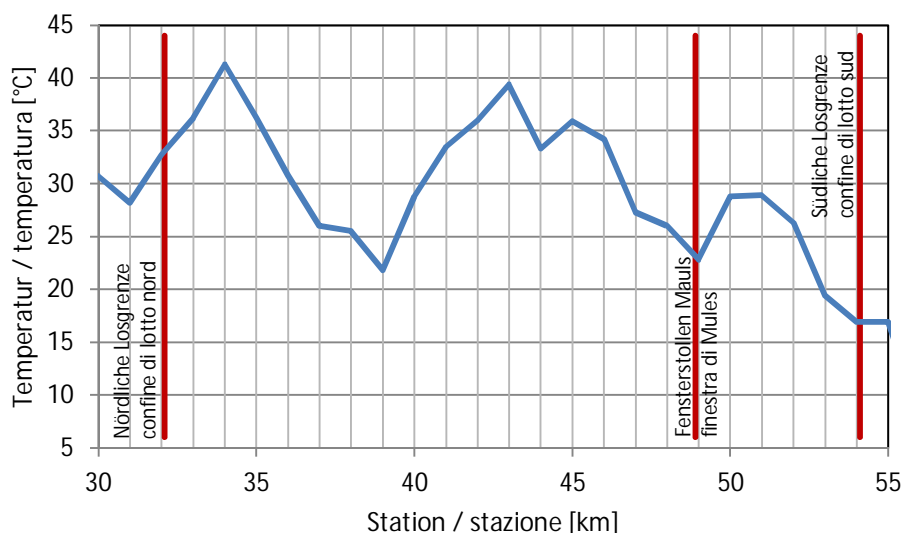


Abbildung 1: Felsursprungstemperatur im Los Maules II und III [4]

Figura 1: Temperatura della roccia vergine nello lotto Mules II e III [4]

3.8.3 Felseigenschaften

Die Stoffwerte des Gesteins sind im Bericht [4] dokumentiert. Sie fließen in das Klimamodell ein. Als Richtwerte für das Los Maules II und III werden längsgemittelte Stoffwerte des Felsens verwendet, welche sind:

- Dichte: 2'690 kg/m³
- Wärmeleitfähigkeit: 3.79 W/(m,K)
- Wärmekapazität: 840 J/(kg,K)

Bezüglich der Feuchtigkeit wird der Grund- und Bergwasserzudrang berücksichtigt, indem durchgehend ein Benetzungsradius des Gewölbes von 10% angenommen wird.

3.9 GEOMETRISCHE RANDBEDINGUNGEN

Das Stollensystem des Teilabschnitts Maules wird in den vom Bauherrn zur Verfügung gestellten Grundlagen beschrieben. Für die Projektierung der Baulüftung und Baukühlung ist das projektierte Stollensystem der RTI 4P maßgebend.

3.10 WEITERE RANDBEDINGUNGEN

3.10.1 Gasvorkommen

3.10.1.1 Situation

Der Bauherr hat im Rahmen des geologischen Gutachtens [1] auch eine Beurteilung der Gasgefahr vornehmen lassen. Darin werden die möglicherweise auftretenden Gase Methan, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid, Stickstoff und Radon berücksichtigt. Das Gutachten unterscheidet drei Gefahrenstufen (0 bis 2), im Wortlaut:

- Stufe 0: Keine Gaszutritte zu erwarten

3.8.3 Proprietà della roccia

Le proprietà della roccia sono documentate nella relazione [4] e confluiscono nell'elaborazione del modello climatico. Come indicativi, si è fatto uso dei seguenti valori della roccia, mediati sulla lunghezza:

- Densità: 2'690 kg/m³
- Conducibilità termica: 3.79 W/(m,K)
- Capacità termica: 840 J/(kg,K)

Gli effetti della penetrazione d'acqua dalla montagna sono riprodotti supponendo che gli scambi di vapore acqueo fra aria e roccia avvengano sul 10% del perimetro della canna.

3.9 CONDIZIONI GEOMETRICHE

Il sistema di cunicoli e gallerie del tratto Mules viene descritto nella documentazione messa a disposizione dal committente. Per la progettazione degli impianti di ventilazione e di raffreddamento è determinante il sistema di cunicoli e gallerie progettato dal RTI 4P.

3.10 ULTERIORI CONDIZIONI

3.10.1 Presenza di Gas

3.10.1.1 Situazione

La committenza ha richiesto, nel quadro della perizia geologica [1], una valutazione del pericolo di gas dalla montagna: metano, acido solfidrico, anidride carbonica, azoto e radon. La perizia distingue tre livelli di pericolo, da 0 a 2:

- Livello 0: nessuna penetrazione di gas;

- Stufe 1: Geringe Gaszutritte nicht auszuschließen (Methan) oder möglich (weitere Gase)
- Stufe 2: Geringe Gaszutritte wahrscheinlich (in Bohrung nachgewiesen, Methan) / mäßige Gaszutritte möglich (Schwefelwasserstoff)

Im Gutachten [1] wird jedes durchörterte Gestein einer Gefahrenstufe pro Gasverbindung zugeordnet. Die Zusammenfassung dieses Vorgehens zeigt Tabelle 4. Daraus wird ersichtlich, dass ca. ein Viertel des Abschnitts Muls II und III auf der Gefahrenstufe 2 bzgl. Methangas und die Hälfte auf die Gefahrenstufe 2 bzgl. Schwefelwasserstoff eingestuft wird. Die Anforderungen an die Baulüftungen aus diesem Befund werden in Kapitel 3.10.1.3 beschrieben.

Tabelle 4: Gesamtlänge der Abschnitte nach Gasgefahrenstufen im Los Muls II und III gemäß [1] (gesamt 21'910 m)

Gefahrenstufe Livello	Methan Metano	Schwefelwasserstoff Acido solfidrico	Kohlendioxid Anidride carbonica	Stickstoff Azoto	Radon
0	13'420 m	6'655 m	12'810 m	16'175 m	8'795 m
1	2'580 m	3'930 m	9'100 m	5'735 m	13'115 m
2	5'910 m	11'325 m	-	-	-

3.10.1.2 Klassifizierung der Stollen

Die Richtlinie „Grisù 3^a edizione“ [7] unterscheidet 5 Stollenklassen hinsichtlich dem Auftreten von Grubengas:

- Klasse 0: Stollen, in welchen Grubengaszutritte in der Projektierung ausgeschlossen werden können.
- Klasse 1a: Stollen, in welchen Grubengaszutritte in der Projektierung nicht auszuschließen sind.
- Klasse 1b: Stollen, in welchen Grubengaszutritte in geringen Mengen in der Projektierung vorausgesagt werden.
- Klasse 1c: Stollen, in welchen Grubengaszutritte in variablen Mengen in der Projektierung vorausgesagt werden; massive Gaszutritte sind nicht auszuschließen.
- Klasse 2: Stollen, in welchen häufige bis ständige Grubengaszutritte in der Projektierung vorausgesagt werden.

Diese Klassifizierung stimmt mit den Gefahrenstufen aus dem Gutachten [1] in Kapitel 3.10.1.1 wie folgt überein:

- Die Gefahrenstufe 0 entspricht der Stollenklasse 0;
- Die Gefahrenstufe 1 entspricht der Stollenklasse 1a;
- Die Gefahrenstufe 2 entspricht der Stollenklasse 1b.

Da die Gefahrenstufen auf den verschiedenen Strecken nach dem Gutachten [1] gemischt auftreten, muss die Stollenklas-

- Livello 1: piccole penetrazioni non possono essere escluse (metano), oppure sono possibili (altri gas);
- Livello 2: Piccole penetrazioni sono probabili (documentate durante lo scavo) oppure moderate penetrazioni sono possibili (acido solfidrico).

La perizia [1] associa a tutti i tipi di roccia che saranno attraversati dal traforo un livello di pericolo per ogni tipo di gas, come mostra la Tabella 4. Da questa appare che a circa un quarto della lunghezza del tratto Muls II e III è associato un livello di pericolo 2 riguardo al metano, mentre circa la metà esibisce lo stesso livello 2 di pericolo riguardo all'acido solfidrico. I requisiti della ventilazione di cantiere a questo riguardo sono trattati nel capitolo 3.10.1.3.

Tabella 4: Lunghezza dei tratti in funzione del livello di pericolo dei gas, lotto Muls II e III (21'910 metri) [1]

3.10.1.2 Classificazione dei cunicoli

Per quel che riguarda la presenza di gas naturali, la Linea di Guida “Grisù 3^a edizione [7] distingue 5 classi di cunicoli:

- Classe 0: cunicoli per i quali si può escludere, in fase di progetto, l'emanazione di gas naturali.
- Classe 1a: cunicoli per i quali non si può escludere, in fase di progetto, l'emanazione di gas naturali.
- Classe 1b: cunicoli per i quali si può prevedere, in fase di progetto, l'emanazione in piccole quantità di gas naturali.
- Classe 1c: cunicoli per i quali si può prevedere, in fase di progetto, l'emanazione in quantità variabili di gas naturali; emanazioni massicce non possono essere escluse.
- Classe 2: cunicoli per i quali si può prevedere, in fase di progetto, emanazioni frequenti ed anche costanti di gas naturali.

Questa classificazione si riconcilia con i livelli di pericolo tratti dalla perizia [1] del capitolo 3.10.1.1 nel senso che:

- Il livello 0 corrisponde alla classe 0;
- Il livello 1 corrisponde alla classe 1a;
- Il livello 2 corrisponde alla classe 1b.

Poiché i livelli di pericolo nei vari tratti del sistema di cunicoli e gallerie si presentano, perizia [1], in modo mischiato, è

se mit den höchsten Anforderungen an die Sicherheit und die Lüftung berücksichtigt werden, nämlich die Klasse 1b.

Es wird angenommen, dass der Erkundungsstollen, sollten gashaltige Gesteinsformationen durchörtet werden, wie eine Drainageleitung wirken wird: Das Gestein um den Erkundungsstollen herum wird bis zu der Lage der nahe gelegenen Haupttunnel seines Gases weitgehend entleert, bevor der Vortrieb der Haupttunnel diese Formation erreicht hat. Somit muss der Erkundungsstollen in der Klasse 1b bleiben. Die Haupttunnel, die Querschläge und der Zugangsstollen können aber auf die Klasse 1a herabgestuft werden.

3.10.1.3 Anforderungen und Maßnahmen

Die Richtlinie „Grisù 3^a edizione“ [7] beschreibt die Anforderungen an die Lüftung und die Sicherheitsausrüstung der verschiedenen Streckenklassen ausführlich. Im Folgenden werden die Anforderungen an die Lüftung und die Sensorik der Streckenklasse 1b zitiert:

- Der Tunnel muss mit einem automatischen Grubengasmesssystem ausgerüstet werden. Die vorderste Messstelle muss nahe der Ortsbrust liegen, im Bereich der zurückströmenden Luft und aus drei Sensoren bestehen – 2 seitlich und 1 im First. Die Messapparatur muss explosionsgeschützt ausgeführt werden (ATEX Apparate der Gruppe I, Kategorie M2). Die Messwerte müssen kontinuierlich aufgenommen und in einem Ort außerhalb des Tunnels abgespeichert werden.
- Zusätzlich müssen regelmäßige Messungen mit Handmessgeräten erfolgen. Diese müssen die Gaskonzentration in der Luft und diejenige des gelösten Gases im Sickerwasser erfassen und dokumentieren. Die Messapparatur muss explosionsgeschützt ausgeführt werden (ATEX Apparate der Gruppe I, Kategorie M2).
- Die elektrischen Einrichtungen der Lüftung müssen in explosionsgeschützter Ausführung sein (ATEX Apparate der Gruppe I, Kategorie M2).
- Bei Erreichen des Alarmgrenzwerts der Grubengaskonzentration (0.35 Vol.-%) müssen die Anlagen, welche nicht explosionsgeschützt ausgeführt sind, automatisch abgeschaltet werden. Bei Erreichen des Grenzwerts von 5 Vol.-% müssen auch sämtliche explosionsgeschützte Sicherheitsanlagen automatisch abgeschaltet werden.
- Die Auslegung der Lüftung muss nebst dem Luftbedarf der Mannschaften und der Maschinen auch die Gasverdünnung berücksichtigen. Sämtliche Ventilatoren müssen mit einer Messung des Differenz-

necessario considerare la classe di cunicoli con le più alte esigenze circa la ventilazione e la sicurezza: la classe 1b.

Si ipotizza che il cunicolo esplorativo, nel caso in cui vengano attraversate formazioni rocciose con presenza di gas naturali, si comporti come un tubo di drenaggio. La roccia attorno al cunicolo, fino a quella dove passeranno le canne di linea, sarà completamente svuotata dai gas prima di essere raggiunta dagli scavi delle gallerie di linea. Quindi il cunicolo esplorativo deve rimanere di classe 1b. Le gallerie di linea, i cunicoli trasversali, la galleria di accesso possono essere degradati alla classe 1a.

3.10.1.3 Esigenze e misure

La Linea di Guida „Grisù 3^a edizione“ [7] descrive esaurientemente le esigenze circa gli impianti di ventilazione e di sicurezza per le diverse classi di cunicoli. Di seguito vengono riportate le esigenze circa gli impianti di ventilazione ed i relativi sensori per la classe 1b:

- Il cunicolo deve essere dotato di un sistema automatico di rilevamento dei gas naturali. La posizione di misura più avanzata deve trovarsi presso il fronte di scavo, nel tratto di riflusso dell'aria e deve essere costituita da tre sensori: due laterali ed uno presso la volta. L'apparato di misura deve essere idoneo per atmosfere a rischio d'esplosione (ATEX, Gruppo I, Categoria M2). I valori di misura devono essere acquisiti in continuazione ed immagazzinati in un luogo esterno al sistema di gallerie e cunicoli.
- Inoltre si devono eseguire, con regolarità, misure con strumenti a mano. Queste hanno per scopo quello di rilevare e documentare la concentrazione dei gas nell'aria e quella dei gas sciolti nelle acque d'infiltrazione. L'apparato di misura deve essere idoneo per atmosfere a rischio d'esplosione (ATEX, Gruppo I, Categoria M2).
- Gli impianti elettrici della ventilazione devono essere idonei per atmosfere a rischio d'esplosione (ATEX, Gruppo I, Categoria M2).
- Al raggiungimento della soglia d'allarme della concentrazione volumetrica di grisù (0.35%) tutti gli equipaggiamenti elettrici non idonei per atmosfere a rischio d'esplosione devono essere disinseriti. Al raggiungimento della soglia del 5% volumetrico tutti gli equipaggiamenti di sicurezza, inclusi quelli idonei, devono essere automaticamente disinseriti.
- Il sistema di ventilazione, oltre al fabbisogno d'aria per le squadre di lavoro e per i macchinari, deve farsi carico anche del fabbisogno per la diluizione dei gas. I ventilatori devono essere equipaggiati per

drucks und des Volumenstroms ausgerüstet werden. Die Luttenlüftungen der Vortriebe müssen zudem mit einer Volumenstrommessung am Luttenaustritt ausgerüstet werden.

- Für den Fall eines Ausfalls der Lüftung müssen durch den Unternehmer besondere Sicherheitsmaßnahmen definiert werden.

Die Klasse 1a unterscheidet sich von der Klasse 1b darin, dass die elektrischen Einrichtungen der Lüftung nicht in explosionsgeschützter Ausführung sein müssen.

Zuzüglich zu diesen Anforderungen werden weitere Empfehlungen der SUVA [13] berücksichtigt:

- Die Leistung der Lüftung ist so auszulegen, dass im Regelquerschnitt die Erdgas-Schichtbildung vermieden wird. Dies kann im Normalfall erreicht werden, indem die Lüftung so ausgelegt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Regelquerschnitt mindestens 0.5 m/s beträgt (vgl. Tabelle 1). Querschnittserweiterungen sind zu berücksichtigen, falls sie gleichzeitig mit dem Regelquerschnitt aufgeföhren werden. In speziellen Fällen, z.B. bei Kavernen, sind beim Ausbruch entsprechend der Geföhhrdung zusätzliche Maßnahmen festzulegen.
- Nach einem Unterbruch der Lüftung darf das Bauwerk erst wieder betreten werden, wenn dieses ausreichend lange vorgelüftet wurde und die Erdgaskonzentration in der Luft im unkritischen Bereich liegt.
- Während des Vorbaus der Lüftung sind je nach Geföhhrdung Maßnahmen zu treffen, um Zündgefahren zu verhindern (z.B. Unterbruch des Bohrvortriebs).
- Die Lutten müssen aus schwer entflammbarem, selbstverlöschendem Material bestehen.

misurare il salto di pressione e la portata. La ventilazione in condotta dei fronti di scavo deve essere, inoltre, equipaggiata con un misuratore di portata volumetrica allo sbocco delle condotte.

- In caso di avaria del sistema di ventilazione devono essere definite speciali misure di sicurezza da parte dell'impresa.

La classe 1 a si differenzia dalla classe 1b in quanto gli equipaggiamenti elettrici della ventilazione non devono essere a prova di esplosione.

In aggiunta alle esigenze citate si considereranno ulteriori raccomandazioni diramate dalla SUVA [13]:

- L'impianto di ventilazione deve essere opportunamente dimensionato per prevenire una stratificazione del gas naturale. In condizioni normali, questo è possibile assicurando un flusso d'aria di almeno 0.5 m/s nella sezione di scavo (cfr. Tabella 1). Eventuali ampliamenti della sezione di scavo, se eseguiti contemporaneamente alla sezione regolare, devono essere presi in dovuta considerazione per il calcolo dell'apporto d'aria fresca. In casi particolari, per esempio nello scavo di caverne, bisogna stabilire ulteriori misure adeguate ai rischi durante lo scavo.
- Dopo che il funzionamento dell'impianto di ventilazione è stato interrotto, si può accedere nuovamente al cantiere solo se questo è stato ventilato fino a raggiungere una concentrazione dei gas naturali non più pericolosa.
- Durante l'estensione dell'impianto di ventilazione occorre adottare misure adeguate ai rischi, per evitare il pericolo di detonazione (interruzione dello scavo).
- Le condotte di ventilazione devono essere costruite in materiale difficilmente infiammabile e autoestinguente.

4 BAULÜFTUNG

4.1 FRISCHLUFTMENGEN

4.1.1 Frischluftmengen pro Bauablauf

Für den Normalbetrieb wird die notwendige Frischluftmenge jedes Bauablaufs nach Kapitel 3.5 bestimmt. Sie errechnet sich aus dem Maximum des Frischluftbedarfs:

- Der Belegschaft,
- Des gesamten Mittel- und Maschineneinsatzes,
- Und zur Verdünnung der natürlichen Gasvorkommen.

Dabei werden die in Kapitel 3.2.1.1 angesetzten elementaren Luftmengen und Mindestluftgeschwindigkeiten sowie die Maschinen nach der Maschinenliste in Anhang 1 angesetzt. Die Frischluftmengen pro Bauphase liegen zwischen $11 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Zugtransporten im Erkundungstollen und $98 \text{ m}^3/\text{s}$ bei intensiven Ausbaurbeiten des Haupttunnels mit reifengebundener Versorgung. Dazwischen liegen die TBM-Vortriebe in den Haupttunnel ($37 \text{ m}^3/\text{s}$) und der Ausbau der Nothaltestellen ($68 \text{ m}^3/\text{s}$). Weitere Details dieser Berechnung können in Anhang 2 nachgeschlagen werden.

Die gesamte Frischluftmenge muss am Ort der jeweiligen Baustelle zur Verfügung gestellt werden. Auch der Frischluftbedarf der Transportfahrzeuge wird bis zur Baustelle gefördert. Die Emissionen der Transportfahrzeuge werden trotzdem direkt am Emissionsort verdünnt, da alle Fahrzeuge im Luftstrom verkehren.

4.1.2 Frischluftmenge pro Bauphase

Die gesamte Frischluftmenge pro Bauphase gemäß der Phasendefinition im Plan [27] ergibt sich aus der Summe der Frischluftmengen aller Bauabläufe, die in der jeweiligen Bauphase stattfinden. Die Übersicht dieser Luftmengen pro Bauphase befindet sich in Anhang 3. Die große Mehrheit der Bauphasen bedarf insgesamt um die $250 \text{ m}^3/\text{s}$ Frischluft. Einige Bauphasen bedürfen mehr.

4.1.3 Entstaubung der Vortriebe

Bei TBM-Vortrieb, umfangreichen Spritzbetonarbeiten und sprengvortrieben fallen große Mengen an mineralstäuben an. In diesen Fällen ist eine geeignete Stauberfassung und Staubausscheidung mittels Entstauber notwendig. Die Stauberfassung erfolgt bei blasender Lüftung im Vortriebs- oder Schildbereich mit einem Lüfter, der die zurückströmende Luft erfasst und durch den Entstauber drückt, bevor sie im freien Stollenquerschnitt abströmt.

4.1.4 Entstaubung bei Schutterung

Bei Schutterung an der Ortsbrust kann alternativ zur Ent-

4 VENTILAZIONE DI CANTIERE

4.1 QUANTITÀ D'ARIA FRESCA

4.1.1 Fabbisogno d'aria fresca per processo di costruzione

Durante il normale esercizio del cantiere il fabbisogno d'aria fresca per processo di lavoro è definito nel capitolo 3.5 e coincide con il fabbisogno più gravoso richiesto da:

- Le squadre di lavoro;
- L'impiego complessivo di mezzi e macchinari;
- La diluizione dei gas naturali presenti.

Tale valore sarà calcolato applicando le quantità d'aria specifiche e le minime velocità di flusso indicate al capitolo 3.2.1.1 nonché la lista dei macchinari dell'Allegato 1. Le quantità d'aria per fase di costruzione si situano fra $11 \text{ m}^3/\text{s}$ per i trasporti su rotaia nel C.E. e $98 \text{ m}^3/\text{s}$ per le intense attività di rivestimento della G.L. con approvvigionamento su gomma. Fra questi estremi troviamo il fabbisogno per lo scavo con fresa della G.L. ($37 \text{ m}^3/\text{s}$) e il rivestimento della F.d.E. ($68 \text{ m}^3/\text{s}$), cfr. Allegato 2.

Il fabbisogno globale deve essere apportato in quella parte di cantiere dov'è richiesto. Ciò include anche il fabbisogno destinato ai veicoli da trasporto, le cui emissioni saranno tuttavia diluite là dove sono emanate, dato che i mezzi di trasporto circolano nell'aria fresca, lungo la piena sezione trasversale di gallerie, cunicoli e finestre.

4.1.2 Quantità d'aria fresca per fase di costruzione

Il fabbisogno d'aria fresca per fase di costruzione, secondo quanto definito in [27] si compone della somma di tutti i contributi dei processi di costruzione delle fasi corrispondenti. L'Allegato 3 fornisce una vista d'assieme di tali quantità. La maggior parte delle fasi necessita complessivamente di $250 \text{ m}^3/\text{s}$; alcune fasi richiedono quantità più grandi.

4.1.3 Depolverizzazione degli scavi

Tanto gli scavi all'esplosivo che quelli con fresa, come pure le proiezioni di calcestruzzo comportano l'emissione di grandi quantità di polvere che deve essere aspirata e separata dall'aria con un depolverizzatore. La cattura della polvere avviene al fronte di scavo o presso lo scudo della fresa tramite un ventilatore che spinge l'aria attraverso un depolverizzatore prima che questa venga rilasciata nella sezione piena del cunicolo o della galleria.

4.1.4 Depolverizzazione durante la smarinatura

Durante la smarinatura al fronte di scavo la depolverizzazio-

staubung per Entstauber der Staub durch versprühen von Wasser gebunden und niedergehalten werden.

Erfahrungsgemäß kann bei Schutterung mit dem Förderband und mit Stollenbahnen viel Staub anfallen. Diese Staubfreisetzung kann eingedämmt werden, wenn die Zug- oder Bandladung in regelmäßigen Abständen durch Wasservorhänge geführt wird.

4.1.5 Sprengschwaden

Die Förderleistung der Lüftung ist so zu bemessen, dass die Strömungsgeschwindigkeit im größten ausgebrochenen Tunnel oder Stollenprofil im Minimum 0.3 m/s beträgt (vgl. SIA 196 [11]).

Dieser Wert gilt bei einer Sprengpause von 15 Minuten und setzt voraus, dass die Belegschaft vor den Sprengschwaden geschützt ist.

Diese Anforderung ist mit der Frischluftberechnung nach Kapitel 4.1.1 erfüllt.

4.1.6 Frischluftmengen im Ereignisbetrieb

Ein möglicher Ereignisbetrieb, typischerweise ein Brand mit Rauchentwicklung, fließt nicht in die Bestimmung der für die Dimensionierung der Lüftungsanlagen maßgeblichen Luftmengen ein. Die für den Normalbetrieb festgelegten Luftmengen, die entsprechend über Lüfter, Lutten, ganze oder geschlossene Tunnel- oder Stollenabschnitte, Trennwände usw. geleitet werden, treiben den Rauch so voran, dass rauchfreie, belüftete Fluchtwege zu Bereichen, in denen sich das Personal für die Dauer bis zur Evakuierung sicher versammeln kann, entstehen.

4.2 BEGRENZUNG DER LUFTMENGE

Um die maximale Luftmenge abzuschätzen, die im gegebenen Stollensystem gefördert werden kann, muss man berücksichtigen, dass der Abschnitt Muls zwei Zugänge von außen hat: der Erkundungsstollen Aicha und der Fensterstollen Muls. Wenn die gesamte Luftmenge durch den einen eintritt, muss auch die gesamte Luftmenge aus dem anderen wieder austreten.

Der Erkundungsstollen Aicha hat einen freien Querschnitt von ca. 20 m². Wird die Strömungsgeschwindigkeit auf das gesetzliche Maximum von 5 m/s angesetzt, so kann der Stollen 100 m³/s fördern. Der Fensterstollen Muls hat einen Gesamtquerschnitt von 80 m² im Rohbau und kann höchstens 400 m³/s fördern. Im Verbund können die beiden Öffnungen insgesamt nur 100 m³/s durch den ganzen Teilabschnitt Muls II-III fördern. Dies ist aufgrund der Frischluftberechnung zu wenig.

Wird nun der Fensterstollen in ein Frischluftabteil, in dem die 5 m/s-Grenze gilt, und ein Abluftabteil, in welchem die Luft-

ne può alternativamente avvenire per abbattimento delle polveri con getti d'acqua.

L'esperienza mostra che la smarinatura a nastro o con trenino produce grandi quantità di polveri che possono essere abbattute se il nastro od il trenino vengono fatti transitare attraverso cortine d'acqua poste ad intervalli regolari.

4.1.5 Fumi d'esplosione

Le potenze di ventilazione sono da definirsi in modo che nella sezione più grande della galleria o del cunicolo vi sia una velocità del flusso d'aria di almeno 0.3 m/s (cfr. SIA 196 [11]).

Questo valore, valido per una pausa fra due brillamenti di 15 minuti, assicura la protezione della squadra contro i fumi d'esplosione.

Tale requisito è soddisfatto dalla quantità d'aria definita nel capitolo 4.1.1.

4.1.6 Quantità d'aria fresca in caso d'emergenza

Il caso d'emergenza, tipicamente l'incendio con emissione di fumo, non concorre a definire le quantità d'aria determinanti per il dimensionamento degli impianti di ventilazione. Saranno le quantità d'aria definite per l'esercizio normale che, opportunamente convogliate tramite ventilatori, condotte, piene sezioni di galleria o cunicolo, chiuse, paratie, ecc., spingeranno i fumi in modo tale da creare vie di fuga incontaminate ed aerate verso zone dove il personale possa congregarsi in sicurezza per il tempo necessario alla evacuazione.

4.2 LIMITE DELLE QUANTITÀ D'ARIA

Per valutare la quantità d'aria massima che può essere usata nel sistema di cunicoli, bisogna tener presente che il tratto di Muls ha due sbocchi verso l'esterno, rappresentati dal portale della finestra di Muls e da quello del C.E. Aica. Se dal primo entra la totalità dell'aria fresca, dal secondo deve uscire la stessa quantità d'aria ormai viziata.

Il C.E. Aica presenta una sezione di circa 20 m². Con 5 m/s di velocità massima consentita dalle norme nelle sezioni dove si lavora, il C.E. Aica può convogliare al più 100 m³/s d'aria. La finestra di Muls, con una sezione piena di 80 m², potrebbe da sola convogliare 400 m³/s d'aria; dovendo, però, essere utilizzata in combinazione con il C.E. Aica, è quest'ultimo che limita la quantità d'aria a 100 m³/s: valore insufficiente, stando alle stime del fabbisogno.

Se, tuttavia, la finestra di Muls viene divisa in una sezione d'aria fresca, dove vige il limite di 5 m/s, ed in una sezione

geschwindigkeit nicht begrenzt ist, aufgeteilt, so kann die Luftmenge weit über die 100 m³/s Abluft des ES Aicha erhöht werden: Die Frischluftmenge durch das Portal des Fensterstollens Mauls kann erhöht werden. Zugleich dient dieses Portal dann auch als Austritt für die Abluft, welche in Lutten im Querschnitt des Fensterstollens gefördert wird.

Mit dieser Vorgehensweise können höchstens 300 bis 325 m³/s Frischluft durch den freien Querschnitt des Fensterstollens in den Tunnel hinein gefördert werden. Diese Luftmenge wird durch Lüftungssysteme im Tunnel bis zu den Vortrieben verteilt. Schließlich werden 200 bis 225 m³/s Abluft durch Lutten über den Fensterstollen und 100 m³/s Abluft im freien Querschnitt des Erkundungsstollens Aicha ausgestoßen.

Dieses System hat folgende Vorteile:

- Es maximiert die Luftmenge, die im Stollensystem ausgetauscht werden kann.
- Die Abluft der Sprengungen in den Haupttunnel wird nicht im lichten Querschnitt des Fensterstollens geführt, sondern in Lutten.

4.3 LÜFTUNGSMODULE

Ein besonderes Merkmal des Bauloses Mauls II und III hinsichtlich der Baulüftung sind die vielen Vortriebe, die gleichzeitig stattfinden, wie im Bauprogramm [27] ersichtlich. Auf dieses Bauprogramm abgestimmte Lüftungskonzepte wurden im Bericht [25] vorgestellt.

In der weiteren Planung und besonders in der Ausführung wird es Anpassungen des Bauprogramms geben. Daher ist es zweckmäßig, die Baulüftung in einzelne Lüftungsmodule aufzuteilen, die eine Lüftungstechnische Einheit bilden und mit klar definierten Schnittstellen zu anderen Modulen funktionieren können. Als Lüftungsmodul wird ein in sich abgeschlossenes Lüftungssystem verstanden für eine klar definierte räumliche Einheit mit klar definierten Zulufteingängen und Abluftausgängen sowie einem bestimmten Frischluftbedarf; die räumliche Einheit kann sich mit dem Fortschritt des Ausbruchs erweitern. Lüftungsmodule können autonom funktionieren oder an andere Systeme angebunden werden. Sie können zeitlich begrenzt sein, vorherige ersetzen und von anderen abgelöst werden.

Als Beispiel sei das Lüftungssystem des Vortriebs Erkundungsstollen genannt. Der räumliche Bereich ist der Erkundungsstollen Nord; der Zulufteingang befindet sich je nach Baufortschritt im Ast A oder im Haupttunnel Ost und bildet eine Schnittstelle zum Umluftsystem der Haupttunnel; der Abluftausgang befindet sich an der Abluftwetterwand im Erkundungsstollen und bildet eine Schnittstelle zum Abluft-

d'aria viziata, dove tale limite non vige più, è possibile aumentare la quantità d'aria viziata al di là dei 100 m³/s espulsi dal portale del C.E. Aica. Di conseguenza è possibile aumentare la quantità d'aria fresca in entrata attraverso il portale della finestra di Mules. Lo stesso portale fungerà ora anche da sfogo dell'aria viziata, convogliata attraverso condotte di materiale flessibile nella sezione della finestra di Mules.

In questo modo possono essere immessi nel sistema di cunicoli 300–325 m³/s d'aria fresca attraverso la sezione della finestra di Mules. L'aria viene distribuita, tramite il sistema di ventilazione, fino ai fronti di scavo. Infine vengono espulsi 200–225 m³/s d'aria viziata e contaminata dai fumi d'esplosione tramite la condotte poste nella finestra di Mules e 100 m³/s d'aria viziata nella piena sezione del C.E. Aica.

Questo sistema presenta i seguenti vantaggi:

- Consente di massimizzare la quantità d'aria fresca immessa nel sistema di cunicoli e gallerie.
- I fumi delle esplosioni sono convogliati in condotte, quindi separati dalle sezioni dove si lavora.

4.3 MODULI DI VENTILAZIONE

Caratteristica particolare del lotto Mules II e III per quanto riguarda la ventilazione di cantiere sono gli scavi simultanei illustrati nel programma di costruzione [27] sulla cui base sono stati definiti i concetti di ventilazione presentati in [25].

Nel corso del progetto e, soprattutto, durante l'esecuzione avverranno cambiamenti del programma di lavoro. È quindi opportuno dividere il sistema di ventilazione in moduli, ciascuno funzionante come un'unità autonoma e posto in relazione con gli altri moduli tramite chiari interfaccia circa gli ingressi, le uscite ed il fabbisogno d'aria. Tali moduli, possono funzionare autonomamente o a dipendenza di altri. Possono estendersi e spostarsi con il progresso dello scavo. Possono avere una durata d'esercizio limitata. Possono sostituire moduli precedentemente attivi ed essere, a loro volta, sostituiti da altri.

Come esempio si prenda il sistema di ventilazione dello scavo del cunicolo esplorativo. Il modulo è contenuto nel C.E. nord; l'ingresso d'aria si trova nel ramo A, oppure nella G.L. est, a seconda del progresso del cantiere, e costituisce un interfaccia con il sistema di ventilazione per circolazione della G.L.; l'uscita d'aria è situata nella paratia del C.E. e costituisce un interfaccia con il sistema d'aria viziata del C.E. Aica.

system des Erkundungsstollen Aicha.

Einzelne Lüftungsmodule werden bedarfsgerecht zu Lüftungskonzepten zusammengestellt, wie sie im Bericht [25] für das Bauprogramm [27] vorgestellt werden. Der Vorteil des Vorgehens ist ein Gewinn an Flexibilität durch schwächere Bindung an das Bauprogramm. Programmänderungen können somit leichter aufgefangen werden.

Die Lüftungsmodule im Los Mauls II und III sind nachfolgend aufgelistet und im Anhang 4 dargestellt.

- Zuluftsystem des Fensterstollens Mauls, während der gesamten Bauzeit,
- Abluftsystem des Fensterstollens Mauls, während der gesamten Bauzeit
- Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha, während der gesamten Bauzeit
- Umluftsystem der Haupttunnel Nord, während der gesamten Bauzeit,
- Umluftsystem der Haupttunnel Süd, ab dem Beginn des TBM-Vortriebs nach Süden,
- Luttenlüftung des Zugangsstollens und des Mittelstollens, während des Vortriebs bis zum Ausbruch der Abluftquerstollen und Verbindungsstollen, phasenweise nur mit Zuluft in Lutten oder mit Zu- und Abluft in Lutten,
- Luttenlüftung des Erkundungsstollens, während des Vortriebs bis zur Demontage der TBM, durchgehend mit Zuluft in Lutten,
- Luttenlüftung der Haupttunnel Nord, während der konventionellen und TBM-Vortriebe der Haupttunnel nach Norden, nur mit Zuluft in Lutten,
- Luttenlüftung der Haupttunnels Ost und West ab den Montagekavernen nach Süden, während des Sprengvortriebs und des TBM-Vortriebs in den Haupttunnel nach Süden, mit Zu- und Abluft in Lutten,
- Luttenlüftung der Vortriebe in den Haupttunnel Süd, im Zusammenspiel mit dem Umluftsystem Süd, nur mit Zuluft in Lutten.

Die einzelnen Lüftungsmodule werden in den folgenden Kapiteln beschrieben; die Beschreibung enthält je eine Beschreibung der Anlagen, ein Betriebskonzept und ein Steuerungskonzept. Der Frischluftbedarf der einzelnen Module zu den einzelnen Bauphasen ist in Anhang 3 dokumentiert. Die Lüftungskomponenten sind in Kapitel 4.5 spezifiziert.

Singoli moduli possono, dove necessario, essere composti secondo un certo concetto per definire un sistema di ventilazione, come mostrato in [25] per il programma di realizzazione [27]. Il vantaggio del metodo risiede in una maggiore flessibilità nell'adattamento del sistema alle variazioni del programma di lavoro.

I moduli del lotto Mules II e III sono riportati di seguito ed illustrati nell'Allegato 4.

- Sistema d'aria fresca della finestra di Mules durante tutta la durata del cantiere;
- Sistema d'aria viziata della finestra di Mules durante tutta la durata del cantiere;
- Sistema d'aria viziata del C.E. Aica durante tutta la durata del cantiere;
- Sistema di circolazione d'aria nella G.L. nord durante tutta la durata del cantiere;
- Sistema di circolazione d'aria nella G.L. sud, a partire dall'inizio dello scavo con fresa verso sud;
- Ventilazione in condotta della G.A. e del cunicolo centrale durante lo scavo fino alla realizzazione dei cunicoli di aspirazione e di quelli di collegamento, a fasi solo con aria fresca o con aria fresca ed aria viziata in condotte;
- Ventilazione in condotta del C.E. durante lo scavo fino allo smontaggio della fresa, continuamente con aria fresca in condotte;
- Ventilazione in condotta della G.L. nord durante lo scavo convenzionale e quello con fresa della G.L. verso nord, solo con aria fresca in condotta;
- Ventilazione in condotta delle G.L. est e ovest a partire dal camerone di montaggio verso sud durante lo scavo convenzionale e con fresa nelle G.L. verso sud, con aria fresca ed aria viziata in condotte;
- Ventilazione in condotta degli scavi nella G.L. sud in combinazione con la ventilazione per circolazione a sud, solo con aria fresca in condotte.

I diversi moduli della ventilazione sono illustrati nei seguenti capitoli; la presentazione include una descrizione dell'impianto, un concetto d'operazione ed un concetto di comando-controllo. Il fabbisogno d'aria dei singoli moduli per le fasi di costruzione è documentato in Allegato 3. Le componenti di ventilazione sono specificate nel capitolo 4.5.

4.3.1 Zuluftsystem des Fensterstollens Mauls

4.3.1.1 Beschreibung der Anlagen

Der Fensterstollen ist im Normalbetrieb der einzige Frischluftweg des Stollensystems: Sämtliche Frischluft wird über die ca. 65 m² freier Querschnittsfläche in den Tunnel gesaugt. Dafür sind keine Ventilatoren im Fensterstollen vorhanden; die Luft wird von den Zu- und Abluftventilatoren der anderen Lüftungsmodule angesaugt, insbesondere der Luttenlüftung des Erkundungsstollens und des Zugangsstollens sowie der Umluftlüftung des Haupttunnels.

Die Frischluft, die von über Tage in den Berg fließt, durchströmt im Fußpunkt die Logistikkaverne und den Ast B bis in den Haupttunnel Ost. Auf diesem Weg wird die Frischluft je nach Baufortschritt verteilt in den Zugangsstollen, den Ast A und die Haupttunnel Ost Nord und Süd und verdünnt zugleich die Transporte und Tätigkeiten im Fensterstollen und im Fußpunkt (vgl. Anhang 4 und Anhang 5).

Für den Fall eines Ereignisses im Fensterstollen stehen Strahlventilatoren im Fensterstollen zwischen den beiden Abzweigungen vom Fensterstollen in die Lüftungskaverne bereit. Ein im Ereignisbetrieb geschlossenes Wettertor im westlichen Ast der Lüftungskaverne stellt sicher, dass diese Strahlventilatoren im unteren Teil des Fensterstollens einen Unterdruck und eine Luftströmung aus dem Tunnel heraus erzeugen können. Die gesamte Ereignislüftung wird in Kapitel 4.4 beschrieben.

4.3.1.2 Betriebskonzept

Die Strahlventilatoren werden zu Beginn der Baustelle im Fensterstollen installiert und verbleiben dort bis zum Innenausbau des Fensterstollens.

4.3.1.3 Steuerungskonzept

Als einzige aktive Lüftungselemente im Fensterstollen werden die Strahlventilator als beobachtbare und steuerbare Komponenten in das Tunnelleitsystem eingebunden.

4.3.2 Abluftsystem des Fensterstollens Mauls

4.3.2.1 Beschreibung der Anlagen

Das Abluftsystem im Fensterstollen Mauls besteht aus:

- einem Luftkasten – ein 20 m langer Stück abgedichteter Zwischendecke mit Luttenanschlüssen – unmittelbar westlich der Abzweigung in den Zugangsstollen,
- einem Luftkasten im Gewölbe der Lüftungskaverne, unmittelbar unterhalb des Abluftkamins,
- drei Lutten mit Durchmesser 2.5 m und Länge 1'430 m zwischen diesen beiden Luftkästen.

4.3.1 Ventilazione d'aria fresca per la finestra di Mules

4.3.1.1 Descrizione degli impianti

In funzionamento normale la finestra è il solo cunicolo d'apporto d'aria fresca alla rete di gallerie. Questa viene aspirata attraverso i 65 m² di sezione libera della finestra dai ventilatori d'estrazione e di mandata degli altri moduli di ventilazione, in particolare quello della ventilazione in condotta del C.E. e della G.A. e quello della ventilazione per circolazione della G.L.

L'aria fresca dall'esterno attraversa al piede della finestra i camerone logistici ed il ramo B fino alla G.L. est. Lungo questo percorso, a seconda del progresso dello scavo, l'aria fresca è distribuita: nella G.A., nel ramo A e nella G.L. est, nord e sud. Al tempo stesso diluisce l'aria viziata dai trasporti e dalle attività lungo la finestra e al piede di questa (cfr. Allegato 4 e Allegato 5).

Nel caso d'incendio lungo la finestra si farà appello ai ventilatori a getto installati fra le biforcazioni verso il camerone di ventilazione. Una paratia nel ramo ovest del camerone, da chiudere in caso d'incendio, assicura che i ventilatori citati possano stabilire per depressione un flusso d'aria d'aspirazione a partire dalla G.L. verso l'esterno. Il caso di ventilazione d'incendio è descritto nel capitolo 4.4

4.3.1.2 Concetto operativo

I ventilatori a getto vengono installati nella finestra all'inizio del cantiere e rimangono in opera fino all'inizio della fase di rivestimento.

4.3.1.3 Concetto di controllo

I ventilatori a getto vengono incorporati nel sistema di controllo della galleria come componenti osservabili e controllabili in qualità di unici elementi attivi di ventilazione della finestra.

4.3.2 Sistema d'aria viziata per la finestra di Mules

4.3.2.1 Descrizione degli impianti

Il sistema d'aria viziata nella finestra di Mules consiste in:

- un blocco di ventilazione di circa 20 metri, racchiuso fra falso soffitto sigillato e volta, con connessioni verso le condotte d'aria, posto a ovest della biforcazione verso la G.A.;
- un secondo blocco nella volta del camerone di ventilazione, posto al piede del camino d'estrazione;
- tre condotte (diametro: 2.5 m; lunghezza: 1'430 m) che congiungono i due blocchi.

Der Luftkasten im Fensterstollen dient als aerodynamische Schnittstelle für die Abluft verschiedener Lüftungsmodule, welche sind:

- Umluft Nord und Süd,
- Luttenlüftung Zugangstollen,
- Luttenlüftung der Vortriebe Süd vor dem Umluftsystem.

Zugleich dient dieser Kasten als Druckausgleichskammer, wenn mehrere Module an ihn angeschlossen sind: Er bewirkt dann, dass die drei abströmenden Lutten alle mit dem gleichen Druck beaufschlagt sind und ungefähr die gleiche Luftmenge fördern.

Der Druckverlust des Luftkastens im Fensterstollen ist gering. Er beträgt ca. 35 Pa bei ca. 222 m³/s Durchfluss. Seine Vorzüge wiegen diesen Nachteil auf:

- Flexibilität des Lüftungssystems und Schnittstelle zwischen Lüftungsmodulen: Verschiedene Lüftungsmodule werden an den Luftkasten an- und abgekoppelt, ohne das Abluftmodul im FS zu berühren.
- Gleicher Druck und Strömung in allen drei abgehenden Lutten des Abluftmoduls.

Der Luftkasten in der Lüftungskaverne dient als Übergang von den drei Lutten im Fensterstollen in den Abluftkamin.

4.3.2.2 Betriebskonzept

Zu Beginn der Baustelle werden die Luftkästen und Lutten in den Fensterstollen eingebaut. Dort verbleiben sie fast die gesamte Dauer der Baustelle, bis zu ihrem Rückbau vor Beginn des Innenausbaus des Fensterstollens.

4.3.2.3 Steuerungskonzept

Es sind keine beobachtbaren und steuerbaren Komponenten in diesem Modul vorhanden.

4.3.3 Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha

4.3.3.1 Beschreibung der Anlagen

Das Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha besteht aus dem Lüftungstor mit Axialventilatoren im erweiterten Stollenquerschnitt bei km 10.5, zwischen den Einmündungen des Verbindungsstollens und des Asts A in den Erkundungsstollen. Es ist mit 2 Axialventilatoren bestückt. Diese fördern im Normalbetrieb die Abluft aus dem Erkundungsstollen Nord und einem Teilstrom der Abluft aus dem Umluftsystem Nord durch den Erkundungsstollen Aicha nach über Tage. Eine Besonderheit des Tores ist, dass es dem Förderband aus dem Erkundungsstollen sowie den beiden Lutten der Luttenlüftung des Erkundungsstollens Durchgang gewähren muss. Das Tor ist ausgerüstet mit:

Il blocco posto nella finestra di Mules funge da interfaccia aerodinamica per l'aria viziata in provenienza dai seguenti moduli:

- Ventilazione per circolazione a nord e a sud;
- Ventilazione in condotta nella G.A.;
- Ventilazione in condotta degli scavi verso sud prima del sistema di ventilazione per circolazione.

Tale blocco funge allo stesso tempo anche da camera di compensazione ("plenum") per tutti i moduli ad esso connessi, dato che le tre condotte che se ne dipartono sono tutte alimentate alla stessa pressione e convogliano circa la stessa quantità d'aria.

La perdita di carico del blocco lungo la finestra è piccola. Ammonta a circa 35 Pa per circa 222 m³/s di portata. Nondimeno i suoi vantaggi compensano questo svantaggio:

- Flessibilità del sistema di ventilazione e interfaccia fra i moduli di ventilazione: diversi moduli potranno essere accoppiati e disaccoppiati al blocco senza interferire con il modulo di estrazione nella finestra.
- Le tre condotte d'aria che partono dal modulo d'aria viziata hanno pressione e flusso uguale.

Il blocco nel camerone funge da transizione fra le tre condotte lungo la finestra ed il camino.

4.3.2.2 Concetto operativo

All'inizio del cantiere, i blocchi di ventilazione e le condotte vengono montati nella finestra. Rimangono lì per quasi tutta la durata del cantiere fino al suo smantellamento prima dell'inizio del rivestimento della finestra.

4.3.2.3 Concetto di controllo

Questo modulo non contiene componenti osservabili e controllabili.

4.3.3 Sistema d'aria viziata per il C.E. Aicha

4.3.3.1 Descrizione degli impianti

Il sistema di ventilazione del cunicolo esplorativo Aicha consiste nella paratia a pressione per ventilatori assiali nella sezione allargata del cunicolo al km 10.5 fra gli imbocchi del cunicolo di collegamento e del ramo A nel cunicolo esplorativo. In normale esercizio i ventilatori estraggono l'aria viziata dal C.E. nord ed una parte di questa dal sistema per circolazione nord per espellerla all'esterno attraverso il cunicolo esplorativo Aicha. Tipico di questa paratia è che deve permettere il passaggio del nastro trasportatore dal cunicolo esplorativo come pure quello di entrambe le condotte d'aria verso il cunicolo esplorativo. L'equipaggiamento della paratia consiste in:

- 1 Ventilatorportal mit
- 2 x 2 Ventilatoren in Reihe mit Laufraddurchmesser 1.6 m, reversibel, mit je 2 Schalldämpfern, 1 Einlaufdüse, 1 Klappe und 1 Diffusor pro Paar, ausgelegt im Parallelbetrieb auf ca. 100 m³/s;
- 1 Zweiflügeliges gegenläufiges Tor mit 4.7 m lichte Höhe;
- 2 Öffnungen Durchmesser 1.6 m für den Durchlass der Lutten;
- 1 Öffnung für den Durchlass des Förderbands.
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 x 2 ventilatori assiali in serie a coppia, diametro 1.6 metri, reversibili, con 2 silenziatori, 1 convergente, 1 serranda e 1 diffusore per coppia, portata: 100 m³/s quando le 2 coppie funzionano in parallelo;
- 1 porta a due battenti controrotanti di 4.7 metri di altezza;
- 2 aperture, diametro 1.6 metri, per il passaggio delle condotte;
- 1 apertura per il passaggio del nastro.

Die Auslegung der Ventilatoren des Abluftsystems Erkundungsstollen Aicha berücksichtigt die Leckagen durch das Tor, ca. 30 m³/s, sowie den thermischen Auftrieb und die meteorologische Druckdifferenz zwischen Aicha und Mauls, insgesamt 85 Pa (vgl. Kapitel 3.8.1.3 und 3.8.1.4).

4.3.3.2 Betriebskonzept

Zu Beginn der Baustelle wird das Abluftsystem installiert und fast die gesamte Dauer der Baustelle betrieben. Vor dem Beginn des Innenausbaus des Fensterstollens wird das System in den Ast A gezügelt (vgl. Lüftungskonzepte im Bericht [25]).

4.3.3.3 Steuerungskonzept

Die Ventilatoren und das Tor sind sicherheitsrelevante Komponenten (vgl. Kapitel 4.5.1.2). Deshalb werden sie als beobachtbare und steuerbare Komponenten in das Tunnelleitungs-system integriert.

4.3.4 Umluftsystem der Haupttunnel Nord

4.3.4.1 Vortrieb und Ausbauphase bis zur Übergabe des Tunnels südlich des Fensterstollens an die Bahntechnik

Das Umluftsystem der Haupttunnel Nord wächst mit dem Fortschritt des Vortriebs. Es besteht im Wesentlichen aus:

- den nördlichsten 2 vollständig ausgebrochenen Querschlügen, ohne Wetterwand und sonstigen Versperrungen;
- 1 Wetterwand in jedem weiteren Querschlag. Diese Wetterwände müssen so dicht ausgeführt sein, dass die Funktionsfähigkeit des Umluftsystems sichergestellt ist bzw. die Leckagen und daraus folgende Luftzirkulation tief gehalten werden;
- 1 Lüftungsschleuse im Haupttunnel West zwischen den Einmündungen des Verbindungsstollens und des Asts B. Diese Lüftungsschleuse ist mit Axialventilatoren ausgerüstet, welche einen Teilstrom der Abluft des nördlichen Umluftsystems in das Abluft-

La disposizione dei ventilatori del sistema di estrazione del cunicolo esplorativo Aica considera le perdite d'aria attraverso la porta, circa 30 m³/s, come pure la spinta archimedeica e la differenza di pressione fra Aica e Mules, globalmente 85 Pa (cfr. capitoli 3.8.1.3 e 3.8.1.4).

4.3.3.2 Concetto operativo

All'inizio del cantiere, il sistema per il trattamento dell'aria viziata viene installato per essere gestito per quasi tutta la durata del cantiere. Prima di iniziare il rivestimento della finestra, l'impianto è integrato al ramo A (cfr. concetti di ventilazione nella relazione [25]).

4.3.3.3 Concetto di controllo

I ventilatori e la porta sono componenti di sicurezza (cfr. capitolo 4.5.1.2). Per questo motivo vengono incorporati nel sistema di controllo della galleria come componenti osservabili e controllabili.

4.3.4 Ventilazione per circolazione della G.L.N.

4.3.4.1 Scavo e rivestimento fino alla consegna nelle mani della Tecnica Ferroviaria della galleria a sud della finestra

Il sistema di ventilazione per circolazione della G.L. nord, che si adatta al progresso dello scavo, consiste in:

- I due cunicoli trasversali completamente scavati collocati più a nord, senza paratia ed altri sbarramenti speciali;
- 1 paratia in ogni cunicolo trasversale eseguita in modo tale che la sua tenuta riduca al minimo le fughe d'aria dall'una all'altra canna in modo da assicurare il funzionamento del sistema di ventilazione a circolazione;
- 1 chiusa nella G.L. ovest, fra l'imbocco del cunicolo di collegamento ed il ramo B, equipaggiata di ventilatori assiali che spingono una parte dell'aria viziata del sistema per circolazione (nord) nel sistema di aria viziata della finestra di Mules;

system des Fensterstollens drücken;

- 1 Wettertor in der Einmündung des Verbindungstollens in den Haupttunnel West. Dieses dient dazu, sämtliche Sprenggase bei Sprengungen dem Abluftsystem des Fensterstollens Muls zuzuführen, indem es geschlossen wird. Damit wird sichergestellt, dass die Luft im Abluftsystem des Erkundungstollens Aicha stets den arbeitsmedizinischen Anforderungen entspricht. Somit muss bei Sprengungen in den Haupttunnel Nord nicht der gesamte Erkundungstollen Aicha für mehrere Stunden für das Personal gesperrt werden;
- 1 Lüftungsschleuse in der logistischen Verbindung 48/2. Diese dient zur Durchfahrt für die Stollenbahnen und Lastwagentransporte;
- 1 Lüftungsschleuse in der logistischen Verbindung 45/3. Diese dient zur Durchfahrt für die Stollenbahnen und Lastwagentransporte;
- Weitere Lüftungsschleusen in den logistischen Verbindungen zwischen den Haupttunnel Ost und West.

Die Lüftungsschleuse im Haupttunnel West besteht aus:

- 2 Wetterwände mit je 1 Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m, je 2 Durchlässe für Lutten bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen, Durchlässe für Kühlrohre und je 1 Durchlass für das Förderband;
- 2 Faltlutten mit Durchmesser 2.5 m, welche die Abluft aus dem Haupttunnel West in den Luftkasten im Fensterstollen führen;
- 1 Ventilatorportal mit:
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.7 m, bestehend aus je 1 Einlaufdüse oder Konfusor, 2 Schalldämpfern, 1 Aktivteil, 1 Klappe und 1 Diffusor.

Je nach Bauphase können 1 oder 2 Axialventilatoren in Betrieb sein: Solange die Nothaltestelle nicht vollständig ausgebrochen ist, wird der Abluftstrom des nördlichen Umluftsystems über den Erkundungstollen Aicha und die Schleuse im Haupttunnel West abgeführt; dann sind 2 Ventilatoren in der Schleuse notwendig. Sobald diese jedoch vollständig ausgebrochen ist, wird die Luttenlüftung des Zugangstollens aufgehoben und ein Teilstrom der Abluft aus dem Haupttunnel West über den Zugangstollen abgeführt (vgl. Kapitel 4.3.6); dann reicht 1 Axialventilator in der Schleuse aus.

1 paratia all'imbocco del cunicolo di collegamento con la G.L. ovest. Questa permette, quando è chiusa, di convogliare tutti i fumi d'esplosione verso il sistema d'estrazione d'aria della finestra di Muls. Si garantirà così che l'aria viziata nel C.E. Aica rispetti i requisiti igienici e che questo non debba essere completamente evacuato dal personale per diverse ore quando vengono fatte brillare le mine nella G.L. nord;

- 1 chiusa nel collegamento logistico 48/2 che serve per il passaggio del trenino e per i trasporti su gomma;
- 1 chiusa nel collegamento logistico 45/3 che serve per il passaggio del trenino e per i trasporti su gomma;
- Ulteriori chiusure nei collegamenti logistici fra la G.L. est e ovest.

La chiusa nella G.L. ovest consiste in:

- 2 paratie con: una porta ciascuna di 4.7 metri di altezza, 2 aperture ciascuna per condotte d'aria e di raffreddamento ed 1 apertura ciascuna per il nastro trasportatore;
- 2 condotte d'aria flessibili, diametro 2.5 metri, che convogliano l'aria viziata dalla G.L. ovest verso il blocco di ventilazione nella finestra di Muls;
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 ventilatori assiali, diametro 1.7 metri, ciascuno con 2 silenziatori, 1 convergente e 1 divergente, 1 serranda e 1 parte attiva (motore e ventola).

A seconda delle fasi di scavo, possono essere attivati 1 o 2 ventilatori assiali. Fino al completamento dello scavo della fermata d'emergenza (F.d.E.), l'aria viziata del sistema di ventilazione per circolazione (nord) sarà convogliata lungo il C.E. Aica e attraverso la chiusa nella G.L. ovest; per questa fase sono necessari i 2 ventilatori assiali della chiusa. Al completamento dello scavo della F.d.E. cesserà la ventilazione della G.A. ed una parte dell'aria viziata dalla G.L. ovest sarà convogliata attraverso la G.A. (cfr. capitolo 4.3.6); per questa fase è sufficiente l'azione di 1 solo ventilatore della chiusa.

4.3.4.2 Ausbauphase nach zur Übergabe des Tunnels südlich des Fensterstollens an die Bahntechnik

Nach der Übergabe der Haupttunnel südlich des Fensterstollens Muls an die Bahntechnik kann die Umluft in den nördlichen nur über den Zugangsstollen eingebracht und ausgestoßen werden.

Umluftsystem der Haupttunnel Nord besteht dann im Wesentlichen aus:

- den nördlichsten 2 vollständig ausgebrochenen Querschlägen, ohne Wetterwand und sonstigen Versperrungen;
- 1 Wetterwand in jedem weiteren Querschlag. Diese Wetterwände müssen so dicht ausgeführt sein, dass die Funktionsfähigkeit des Umluftsystems sichergestellt ist bzw. die Leckagen und daraus folgende Luftzirkulation tief gehalten werden;
- 1 Lüftungsschleuse im Haupttunnel West zwischen den Einmündungen des Verbindungsstollens und des Asts B;
- 1 Wettertor in der Einmündung des Verbindungsstollens in den Haupttunnel West. Dieses dient dazu, den Abschnitt der Bahntechnik von dem Abschnitt des Rohbaus abzugrenzen:
- Je 1 Wettertor in den Haupttunneln unmittelbar südlich des Verbindungsstollens mit der bauleistungsrechtlichen Kaverne Trens. Diese Tore dienen zur Abgrenzung gegen den Abschnitt der Bahntechnik;
- 1 Lüftungsschleuse in dem Zugangsstollen, unmittelbar nördlich des Verbindungsstollens zur logistischen Kaverne Trens. Diese dient zur Installation der Abluftventilatoren des Umluftsystems.

Die Lüftungsschleuse im Zugangsstollen besteht aus:

- 2 Wetterwände mit je 1 zweiflügeligen Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m und je 2 Durchlässe für Lutten bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen;
- 1 Sauglutte (z.B. Spirallutte) mit Durchmesser 2.5 m und ca. der Länge der Schleuse, welche die Abluft aus dem Zugangsstollen in den Luftkasten im Fensterstollen führt;
- 1 Ventilatorportal mit:
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.7 m, bestehend aus je 1 Einlaufdüse oder Konfusor, 2 Schalldämpfer, 1 Aktivteil, 1 Klappe und 1 Diffusor.

Das Ventilatorportal wird an derjenigen Wetterwand angeordnet, die näher an der Verzweigung zur bauleistungsrechtlichen

4.3.4.2 Rivestimento fino alla consegna nelle mani della Tecnica Ferroviaria della galleria a sud della finestra

Dopo la consegna alla Tecnica Ferroviaria della galleria di linea a sud della Finestra di Muls l'aria di circolazione può essere convogliata nella parte nord solo attraverso la galleria di accesso

Il sistema di ventilazione per circolazione della G.L. nord, che si adatta al progresso dello scavo, consiste in:

- I 2 cunicoli trasversali completamente scavati collocati più a nord, senza paratia ed altri sbarramenti speciali;
- 1 paratia in ogni cunicolo trasversale eseguita in modo tale che la sua tenuta riduca al minimo le fughe d'aria dall'una all'altra canna in modo da assicurare il funzionamento del sistema di ventilazione a circolazione;
- 1 chiusa d'aria nella galleria di linea ovest, fra gli imbocchi del cunicolo di collegamento e quelli del ramo B;
- 1 porta all'imbocco del cunicolo di collegamento nella galleria di linea ovest. Questa funge da frontiera fra il tratto della Tecnica Ferroviaria da quello dello scavo grezzo;
- 1 porta in ciascuna delle due gallerie di linea immediatamente a sud del cunicolo di collegamento con il camerone logistico di Trens. Le porte separano dal tratto della Tecnica Ferroviaria;
- 1 chiusa d'aria nella galleria di accesso immediatamente a nord del cunicolo di accesso al camerone logistico di Trens. Questa accoglie l'installazione dei ventilatori d'estrazione del sistema di circolazione.

Le chiusure nella galleria di accesso consistono in:

- 2 pareti con ciascuna 1 porta a due battenti, altezza 4.7 m e con ciascuna 2 aperture per il passaggio delle condotte e dei collegamenti ai convergenti;
- 1 condotta d'aspirazione (p.es. a spirale), diametro 2.5 m, lunga come la chiusa, che convoglia l'aria dalla galleria d'accesso ai blocchi di ventilazione nella Finestra;
- 1 struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 ventilatori assiali, diametro della ventola 1.7 m, costituiti da 1 convergente, 2 silenziosi, 1 parte attiva, 1 serranda e 1 diffusore.

La struttura metallica di sostegno viene associata a quelle pareti che si trovano più vicine alla biforcazione verso il ca-

Kaverne steht. Die Ventilatoren auf dem Ventilatorportal werden in gleicher Blasrichtung angeordnet. Sie saugen die Abluft über die Nothaltestelle aus dem Haupttunnel West an und drücken sie in das Abluftsystem des Fensterstollens bzw. des Luftkasten über zwei Falflutten.

4.3.4.3 Betriebskonzept

Zu Beginn der Baustelle wird die Schleuse mit den Ventilatoren installiert in Betrieb genommen. Bedingt durch den Baufortschritt sind phasenweise 1 x 2 oder 2 x 2 Ventilatoren in Reihe erforderlich (vgl. Anhang 6). Ferner muss auch die Innenschale am Ort der Schleusen erstellt werden. Diese betrieblichen Anpassungen an den Wetterwänden und den Ventilatoren finden während Betriebsunterbrüchen statt. Die Schleuse mit den Ventilatoren bleibt mit diesen Anpassungen bis zur Übergabe des ersten Viertels des nördlichen Tunnels (ca. km 45.4 bis km 49.9) an die Bahntechnik in Betrieb. (vgl. Lüftungskonzepte im Bericht [25]).

4.3.4.4 Steuerungskonzept

Die Ventilatoren sind sicherheitsrelevante Komponenten und sollen von der Leitstelle aus ausgeschaltet werden können. Betriebliche Anpassungen an dem Betriebspunkten erfolgen manuell über die Frequenzumformer der Ventilatoren.

4.3.5 Umluftsystem der Haupttunnel Süd

4.3.5.1 Beschreibung der Anlagen

Das Umluftsystem der Haupttunnel Süd wächst mit dem Fortschritt des Vortriebs. Es besteht im Wesentlichen aus:

- den südlichsten 2 vollständig ausgebrochenen Querschlägen, ohne Wetterwand und sonstigen Versperrungen;
- Eine Wetterwand in jedem Querschlag. Diese Wetterwände müssen so dicht ausgeführt sein, dass die Funktionsfähigkeit des Umluftsystems sichergestellt ist bzw. die Leckagen und daraus folgende Luftzirkulation tief gehalten werden;
- 1 Lüftungsschleuse im Haupttunnel West Unmittelbar südlich der Montagekaverne Süd. Diese Lüftungsschleuse ist mit zwei Axialventilatoren ausgerüstet, welche die Abluft des südlichen Umluftsystems in das Abluftsystem des Fensterstollens drücken.
- Weitere Lüftungsschleusen in den logistischen Verbindungen zwischen den HTOW.

Dieses System erwächst aus den Luttenlüftungen der Haupttunnel Ost und West aus dem Fensterstollen, welche solange notwendig sind, wie keine Querschläge zwischen den Haupttunnel Süd ausgebrochen sind.

merone logistico. I ventilatori da questa sostenuti sofferanno entrambi nella stessa direzione. Essi aspirano l'aria viziata attraverso la fermata d'emergenza dalla galleria di linea ovest e la sospingono attraverso due condotte flessibili nel sistema di estrazione della Finestra e poi nei blocchi di ventilazione.

4.3.4.3 Concetto operativo

All'inizio del cantiere, la chiusa è installata insieme ai ventilatori e messa in servizio. A causa dell'avanzamento del cantiere, gruppi di 1 x 2 o 2 x 2 ventilatori sono necessari secondo le fasi (cfr. Allegato 6). Inoltre, anche il rivestimento interno deve essere creato sul luogo delle chiusure. Questi adattamenti operativi sulle paratie e sui ventilatori hanno luogo durante le interruzioni di esercizio. La chiusa con i ventilatori rimane in esercizio seguendo questi adattamenti fino alla consegna del primo quarto della galleria nord, circa dal km 45.4 fino al km 49.9) all'ingegneria ferroviaria (cfr. Concetti di Ventilazione nella relazione [25]).

4.3.4.4 Concetto di controllo

I ventilatori sono componenti rilevanti della sicurezza e deve essere possibile spegnerli dalla sala di controllo. Gli adattamenti ai punti di lavoro delle linee caratteristiche avvengono manualmente tramite convertitori di frequenza.

4.3.5 Ventilazione per circolazione delle G.L.S

4.3.5.1 Descrizione degli impianti

Il sistema di ventilazione della G.L. sud, che si adatta al progresso dello scavo, consiste in:

- I due cunicoli trasversali completamente scavati collocati più a sud, senza paratia ed altri sbarramenti speciali;
- 1 paratia in ogni cunicolo trasversale eseguita in modo che le fughe d'aria dall'una all'altra canna siano ridotte al minimo;
- 1 chiusa nella G.L. ovest, collocata a sud del camerone di montaggio, equipaggiata di 2 ventilatori assiali che spingono una parte dell'aria viziata del sistema per circolazione (sud) nel sistema di aria viziata della finestra di Mules;
- Ulteriori chiusure nei cunicoli logistici di collegamento fra la G.L. est e ovest.

Questo sistema evolve da quello di ventilazione in condotta della G.L. est e ovest a partire dalla finestra di Mules. Quest'ultimo permane in funzione fino a quando non vengono scavati i primi cunicoli trasversali.

4.3.5.2 Betriebskonzept

Das System ergibt sich durch Umbau der bereits bestehenden Schleuse der Luttenlüftung in der Weströhre. Es wird bis zu Übergabe des südlichen Tunnelabschnitts an die Bahntechnik betrieben (vgl. Lüftungskonzepte im Bericht [25]). Während dem Betrieb muss die Innenschale am Ort der Schleusen erstellt werden. Die notwendigen Anpassungen an den Wetterwänden und den Ventilatoren finden während Betriebsunterbrüchen statt.

4.3.5.3 Steuerungskonzept

Die Ventilatoren sind sicherheitsrelevante Komponenten und sollen von der Leitstelle aus ausgeschaltet werden können. Betriebliche Anpassungen an dem Betriebspunkten erfolgen manuell über die Frequenzumformer der Ventilatoren.

4.3.6 Luttenlüftung des Zugangsstollens, der Not- haltestelle und des neuen logistischen Knotens

4.3.6.1 Vortriebsphase bis zum Durchschlag des logistischen Knotens zum Haupttunnel West

Die Luttenlüftung des Zugangsstollens besteht aus:

- 1 Lüftungsschleuse,
- 1 Faltlutte für die Zuluft des Vortriebs, des Durchmessers 2.5 m und der maximalen Länge 3'450 m,
- 1 Faltlutte des Durchmessers 2.5 m und der Länge 200 m für die Abluft des Zugangsstollens zwischen der Schleuse und dem Luftkasten des Abluftsystems des Fensterstollens.

Die Lüftungsschleuse im Zugangsstollen besteht aus:

- 2 Wetterwände mit je 1 zweiflügeligen Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m und je 2 Durchlässe für Lutten bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen;
- 1 Sauglutte (z.B. Spirallutte) mit Durchmesser 2.5 m und ca. der Länge der Schleuse, welche die Abluft aus dem Zugangsstollen in den Luftkasten im Fensterstollen führt;
- 1 Ventilatorportal mit:
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.7 m, bestehend aus je 1 Einlaufdüse oder Konfusor, 2 Schalldämpfer, 1 Aktivteil, 1 Klappe und 1 Diffusor.

Das Ventilatorportal wird an derjenigen Wetterwand angeordnet, die näher an der Verzweigung zum Fensterstollen steht. Die Ventilatoren auf dem Ventilatorportal werden in entgegengesetzter Blasrichtung angeordnet. Der eine Ventilator saugt Zuluft aus dem Fensterstollen an und drückt sie in die zur Versorgung des Vortriebs des Zugangsstollens und des log. Knotens. Der andere Ventilator saugt die Abluft aus

4.3.5.2 Konzepto operativo

Il sistema risulta dalla conversione della chiusa esistente per la ventilazione in condotta nella canna ovest. Il sistema rimane in esercizio fino alla consegna della sezione sud della galleria alla Tecnica Ferroviaria (cfr. Concetti di Ventilazione nella relazione [25]). Durante l'esercizio, deve essere creato il rivestimento interno presso le chiusa. Gli adattamenti necessari su paratie e ventilatori hanno luogo durante le interruzioni dell'esercizio.

4.3.5.3 Konzepto di controllo

I ventilatori sono componenti rilevanti della sicurezza e deve essere possibile spegnerli dalla sala di controllo. Gli adattamenti ai punti di lavoro delle linee caratteristiche avvengono manualmente tramite convertitori di frequenza.

4.3.6 Ventilazione in condotta della G.A., della fermata di emergenza e del nuovo nodo logistico.

4.3.6.1 Fase di scavo fino al traforo del nodo logistico verso la G.L. ovest

Il sistema di ventilazione in condotta della G.A. consiste in:

- 1 chiusa;
- 1 condotta d'aria fresca flessibile, diametro 2.5 metri, lunghezza 3'450 metri, per lo scavo;
- 1 condotta d'aria flessibile, diametro 2.5 metri, lunghezza 200 metri, per l'aria viziata del cunicolo di collegamento fra la chiusa ed il blocco di ventilazione d'aria viziata della finestra di Mules;

La chiusa nella G.L. ovest consiste in:

- 2 paratie con: ciascuna una porta a due battenti di 4.7 metri di altezza, 2 aperture ciascuna per condotte d'aria e convergenti;
- 1 condotta d'aspirazione, diametro 2.5 metri, lunga come la chiusa, che convoglia l'aria viziata dalla G.A. verso il blocco di ventilazione nella finestra di Mules;
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 ventilatori assiali, diametro 1.7 m, ciascuno con 2 silenzianti, 1 convergente, 1 parte attiva, 1 serranda e 1 divergente.

La struttura a traliccio sarà disposta presso la paratia più vicina alla biforcazione verso la finestra. I ventilatori sopra la struttura opereranno nelle due direzioni opposte. Uno aspira l'aria fresca dalla finestra e la spinge attraverso le condotte per approvvigionare lo scavo della G.A. e del nodo logistico. Il secondo aspira l'aria viziata dalla G.A. attraverso la condotta apposita e la spinge verso il blocco di ventilazione della

dem Zugangsstollen über die Sauglutte an und drückt sie in das Abluftsystem des Fensterstollens bzw. des Luftkasten über eine Falllutte. Diese Anordnung gilt solange, bis die logistische Kaverne ausgebrochen und die Verbindung zwischen der Kaverne und dem Haupttunnel West hergestellt ist. Der Luttenstrang der Zuluft wird mit fortschreitendem Vortrieb in Abschnitten von 20 m verlängert.

4.3.6.2 Vortriebsphase vom Durchschlag des logistischen Knotens zum Haupttunnel West bis zum vervollständigten Ausbruch der Nothaltestelle

Sobald der logistische Stollen zwischen der logistischen Kaverne Trens und dem Haupttunnel ausgebrochen ist, wird der Ausbruch des Zugangsstollens fortgesetzt. Da sowohl die Kaverne wie auch der Sprengvortrieb des Zugangsstollens mit Frischluft versorgt werden müssen und zudem die giftige Abluft des Sprengvortriebs nicht im freien Querschnitt des Zugangsstollens geführt werden soll, ist ein Systemwechsel für die Belüftung des Zugangsstollens erforderlich. Dabei bleibt die in Kapitel 4.3.6.1 beschriebene Schleuse am Anfang des Zugangsstollens bestehen. Sie wird ergänzt mit:

- Einer Lüftungsschleuse inkl. Abluftventilator im Zugangsstollen bei km 0.5, unmittelbar nordwärts des Kreuzungspunkts mit dem logistischen Stollen.
- Eine Wetterwand mit Tore im Zugangsstollen bei km 0.5, unmittelbar südwärts des Kreuzungspunkts mit dem logistischen Stollen.
- Einer Abluftlutte – neben der Zuluftlutte – von der neuen Schleuse durch den Zugangsstollen und durch die alte Schleuse bis zum Druckkasten im Fensterstollen.
- 1 Wettertor in der Einmündung des logistischen Stollens in den Haupttunnel West. Dieses dient dazu, sämtliche Sprenggase bei Sprengungen über den Haupttunnel West dem Abluftsystem des Fensterstollens Maults zuzuführen, indem es geschlossen wird. Damit wird sichergestellt, dass die Luft im logistischen Knoten Trens stets den arbeitsmedizinischen Anforderungen entspricht. Somit muss bei Sprengungen in den Haupttunnel Nord nicht der gesamte Zugangstunnel und logistische Knoten Trens für mehrere Stunden für das Personal gesperrt werden.

Die Lüftungsschleuse dient zur Isolierung des weiteren Sprengvortriebs vom Logistikknoden. Sie ist ausgerüstet mit:

- 2 Wetterwände mit je 1 zweiflügeligen Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m und je 2 Durchlässe für Lutten

fenestra attraverso una condotta flessibile. Ciò accade per il tempo necessario a completare lo scavo del camerone logistico e a realizzare il collegamento tra il camerone e la G.L. ovest. Coll'avanzare dello scavo le condotte flessibili d'aria fresca saranno progressivamente allungate con l'aggiunta di segmenti di 20 metri.

4.3.6.2 Fase di scavo dal traforo del nodo logistico della G.L. ovest fino allo scavo completo della fermata di emergenza

Non appena è terminato lo scavo del cunicolo logistico tra il camerone logistico di Trens e la G.L. si prosegue con lo scavo della galleria di accesso. Tanto il camerone, quanto lo scavo all'esplosivo della galleria di accesso devono essere approvvigionati con aria fresca. Poiché l'aria tossica dello scavo all'esplosivo non può essere convogliata nella sezione piena della galleria di accesso, è necessario cambiare il sistema di ventilazione della galleria di accesso. La chiusa descritta al capitolo 4.3.6.1 situata all'inizio della galleria di accesso viene conservata e integrata da:

- Una chiusa comprensiva di ventilatore per l'aria viziata nella galleria di accesso a 0.5 km immediatamente a nord del punto di intersecazione con il cunicolo logistico;
- Una paratia con porte nella galleria di accesso a 0.5 km immediatamente a sud del punto di intersecazione con il cunicolo logistico;
- Una condotta per l'aria viziata – accanto alla condotta d'aria fresca – dalla nuova chiusa, attraverso il cunicolo di accesso e la vecchia chiusa, fino al blocco in pressione nella finestra;
- 1 paratia all'imbocco del cunicolo logistico nella G.L. ovest. Questa permette, quando è chiusa, di convogliare tutti i fumi d'esplosione attraverso la G.L. ovest verso il sistema d'estrazione d'aria della finestra di Mules. Si garantirà così che l'aria del nodo logistico di Trens rispetti sempre i requisiti igienici e che l'intera galleria di accesso non debba essere completamente evacuata dal personale per diverse ore quando vengono fatte brillare le mine nella G.L. nord.

La chiusa serve a isolare gli ulteriori scavi all'esplosivo dal nodo logistico. Essa viene dotata di:

- 2 paratie con: ciascuna una porta a due battenti di 4.7 metri di altezza, 2 aperture ciascuna per condot-

bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen;

- 1 Sauglutte (z.B. Spirallutte) mit Durchmesser 2.5 m und ca. der Länge der Schleuse, welche die Abluft aus dem Zugangsstollen in den Luftkasten im Fensterstollen führt;
- 1 Ventilatorportal mit:
- 1 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.7 m, bestehend aus 1 Einlaufdüse oder Konfusor, 2 Schalldämpfern, 1 Aktivteil, 1 Klappe und 1 Diffusor.

Die Wetterwand dient dazu, den Luftstrom aus dem Haupttunnel West auf dem Weg zum Abluftventilator der alten Schleuse durch die logistische Kaverne Trens zu zwingen. Die Zuluftlutte wird durch die neue Schleuse zur Versorgung des Sprengvortriebs geleitet.

4.3.6.3 Ausbauphase

Sobald die Nothaltestelle vollständig ausgebrochen ist und mit dem Ausbau des Zugangsstollens mit dem Gewölbe und der Zwischendecke begonnen wird, werden die langen Zuluft- und Abluftlütten außer Betrieb genommen, und der Zuluftventilator zum 2. Abluftventilator umfunktioniert. Die zweite Schleuse und das Wettertor bei km 0.5 des Zugangsstollens werden vollständig zurückgebaut. Es wird ein Wettertor in der Einmündung des logistischen Stollens in den Haupttunnel West eingebaut. Die zwei Abluftventilatoren werden zur Belüftung des Zugangsstollens aus dem Haupttunnel West über die Nothaltestelle bzw. zur Abfuhr eines Teilstroms der Abluft aus dem nördlichen Umluftsystem in das Abluftsystem des Fensterstollens verwendet. Zudem wird das Lüftungssystem des Fensterstollens dann mit Wetterwänden ergänzt, welche die Verbindungsstollen und die Abluftquerstollen der Nothaltestelle gegen die Haupttunnel Ost und West abschotten; in der Weströhre bleiben der letzte Verbindungs- und Abluftquerstollen offen, um die Belüftung des Zuluft- und Abluftkanals des Zugangsstollens sicherzustellen (vgl. Anhang 4 und Anhang 5).

4.3.6.4 Betriebskonzept

Die Luttenlänge des Zuluftstrangs muss laufend an den Baufortschritt angepasst werden. Dadurch wird die Lutte durch die Montage eines zusätzlichen Luttenelements verlängert. Da bei Sprengvortrieb das vorderste Luttenelement beschädigt wird, ist dieses zweckmäßigerweise immer wieder zu vorderst einzusetzen.

Die Umbauten des Systems von einer Vortriebsphase zu nächsten finden in Betriebsunterbrüchen statt. Für diese ist eine passende Behelfslüftung einzusetzen.

4.3.6.5 Steuerungskonzept

Durch die Verlängerung der Lutten verändern sich der zu

te d'aria e convergenti;

- 1 condotta d'aspirazione, diametro 2.5 m, lunga come la chiusa, che convoglia l'aria viziata dalla G.A. verso il blocco di ventilazione della finestra;
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 1 ventilatore assiale con diametro 1.7 m, costituito da 1 convergente, 2 silenziatori, 1 girante, 1 serranda e 1 divergente.

La paratia serve a forzare il flusso d'aria dalla G.L. ovest verso il ventilatore di estrazione della vecchia chiusa attraverso il camerone logistico di Trens. La condotta d'aria fresca viene fatta passare attraverso la nuova chiusa per approvvigionare lo scavo all'esplosivo.

4.3.6.3 Fase di rivestimento

Una volta completato lo scavo della fermata d'emergenza e iniziato il rivestimento della G.A., compresa la volta ed il falso soffitto, le lunghe condotte d'aria fresca e d'aria viziata verranno messe fuori servizio e il ventilatore d'aria fresca convertito in 2° ventilatore per l'aria viziata. La seconda chiusa e la paratia a 0.5 km della G.A. vengono completamente smantellate. Viene costruita una paratia all'imbocco del cunicolo logistico nella G.L. ovest. I due ventilatori d'aria viziata saranno impiegati per ventilare la G.A. a partire dalla G.L. ovest attraverso la fermata di emergenza e per estrarre una parte dell'aria viziata dal sistema per circolazione (nord) e convogliarla nel sistema d'aria viziata della finestra. Inoltre il sistema di ventilazione della finestra sarà integrato con paratie che separano aerodinamicamente il cunicolo di collegamento ed i cunicoli trasversali d'estrazione della F.d.E. dalla G.L. est e ovest. Nella canna ovest della G.L. l'ultimo cunicolo trasversale e d'estrazione rimane aperto per garantire la ventilazione dei canali d'aria fresca e viziata della G.A. (cfr. Allegato 4 e Allegato 5).

4.3.6.4 Concetto operativo

La lunghezza delle condotte d'aria fresca è adattata al progresso dello scavo inserendovi un elemento di prolungazione. Siccome lo scavo all'esplosivo danneggia l'elemento frontale della condotta, è opportuno inserire l'elemento di prolungazione immediatamente dopo l'elemento frontale, lasciando questo nella sua posizione.

Le riconversioni del sistema da una fase di scavo all'altra sono effettuate durante le interruzioni di esercizio. Perciò è necessario utilizzare una ventilazione ausiliare adeguata.

4.3.6.5 Concetto di controllo

L'estensione delle condotte e la conseguente variazione di

überwindende Druck und damit auch der Betriebspunkt des Ventilators. Über die manuelle Regelung der Ventilatorleistung per Frequenzumformer kann die Luftmenge trotz veränderlicher Luttenlänge in etwa konstant gehalten werden.

4.3.7 Luttenlüftung des Erkundungsstollens

4.3.7.1 Grundprinzip

Der Erkundungsstollen wird während dem Vortrieb und dem Ausbau mit einer Luttenlüftung belüftet. Diese greift die Frischluft im Ast A oder dem Haupttunnel Ost ab und führt sie über 2 Lutten zum Vortrieb. Von Dort strömen die Wetter im freien Querschnitt zum Fußpunkt Mauls, wo sie von dem Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha erfasst und abgeführt werden.

4.3.7.2 Phasen der Lüftung des Erkundungsstollens

Bedingt durch die Länge des Vortriebs (ca. 16.5 km) weist die Luttenlüftung des Erkundungsstollens besondere Merkmale auf im Vergleich z.B. zur Luttenlüftung des Zugangsstollens:

- Die Luttenlüftung wird in mehreren Luttensträngen realisiert, die mittels Übergabestationen miteinander gekoppelt sind. Diese Übergabestationen sind Lüfterstationen, welche die in dem einströmenden Luttenstrang geführte Luft in den nächsten, abströmenden Luttenstrang fördern unter Verlust eines geringen Prozentsatzes des Luftstroms am Ende des einströmenden Luttenstrangs. Sie sind deshalb notwendig, um den statischen Druck am Anfang des einströmenden Luttenstranges zu begrenzen.
- Dies Lüftungsstationen, sowohl die erste wie auch die Übergabestationen, bleiben nicht am gleichen Ort über die gesamte Dauer des Vortriebs, sondern folgen diesem insofern möglich. Dies geschieht, um die Länge der Luttenlüftung auf ca. 12 km und somit die Leckagen und die notwendige elektrische Leistung zu beschränken.

Anfänglich wird die Luttenlüftung des Erkundungsstollens aus dem Ast A mit Frischluft versorgt. Die Verkürzung dieser Luttenlüftung ist nur dann möglich, wenn nördlich des Asts A Verbindungen zwischen den Haupttunnel und dem Erkundungsstollen bestehen. Diese sind in der Form der Schächte in den Querschlügen des Typs 2 alle 1 bis 2 km gegeben. Die Wahl der Begrenzung auf 12 km stützt sich auf das Bauprogramm und die Verteilung und Verfügbarkeit der Querschlüge des Typs 2.

Somit können 3 Phasen in der Luttenlüftung des Erkundungsstollens unterschieden werden:

- 1. Lüftung aus dem Ast A bis circa. km 38.0,

pressionen al ventilatore, ne cambiano il punto di funzionamento. Nonostante l'estensione, è possibile mantenere la quantità d'aria all'incirca costante regolando manualmente la potenza del ventilatore tramite il convertitore di frequenza.

4.3.7 Ventilazione in condotta del C.E.

4.3.7.1 Principio di base

Durante lo scavo ed il rivestimento del C.E. si farà appello ad una ventilazione in condotta. Questa aspira l'aria fresca nel ramo A, oppure nella G.L. est e la convoglia attraverso condotte verso il fronte di scavo da cui l'aria circola nella sezione piena fino al piede della finestra di Mules per essere convogliata nel sistema d'aria viziata del C.E. Aica.

4.3.7.2 Fasi della ventilazione del C.E.

A causa della lunghezza dello scavo (circa 16.5 km), la ventilazione in condotta del C.E. presenta aspetti speciali rispetto allo stesso sistema della G.A.:

- Il sistema di ventilazione sarà realizzato in più segmenti di condotta flessibile fisicamente separati, ma aerodinamicamente accoppiati in corrispondenza di stazioni di rilancio. Queste catturano la più gran parte dell'aria proveniente dalla fine di un segmento per sospingerla con ventilatori assiali nel segmento successivo, cercando di limitare al massimo le perdite. Lo scopo delle stazioni di rilancio consiste nel limitare la pressione statica all'inizio di ogni segmento di condotta;
- Tali stazioni seguono l'avanzamento dello scavo per la lunghezza del tratto ventilato in condotta (12 km). Si perviene così a limitare le perdite e la potenza elettrica necessaria.

Inizialmente l'approvvigionamento di aria fresca del sistema in condotta per il C.E. avverrà dal ramo A. L'accorciamento della ventilazione in condotta è solamente possibile quando a nord del ramo A sono presenti collegamenti fra la G.L. ed il C.E. Questi sono simili ai pozzi dei cunicoli trasversali del Tipo 2 con distanza di 1 a 2 km. La scelta di 12 km come limite della lunghezza del sistema in condotta deriva dal programma di costruzione e dalla distribuzione e disponibilità dei cunicoli trasversali del Tipo 2.

Si possono così identificare 3 fasi della ventilazione in condotta del C.E.:

- 1. Ventilazione dal ramo A circa fino al km 38.0;

- 2. Lüftung aus dem Haupttunnel Ost durch den Querschlag 43/2 bis km 32.09 (Staatsgrenze)
- 3. Lüftung aus dem Haupttunnel Ost durch den Querschlag 34/2 bis km 32.09 (Staatsgrenze).

Die Phasen 1 und 2 betreffen den Vortrieb des Stollens. Da die Luttenlüftung aus 2 parallelen Luttenlüftungen besteht, kann der Umbau von einer Phase in die nächste in 2 Schritten ohne Unterbruch der Lüftung erfolgen, indem eine minimale Belüftung des Erkundungsstollens mit einem Luttenstrang weiterhin gewährleistet ist: Während der erste Luttenstrang zum nächsten Querschlag des Typs 2 gekürzt und der erste Luttenlüfter gezügelt werden, kann der zweite Luttenstrang den Stollen weiterhin mit Frischluft versorgen. Sobald der erste Luttenstrang funktionsfähig ist, wird dann der zweite nachgezogen.

Sobald der Querschlag 34/2 verfügbar ist, kann das System in die Phase 3 überführt werden. Die Luttenlüftung des Erkundungsstollens wird dann auf ca. 2'250 m verkürzt.

Bei Anpassungen des Bauprogramms sind auch Anpassungen an diesem Plan erforderlich; das Prinzip der Lüftung aus dem Haupttunnel Ost durch Querschläge des Typs 2 bleibt aber erhalten.

4.3.7.3 Stollenquerschnitt

Der Querschnitt des Erkundungsstollens bei TBM Vortrieb ist in Plan [21] dargestellt. Die Faltlutten weisen einen Durchmesser von 1.6 m aus. Ist ein Luttenstrang nicht in Betrieb, so hängt die Lutte durch und verletzt das Lichtraumprofil der Stollenbahnen. Dies ist mit geeigneten Mitteln, z.B. starre Stützringe in regelmäßigen Abständen, zu verhindern.

Die Lutten werden in Abschnitten von 100 m aus Lutten speichern auf der TBM abgezogen. Weitere technische Merkmale der Lutten sind in Kapitel 4.5 spezifiziert.

4.3.7.4 Ventilatorpaar über Schleuse im Ast A

Die Lüftungsschleuse in Ast A besteht aus:

- 2 Wetterwände mit je 1 zweiflügeligen Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m und je 2 Durchlässe für Lutten bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen der Ventilatoren.
- 2 Faltlutten mit Durchmesser 1.6 m und ca. der Länge der Schleuse, welche die Frischluft in den Erkundungsstollen führen.
- 1 Ventilatorportal mit:
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.2 m, bestehend aus je 1 Einlaufdüse, 2 Schalldämpfer, 1 Aktivteil, 1 Klappe und 1 Diffusor.

- 2. Ventilazione dalla G.L. est attraverso il cunicolo trasversale 43/2 fino al km 32.09 (frontiera di stato);
- 3. Ventilazione dalla G.L. est attraverso il cunicolo trasversale 34/2 fino al km 32.09 (frontiera di stato).

Le fasi 1 e 2 riguardano lo scavo del cunicolo. Poiché il sistema complessivo di ventilazione è costituito da due sistemi in parallelo, il passaggio da una fase alla seguente può avvenire in due stadi, senza interruzione della ventilazione, dato che il minimo richiesto per la ventilazione del C.E. può essere assicurato da una sola condotta. Mentre la prima di queste viene raccorciata fino al successivo cunicolo trasversale del Tipo 2 ed il primo ventilatore spostato, la seconda condotta, con il relativo ventilatore, può continuare ad approvvisionare il C.E. con aria fresca. Non appena la prima condotta è nuovamente disponibile, si può far avanzare la seconda.

Non appena il cunicolo trasversale 34/2 disponibile, il sistema può passare alla fase 3. La ventilazione del C.E. sarà così accorciata a 2'250 m.

Modifiche del programma di costruzione comportano modifiche del piano di ventilazione, fermo restando il principio di ventilare la G.L. est attraverso cunicoli trasversali del Tipo 2.

4.3.7.3 Sezione del cunicolo

La tavola [21] mostra la sezione del C.E. scavato con fresa. Quando sono in funzione, le condotte flessibili hanno un diametro di 1.6 m; altrimenti pendono dai sostegni, penetrando nella sagoma del trenino di trasporto, ciò che deve essere prevenuto con apposite misure come p.es. anelli di supporto rigidi spazati regolarmente.

Le condotte saranno estratte dal contenitore a bordo della fresa in segmenti di 100 metri. Ulteriori caratteristiche delle condotte sono riportate nel capitolo 4.5.

4.3.7.4 Coppia di ventilatori sopra la chiusa nel ramo A

La chiusa nel ramo A consiste in:

- 2 paratie con: una porta ciascuna a due battenti di 4.7 metri di altezza, 2 aperture ciascuna per condotte d'aria e convergenti di ventilatore;
- 2 condotte d'aria flessibili, diametro 1.6 metri, lunghe come la chiusa, che convogliano l'aria fresca nel C.E.;
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 ventilatori assiali, diametro 1.4 metri, con silenzia-tori, convergenti e divergenti.

die Lüftungsschleuse ist in Plan [29] dargestellt.

4.3.7.5 Übergabestationen in den logistischen Nischen

Die Übergabestationen in den logistischen Kavernen des Erkundungsstollens bestehen aus 1 Lüfterplattform von ca. 40 m Länge. Diese trägt die folgenden Anlagen:

- 2 komplette Luttenlüfter mit Laufraddurchmesser 1.2 m inkl. Schaltschränke, ohne Klappe;
- 2 Stahllutten von mindestens 16 m Länge;
- Krümmer für die Einleitung der einströmenden Lutten vom Erkundungsstollen in die Kaverne und der abströmenden Lutten von der Kaverne in den Erkundungsstollen.

Die aerodynamischen Details der Übergabestation sollen nach den Empfehlungen der Richtlinie SIA 196 [11] hergestellt werden. Die Übergabestationen werden in Plan [31] beispielhaft dargestellt. Für einen Vortrieb von 12 km sind 2 Übergabestationen erforderlich, ca. bei km 2 und km 6 der Luttenlüftung ab der ersten Ventilatorstation.

Die folgenden logistischen Nischen sind als Standort für Übergabestationen vorgesehen:

- Phase 1: Montagekaverne TBM, km 12.4+30, Nische Baulogistik km 15.8+93;
- Phase 2: Nischen Baulogistik km 17.8+93 und 21.8+93;
- Phase 3: keine.

4.3.7.6 Ventilatorpaar in Querschlägen Typ 2 mit Schacht

Die Ventilatorstation in den Querschlägen des Typs 2 besteht aus:

- 1 Wetterwand im Querschlag zwischen dem Ostende und dem Schacht;
- 2 Axialventilatoren in der Wetterwand, mit je 1 Einlaufdüse, 2 Schalldämpfer, 1 Diffusor und 1 Klappe, mit Laufraddurchmesser 1.2 m;
- Je Lutte 4 x 90°-Bögen, um die Lutte aus dem Querschlag durch den Schacht in den Erkundungsstollen zu leiten;
- Die dazugehörigen geraden Luttenstücken zwischen den Axialventilatoren und den Bögen bzw. zwischen den Bögen.

Die Ventilatorstation wird in Plan [32] beispielhaft dargestellt.

4.3.7.7 Steuerungskonzept

Durch die Verlängerung der Lutten verändern sich der zu

La chiusa è illustrata nella tavola [29].

4.3.7.5 Stazioni di rilancio nelle piazzole logistiche

Le stazioni di rilancio nel camerone logistico del C.E. consistono in una struttura a traliccio di 40 m di lunghezza che sostiene:

- 2 ventilatori di condotta con diametro di 1.2 m, inclusi gli armadi di controllo;
- 2 condotte in acciaio di almeno 16 m di lunghezza;
- Gomiti per l'avviamento delle condotte dal C.E. nel camerone e viceversa.

I particolari aerodinamici delle stazioni di rilancio si ispirano alle raccomandazioni della norma SIA 196 [11]. Le stazioni sono illustrate a mo' d'esempio nella tavola [31]. Una lunghezza di 12 km comporta 2 stazioni di rilancio rispettivamente a circa 2 e 6 km dalla prima batteria di ventilatori.

Le seguenti piazzole logistiche sono previste per le stazioni di rilancio:

- Fase 1: camerone di montaggio TBM, km 12.4+30, piazzola logistica km 15.8+93;
- Fase 2: piazzole logistiche al km 17.8+93 e 21.8+93;
- Fase 3: nessuna piazzola

4.3.7.6 Coppia di ventilatori nei C.T. tipo 2 con pozzo

La stazione di ventilazione nel cunicolo trasversale di Tipo 2 consiste in:

- 1 Paratia nel C.T. fra l'estremità est ed il pozzo;
- 2 ventilatori assiali nella paratia, diametro 1.2 m, con convergenti, divergenti e silenziatori;
- 4 gomiti a 90° per avviare la condotta dal C.T. attraverso il pozzo nel C.E.;
- I segmenti rettilinei di condotta fra i ventilatori ed i gomiti e fra i gomiti stessi.

La stazione di ventilazione è illustrata nella tavola [32].

4.3.7.7 Concetto di controllo

L'estensione delle condotte e la conseguente variazione di

überwindende Druck und damit auch der Betriebspunkt des Ventilators. Über die manuelle Regelung der Ventilatorleistung per Frequenzumformer kann die Luftmenge trotz veränderlicher Luttenlänge in etwa konstant gehalten werden.

4.3.8 Luttenlüftung der Haupttunnel Nord

4.3.8.1 Beschreibung der Anlage

Die Luttenlüftung der Haupttunnel Nord versorgt die beiden nördlichen Vortriebe mit je einem Luttenstrang aus der Oströhre mit Frischluft. Sie taucht in das Umluftsystem der Haupttunnel Nord ein. Da der Frischluftbedarf während dem maschinellen Vortrieb geringer ist als während dem Sprengvortrieb, wird auch die Größe der Ventilatoren und der Lutten angepasst. Im Sprengvortrieb sind erforderlich:

- 1 Ventilatorportal als mobiler Träger der Axialventilatoren, in der Oströhre (vgl. Plan [37]);
- 1 Axialventilator mit Laufraddurchmesser 1.6 m, mit je 1 Einlaufdüse, 2 Schalldämpfern und 1 Diffusor, ohne Klappe, für den Vortrieb Ost;
- 1 Axialventilator mit Laufraddurchmesser 1.7 m, mit Einlaufdüse, Schalldämpfern und Diffusor, für den Vortrieb West;
- 1 geraden Luttenstrang mit Durchmesser 2.2 m für den Vortrieb Ost, mit 1 Abzweiger in die jeweilige Querschlagbaustelle;
- 1 Luttenstrang mit Durchmesser 2.6 m für den Vortrieb West mit 2 Krümmern für die Durchführung durch einen Querschlag und 1 Abzweiger in die jeweilige Querschlagsbaustelle. Die ersten 100 m dieses Stranges werden aus Platzgründen mit Durchmesser 2.4 m ausgeführt;
- Pro Vortrieb 1 Lutte 1.2 m zur Versorgung der Querschlagsbaustellen.

Im maschinellen Vortrieb sind erforderlich:

- 1 Ventilatorportal als mobiler Träger der Axialventilatoren, in der Oströhre (vgl. Plan [37]),
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.6 m, mit je 1 Einlaufdüse, 2 Schalldämpfern und 1 Diffusor, ohne Klappe,
- 1 geraden Luttenstrang mit Durchmesser 2.2 m für den Vortrieb Ost, mit 1 Abzweiger in die jeweilige Querschlagbaustelle,
- 1 Luttenstrang mit Durchmesser 2.2 m für den Vortrieb West mit 2 Krümmern für die Durchführung durch einen Querschlag und 1 Abzweiger in die je-

pressionen al ventilatore ne cambiano il punto di funzionamento. Nonostante l'estensione, è possibile mantenere la quantità d'aria all'incirca costante regolando manualmente la potenza del ventilatore tramite il convertitore di frequenza.

4.3.8 Ventilazione in condotta della G.L.N.

4.3.8.1 Descrizione dell'impianto

La ventilazione in condotta della G.L. nord approvvigiona d'aria fresca entrambi gli scavi verso nord, ciascuno con una serie di condotte segmentate. Essa si immerge nel sistema di ventilazione a circolazione delle gallerie di linea nord. Poiché il fabbisogno d'aria fresca per lo scavo meccanico è più ridotto che nel caso di scavo tradizionale, la dimensione dei ventilatori e delle condotte dovrà essere adattata. Nel caso di scavo all'esplosivo sono necessari:

- 1 piattaforma mobile di sostegno dei ventilatori assiali nella canna est (cfr. tavola [37]);
- 1 ventilatore assiale, diametro 1.6 m con 1 convergente, 2 silenziatori e un diffusore senza serranda, per lo scavo est;
- 1 ventilatore assiale, diametro della ventola 1.7 m con convergente, silenziatori e diffusore, per lo scavo ovest;
- 1 serie di condotte a segmenti diritti con diametro 2.2 m per lo scavo est, con una biforcazione in ciascuno dei rispettivi cantieri nei cunicoli trasversali;
- 1 serie di condotte a segmenti con diametro 2.6 m per lo scavo ovest, con 2 gomiti per l'immissione in un cunicolo trasversale ed una biforcazione in ciascuno dei rispettivi cantieri nei cunicoli trasversali. Per motivi di spazio, si eseguono i primi 100 metri di questa condotta con diametro 2.4 metri;
- Per ogni scavo, 1 condotta di 1.2 m di diametro per l'approvvigionamento dei cunicoli trasversali.

Per lo scavo meccanizzato sono necessari:

- 1 piattaforma mobile di sostegno dei ventilatori assiali nella canna est (cfr. tavola [37]);
- 2 ventilatori assiali, diametro 1.6 m ciascuno con 1 convergente, 2 silenziatori e un diffusore senza serranda;
- 1 serie di condotte a segmenti diritti con diametro 2.2 m per lo scavo est, con una biforcazione in ciascuno dei rispettivi cantieri nei cunicoli trasversali;
- 1 serie di condotte a segmenti con diametro 2.2 m per lo scavo ovest, con 2 gomiti per l'immissione in un cunicolo trasversale ed una biforcazione in cia-

weilige Querschlagsbaustelle,

- Pro Vortrieb 1 Lutte 1.2 m zur Versorgung der Querschlagsbaustellen.

Das Ventilatorportal wird in der Oströhre gesetzt, weil sie die Zulufröhre ist. Es fährt auf der Tunnelsohle, auf Rädern oder Schienen. Die lichte Höhe unter dem Portal beträgt mindestens 4.5 m (vgl. Plan [37]). Es wird derart im Tunnel positioniert, dass es sich stets stromaufwärts der beiden offenen Querschlägen des Umluftsystems befindet. Mit fortschreitendem Vortrieb wird es periodisch um einige hundert Meter weiter nach Norden gefahren, sodass die von ihm ausgehenden Luttenstränge 2'000 m Länge nicht zu sehr überschreiten. Dazu ist ein Unterbruch der Luttenlüftung der Vortriebe erforderlich.

Die Luttenelemente sind 20 m lang im Sprengvortrieb und 100 m lang im TBM-Vortrieb.

Der Luttenstrang zum Vortrieb West muss durch einen Querschlag geführt werden. Dieser ist zugleich ein Lüftungsquerschlag. Im Einlauf aus der Oströhre und im Auslauf in die Weströhre Krümmer erforderlich. Diese Konstruktion kann in Plan [36] eingesehen werden.

4.3.8.2 Betriebskonzept

Vgl. Kapitel 4.3.6.4

Bei TBM-Vortrieb wird die Lutte aus dem Luttenpeicher abgezogen, sodass der Luttenpeicher periodisch gewechselt werden muss.

Das Nachziehen des Lüfterportals findet in Betriebsunterbrüchen statt. Für diese ist eine passende Behelfslüftung einzusetzen, da die Vortriebe in dieser Phase nicht gelüftet werden können.

4.3.8.3 Steuerungskonzept

Vgl. Kapitel 4.3.6.5

4.3.9 Luttenlüftung des Haupttunnels ost und west nach Süden vor dem Umluftsystem

4.3.9.1 Beschreibung der Anlage

Gemäss dem Bauprogramm werden die südlichen Haupttunnel hauptsächlich nacheinander und nicht parallel vorgetrieben. Somit sind keine Querverbindungen vorhanden, welche von Anfang an ein Umluftsystem mit eintauchender Luttenlüftung der Vortriebe ermöglichen würde. Aus diesem Grund ist in der Oströhre für die gesamte Dauer des TBM-Vortriebs eine Luttenlüftung ab der Montagekaverne der TBM erforderlich, nach dem Vorbild der Luttenlüftung des Zugangsstollens (vgl. Kapitel 4.3.6). Das Gleiche gilt für die Weströhre bis zum Ende des TBM-Vortriebs.

scuno dei rispettivi cantieri nei cunicoli trasversali;

- Per ogni scavo, 1 condotta di 1.2 m di diametro per l'approvvigionamento dei cunicoli trasversali.

La piattaforma, su gomma o rotaia, è installata nella canna est, dato che questa convoglia l'aria fresca. L'altezza di sagoma è di 4.5 m (cfr. tavola [37]). Essa sarà disposta nella G.L. est in modo da essere sempre a monte dei cunicoli trasversali per il flusso di circolazione. Coll'avanzare dello scavo essa si sposterà verso nord in modo che la condotta che essa alimenta non superi i 2'000 metri di lunghezza. A tale scopo è necessaria un'interruzione della ventilazione in condotta degli scavi.

I segmenti di condotta sono lunghi 20 metri per lo scavo convenzionale e 100 metri per quello con fresa.

La condotta per la canna ovest deve transitare attraverso un C.T. che funge da cunicolo di ventilazione. All'ingresso dalla canna est e all'uscita nella canna ovest sono necessari gomiti. Questa struttura è visibile nella tavola [36].

4.3.8.2 Concetto operativo

Cfr. capitolo 4.3.6.4

Nello scavo con fresa, la condotta è estratta da un contenitore che deve essere periodicamente sostituito.

L'avanzamento del portale dei ventilatori viene effettuato durante le interruzioni dell'esercizio. Perciò è necessario utilizzare una ventilazione ausiliare adeguata, dato che non è possibile ventilare gli scavi in questa fase.

4.3.8.3 Concetto di controllo

Cfr. capitolo 4.3.6.5

4.3.9 Ventilazione in condotta della G.L. est e ovest verso sud, prima della ventilazione per circolazione

4.3.9.1 Descrizione dell'impianto

Stando al programma di scavo, le G.L. sud sono scavate in sequenza e non simultaneamente. Ne consegue che non vi sono C.T. disponibili fin dall'inizio per una ventilazione per circolazione, abbinata ad una in condotta per i fronti di scavo verso sud. Pertanto, per tutta la durata dello scavo con fresa, è necessario che la canna est sia equipaggiata con una ventilazione in condotta proveniente dal camerone di montaggio, analoga a quella per la G.A. (cfr. capitolo 4.3.6). Quanto detto vale egualmente per la canna ovest fino alla fine dello scavo con fresa.

Ähnlich zur Luttenlüftung des Zugangsstollens besteht die Luttenlüftung der Haupttunnel Ost und West Süd aus:

- 1 Lüftungsschleuse unmittelbar südlich der Montagekaverne,
- 1 Faltlutte für die Zuluft des Vortriebs, des Durchmessers 2.6 m und der maximalen Länge 3'800 m,
- 1 Faltlutte des Durchmessers 2.5 m und der Länge 500 m für die Abluft des Zugangsstollens zwischen der Schleuse und dem Luftkasten des Abluftsystems des Fensterstollens.

Die Lüftungsschleuse im Haupttunnel besteht aus (vgl. Plan [34]):

- 2 Wetterwänden mit je 1 zweiflügeligen Wettertor mit lichter Höhe 4.7 m und je 2 Durchlässe für Lutten bzw. Anschlüsse für Einlaufdüsen und ein Durchlass für das Förderband;
- 1 Sauglutte (z.B. Spirallutte) mit Durchmesser 2.5 m und ca. der Länge der Schleuse, welche die Abluft aus dem Haupttunnel zum Abluftventilator führt.
- 1 Ventilatorportal mit:
- 2 Axialventilatoren mit Laufraddurchmesser 1.7 m, bestehend aus je 1 Einlaufdüse oder Konfusor, 2 Schalldämpfer, 1 Aktivteil und 1 Diffusor.

Das Ventilatorportal wird an derjenigen Wetterwand angeordnet, die näher an der Montagekaverne steht. Die Ventilatoren auf dem Ventilatorportal werden in entgegengesetzter Blasrichtung angeordnet. Der eine Ventilator saugt Zuluft aus der Montagekaverne an und drückt sie in die Faltlutte zur Versorgung des Vortriebs des Haupttunnels. Er ist mit einer Einlaufdüse und einem Diffusor ausgerüstet. Der andere Ventilator saugt die Abluft aus dem Zugangsstollen über die Sauglutte an und drückt sie in das Abluftsystem des Fensterstollens bzw. des Luftkasten über eine Faltlutte. Diese Anordnung gilt solange, bis das Umluftsystem der Haupttunnel Süd in Betrieb genommen wird. Der Luttenstrang der Zuluft wird mit fortschreitendem Vortrieb in Abschnitten von 100 m im TBM-Vortrieb und 20 m im Sprengvortrieb verlängert.

4.3.9.2 Betriebskonzept
Vgl. Kapitel 4.3.8.2

4.3.9.3 Steuerungskonzept
Vgl. Kapitel 4.3.6.5

4.3.10 Luttenlüftung der Haupttunnel nach Süden mit Umluftsystem

Wenn der TBM Abschnitt beider südlichen Haupttunnel auf-

La ventilazione in condotta delle canne est e ovest verso sud richiede:

- 1 chiusa a sud della caverna logistica;
- 1 condotta d'aria fresca flessibile per lo scavo, diametro 2.6 m, lunghezza massima 3'800 m;
- 1 condotta flessibile, diametro circa 2.5 m, lunghezza 500 m per l'aria viziata della G.A. fra la chiusa ed il blocco di ventilazione della finestra di Mules.

La chiusa nella galleria di linea. si compone di (cfr. tavola [34]):

- 2 paratie con: ciascuna una porta a due battenti di 4.7 metri di altezza, 2 aperture ciascuna per condotte d'aria e convergenti, 1 apertura per il nastro trasportatore;
- 1 condotta d'aspirazione, diametro 2.5 metri, lunga come la chiusa, che convoglia l'aria viziata dalla G.L. verso il ventilatore assiale;
- una struttura a traliccio in acciaio che sostiene:
- 2 ventilatori assiali, diametro 1.7 metri, ciascuno con 1 convergente, 2 silenziatori, 1 parte attiva e 1 diffusore.

La struttura a traliccio sarà disposta presso la paratia più vicina al camerone di montaggio. I ventilatori sopra la struttura opereranno nelle due direzioni opposte. Uno aspira l'aria fresca dal camerone di montaggio e la spinge attraverso le condotte flessibili per approvvigionare lo scavo della G.L. Il secondo aspira l'aria viziata dalla G.A. attraverso la condotta apposita e la spinge in condotta verso il blocco di ventilazione della finestra. Ciò accade per il tempo necessario ad attivare il sistema di ventilazione per circolazione della G.L. sud. Coll'avanzare dello scavo le condotte flessibili d'aria fresca saranno progressivamente allungate con l'aggiunta di segmenti di 100 m per lo scavo alla fresa e di 20 m per quello convenzionale.

4.3.9.2 Concetto operativo
Cfr. capitolo 4.3.8.2

4.3.9.3 Concetto di controllo
Cfr. capitolo 4.3.6.5

4.3.10 Ventilazione in condotta della G.L. verso sud con ventilazione per circolazione

Non appena aperto il tratto a fresa di entrambe le G.L. sud e

gefahren ist und bereits etliche Querschläge zwischen den Haupttunnel Süd ausgebrochen wurden, wird die Luttenlüftung nach Kapitel 4.3.9 durch das Umluftsystem aus Kapitel 4.3.5 und die im vorliegenden Abschnitt beschriebenen Luttenlüftung abgelöst. Grund für diese Ablösung sind kürzere Luttenstränge in der Zuluft und weniger Luttenstränge in der Abluft.

Die Luttenlüftung der Haupttunnel Süd ist sehr ähnlich zu der Luttenlüftung der Haupttunnel Nord, welche in Kapitel 4.3.8 beschrieben wird. Deshalb wird auf eine Wiederholung verzichtet.

Das Ventilatorportal, die Durchführung der Lutten durch den Querschlag im TBM-Vortrieb sowie die Position der Lutten im Gewölbe des TBM-Vortriebs können in den Plänen [36] und [37] eingesehen werden.

4.3.11 Leckagen

Alle Wetterwände und Schleusen des Lüftungssystems trennen Wetterströme, die nicht vermischt werden sollten, sowie Bereiche unterschiedlichen Drucks voneinander. Deswegen müssen die Leckagen durch diese Abschlüsse auf ein Minimum beschränkt werden durch eine sachgerechte Ausführung und Installation derselben.

In der Auslegung sämtlicher Ventilatoren wurden die Leckagen nicht berücksichtigt, mit Ausnahmen der Leckage durch das Lüftungstor im Erkundungsstollen. Dieses wird durch ein Förderband durchstoßen, dessen Öffnung nicht versiegelt werden kann. Die Leckagen durch diese Öffnung werden abgeschätzt und die Ventilatoren entsprechend ausgelegt. Weitere Wände, obwohl mit Durchlässen für Förderbänder versehen, weisen nicht die gleiche hohe Druckdifferenz auf; deswegen werden diese entsprechend niedrigeren Leckagen vernachlässigt.

4.4 EREIGNISLÜFTUNG

Die Konzepte der Ereignislüftung werden im Bericht [25] vorgestellt.

4.5 ELEMENTE DER BAULÜFTUNG

4.5.1 Ventilatoren

4.5.1.1 Allgemeine Anforderungen

Die Benennung und Position der Ventilatoren, welche in Kapitel 4.3 beschrieben werden, sind in Anhang 5 definiert. Die Auslegungspunkte dieser Ventilatoren mitsamt Produktvorschlägen von Standardbaulüftern sind in Anhang 6 dokumentiert. Es wurden, wenn immer möglich, Standardventilatoren gewählt. Die allgemeinen Anforderungen an die Ventilatoren sind die folgenden:

- Anschlussspannung 400 V, wenn nicht anders spe-

completati alcuni C.T. tra le canne della G.L. sud, il sistema di ventilazione in condotta descritto al capitolo 4.3.9 sarà sostituito da quello per circolazione indicato al capitolo 4.3.5 e dal sistema di ventilazione descritto nel presente capitolo. Questa sostituzione causa una diminuzione della lunghezza delle condotte d'aria fresca e una diminuzione del numero di condotte d'aria viziata.

Data l'analogia della ventilazione in condotta della G.L. sud con quella della G.L. nord, si rimanda alla descrizione nel capitolo 4.3.8.

La descrizione di sostegno dei ventilatori, la disposizione delle condotte per lo scavo alla fresa attraverso i C.T. come pure la loro disposizione presso la volta sono descritte nelle tavole [36] e [37].

4.3.11 Fughe d'aria

Tutte le paratie e chiuse del sistema di ventilazione separano sia flussi d'aria, che non devono essere mischiati, come pure ambienti a differente pressione statica. Pertanto le fughe d'aria attraverso tali pareti devono essere ridotte al minimo con un'opportuna esecuzione dell'elemento e della sua installazione.

Il dimensionamento di tutti i ventilatori prescinde da queste fughe, con l'eccezione di quelle attraverso la parete a pressione dei ventilatori d'aria viziata nel C.E. Aica. Questa viene attraversata dal nastro trasportatore la cui apertura non può essere sigillata. Le fughe d'aria attraverso la luce di questa sono state stimate ed i ventilatori dimensionati di conseguenza. Altre pareti, pur presentando aperture per il nastro trasportatore, non esibiscono la stessa differenza di pressione e, pertanto, le corrispondenti fughe d'aria, di livello più modesto, sono state volutamente trascurate.

4.4 VENTILAZIONE D'EMERGENZA

I concetti della ventilazione d'emergenza sono illustrati nel rapporto [25].

4.5 IMPIANTI PER LA VENTILAZIONE DI CANTIERE

4.5.1 Ventilatori

4.5.1.1 Requisiti generali

La denominazione e la disposizione dei ventilatori descritti nel capitolo 4.3 è definita nell'Allegato 5. I punti di funzionamento di queste macchine, assieme a proposte di prodotti sono documentati nell'Allegato 6. Per quanto possibile sono stati identificati ventilatori standard, i cui requisiti generali sono riportati di seguito:

- Tensione di alimentazione di 400 V, salvo altra di-

zifiziert;

- Ausrüstung und Steuerung mit Frequenzumformer, wenn nicht anders spezifiziert;
- Ausrüstung mit Rohrschalldämpfern saug- und druckseitig;
- Automatische Messung des Volumestroms und des Differenzdrucks.

Für die Ventilatoren im Erkundungsstollen gilt zusätzlich:

- Explosionsgeschützte Ausführung nach Richtlinie 94/9/EG ATEX, Gruppe I, Kategorie M2.

Welche Ventilatoren von dieser Anforderung betroffen sind, ist im Anhang 6 dokumentiert.

Bis auf die weiter unten beschriebenen Ausnahmen, besteht keine Anforderungen an einen Anschluss an die Notstromversorgung.

4.5.1.2 Abluftventilatoren Erkundungsstollen Aicha

Die Abluftventilatoren des Erkundungsstollens Aicha (AV_ES-abl-1 und 2) weisen zusätzlich zu den Kapitel 4.5.1.1 definierte Anforderungen folgende Merkmale aus:

- Anschluss an eine (unterbrechungsfreie) Notstromversorgung, welche sie auf 100% ihrer Leistung betreiben kann.
- Reversibilität auf 100%;
- Explosionsgeschützte Ausführung nach Richtlinie 94/9/EG ATEX, Gruppe I, Kategorie M2.

Somit kann der Erkundungsstollen Aicha im Notfall als Frischluftweg verwendet werden, auch bei Stromunterbruch.

4.5.2 Schalldämpfer

Die einschlägigen Lärmgrenzwerte müssen über und unter Tage erfüllt werden. Die Ventilatoren sind saug- und druckseitig mindestens mit Rohrschalldämpfern auszurüsten. Es gilt die Auflage 16 des Genehmigungsbeschlusses Nr. 071/2009 des CIPE [10].

4.5.3 Klappen

Ventilatoren:

- durch welche bei Stillstand unerwünschter Luftaustausch zwischen Lüftungsmodulen stattfinden kann;
- welche an das Abluftsystem des Fensterstollens Maults angeschlossen sind;
- und welche eine Schlüsselrolle in den Ereigniskonzepten spielen

werden mit motorisierten Klappen ausgerüstet. Das Mengen-

spositione;

- Kontrolle mit convertitore di frequenza, salvo altra disposizione;
- Equipaggiamento con silenziatore in aspirazione e mandata;
- Rilevamento automatico della portata e della prevalenza.

Per i ventilatori nel cunicolo esplorativo vale inoltre.

- Esecuzione a prova d'esplosione secondo la norma 94/9/EG ATEX, gruppo I, categoria M2;

Quali siano i ventilatori interessati da questa prescrizione, è documentato nell'Allegato 6.

Salvo le eccezioni citate più avanti, non è necessaria un'alimentazione d'emergenza.

4.5.1.2 Ventilatori d'aria viziata del C.E. Aicha

I ventilatori d'aria viziata del C.E. Aicha (AV_ES-abl-1 e 2) presentano le seguenti caratteristiche addizionali, rispetto a quelle specificate nel capitolo 4.5.1.1:

- Collegamento ad un'alimentazione d'emergenza senza interruzioni, che assicuri il funzionamento al 100%;
- Reversibilità del 100%;
- Esecuzione a prova d'esplosione secondo la norma 94/9/EG ATEX, gruppo I, categoria M2.

È assicurato, così, l'apporto d'aria fresca lungo il C.E. Aicha in caso d'emergenza, anche durante un'interruzione di corrente elettrica.

4.5.2 Silenziatori

Per rispettare i limiti del rumore prescritti in sottoterraneo ed in superficie è necessario equipaggiare i ventilatori di silenziatori da entrambi i lati. Per questo vige la prescrizione 16 del decreto d'approvazione No. 071/2009 del CIPE [10].

4.5.3 Serrande

Quei ventilatori

- attraverso cui, quando a riposo, si possono stabilire flussi d'aria indesiderati fra i moduli di ventilazione;
- che sono collegati al sistema di estrazione d'aria della Finestra di Mules;
- e che svolgono un ruolo chiave nel concetto di ventilazione d'emergenza

saranno dotati di serrande motorizzate. Il computo metrico

gerüst der Klappen mitsamt Produktvorschlägen von Standardklappen ist in Anhang 6 dokumentiert. Es wurden, wenn immer möglich, Standardklappen gewählt. Die allgemeinen Anforderungen an die Klappen sind die folgenden:

- Motorisiert mit Anschlussspannung 400 V, wenn nicht anders spezifiziert;
- Steuerung zusammen mit dem zugehörigen Ventilator, wenn nicht anders spezifiziert.

Für die Klappen der Ventilatoren im Erkundungsstollen gilt zusätzlich:

- Explosionsgeschützte Ausführung nach Richtlinie 94/9/EG ATEX, Gruppe I, Kategorie M2.

Welche Klappen von dieser Anforderung betroffen sind, ist im Anhang 6 dokumentiert.

4.5.4 Lutten

4.5.4.1 Anforderungen

Das Inventar der Lutten ist in Anhang 7 mit Luttenklasse, Durchmesser und Länge gegeben. Die Klasse der Lutte bezeichnet den Typ und die Qualität der Lutte und ist in Tabelle 5 für dieses Projekt definiert. Die Reibungsbeiwerte und spezifische Leckageflächen, welche in der Tabelle angegeben sind, fließen in die Dimensionierung der Ventilatoren ein. Unter den Faltlutten sind insbesondere die Lutten der Klasse F1 zu erwähnen, welche in Elementen von 100 m hinter der TBM verlegt werden, und die Lutten der Klasse F2, welche in Elementen von 20 m hinter dem Sprengvortrieb verlegt werden.

Die Kunststofflutten (Falt- und Spirallutten) sollen aus antistatischem Material gefertigt sein.

Tabelle 5: Definition der Luttenklassen

Luttentyp Typo	Klasse Classe	Eigenschaften Caratteristiche	Reibungsbeiwert Coeff. d'attrito [-]	Spez. Leckage Porosità [mm ² /m ²]
Faltlutte Condotte flessibili	F1	neue oder gut gewartete Lutte, in Elementen von 100 m verlegt, z.B. hinter der TBM condotta nuova o ben mantenuta, in segmenti di 100 m per lo scavo alla fresa	0.015	5.0
	F2	neue oder gut gewartete Lutte, in Elementen von 20 m verlegt, z.B. hinter dem Sprengvortrieb condotta nuova o ben mantenuta, in segmenti di 20 m per lo scavo convenzionale	0.018	10.0
	F3	alte Lutte, in Elementen von 20 m verlegt, z.B. hinter dem Sprengvortrieb condotta usata, in segmenti di 20 m per lo scavo convenzionale	0.024	20.0
Spirallutte Condotte a spirale	S1	neu Lutte, in kurzen Elemente von 5-10 m verlegt, z.B. als Sauglutte condotta nuova, in corti segmenti di 5-10 m da usarsi come condotta d'aspirazione	0.045	20.0

delle serrande, incluse proposte di modelli standardizzati, è documentato nell'Allegato 6. Per quanto possibile si è fatto riferimento a serrande standard. Le esigenze generali delle serrande sono le seguenti:

- Motorizzazione con collegamento a 400 V, se non altrimenti specificato;
- Regolazione e controllo abbinata a quella dei rispettivi ventilatori, quando non altrimenti specificato.

Per le serrande dei ventilatori nel cunicolo esploratore vale inoltre:

- Esecuzione a prova d'esplosione secondo la norma 94/9/EG ATEX, gruppo I, categoria M2;

Quali serrande siano interessate da questa norma, è descritto nell'Allegato 6.

4.5.4 Condotte

4.5.4.1 Esigenze

L'inventario delle condotte è presentato nell'Allegato 7 secondo: classe, diametro e lunghezza. La classe, che ne identifica il tipo e la qualità, è riportata nella Tabella 5. L'attrito e la porosità indicate nella tabella concorrono al dimensionamento dei ventilatori. Fra le condotte flessibili si menzionano quelle della classe F1 e della classe F2, rispettivamente di 100 e di 20 metri di lunghezza destinate allo scavo con fresa (F1) e all'esplosivo (F2).

Le condotte in materiale plastico (condotte flessibili e condotte a spirale) devono essere realizzate in materiale antistatico.

Tabella 5: Definizione delle classe delle condotte

4.5.4.2 Effekt der Alterung der Lutten

Die Luttenlüftungen wurden so ausgelegt, dass mit optimaler Luttenklasse in der Regel die in der Frischluftberechnung für den gesamten Prozess ermittelte Luftmenge bis zur Ortsbrust gebracht werden kann. Unter optimaler Luttenqualität wird verstanden nach SIA 196:

- Klasse F1 in den maschinellen Vortrieben, im Fensterstollen und im Erkundungsstollen;
- Klasse F2 in den Sprengvortrieben.

Verschlechtert sich nun die Luttenqualität infolge Alterung und Verschleiß, nimmt die Leckage zu. Die Auswirkung dieser Alterung auf das Lüftungssystem wurde abgeschätzt, indem für ausgewählte Vortriebe und Luttenlüftungen die in der Auslegung angesetzte Klasse auf die nächst tiefere abgestuft wurde. Die Ergebnisse dieser Abschätzung sind im Folgenden erläutert:

- Sprengvortriebe HT Nord: Der Frischluftbedarf setzt sich zusammen aus dem punktuellen Bedarf der Vortriebsarbeiten an der Ortsbrust und dem verteilten Bedarf der Transporte im rückwärtigen Bereich. Die Abstufung der Luttenqualität führt dazu, dass mit dem geplanten Ventilator die gesamte erforderliche Luftmenge nicht mehr an die Front gebracht, aber dennoch am Ventilator in den Luttenabschnitt geblasen werden kann. Bei elektrischen Vortriebsgeräten für Abbau und Auflad ist dies zulässig gemäß SIA 196 [11], § 2.33, da ein Teil des Frischluftbedarfs auf der Strecke für die Transporte anfällt.
- TBM-Vortriebe Nord und Süd: Die gleiche Beobachtung gilt auch hier.
- Erkundungsstollen: Die Luttenlüftung ist derzeit so ausgelegt, dass bei 12 km Lüftungslänge von 50 m³/s am ersten Ventilatorpaar 22 m³/s an der Ortsbrust ankommen. Dies reicht zur Deckung der Bedürfnisse, insbesondere zur Erfüllung der Minimalgeschwindigkeit im Querschnitt. Die Abstufung der Luttenqualität auf den gesamten 12 km Luttenlüftung führt dazu, dass bei 50 m³/s am ersten Ventilatorpaar nur noch 10 an der Ortsbrust ankommen. Dies ist nicht zulässig, sodass die Lutten regelmäßig auf ihren Zustand geprüft und Schäden umgehend behoben werden müssen.
- Fensterstollen: Die Luttenlüftung im Fensterstollen ist derzeit mit Lutten der Klasse F1 zwischen den Luftkästen so ausgelegt, dass ca. 219 m³/s am Kamin ankommen, wenn ca. 224 m³/s in den Luftkas-

4.5.4.2 Effetto dell'invecchiamento delle condotte

Le ventilazioni in condotta sono state configurate in modo che, facendo riferimento alla classe di condotte ideale, l'aria fresca definita per tutti i processi possa essere utilizzata fino al fronte di scavo. Per qualità ideale delle condotte si intende secondo la norma svizzera SIA 196:

- Classe F1 per gli scavi meccanizzati, nella Finestra di Mules e nel cunicolo esplorativo;
- Classe F2 per lo scavo all'esplosivo.

Quando la qualità delle condotte si deteriora a seguito d'invecchiamento e d'usura, aumentano le perdite d'aria. L'effetto di quest'invecchiamento sul sistema di ventilazione è stato stimato per alcuni scavi scelti (vedi sotto) riducendo di un grado la classe della condotta fissata nel dimensionamento. I risultati di questa stima sono illustrati qui di seguito:

- Scavi all'esplosivo G.L. nord: il fabbisogno d'aria fresca si compone della quantità localmente richiesta al fronte di scavo e di quella, distribuita, richiesta dai trasporti lungo le retrolinee. La riduzione della qualità delle condotte di un grado, cioè l'aumento delle perdite d'aria, comporta che la quantità d'aria totale richiesta non pervenga più al fronte di scavo nella stessa misura ma debba essere comunque soffiata dal ventilatore nel sistema di condotte. Con macchinari elettrici di scavo e di caricamento questo è conforme alla direttiva SIA 196 [11], § 2.33, poiché una parte del fabbisogno d'aria deve coprire le necessità del trasporto lungo la galleria.
- Scavo con TBM nord et sud: anche in questo caso valgono le stesse osservazioni.
- Cunicolo esplorativo: la ventilazione in condotta è attualmente così configurata che, lungo i 12 km di condotte, dei 50 m³/s attraverso la prima coppia di ventilatori, 22 m³/s giungono al fronte di scavo. Questo basta per coprire le necessità ed, in particolare, per soddisfare la velocità minima nella sezione. La riduzione di un grado della qualità delle condotte sui 12 km comporta che, dei 50 m³/s attraverso la prima coppia di ventilatori, solo 10 m³/s giungano al fronte di scavo. Ciò non è ammissibile. Quindi le condotte devono essere regolarmente controllate e i danni immediatamente riparati.
- Finestra di Mules: la ventilazione in condotta fra i vari blocchi di ventilazione lungo la Finestra è attualmente concepita con condotte della classe F1, di modo che al camino giungono 219 m³/s quando

ten am Fußpunkt einströmen, d.h. es treten ca. $5 \text{ m}^3/\text{s}$ oder 2.2% Leckagen entlang dem Fensterstollen auf. Wird nun die Luttenklasse auf F2 abgestuft, steigt die Leckage auf $10 \text{ m}^3/\text{s}$ oder ca. 4.5% entlang dem Fensterstollen an. Dies liegt im tolerierbaren Bereich.

Allgemein sind die Lutten regelmäßig auf ihren Zustand zu prüfen und Schäden umgehend zu beheben.

4.5.5 Entstauber

Sämtliche konventionellen und kontinuierlichen Vortriebe sind mit einer Vorrichtung zur Stauberfassung und Staubabscheidung auszurüsten (vgl. Kapitel 4.1.3). Diese besteht in der Regel aus:

- 1 Axialventilator; dieser erfasst mindestens so viel Luft, wie in den Vortrieb geblasen wird;
- 1 Entstauber, dessen Kapazität auf den Luftstrom des Axialventilators abgestimmt ist;
- Saug- und Blaslutten, um die Luft im Tunnel zu fassen und wieder auszublasen.

Für die Entstauber und deren Ventilatoren im Erkundungsstollen gilt zusätzlich:

- Explosionsgeschützte Ausführung nach Richtlinie 94/9/EG ATEX, Gruppe I, Kategorie M2.

Welche Entstauber und Ventilatoren von dieser Anforderung betroffen sind, ist im Anhang 6 dokumentiert.

Bei TBM-Vortrieb fährt diese Anlage mit und erfasst die Luft unmittelbar hinter dem Schild. Bei konventionellem Vortrieb wird die Anlage auf Schlitten oder fahrbaren Portalen nachgezogen.

Die Anlagen sollen nach den Empfehlungen der SIA 196 [11] erstellt werden.

4.5.6 Zwischendecke

Im Fensterstollen und in der Lüftungskaverne werden Zwischendecken eingebaut. Ihre Länge beträgt 20 bis 30 m. Deren Zweck und Lage werden in dem Kapitel 4.3.2 erläutert. Sie sind in dem Plan [38] dargestellt.

Die Decken bestehen beispielhaft aus Stahlträgern, die im Gewölbe befestigt und mit Stahlblech abgedeckt werden. Beide Zwischendecke werden an beiden Stirnseiten mit einer Wand nach oben abgeschlossen, sodass ein im Gewölbe aufgehängter Kasten entsteht. Die Wand besteht ebenfalls aus Stahlträgern und Blechen. In beiden Stirnseiten der Zwischendecke im Fensterstollen und in einer Stirnseite der Zwischendecke in der Lüftungskaverne sind zudem je drei Anschlussflansche für Lutten eingefasst. Der Durchmesser

al piede entrano $224 \text{ m}^3/\text{s}$. Le perdite lungo la Finestra sono pari a $5 \text{ m}^3/\text{s}$, cioè poco più del 2%. Qu allora la qualità delle condotte venga ridotta alla classe F2, le perdite d'aria lungo la Finestra salgono a $10 \text{ m}^3/\text{s}$, circa il 4.5%, ciò che rimane compreso nei margini di tolleranza.

In linea generale le condotte devono essere regolarmente controllate e i danni immediatamente riparati.

4.5.5 Depolverizzazione

Tutti i fronti di scavo, convenzionali o meccanizzati, sono da equipaggiarsi con impianti per la cattura e la separazione della polvere (cfr. capitolo 4.1.3). Questi consistono in:

- 1 ventilatore assiale che catturi tanta aria quanta ne può circolare presso lo scavo;
- 1 depolverizzatore la cui capacità volumetrica dipende dal flusso d'aria del ventilatore assiale;
- Condotte d'aspirazione e di mandata per catturare e reimmettere l'aria in circolo.

Per i depolverizzatori ed i relativi ventilatori nel cunicolo esplorativo valgono inoltre:

- Esecuzione a prova d'esplosione secondo la norma 94/9/EG ATEX, gruppo I, categoria M2;

Quali depolverizzatori siano interessati da questa norma, è descritto nell'allegato 6.

Nello scavo alla fresa quest'impianto segue la macchina immediatamente dietro lo scudo. Per lo scavo convenzionale è spostato con piattaforme mobili.

Gli impianti devono essere realizzati secondo le raccomandazioni della SIA 196 [11].

4.5.6 Falso soffitto

Nella finestra e nel camerone di ventilazione vengono installati falsi soffitti di lunghezza compresa tra 20 e 30 m. Il loro scopo e la loro posizione sono illustrati nel capitolo 4.3.2 e sono raffigurati nella tavola [38].

I soffitti sono costituiti, per esempio, da sostegni in acciaio fissati nella volta e ricoperti di lamiera di acciaio. Entrambi i falsi soffitti vengono chiusi su entrambi i fronti con una parete verso l'alto, in modo tale da creare nella volta un blocco sospeso. Anche questa parete è costruita con sostegni in acciaio e lamiera. Sui due fronti del falso soffitto della finestra e su un fronte del falso soffitto del camerone di ventilazione sono inoltre montate tre flange di collegamento per condotte per ciascun fronte. Il diametro di tale flangia è

dieser Flansche beträgt 2.5 m.

Die Blechfugen und die Ränder der Decke und Wände sind gegeneinander und gegen das Gewölbe so gut wie möglich abzudichten, z.B. mit PU-Schaum oder Gummibändern. Auf diese Weise wird die Leckage der Luftkästen minimiert.

4.5.7 Wetterwände

In dem weit verzweigten Stollensystem kommen Wetterwände sehr häufig vor. Alle Wetterwände und Schleusen des Lüftungssystems trennen Wetterströme, die nicht vermischt werden sollten, sowie Bereiche unterschiedlichen Drucks voneinander. Deshalb ist ihrer Ausführung große Sorge zu tragen. Die Qualität eines Lüftungssystems steht und fällt erfahrungsgemäß mit der Qualität dieser Abschlusselemente.

Allgemein gilt als Auslegungsdruck für die Wetterwände ± 5.0 kPa, vor Sicherheitszuschlag.

Es muss unterschieden werden zwischen Wetterwände mit motorisieren Tore und einfachen Wetterwänden mit höchstens einer Personenschleuse.

4.5.7.1 Einfache Wetterwände

Die einfachen Wetterwände trennen z.B. die Haupttunnel voneinander oder die Haupttunnel von dem Mittelstollen der NHS ab. Sie können aus einem Stahlgerüst mit Blechplatten oder aus einem Holzgerüst bestehen. Die Blechfugen und die Ränder der Wand sind gegeneinander und gegen das Gewölbe so gut wie möglich abzudichten, z.B. mit PU-Schaum oder Gummibändern. Das gleiche gilt für Türen und mögliche Durchführungen von Rohren. Auf diese Weise wird die Leckage der Wetterwände minimiert.

4.5.7.2 Wetterwände mit Toren

Die Wetterwände mit Toren kommen in den in Kapitel 4.3 beschriebene Lüftungsmodule als einzelwände oder Innerhalb einer Schleuse vor. Sie sollen aus einem Stahlgerüst mit Blechplatten bestehen.

Zu Abdichtung der Fugen vgl. Kapitel 4.5.7.1.

4.5.7.3 Wetterwände mit Durchlass für Förderbänder

Die Wetterwände mit Durchlässen für Förderbänder kommen in den in Kapitel 4.3 beschriebene Lüftungsmodule als einzelwände oder Innerhalb einer Schleuse vor. Die Durchlässe sollen derart gestaltet werden, dass die Leckageströme durch dieselben minimiert werden. Dies kann zum Beispiel mittels dicken Gummischürzen umgesetzt werden, welche in dem Rahmen des Durchlasses befestigt sind und bei leerem Förderband auf diesem Schleifen. Weiter können mehrere solcher Schürzen in einem an der Wetterwand angebrachten

compreso tra 2.5 m.

Le fessure fra la lamiera e i bordi del soffitto e delle pareti devono essere sigillati al meglio, per es. con schiuma PU o nastri di gomma, nei punti di intersezione tra loro e di contatto con la volta. In tal modo le perdite dei blocchi sono ridotte al minimo.

4.5.7 Paratie

Il sistema di condotte, fittamente diramato, presenta molto spesso paratie. Tutte le paratie e le chiuse del sistema di ventilazione separano sia flussi d'aria, che non devono essere mischiati, come pure ambienti a differente pressione statica. Pertanto occorre prestare una cura speciale nella loro esecuzione. L'esperienza ha infatti dimostrato che la qualità di un sistema di ventilazione si regge sulla qualità di tali elementi di chiusura.

In generale, la differenza di pressione per le paratie equivale a ± 5.0 kPa, senza l'aggiunta di un margine di sicurezza.

Occorre distinguere tra paratie con porte motorizzate e paratie semplici con al massimo una chiusa per la sicurezza delle persone.

4.5.7.1 Paratia semplice

Le paratie semplici separano per es. le G.L. le une dalle altre o le G.L. dal cunicolo centrale della fermata d'emergenza. Possono essere costituite da un'intelaiatura in acciaio con lastre di lamiera o da un'intelaiatura in legno. Le fessure della lamiera ed i bordi della parete devono essere sigillate al meglio, per es. con schiuma PU o nastri di gomma, nei punti di intersezione tra loro e di contatto con la volta. Lo stesso dicasi per le porte e gli eventuali passaggi di tubi. In tal modo le perdite delle paratie siano ridotte al minimo.

4.5.7.2 Paratia con porta

Le paratie con porte sono utilizzate nei moduli di ventilazione descritti al capitolo 4.3 come paratie singole o all'interno di una chiusa. Devono essere costituite da un'intelaiatura in acciaio con lastre di lamiera.

Per sigillare le fessure cfr. capitolo 4.5.7.1.

4.5.7.3 Pareti con aperture per nastri convogliatori

Le pareti con aperture per nastri trasportatori appaiono nella descrizione dei moduli di ventilazione del capitolo 4.3 come pareti isolate oppure combinate in una chiusa. I passaggi dovrebbero essere concepiti in modo da ridurre le perdite al minimo. Ciò, per esempio potrebbe essere ottenuto con "gonnellini" flessibili di gomma, fissati al telaio delle aperture che strisciano sul nastro quando questo è vuoto. Più dispositivi di questo tipo possono essere montati in serie lungo il canale fissato alla parete che avvolge il nastro trasportato-

Kanal, welcher das Förderband umgibt, montiert werden.

4.5.8 Tore und Schleusen

Für die Tore der Wetterwände sind sowohl Rolltore als auch Flügeltore möglich. Allgemein gilt für die Tore:

- Die Tore sollen mit elektrischem oder elektrohydraulischem Antrieb versehen sein, sowie einem manuellem Öffnungsmechanismus für den Stromausfall.
- Die Tore sollen nebst der Hauptöffnung noch einen zweiflügeligen Personendurchgang haben. Bei Lüftungstoren, die nicht in einer Schleuse eingebaut sind, soll dieses Tor zu einer Personenschleuse ausgestaltet sein.
- Die Flügeltore sollen mit 2 gegenläufigen Flügeln ausgeführt werden; d.h. ein Flügel öffnet sich auf die eine Wandseite, der andere Flügel auf die andere Seite.
- Die Tore sollen mit einem doppelten Sicherheitsmechanismus ausgerüstet sein, der 1. die Schließung verhindert, während sich ein Gegenstand oder eine Person im Tor befindet und 2. Das Tor wieder öffnet, wenn sich etwas während der Schließung im Tor befindet.
- Die Anfahrt der Tore und Schleusen soll beidseitig mit Lichtsignalen gesichert werden, um zu verhindern, dass sich Fahrzeuge in den Toren bzw. Schleusen kreuzen
- Die Tore sind in der Regel nicht ferngesteuert. Ihr Zustand der Tore soll jedoch in der Leitstelle einsehbar sein. Die Öffnung der Tore wird per Lichtschranke oder Druckknopf angefordert, die Schließung erfolgt automatisch unter Berücksichtigung der Sicherheitsmechanismen.

Die Tore in der logistischen Verbindung 48/2 müssen zudem noch folgende Anforderungen erfüllen: Sie müssen im Ereignisfall von der Leitstelle aus geöffnet werden können und an die Notstromversorgung angeschlossen sein.

Das Tor in der Verbindung zur Lüftungskaverne muss im Normalbetrieb zu Belüftung der Kaverne offen stehen und im Ereignisbetrieb zur Funktionstüchtigkeit der Drucklüftung mit Strahlventilatoren geschlossen werden. Daher muss es ebenfalls von der Leitstelle aus fernsteuerbar sein und an die Notstromversorgung angeschlossen werden.

Ähnliches gilt für die Tore zwischen dem Haupttunnel West und dem Verbindungsstollen zum Erkundungsstollen sowie

re.

4.5.8 Porte e chiuse

Per le porte delle paratie sono possibili porte avvolgibili o a battenti. In generale, per le porte vale quanto segue:

- Le porte devono essere munite di un azionamento elettrico o elettroidraulico, nonché di un meccanismo di apertura manuale in caso di interruzione di corrente elettrica.
- Oltre all'apertura principale le porte devono essere munite anche di un passaggio a due battenti per le persone. Le porte di ventilazione che non sono integrate in una chiusa devono essere allestite come per una chiusa per la sicurezza delle persone.
- Le porte a battenti devono essere realizzate con 2 battenti ad apertura opposta, ossia un battente che si apre su un lato della parete, e l'altro che si apre sull'altro lato.
- Le porte devono essere dotate di un meccanismo di sicurezza doppio, in cui il primo meccanismo impedisce la chiusura se nell'apertura della porta si trova un oggetto o una persona, mentre il secondo apre nuovamente la porta nel caso in cui durante la chiusura vi sia qualcosa nel vano della porta.
- L'accesso a porte e chiuse deve essere reso sicuro su ambo i lati con segnali luminosi al fine di impedire che veicoli si incrocino nelle porte o nelle chiuse.
- Di norma, le porte non sono comandate a distanza. Il loro stato deve tuttavia essere visibile nella sala di controllo. L'apertura delle porte è richiesta mediante fotocellule o la pressione di un pulsante, mentre la chiusura avviene automaticamente per via di meccanismi di sicurezza.

Le porte del collegamento logistico 48/2 devono inoltre soddisfare i seguenti requisiti: in caso di incendio devono poter essere aperte dalla sala di controllo e devono essere collegate al sistema di alimentazione di corrente di emergenza.

Nell'esercizio normale la porta del collegamento verso il camerone di ventilazione deve essere aperta per la ventilazione del camerone e in caso di incendio deve essere chiusa per garantire l'efficienza della ventilazione forzata con ventilatori a getto. Pertanto anche questa porta deve poter essere aperta dalla sala di controllo e deve essere collegata al sistema di fornitura di corrente elettrica d'emergenza.

Lo stesso dicasi per le porte tra la G.L. ovest e il cunicolo di collegamento verso il C.E. e verso il nodo logistico di Trens.

zum logistischen Knoten Trens.

4.5.9 Strahlventilatoren

Die Strahlventilatoren im Fensterstollen werden in einem Abschnitt montiert, der frei von Lutten ist. Daher können sie paarweise im Gewölbe montiert werden. Die Strahlventilatoren sollen mit Schalldämpfern ausgerüstet werden. Die technischen Merkmale der Strahlventilatoren sind die folgenden:

- Anzahl: 4 Stück
- Laufraddurchmesser: 1 m
- Strahlgeschwindigkeit: 40 m/s
- Standschub: 1.6 kN
- Motorleistung: 40 kW
- reversibel

Die Ventilatoren können über stern-dreieck Schaltung angesteuert werden. Sie müssen von der Leitstelle aus fernsteuerbar sein und an die Notstromversorgung angeschlossen werden.

Die Ventilatoren werden in zwei Gruppen von je 2 Einheiten 50 und 150 m vom Portal des Fensterstollens angeordnet.

4.5.10 Speisung und Steuerung

4.5.10.1 Normalbetrieb

Die Anlagen der Baulüftung werden ab den Transformatoren des Baustroms versorgt. Diese sind im Bericht [42] beschrieben.

Die Steuerung der Anlagen ist im Plan [28] dargestellt.

Die Details zu Steuerung sind in Kapitel 6 enthalten.

4.5.10.2 Notstromversorgung

Gemäss Kapitel 3.10.1.1 besteht im Abschnitt Mault II und III keine Überflutungsgefahr mit Erdgas während dem Vortrieb. Daher ist nach Kapitel 3.10.1.3 auch keine ununterbrochene Gewährleistung der Mindestströmungsgeschwindigkeit in den Stollen erforderlich. Daher wird auf eine Notstromversorgung aller Ventilatoren verzichtet.

An eine Notstromversorgung angeschlossen werden müssen die Anlagen, die notwendig sind, um eine minimale Belüftung des Stollensystems und die Ereignislüftung zu gewährleisten. Dies betrifft folgende Anlagen:

- Die Abluftventilatoren im Erkundungsstollen Aicha, Notstromversorgung zu 100%, insgesamt 640 kW Anschlussleistung, vgl. Kapitel 4.5.1.2;
- Die Schleuse im logistischen Querschlag 48/2 zu

4.5.9 Ventilatori a getto

I ventilatori a getto nella finestra vengono montati in un tratto privo di condotte. Essi possono quindi essere montati a coppie sulla volta. I ventilatori a getto devono essere muniti di silenzianti. Le caratteristiche tecniche dei ventilatori a getto sono le seguenti:

- Numero: 4 unità
- Diametro della girante: 1m
- Velocità del getto: 40 m/s
- Spinta al banco: 1.6 kN
- Potenza del motore: 40 kW
- reversibili

I ventilatori possono essere comandati tramite un circuito stella-triangolo. Devono poter essere comandati dalla sala di controllo e devono essere collegati al sistema di alimentazione di corrente di emergenza.

I ventilatori vengono disposti in due gruppi di 2 unità ciascuno a 50 e 150 m dal portale della finestra.

4.5.10 Alimentazione e controllo

4.5.10.1 Esercizio normale

Gli impianti della ventilazione in fase di costruzione verranno alimentati dai trasformatori dell'alimentazione di cantiere. Questi impianti sono descritti nella Relazione Tecnica [42].

Il sistema di comando-controllo degli impianti di ventilazione è illustrato nella tavola [28].

I particolari della regolazione sono contenuti nel capitolo 6.

4.5.10.2 Fornitura di corrente elettrica d'emergenza

Nel capitolo 3.10.1.1 si mostra che nei tratti Mault II e III non sussiste alcun pericolo di irruzione di gas naturali durante lo scavo. Quindi, in base al capitolo 3.10.1.3, non è necessario assicurare ininterrottamente la minima quantità d'aria nel sistema di gallerie. Si può, pertanto, rinunciare alla fornitura di corrente elettrica d'emergenza di tutti i ventilatori.

Per contro, ad una alimentazione elettrica d'emergenza devono essere connessi quegli impianti preposti ad assicurare in ogni condizione ventilazione minima del sistema di cunicoli come pure la ventilazione in caso di emergenza. Si tratta di:

- I ventilatori assiali d'estrazione nel cunicolo esplorativo Aicha, alimentazione d'emergenza al 100%, in totale 640 kW, cfr. capitolo 4.5.1.2;
- La chiusa nei cunicoli trasversali logistici 48/2 al

100%, insgesamt ca. 10 kW, vgl. Kapitel 4.5.8;

- Das Tor zum Verbindungsstollen HTW-ES, zu 100%, insgesamt ca. 5 kW, vgl. Kapitel 4.5.8;
- Das Tor zum Lüftungskaverne, nahe zum Portal des Fensterstollens, zu 100%, insgesamt ca. 5 kW, vgl. Kapitel 4.5.8;
- Die Strahlventilatoren im Fensterstollen, nahe beim Portal Mauls, zu 100%, insgesamt 150 kW, vgl. Kapitel 4.5.9.

Insgesamt sind 2 Notstromversorgungen notwendig:

- Eine Notstromversorgung mit ca. 655 kW in der Demontagekaverne des ES Aicha, im Fußpunkt Mauls, zur Versorgung der Abluftventilatoren im ES, der Schleuse 48/2 und des Tores im Verbindungsstollen; letztere werden über den Verbindungsstollen HT-ES versorgt;
- Eine Notstromversorgung mit ca. 155 kW am Portal Mauls, zur Versorgung der Strahlventilatoren und des Tores zur Lüftungskaverne.

4.5.11 Erdung

Sämtliche elektromechanischen und metallischen Anlagen der Baulüftung sind fachgerecht an die Bauerde anzuschließen. Die festen Erdungspunkte der Bauerde befinden sich bei den Transformatorstationen. Die Erdung derselben ist in Bericht [42] beschrieben und die Standorte der Bautransformatoren in Plan [43] dargestellt. Falls keine Bauerde in der Nähe einer Anlage vorhanden ist, ist diese je nach Möglichkeit mit einer Ringerdung oder Erdungspfählen zu erden.

4.6 MENGengerüst

Das Mengengerüst der Ventilatoren befindet sich im Anhang 6, dasjenige der Lutten in Anhang 7.

4.7 LÜFTUNGSKONZEPTE NACH BAUPHASEN

Die Lüftungskonzepte nach Bauphasen auf Grundlage des Bauprogramms [27] befinden sich im Bericht [25].

4.8 DISKUSSION DER LUFTMENGEN

4.8.1 Diskussion der elementaren Frischluftmengen

In Kapitel 3.2.1.1 wurde die elementare Frischluftmenge auf $3,18 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ festgelegt. Diese Menge ergibt sich aus Reduktionsfaktoren. Diese Faktoren spiegeln den technischen Fortschritt und die Erfahrungen wieder. Dabei spielen die

100%, in totale circa 10 kW, cfr. capitolo 4.5.8;

- La porta verso il cunicolo di collegamento G.L.O.-C.E., al 100%, in totale circa 5 kW, cfr. capitolo 4.5.8;
- La porta verso il camerone di ventilazione presso il portale della finestra, al 100%, in totale circa 5 kW, cfr. capitolo 4.5.8;
- I ventilatori a getto lungo la finestra presso il portale Mules, al 100%, in totale 150 kW, cfr. capitolo 4.5.9.

Globalmente sono necessari 2 gruppi d'alimentazione elettrica d'emergenza:

- Il primo di circa 655 kW nel camerone di smontaggio del C.E. Aica al punto base della finestra per l'alimentazione dei ventilatori d'estrazione nel CE, della chiusa 48/2 e della porta nel cunicolo di collegamento; quest'ultima sarà alimentata attraverso il cunicolo di collegamento G.L.-C.E.;
- Il secondo di circa 155 kW presso il portale Mules per alimentare i ventilatori a getto e la porta nel camerone di ventilazione.

4.5.11 Messa a terra

Tutti gli impianti elettromeccanici e quelli metallici di raffreddamento di cantiere devono essere collegati all'impianto di terra di cantiere. I punti stabili di messa a terra si trovano presso le stazioni di trasformazione. Il sistema stesso di messa a terra è descritto nel rapporto [42] e la posizione dei trasformatori è illustrata nella tavola [43]. In mancanza di una messa a terra in vicinanza di un impianto, questo deve, per quanto possibile, essere messo a terra con anello o con paletto.

4.6 COMPUTO METRICO

Il computo metrico relativo ai ventilatori è illustrato nell'Allegato 6, quello relativo alle condotte nell'Allegato 7.

4.7 CONCETTO DI VENTILAZIONE SECONDO LE FASI DI LAVORO

Il concetto di ventilazione a fasi di lavoro sulla base del programma di lavoro [27] è reperibile nella relazione [25].

4.8 DISCUSSIONE CIRCA LE QUANTITÀ D'ARIA

4.8.1 Discussione circa le quantità d'aria elementare

Nel capitolo 3.2.1.1, è stato determinato un valore di $3,18 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ per la quantità elementare di aria fresca. Questa quantità deriva da alcuni fattori di riduzione. Tali fattori rispecchiano il progresso della tecnica e le esperienze

Erfahrungen aus dem Gotthard Basistunnel, dem Lötschberg Basistunnel und dem Ceneri Basistunnel, welche auf Basis der Richtlinie SIA 196 [11] ausgelegt wurden, eine grosse Rolle. Die erwähnte Richtlinie sieht vor, dass für Abbau und Auflad $4 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ und für Abtransport und Betonieren $2 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ Frischluft angesetzt werden. Die Erfahrung aus der Baustellen der grossen Tunnelprojekten in der Schweiz zeigt, dass diese elementaren Frischluftmengen bei weitem ausreichen, um die Emissionen der Dieselmotoren zu verdünnen.

Um die hier festgelegte Frischluftmenge weiter zu stützen, wurde ein Vergleich mit dieser Vorschrift der SIA 196 ange stellt. Dazu wurde die gesamte Frischluftberechnung jedes einzelnen Prozesses in Anhang 2 nach den Vorgaben der SIA 196 wiederholt und verglichen.

Der Mittelwert des elementaren Frischluftbedarfs über alle Prozesse im Los Mauis 2-3 beträgt nach SIA 196 ca. $2.67 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$, also 16% weniger als in diesem Projekt festgelegt wurde. Mit der Feststellung, dass die tatsächlichen Fortschritte der Technik (welche noch zu eine weitere Reduktion der Emissionen führen würden) in der SIA 196 noch nicht vollständig berücksichtigt wurden, kann gefolgert werden, dass der hier berechnete gesamte mittlere Frischluftbedarf die Bedürfnisse der Baustelle mit guter Reserve abdeckt.

4.8.2 Nachweis der Einhaltung der maximalen Luftmenge

Die Luftmengenberechnung beruht auf zahlreichen Annahmen zu den Bauprozessen. Teilweise sind diese Annahmen von der Baustellenlogistik vorgegeben, teilweisen sind sie Erfahrungswerte. Folgende Annahmen sollen genannt werden:

- Die Züge, welche durch den Verbindungsstollen bergauf fahren, benötigen keine zusätzliche Rangierlokomotive, insofern sie leichter als 48 Tonnen Anhängelast sind. Alle schwereren Lasten werden entweder auf mehrere Züge aufgeteilt, oder vom ES in die HT über einen vertikalen Schacht per Kran im QS 48/3 gehoben.
- Pro Vortrieb findet gleichzeitig nur ein einziger QS Ausbruch statt. Insbesondere wird nicht gleichzeitig ein QS ausgebrochen und ein QS-Anschlag erstellt.
- Bauphase 14 und 15: Keine Überlappung des Ausbruchs des QS 44/2 in den HTN mit der Montage der TBM HTN.
- Bauphase 25: Der Innenausbau Mauis soll nicht mit dem Rückbau Nord oder mit einem Innenausbau eines HAT oder mit einem Innenausbau eines QS

precedenti. Giocano un ruolo importante le esperienze nell'ambito delle gallerie di base del San Gottardo, del Lötschberg e del Ceneri, che sono state progettate sulla base della direttiva SIA 196 [11]. La direttiva citata prevede l'impiego di una quantità d'aria fresca di $4 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ per lo scavo e di $2 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$ per il trasporto ed il getto del calcestruzzo. L'esperienza dei cantieri dei grandi progetti di gallerie in Svizzera dimostra che tali quantitativi di base di aria fresca sono di gran lunga sufficienti a diluire le emissioni dei motori diesel.

Allo scopo di corroborare il valore della quantità di aria fresca qui definito, si è proceduto ad un paragone con la stessa quantità definita, però, sulla base della norma SIA 196. Per questo, l'intero calcolo dell'aria fresca di ogni processo illustrato nell'allegato 2 è stato ripetuto in base alle specifiche della SIA 196 e confrontato.

Il valore medio del fabbisogno di aria fresca elementare di tutti i processi del lotto Mules 2-3 secondo SIA 196 ammonta a circa $2,67 \text{ m}^3/(\text{min}, \text{kW})$, dunque il 16% inferiore a quella specificata in questo progetto. Considerando che i reali progressi di tecnologia (che porterebbero ad una ulteriore riduzione delle emissioni), non sono stati completamente considerati nella SIA 196, si può concludere che il fabbisogno complessivo medio di aria fresca qui calcolato copre con buona riserva le esigenze del cantiere.

4.8.2 Dimostrazione dell'adempimento delle massime quantità d'aria

Il calcolo delle quantità d'aria di ventilazione si basa su numerose ipotesi circa i processi di costruzione. Queste sono talvolta dettate dalla logistica di cantiere, altre volte sono di natura empirica. Le ipotesi seguenti devono essere tenute in considerazione:

- I trenini che viaggiano lungo il cunicolo di collegamento in salita non necessitano di locomotive addizionali di ricalzo, purché non superino le 48 tonnellate (carico rimorchiato). Tutti i carichi al di là di questo limite verranno frazionati su più trenini, oppure sollevati con una gru dal C.E. attraverso un pozzo verticale nel CT 48/3 e calati nella G.L.
- Per ogni fronte si procede con un solo scavo di CT alla volta. Ciò implica che scavo e sfondamento di CT non avvengono contemporaneamente.
- Fasi di costruzione 14 e 15: nessuna sovrapposizione dello scavo del CT 44/2 nelle G.L.N. con il montaggio della TBM nelle stesse.
- Fase di costruzione 25: il rivestimento di Mules deve avvenire senza sovrapposizione con: lo sgombero nord, oppure il rivestimento di una galleria di

stattfinden.

Die daraus berechneten erforderlichen Luftmengen pro Bauphase nach dem Bauprogramm [27] betragen in allen Bauphasen gleich oder weniger als die zulässige Menge von 325 m³/s, ausgenommen die Bauphase 17 und 25. Dann beträgt sie ca. 327 m³/s (vgl. Anhang 3) mit einer Überschreitung von 0.6%.

Die Überschreitung der zulässigen Luftmenge in diesen beiden Bauphasen ist vernachlässigbar aus folgenden Gründen:

- Die Dimensionen und Anzahl der vorgesehenen Maschinen und der Transporte (Nennleistung der vorhandenen Dieselmotoren) sind teils konservative Annahmen.
- Die Erfahrung zeigt, dass die notwendige Luftmenge zur Verdünnung der Emissionen von gut gewarteten Diesel-Motoren der aktuellen EURO-Klasse mit Partikelfilter bis zu einem Faktor 2 geringer ist als diejenige Menge, welche von den Lüftungsnormen gefordert wird. Solche Motoren sind gemäss Bericht [20] auch gefordert.

linea, oppure il rivestimento di un CT.

Le quantità d'aria che ne conseguono, calcolate per ogni fase di costruzione secondo il programma [27], risultano in tutte le fasi minori od uguali alla massima quantità consentita di 325 m³/s, con l'eccezione delle fasi 17 e 25, per cui la quantità d'aria di ventilazione corrisponde a circa 327 m³/s (cfr. Allegato 3) con un 0.6% di superamento.

Il superamento della quantità d'aria consentita per queste due fasi è trascurabile per le seguenti ragioni:

- Le dimensioni e la quantità dei macchinari e dei trasporti previsti (potenza di targa dei motori Diesel disponibili) derivano da ipotesi di natura conservativa.
- L'esperienza insegna che la quantità d'aria necessaria per la diluizione di emissioni dei motori Diesel dell'attuale categoria EURO, ben mantenuti e dotati di filtri per particolato, è inferiore per lo meno di un fattore 2 rispetto alla quantità d'aria imposta dalla normativa. Tali motori sono richiesti come prescritto nel rapporto [20].

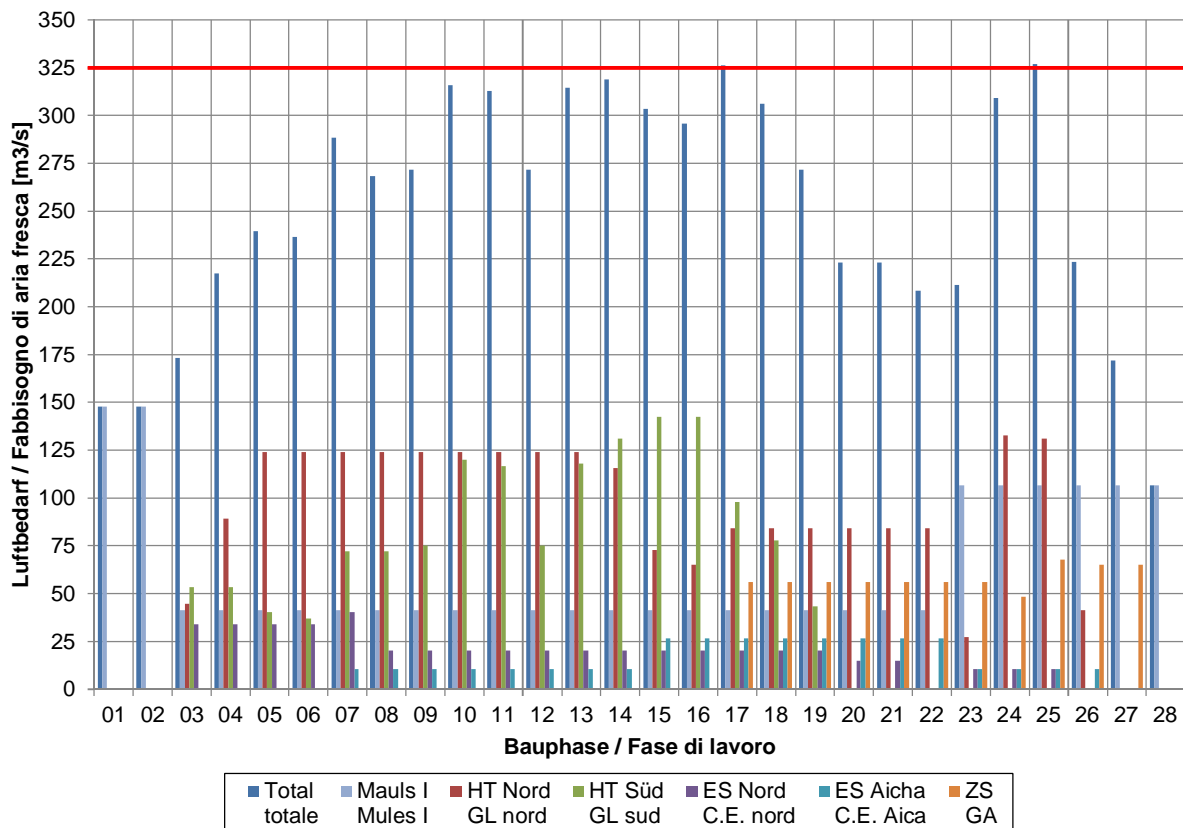


Abbildung 2: Frischluftmengen des Bauprogramms

Figura 2: Fabbisogno d'aria del programma di lavoro

4.8.3 Nachweis der Einhaltung der Luftgeschwindigkeitsgrenzen

4.8.3 Dimostrazione dell'adempiimento dei limiti di velocità

Die minimalen Luftgeschwindigkeiten in den Stollen sind in der Berechnung des Frischluftbedarfs gemäß Kapitel 4.1 und Anhang 2 bereits berücksichtigt. Der Nachweis der Einhaltung der maximalen Geschwindigkeit in den Stollen wird in Anhang 3.3 erbracht.

Le velocità d'aria minime nei cunicoli sono prese in considerazione nel calcolo della quantità d'aria fresca secondo il capitolo 4.1 e l'Allegato 2. La dimostrazione dell'adempimento dei limiti superiori di velocità nei cunicoli è contenuta nell'Allegato 3.3.

5 BAUKÜHLUNG

5.1 AUSLEGUNGSKRITERIEN

5.1.1 Klimavorgaben

Die Klimavorgaben werden in Kapitel 3.2.1 und 3.2.2 festgelegt. Diese gelten in der Auslegung der Kühlung in allen Bereichen mit Ausnahme des Bohrkopfes der TBM, auf 10 bis 15 m. Dort wird die Grenze der Trockentemperatur auf 40°C begrenzt. Dies ist ein rechnerischer Kniff, damit das Klimaprogramm nicht übermäßig viele WKM in diesen Bereich setzt.

5.1.2 Umgebungsbedingungen

Das Portalklima in Mauls wird in Kapitel 3.8.1 beschrieben.

5.1.3 Systemwahl

Grundsätzlich stehen drei Kühlungssysteme zur Auswahl:

1. Luftkühlung: Die Abwärme des Bergs und der Baustelle wird über die Lüftung abgeführt. Dieses System ist nur bei kurzem Vortrieb, schwachem Maschineneinsatz und niedriger Überdeckung, sowie nach dem Ausbruch der Haupttunnel während dem Innenausbau anwendbar.
2. Trockenkühlung mit dezentralem Kältesystemen: Das System besteht aus einem Rückkühlwerk über Tage, einem Kühlwasserkreislauf in den Tunnelröhren und Wetterkühlmaschinen (WKM, dezentrale Kältemaschine), die die Kälteleistung vor Ort erbringen.
3. Trockenkühlung mit zentralem Kältesystem: Das System besteht aus einem Rückkühlwerk und einer Kältezentrale über Tage, einem isoliertem Kaltwasserkreislauf in den Tunnelröhren und Wetterkühler (Wasser-Luft Wärmetauscher) vor Ort.

Beim gewählten Konzept der Baukühlung kommen die Luftkühlung und die dezentrale Trockenkühlung zum Einsatz. Die Luftkühlung wird in den Sprengvortrieben angewandt. Beim TBM-Vortrieb sowie bei den Betonierarbeiten wird auf eine *dezentrale* Trockenkühlung zurückgegriffen. Da sich die Betriebsdauer der Kühlanlage auf eine eher kurze Zeit beschränkt, können die hohen Investitionskosten einer *zentralen* Trockenkühlung nicht gerechtfertigt werden.

5.1.4 Abgrenzung der Auslegung

Für die Erarbeitung des Ausführungsprojekts des Loses Mauls II und III ist das Kühlwassersystem zu dimensionieren, damit die zu erwartenden Kosten abgeschätzt werden können. Die vorliegende Auslegung benennt die Komponenten und erlaubt die Erarbeitung des Mengengerüsts.

5 RAFFREDDAMENTO DI CANTIERE

5.1 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

5.1.1 Prescrizioni climatiche

Le specifiche climatiche sono definite nei capitoli 3.2.1 e 3.2.2. Queste si applicano nella progettazione del raffreddamento in tutti i settori tranne che presso la testa perforatrice della fresa su 10 – 15 metri. Colà il limite della temperatura è fissato a 40 °C. Questo rappresenta un espediente di calcolo per evitare che il programma per la definizione del clima installi troppi scambiatori di calore in quella zona.

5.1.2 Condizioni ambientali

Il clima al portale Mules è descritto nel capitolo 3.8.1.

5.1.3 Scelta del sistema

Basicamente la scelta è fra tre sistemi di raffreddamento:

1. Raffreddamento per circolazione d'aria: Il calore della montagna e di cantiere è asportato dalla ventilazione. Il sistema è applicabile solo per scavi corti, con scarso uso dei macchinari e con una copertura di roccia bassa, nonché dopo lo scavo delle gallerie di linea, durante il rivestimento.
2. Raffreddamento a secco con sistema di refrigerazione decentralizzato basato su: torri di raffreddamento in superficie, un circuito d'acqua di raffreddamento nelle gallerie e scambiatori di calore decentralizzati, che forniscono la capacità frigorifera dove necessaria.
3. Raffreddamento a secco con sistema di refrigerazione centralizzato basato su: torri di raffreddamento, una centrale di refrigerazione in superficie, un circuito coibentato d'acqua fredda nelle gallerie e scambiatori di calore acqua-aria dove richiesto.

Il concetto scelto per il raffreddamento di cantiere utilizza il raffreddamento ad aria (1) ed il raffreddamento a secco decentralizzato (2). Il raffreddamento ad aria è usato per lo scavo all'esplosivo. Per lo scavo con fresa e per i lavori di cementificazione si fa ricorso a un raffreddamento a secco decentralizzato. La limitata durata di esercizio dell'impianto non giustifica i costi elevati del sistema di raffreddamento a secco centralizzato (3).

5.1.4 Inquadramento del dimensionamento

Il sistema di raffreddamento è dimensionato, per poter stimare i costi del progetto esecutivo del lotto Mules II e III. Il presente dimensionamento identifica le componenti del sistema e consente di redigere il computo metrico.

5.2 KÜHLUNGSPHASEN

Auf der Grundlage des Bauprogramms [18] können 6 Kühlungsphasen unterschieden werden (vgl. auch Plan [26]). In der 1. Phase befindet sich die Trockenkühlung im Aufbau; die bereits fertiggestellten Abschnitte dienen dann schon als Brauch- und Löschwasserversorgung. Die Phasen 2 bis 5 weisen Trockenkühlungen an verschiedenen Orten auf. Die Phase 6 weist keine Trockenkühlung auf (vgl. Tabelle 6)

Tabelle 6: Übersicht der Kühlungsphasen

Phase Fase	Zeitraum Periodo	Ort mit Trockenkühlung Luogo con raffreddamento a secco
1	Bauphasen 1 bis 4 Fasi di costruzione da 1 a 4	Luftkühlung (Kühlrohre in den Hauptvortrieben im Aufbau) Raffreddamento ad aria (i tubi di raffreddamento dei fronti di scavo principali sono in costruzione)
2	Bauphasen 5 bis 9 Fasi di costruzione da 5 a 9	Erkundungsstollen und Haupttunnel Ost Süd: TBM-Vortrieb Cunicolo esplorativo e galleria di linea est sud: Scavo con fresa
3	Bauphasen 10 bis 13 Fasi di costruzione da 10 a 13	Erkundungsstollen und Haupttunnel West Süd: TBM-Vortrieb Cunicolo esplorativo e galleria di linea ovest sud: Scavo con fresa
4	Bauphasen 14 bis 22 Fasi di costruzione da 14 a 22	Erkundungsstollen und Haupttunnel Ost und West Nord: TBM-Vortrieb Cunicolo esplorativo e galleria di linea est e ovest nord: Scavo con fresa
5	Bauphasen 23 bis 25 Fasi di costruzione da 23 a 25	Erkundungsstollen und Haupttunnel Ost und West Nord: Innenausbau Cunicolo esplorativo e galleria di linea est e ovest nord: Rivestimento
6	Bauphasen 26 bis 28 Fasi di costruzione da 26 a 28	Luftkühlung Raffreddamento ad aria

5.2 FASI DI RAFFREDDAMENTO

Sulla base del programma di costruzione [18] si identificano 6 fasi di raffreddamento (cfr. tavola [26]). Nella fase 1 il raffreddamento a secco si trova in allestimento; le sezioni già completate già contribuiscono all'apporto d'acqua industriale ed antincendio. Le fasi da 2 a 5 presentano un sistema di raffreddamento a secco decentralizzato. La fase 6 presenta un raffreddamento per circolazione d'aria (cfr. Tabella 6).

Tabella 6: Panoramica delle fasi di raffreddamento

5.3 WÄRMELASTEN

5.3.1 Felsursprungstemperatur

Die Felsursprungstemperatur ist im Kapitel 3.8.2 und die Felseigenschaften im Kapitel 3.8.3 dokumentiert.

5.3.2 Feuchtigkeit

In dem für die Auslegung erstellten Klimamodells des Tunnels wird der Wassereintrag aus dem Berg und aus der Rigole mit einem „feuchten Umfang“ berücksichtigt. Diesem Modell liegt die Annahme zugrunde, dass ein bestimmter Bruchteil des Röhrenumfangs stets nass ist. Die darüber streichende Luft nimmt dann soviel Feuchtigkeit auf, wie sie gemäß den Gesetzen der Thermodynamik aufnehmen kann. Der Feuchte Tunnelumfang wurde hier auf 10% geschätzt. (vgl. Kapitel 3.8.3).

5.3.3 TBM

Der Vortrieb mit den TBM setzt erhebliche Wärmemengen frei, da die eingesetzte elektrische Energie weitestgehend in Wärme umgesetzt wird. Folgende Annahmen liegen der Berechnung der Wärmefreisetzung zugrunde:

- Der Wirkungsgrad des elektrisch angetriebenen Bohrkopfes liegt bei 80% bei allen TBM.

5.3 CARICHI TERMICI

5.3.1 Temperatura della roccia vergine

La temperatura originale della roccia è documentata nel capitolo 3.8.2 e le proprietà della roccia nel capitolo 3.8.3.

5.3.2 Umidità

Il modello climatico della galleria per il dimensionamento tiene conto delle infiltrazioni d'acqua dalla montagna e dal canale di drenaggio in guisa di "perimetro umido". Questo modello si basa sul presupposto che una determinata frazione della circonferenza della canna sia sempre bagnata. L'aria che vi passa sopra assorbe dunque una quantità di umidità pari a quanto riesce ad assorbire secondo le leggi della termodinamica. Il perimetro umido della galleria è stato stimato sul 10% (cfr. capitolo 3.8.3).

5.3.3 TBM

Lo scavo con la fresa rilascia una quantità significativa di calore, in quanto l'energia elettrica utilizzata è in gran parte convertita in calore. Il calcolo del calore rilasciato si basa sulle ipotesi elencate di seguito:

- L'efficienza della testa perforatrice alimentata elettricamente è dell'80% per tutte le frese.

- Insgesamt 60% der elektrischen Antriebsleistung des Bohrkopfes dient zur Zerspanung und wärmt somit das Bohrklein auf. Diese Abwärme wird in Kapitel 5.3.4 behandelt.
- Der Wirkungsgrad aller Aggregate des Nachläufers liegt im Schnitt bei 60% bei allen TBM.
- Nel complesso il 60% della potenza elettrica di azionamento della testa perforatrice viene utilizzata per la frantumazione della roccia e scalda così lo smarino. Il calore dissipato è trattato nel capitolo 5.3.4.
- L'efficienza di tutti gli aggregati del carro di servizio è in media del 60% per tutte le frese.

Diese Annahmen beruhen auf Angaben aus anderen Projekten, aus der Fachliteratur (vgl. Referenz [16]) und der Hersteller. Ferner wird angenommen, dass jede TBM (Bohrkopf und Nachläufer) nur zu 80% ausgelastet ist (Auslastung der Nennleistung) und zudem höchstens 20 Stunden pro Arbeitstag betrieben wird (zeitliche Auslastung). Die Abwärme der Antriebe des Bohrkopfes und der Aggregate des Nachläufers wird in dem Klimamodell der Luft zugeführt. In der Bestimmung der Anzahl Wetterkühlmaschinen auf der TBM wird angenommen, dass die Abwärme der TBM vollständig dem Kühlwasserkreislauf abgeführt wird (Wasserkühlung der Aggregate). Die restliche Abwärme aus dem Fels, dem abbindenden Beton und dem Bohrklein wird über die Luft und die Wetterkühlmaschinen abgeführt (vgl. die folgenden Kapitel).

In dem Klimamodell wird die Abwärme der Aggregate der TBM gleichmäßig über die Länge der TBM bzw. des Nachläufers verteilt.

Tabelle 7 gibt einen Überblick der sich mit den obigen Annahmen ergebenden Wärmemengen.

Tabelle 7: Elektrische Leistung und Abwärme der verschiedenen TBM.

Queste ipotesi riposano su informazioni derivate da altri progetti, dalla bibliografia specialistica (cfr. referenza [16]) e dai fornitori. Inoltre, si suppone che ogni fresa (testa perforatrice e carro di servizio) sia occupata soltanto all'80% e funzioni solo un massimo di 20 ore per giorno lavorativo. Il calore rilasciato dai motori della testa perforatrice e degli aggregati del carro di servizio viene usato nel modello climatico dell'aria. Nel determinare il numero di scambiatori di calore per il fronte di scavo con fresa, si presume che il calore rilasciato dalla fresa venga assorbito dal circuito d'acqua refrigerante (raffreddamento ad acqua degli impianti). Il calore rimanente, quello cioè emanato dalla roccia, quello di idratazione del calcestruzzo e quello associato con la smarinatura sarà assorbito dall'aria e smaltito negli scambiatori di calore lungo il tracciato (cfr. i capitoli seguenti).

Nel modello climatico il calore dissipato degli aggregati della fresa è distribuito uniformemente sulla lunghezza della fresa e del carro di servizio.

La Tabella 7 fornisce una panoramica delle quantità di calore derivanti dalle ipotesi precedenti.

Tabella 7: Potenza elettrica e calore dissipato dalle differenti frese.

Vortrieb Scavo	TBM-Teil Parte della fresa	Elektrische Leistung Potenza elettrica [kW _{el}]	Länge Lunghezza [m]	Abwärme punktuell Calore dissipato localmente [kW _{th}]	Abwärme verteilt Calore dissipato uniformemente [W/m]
HT Nord und Süd G.L. nord e sud	Bohrkopf Testa perforante	4'600	13	613	47'180
	Nachläufer Carro di servizio	1'500	100	400	4'000
	Bohrklein Smarino	(4'600)	-	1'840	-
	Gesamt Totale	6'100	-	2'853	-
ES CE	Bohrkopf Testa perforante	4'100	15	547	36'444
	Nachläufer Carro di servizio	1'350	120	360	3'000
	Bohrklein Smarino	(4'100)	-	1'640	-
	Gesamt Totale	5'450	-	2'547	-

5.3.4 Abwärme des Ausbruchs

Es wird angenommen, dass etwa 60% der Antriebsleistung

5.3.4 Calore dal fronte di scavo

Si presume che circa il 60% della potenza di azionamento

des Bohrkopfes zum Ausbruch der Felschips dient. Die eingesetzte Energie wird vollständig in Wärme dissipiert und erhöht die Temperatur des ausgebrochenen Schutterguts. Bei einer Bohrkopfleistung von 4'600 kW_{el}, einem Bohrdurchmesser von 10.3 m und einer mittleren Vortriebsgeschwindigkeit von 17 m/AT ergibt dies die in Tabelle 7 dokumentierte Wärmemenge und eine Temperaturerhöhung von ca. 41 °C über die Felsursprungstemperatur. Das Schuttergut gibt die Wärme entlang des Abtransports per Förderband mit der Entfernung von der Ortsbrust exponentiell abnehmend an die Tunnelluft ab. Der Wärmeübergangskoeffizient wird auf 5 W/(m²,K) geschätzt. Bezüglich der Temperaturdifferenz zwischen Tunnelluft und Schuttergut wird von einer konstanten Tunnellufttemperatur von 30°C ausgegangen.

5.3.5 Hydratationswärme des Zements

Zement wird in zahlreichen Linienbaustellen verarbeitet, zum Beispiel:

- Als Spritzbeton in der Ausbruchssicherung der Sprengvortriebe und hinter den TBM;
- Als Mörtel im Ringspalt der Tübbing-Ringe;
- Als Ortsbeton in den Innenschalen, Zwischendecken und Abschlusswänden.

Die Freigabe der Hydratationswärme des aushärtenden Betons wird zum Beispiel im DAfStb-Heft 489 [14] beschrieben. Sie wird mit einem exponentiellen Ansatz als Funktion der Zeit modelliert. Ein Teil dieser Abbindewärme erwärmt den aushärtenden Beton, ein Teil fließt durch die Wand in den Fels ab und ein Teil wird von der Tunnelluft abtransportiert. In den Berechnungen wird der Wärmefluss in die Wand gleich null gesetzt. Ferner wird angenommen, dass sich der aushärtende Beton um $\Delta T = 8^\circ\text{C}$ erwärmt, um die im aushärtenden Beton gespeicherte Wärme zu berücksichtigen. Fast die gesamte Abbindewärme fließt dann durch die Luft ab, was in kalten Tunnelbereichen eine konservative Modellierung darstellt.

Die folgenden Stoffwerte werden für den Zement und den Beton im Klimamodell angenommen:

- Hydratationswärme des Zements: 380 kJ/kg
- Dichte des Betons: 2'000 kg/m³
- Thermische Kapazität des Betons: 880 J/kg,K

Mit der Tagesleistung der Linienbaustellen kann die Abbindewärme in eine Wärmeabgabe pro Meter Tunnel hinter der Betonierfront umgerechnet werden (vgl. die Werte in Tabelle 8).

della testa perforatrice venga utilizzata per la frantumazione della roccia. L'energia utilizzata viene completamente dissipata in calore ed aumenta la temperatura dello smarino. La potenza della testa perforatrice di 4'600 kW_{el}, un diametro di perforazione di 10.3 m e una velocità media di scavo di 17 m al giorno risultano nella quantità di calore documentata nella Tabella 7 e in un aumento della temperatura dello smarino di circa 41 °C al di sopra della temperatura originale della roccia. Lo smarino rilascia il calore nell'aria della galleria durante la rimozione tramite nastro trasportatore con una riduzione esponenziale in funzione della distanza dal fronte di scavo. Il coefficiente di trasmissione termica è stimato a 5 W/(m²,K). Per definire la differenza di temperatura tra l'aria della galleria e lo smarino, si presuppone una temperatura costante di 30 °C dell'aria nella galleria.

5.3.5 Calore d'idratazione del cemento

Il cemento è impiegato in numerosi cantieri di linea, ad esempio:

- nel calcestruzzo proiettato per la messa in sicurezza dello scavo all'esplosivo e dietro le frese;
- nella malta negli interstizi anulari dei conci;
- come calcestruzzo colato sul posto per rivestimenti, falsi soffitti e pareti.

Il rilascio del calore di idratazione del calcestruzzo è, ad esempio, descritto nel documento DAfStb 489 [14]. È modellato esponenzialmente in funzione del tempo. Una parte del calore sviluppato durante la presa riscalda il calcestruzzo indurentesi, una parte viene trasmessa alla roccia attraverso la parete e una parte viene dissipata nell'aria della galleria. Il calore che viene trasmesso attraverso la parete è posto uguale a zero nei calcoli. Inoltre si presuppone che il calcestruzzo indurendosi si riscaldi di $\Delta T = 8^\circ\text{C}$, in modo da tener conto del calore in esso immagazzinato. Quasi l'intero calore d'idratazione è quindi trasferito all'aria, ciò che prevede una modellazione conservativa per le parti fredde del sistema di gallerie.

Nel modello climatico si assumono i seguenti valori per i parametri sottocitati:

- Il calore di idratazione del cemento: 380 kJ/kg
- Densità del calcestruzzo: 2'000 kg/m³
- Capacità termica del calcestruzzo: 880 J/kg,K

Sulla base delle prestazioni giornaliere del cantiere, è possibile convertire il calore di idratazione in una sorgente distribuita per metro di galleria dietro al fronte di gettata (cfr. i valori nella Tabella 8).

Tabelle 8: Parameter für die Berechnung der Abbindwärme in Abhängigkeit von der Entfernung von der Betonierfront.

Ort und Prozess Luogo e processo	Betonmenge pro Laufmeter Quantità di calcestruzzo per ogni metro lineare	Zementgehalt Contenuto di cemento per m ³ di calcestruzzo	Betonierleistung Capacità di gettata	Gesamte Wärme pro Laufmeter an die Luft Calore totale trasmesso all'aria al metro lineare
	[m ³ /m]	[kg/m ³]	[m/h]	[MJ/m]
ES: Füllmörtel Tübbing-Ringspalt CE: malta nella fessura anulare dei conci prefabbricati	2.0	210	0.63	130
HTN: Füllmörtel Tübbing-Ringspalt G.L.N.: malta nella fessura anulare dei conci prefabbricati	3.8	210	0.71	249
HTS: Spritzbeton Ausbruchssicherung TBM-Strecke G.L.S.: calcestruzzo a spruzzo nella protezione dello scavo sulla tratta della fresa	3.1	350	0.79	206
HTS: Spritzbeton Ausbruchssicherung SVT-Strecke G.L.S.: calcestruzzo a spruzzo nella protezione dello scavo sulla tratta SVT	10.7	350	0.29	1'247

Tabella 8: Parametri per il calcolo del calore di idratazione in funzione della distanza dal fronte di gettata

Die freigesetzte Wärmemenge beim Ausbruch der Querschläge und der Nothaltestelle wird den Haupttunneln angerechnet.

5.3.6 Abwärme der Transporte

Zu den Transportmitteln zählen die eingesetzten Förderbänder, die verschiedenen dieselbetriebenen Stollenbahnen und LKW zur Versorgung der TBM-Vortriebe sowie zusätzliche dieselbetriebene Geräte, welche hauptsächlich beim Sprengvortrieb zum Einsatz kommen (Dumper, LKW, usw.).

Die Wärmelasten der Fahrzeuge werden als Linienquelle entlang der Tunnelröhre von der entsprechenden Baustelle zum Eintritt modelliert. In der Berechnung werden dabei die Nennleistung und deren Auslastungsfaktor, der Wirkungsgrad, die zeitliche Auslastung, die Fahrgeschwindigkeit sowie die Anzahl Fahrten pro Arbeitstag berücksichtigt (vgl. Tabelle 9).

Die Förderbänder haben Antriebseinheiten in regelmäßigen Abständen (1 km). Deren Verlustleistung wird über diese Intervalle uniform verteilt.

La quantità di calore rilasciata durante lo scavo dei cunicoli trasversali e della fermata di emergenza è attribuita alle gallerie di linea.

5.3.6 Calore dai veicoli di trasporto

I mezzi di trasporto sono i seguenti: nastri trasportatori, svariati trenini Diesel di galleria, camion per il servizio degli scavi con fresa ed altri aggregati con propulsione Diesel che vengono utilizzati principalmente nello scavo all'esplosivo (dumper, autocarri, ecc.).

I carichi termici dei veicoli sono modellati come una fonte di calore lineare lungo la galleria dal cantiere all'ingresso. Il calcolo tiene conto della potenza nominale e del suo fattore di utilizzo, del rendimento, dell'utilizzo nel tempo, della velocità dei mezzi e del numero di viaggi per ogni giorno lavorativo (cfr. la Tabella 9).

I nastri trasportatori sono dotati di motori a intervalli regolari (1 km), la cui dissipazione di calore è distribuita in modo uniforme su tali intervalli.

Tabelle 9: Abwärme der Transporte am Beispiel der Versorgung des TBM-Vortriebs Nord (eine Röhre)

Gerät Dispositivo	Anzahl Quantità	Nennleistung Potenza nominale [kW Diesel]	Wirkungsgrad Efficienza [%]	Auslastung Nennleistung Utilizzo della potenza nominale [%]	Anzahl Fahrten Numero di viaggi [# / 24 h]	Geschwindigkeit Velocità [km/h]	Verteilte Wärmelast Carico termico distribuito [W/m]
Zug: Versorgung TBM HT Trenino: Alimentazione galleria principale fresa	1	100	30	100	15	15	27.8
Zug: Gleisbau Trenino: Costruzione del binario	1	100	30	100	1	15	1.9
Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: Scavo dei cunicoli trasversali	1	155	30	100	4	15	11.5

Tabella 9: Calore dissipato dai trasporti sull'esempio della fornitura dello scavo con fresa al nord (una canna):

Tabelle 10: Abwärme der Transporte am Beispiel der Versorgung des TBM-Vortriebs Süd (eine Röhre)

Gerät Dispositivo	Anzahl Quantità	Nennleistung Potenza nominale [kW Diesel]	Wirkungsgrad Efficienza [%]	Auslastung Nennleistung Utilizzo della potenza nominale [%]	Anzahl Fahrten Numero di viaggi [# / 24 h]	Geschwindigkeit Velocità [km/h]	Verteilte Wärmelast Carico termico distribuito [W/m]
Transport-LKW Camion di trasporto	1	200	30	100	15	30	27.8
Transport-LKW Camion di trasporto	1	200	30	100	8	30	14.88
Fahrmischer Autobetoniera	1	300	30	100	6	30	16.7

Tabella 10: Calore dissipato dai trasporti sull'esempio della fornitura dello scavo con fresa al sud (una canna)

5.3.7 Abwärme der Vortriebsgeräte Sprengvortrieb

Beim Vortrieb der Nothaltestelle sowie der Querschläge in den Haupttunnel und der logistischen Nischen im Erkundungsstollen werden dieselbetriebene Vortriebsgeräte eingesetzt (Radlader, Tunnelbagger, usw.). Die Abwärme dieser Geräte wird dann im Klimamodell berücksichtigt, wenn diese Vortriebe ab den Haupttunneln und dem Erkundungsstollen stattfindet. Dies betrifft die Querschläge in den Haupttunneln und die logistischen Nischen ab dem Erkundungsstollen. Deren Abwärme wird am Ort der Baustelle punktuell dem jeweiligen Haupttunnel bzw. dem Erkundungsstollen zugeführt. Da der Vortrieb der Nothaltestelle ab dem Zugangsstollen stattfindet, und in diesem keine Trockenkühlung geplant wird, wird dessen Abwärme vernachlässigt (vgl. Kapitel 5.4.3).

5.3.8 Abwärme des Brauch- und Bergwassers

Die Abwärme des Berg- und Brauchwassers wird in der Klimaprognose vernachlässigt. Der Feuchtigkeitseintrag offener Rinnen wird dagegen berücksichtigt.

5.3.7 Calore dissipato dagli equipaggiamenti dello scavo in tradizionale

Per lo scavo della fermata di emergenza, così come dei cunicoli trasversali e delle piazzole logistiche nel cunicolo esplorativo, verranno utilizzati dei dispositivi di scavo Diesel (pala di carico, scavatrice galleria, ecc.). Il calore generato da questi equipaggiamenti viene considerato nel modello climatico solo quando gli scavi partono dalle gallerie di linea e del cunicolo esplorativo. Questo concerne i cunicoli trasversali nelle gallerie di linea e le piazzole logistiche nel cunicolo esplorativo il cui calore viene modellato come fonte puntuale al fronte di scavo. Poiché lo scavo della fermata d'emergenza comincia dalla galleria d'accesso in cui non viene installato un sistema di raffreddamento, il calore dissipato in questo scavo non viene considerato (cfr. capitolo 5.4.3).

5.3.8 Calore dell'acqua industriale e di montagna

Il calore apportato dall'acqua di montagna e dall'acqua industriale viene trascurato nelle previsioni climatiche. Viceversa si tiene conto dell'umidità provenienti dai canali di drenaggio.

5.3.9 Abwärme der Elektroinstallationen des Baustroms

Auf der Strecke in den Haupttunnel und dem Erkundungsstollen stehen ca. alle 2 Kilometer Transformatoren mit 650 kVA Leistung. Im Bereich des Fußpunktes Mauls werden mehr Transformatoren eingesetzt. Die Verluste von Transformatoren und Kabeln betragen 2.5 % der Gesamtleistung und werden als Abwärme an die Tunnelluft abgegeben.

5.3.10 Abwärme der Tübbinge

Die durch die über Tage gelagerte Tübbinge ab- oder zugeführte Wärme in den Tunnel wird vernachlässigt.

5.3.11 Sprenggase

Der Einfluss der Sprenggase als Wärmelast wird vernachlässigt.

5.4 KLIMAPROGNOSEN

5.4.1 Beschreibung des Klimamodells

Das eigens für das Projekt erstellte Klimamodell löst die stationäre eindimensionale Energiegleichung für Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit entlang eines Tunnelabschnitts. Das Modell berücksichtigt:

- Den Wärmeeintrag der Technik (TBM, LKW, Züge, Maschinen);
- Den Wärmeeintrag des Schutterguts;
- Die Abbindwärme des Betons;
- Den Wärmeeintrag des Bergs. Dieser wird mit einer impliziten Gleichung angenähert, die das Ausbruchsalter berücksichtigt;
- Den Feuchtigkeitseintrag der Umgebung über Tunnelwand und Rigole über den befeuchteten Umfang und die Umlagerung von fühlbarer zu latenter Wärme in der Luft;
- Den Höhenunterschied bzw. Steigung des Tunnelabschnitts;
- Die Kälteleistung der Wetterkühlmaschinen als verteilte Wärme- und Feuchtigkeitssinken;
- Der Wärmeaustausch zwischen der Strömung in den Lutten und der Strömung im Tunnel.

Das Modell vernachlässigt:

- Den momentanen meteorologischen Zustand am Frischluftportal. Es wird mit jährlichen oder monatlichen Mittelwerten gerechnet. Aufgrund der Pufferwirkung des Felsens ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass dieses Vorgehen ab einer be-

5.3.9 Calore delle installazioni elettriche a corrente di cantiere

Sul tracciato della galleria principale e del cunicolo esplorativo, ogni 2 km circa, sono disposti trasformatori di una potenza di 650 kVA. Più trasformatori sono utilizzati nell'area del piede di Mules. Le perdite dei trasformatori e dei cavi sono pari al 2.5% della potenza complessiva e sono emesse come calore dissipato nell'aria della galleria.

5.3.10 Calore dei concii

Il calore che può essere introdotto o asportato nella galleria trasportandovi i concii immagazzinati all'aperto per lungo tempo viene trascurato.

5.3.11 Gas d'esplosione

Si trascura l'influenza del carico termico dei gas d'esplosione.

5.4 PREVISIONI CLIMATICHE

5.4.1 Descrizione del modello climatico

Il modello di clima creato appositamente per il progetto risolve l'equazione dell'energia monodimensionale stazionaria per la temperatura dell'aria e l'umidità lungo un tratto di galleria. Il modello prende in considerazione i seguenti elementi:

- Il calore proveniente dagli equipaggiamenti (TBM, camion, trenini, macchine);
- L'immissione di calore dallo smarino;
- Il calore emesso dalla presa del calcestruzzo;
- L'immissione di calore dalla montagna. Questa viene approssimata con un'equazione implicita che prende in considerazione l'età dello scavo;
- L'umidità introdotta nell'ambiente attraverso il canale di drenaggio e quella parte della parete della galleria considerata come umida, la trasposizione di calore sensibile in calore latente nell'aria;
- La differenza di altezza o l'inclinazione della sezione della galleria;
- La potenza frigorifera degli SC come pozzo uniformemente distribuito di calore e di umidità;
- Lo scambio di calore tra il flusso nelle condotte d'aria e quello nella galleria.

Il modello trascura:

- Le condizioni meteorologiche effettive vigenti al portale d'ingresso dell'aria. Esse vengono calcolate in base a medie mensili o annuali. A causa dell'inerzia termica della roccia, l'esperienza mostra che questo procedimento vale a partire da una certa distanza

stimmten Entfernung vom Portal zulässig ist;

- Den Wärmeeintrag durch das warme Wasser in der Rigole;
- Der Wärmeeintrag durch die Ventilatoren (die Temperaturerhöhung in einem Ventilator beträgt ca. 1 Grad pro 1'000 Pa Druckerhöhung);
- Den Massenaustausch zwischen der Luft in den Lutten und der Luft im Tunnelquerschnitt;
- Den Wärmeaustausch zwischen der Tunnelluft und den Kühlwasserleitungen.

Das Modell setzt die Wetterkühlmaschinen an zulässigen Stellen derart, dass die oben definierten Klimaziele stets erreicht werden. Zulässige Stellen sind in den rückwärtigen Bereichen Querschläge mit Stromversorgung und in den Vortrieben überall.

5.4.2 Dimensionierender Fall

Wegen den vielen Vortrieben, welche Phasenweise gleichzeitig gekühlt werden müssen, und der veränderlichen Felsursprungstemperaturen fällt der dimensionierende Fall für das Rückkühlwerk nicht zwingend mit dem Bemessenden Fall für das Leitungsnetz eines Vortriebs zusammen. Daher wird zur Ermittlung der bemessenden Kühlleistungen wie folgt vorgegangen:

Für die Kühlphasen 2 bis 4 werden folgende Vortriebe getrennt untersucht:

- Erkundungsstollen
- Vortriebe im Haupttunnel Nord
- Vortriebe im Haupttunnel Süd.

Der Kühlbedarf wird in den Haupttunneln ca. alle 1'000 m Tunnellänge ermittelt. Auf diese Weise kann der Kühlbedarf über die ganze Baudauer und für die verschiedenen Orte ermittelt werden.

5.4.3 Modellierung

Es werden nur die TBM-Vortriebe untersucht, da diese am meisten Leistung verbrauchen, sie die Orte mit den höchsten Felsursprungstemperaturen durchörtern und eine Wasserkühlung für die TBM sowieso erforderlich ist. Der Sprengvortrieb der Haupttunnel nach Norden und nach Süden, des Zugangsstollens und der NHS werden nicht untersucht, aus folgenden Gründen:

- Die Felsursprungstemperaturen sind in diesen Bereichen niedrig;
- Die Prozesse brauchen deutlich weniger Leistung als die TBM-Vortriebe.

dal portale;

- Il calore introdotto dall'acqua nel canale di drenaggio;
- Il calore introdotto dai ventilatori (l'aumento di temperatura attraverso un ventilatore corrisponde a circa 1°C per 1'000 Pa di differenza di pressione);
- Lo scambio di massa tra l'aria nel condotto e l'aria nella sezione trasversale della galleria.
- Lo scambio di calore fra l'aria della galleria e le tubature d'acqua di raffreddamento

Il modello dispone gli scambiatori di calore nei luoghi idonei in modo che gli obiettivi climatici di cui sopra vengano sempre raggiunti. Tali luoghi sono i cunicoli trasversali di retrolianea con alimentazione elettrica disposti lungo tutto lo scavo.

5.4.2 Caso di dimensionamento

A causa tanto dei numerosi scavi, che devono essere raffreddati contemporaneamente secondo le fasi di lavoro, quanto delle differenti temperature originali della roccia, il caso di dimensionamento del sistema di raffreddamento globale non coincide necessariamente con quelli calcolati per la rete di condotte di un dato scavo. Quindi si procederà a determinare le potenze di refrigerazione come segue:

Per le fasi di raffreddamento da 2 a 4, vengono esaminati individualmente i seguenti scavi:

- Cunicolo esplorativo;
- Scavi nella galleria di linea nord;
- Scavi nella galleria di linea sud.

La necessità di raffreddamento viene determinata ogni 1'000 m di lunghezza della galleria di linea. In questo modo, è possibile determinare i requisiti di raffreddamento per l'intera durata della costruzione e per i diversi luoghi.

5.4.3 Modellizzazione

Solo gli scavi con fresa vengono esaminati in quanto consumano più energia, attraversano i luoghi con le più alte temperature originali della roccia e perché un sistema di raffreddamento ad acqua è comunque richiesto per la fresa. Lo scavo all'esplosivo delle gallerie di linea a nord e a sud della galleria d'accesso e la F.d.E. non sono esaminati per i seguenti motivi:

- Le temperature originali della roccia in queste zone sono basse;
- I processi richiedono un'energia notevolmente inferiore rispetto agli scavi con fresa.

Ferner wird der Innenausbau der Tunnelröhren ebenfalls nicht untersucht, aus folgenden Gründen:

- Die Prozesse brauchen weniger Leistung als die TBM-vortriebe.
- Der Fels konnte durch die Lüftung und Kühlung während der Vortriebsphase bereits abkühlen.
- Bei Bedarf ist im Norden das Kühlwassersystem der Vortriebe bereits im Tunnel vorhanden.

Das komplexe Lüftungssystem während der TBM-vortriebe wird vereinfacht dargestellt:

Der Fensterstollen Mauls wird als eine Frischluftfröhre dargestellt; die Lutten sowie der Stoff- und Wärmeaustausch werden vernachlässigt, wie im Kapitel 5.4.1 beschrieben. Der Fußpunkt wird als ein einziger Punkt betrachtet, aus dem alle anderen Module ihre Zuluft beziehen.

Die Luttenlüftung des TBM-Vortriebs im Erkundungsstollen wird modelliert, zuerst vom Fußpunkt Mauls aus, später als Abzweigung von dem Umluftsystem der Haupttunnel Nord bei QS 43/2.

Das Umluftsystem Nord mit den Luttenlüftungen der TBM-Vortriebe wird wie folgt vereinfacht:

- Zuluft Oströhre, vom Fußpunkt Mauls bis zum nördlichsten Umluftquerschlag, bei Bedarf mit Abzweig in den Erkundungsstollen;
- Vortrieb Oströhre, vom Umluftquerschlag zur Ortsbrust;
- Abluft Weströhre, vom Umluftquerschlag bis zum Fußpunkt;
- Vortrieb Weströhre, vom Umluftquerschlag zur Ortsbrust.

Die Baukühlung wird auf Einhaltung des Grenzwerts 30°C Trockentemperatur in den Vortrieben und den Strecken dimensioniert.

Das Abluftsystem des Erkundungsstollen Aicha wird nicht untersucht, weil eine aktive Kühlung nicht vorgesehen ist: Die Felsursprungstemperatur liegt dort unter 30°C, sodass die Abluft abgekühlt wird. Der Innenausbau der Röhren wird nicht weiter untersucht. Es wird erwartet, dass der Kühlbedarf geringer ist als bei den Vortrieben benötigt wird. Die Baukühlung ist somit immer ausreichend dimensioniert, um diesen Bedarf zu decken.

5.4.4 Kältebedarf nach Ort und Zeit

Die erforderliche Kälteleistung zur Einhaltung der arbeitsmedizinischen Grenzwerte (vgl. Kapitel 3.2.1.1) in den TBM-

Inoltre, il rivestimento delle canne della galleria non è considerato per i seguenti motivi:

- I processi richiedono un'energia notevolmente inferiore rispetto agli scavi con fresa;
- Grazie alla ventilazione e al raffreddamento, la roccia si è raffreddata già durante la fase di scavo;
- Se necessario, il sistema di raffreddamento degli scavi è già presente al nord della galleria.

Il complesso sistema di ventilazione utilizzato durante gli scavi con fresa è rappresentato in modo semplificato:

La finestra di Mules è rappresentata come un canale d'aria fresca; le condotte nonché lo scambio di materiale e calore vengono trascurati, come descritto nel capitolo 5.4.1. Il piede della finestra è considerato come l'unico punto dal quale tutti gli altri moduli aspirano il loro fabbisogno d'aria fresca.

La ventilazione in condotta degli scavi con fresa nel cunicolo esplorativo è modellata prima partendo dal piede di Mules, poi come deviazione dal sistema per circolazione d'aria delle gallerie principali nord presso il C.T. 43/2.

Il sistema per circolazione nord con ventilazione in condotta degli scavi alla TBM è semplificato come segue:

- Aria fresca tubo est, dal piede di Mules fino al cunicolo di circolazione d'aria più a nord, se necessario con una derivazione nel cunicolo esplorativo;
- Scavo tubo est, dal cunicolo di circolazione fino al fronte di avanzamento;
- Aria fresca tubo ovest; dal cunicolo di circolazione fino al piede;
- Scavo tubo ovest, dal cunicolo di circolazione al fronte di avanzamento.

Il sistema di raffreddamento sarà dimensionato per il valore di soglia della temperatura a bulbo secco pari a 30°C ai fronti di scavo e lungo i segmenti di galleria.

Il sistema d'estrazione d'aria del cunicolo esplorativo Aica non è esaminato, in quanto un raffreddamento attivo non è previsto. Colà la temperatura della roccia vergine è inferiore a 30°C, per cui l'aria viziata sarà raffreddata. Il rivestimento delle canne della galleria non viene ulteriormente esaminato. Ci si aspetta un fabbisogno di raffreddamento inferiore rispetto a quelli degli scavi. Il sistema di raffreddamento esistente è in grado di soddisfare questo fabbisogno.

5.4.4 Requisiti di raffreddamento in base al luogo e al tempo

La potenza frigorifera necessaria per rispettare i limiti prescritti dalla medicina del lavoro (cfr. capitolo 3.2.1.1 negli

Vortrieben ist in Abbildung 3 gegen den Weg (Tunnel-km) aufgetragen.

scavi con fresa è rappresentata nella Figura 3 in funzione del percorso (km di galleria).

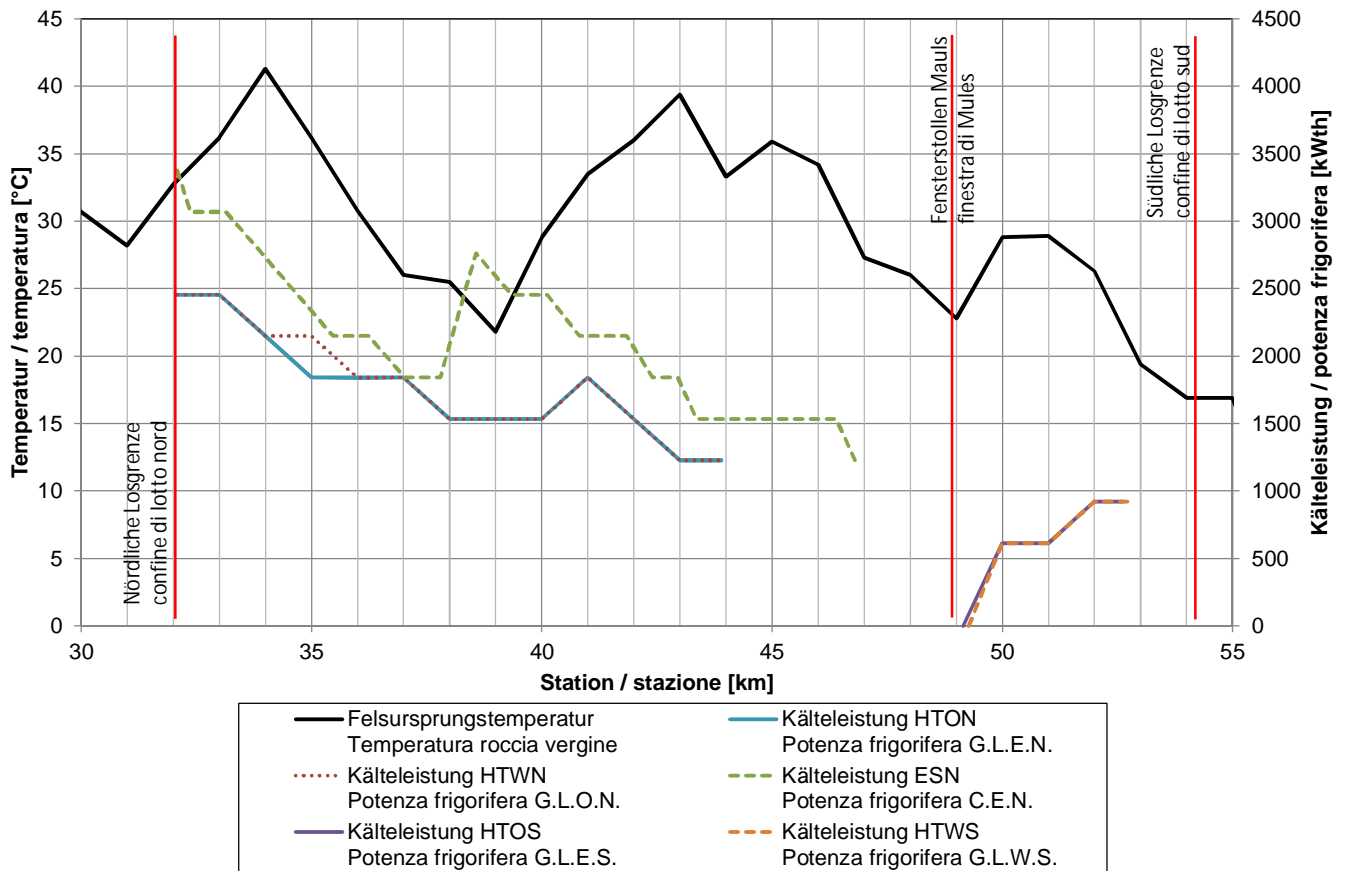


Abbildung 3: Kälteleistung der einzelnen Vortriebe, aufgetragen gegen den Weg.

Figura 3: potenza frigorifera dei singoli scavi, rappresentata in funzione del percorso.

Die erforderliche Kälteleistung zur Einhaltung der arbeitsmedizinischen Grenzwerte in den TBM-Vortrieben ist in Abbildung 4 über die Zeit aufgetragen.

La potenza frigorifera necessaria per rispettare i limiti prescritti dalla medicina del lavoro negli scavi con fresa è rappresentata nella Figura 4 in funzione del tempo.

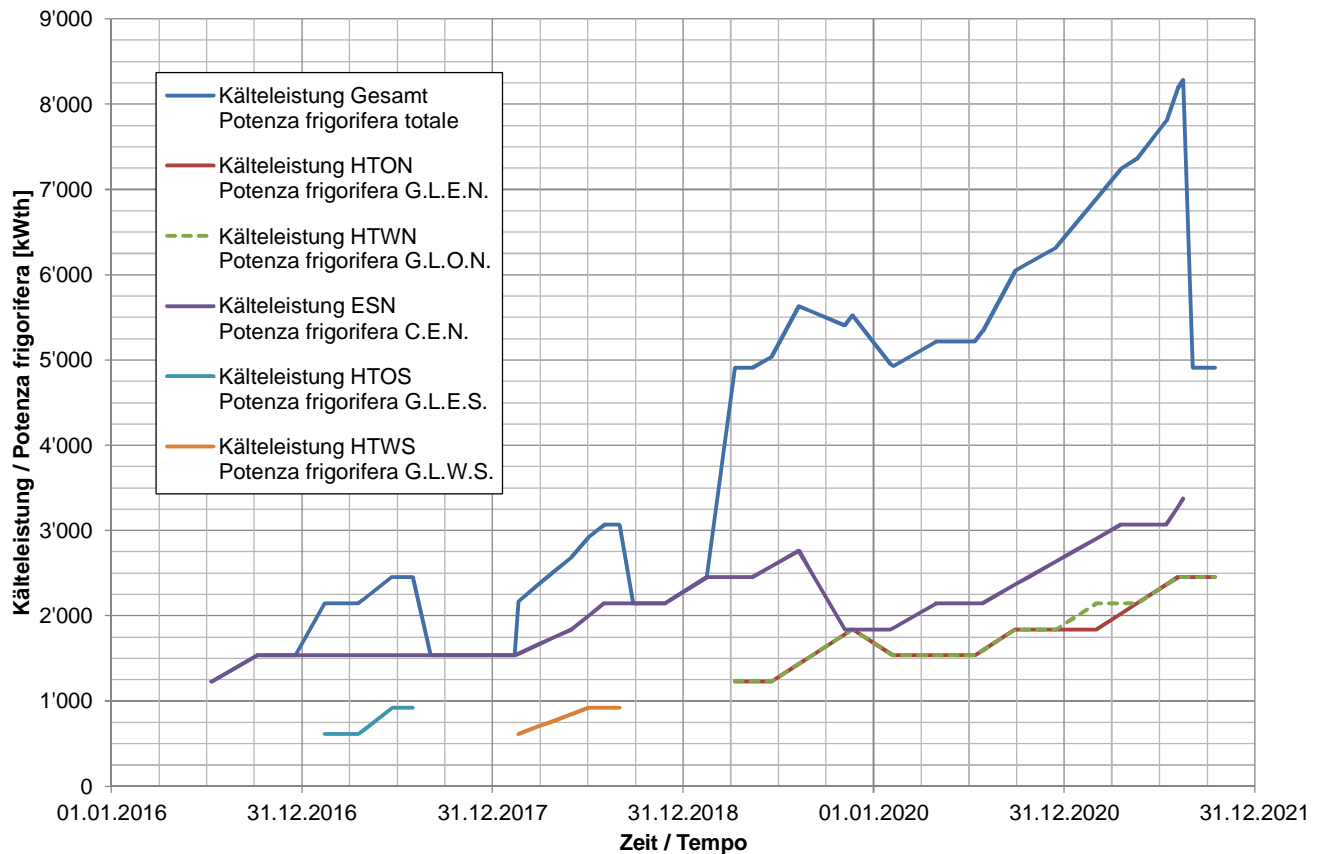


Abbildung 4: Kälteleistung der einzelnen Vortriebe, aufgetragen gegen die Zeit.

Figura 4: potenza frigorifera dei singoli scavi, rappresentata in funzione del tempo.:

Der Vergleich der Abbildungen 2 und 3 macht folgende allgemeine Sachverhalte deutlich:

Il confronto delle figure 2 e 3 mette in luce i seguenti fatti generali:

- Die Kälteleistung ist abhängig von der Vortriebslänge und wächst mit dieser;
- Die Kälteleistung ist abhängig von der Felsursprungstemperatur. Die Leistungsspitzen fallen jedoch nicht mit den Spitzen der Felsursprungstemperatur zusammen. Dies hängt mit thermischen Verzögerungen in der Luttenlüftung zusammen.
- Das Lüftungskonzept hat einen entscheidenden Einfluss auf die erforderliche Kälteleistung. Dies wird insbesondere an dem Vortrieb im ESN deutlich: Der Umbau der Luttenlüftung ab dem Ast A zur Luttenlüftung ab dem QS 43/2 nach km 38.5 bringt einen deutlichen Abfall der Kälteleistung mit sich (vgl. Kapitel 4.3.7.2 und Abbildung 4 ab 1.1.2020).

- La potenza frigorifera dipende dalla lunghezza degli scavi e cresce con questa;
- La potenza frigorifera dipende dalla temperatura originale della roccia. A causa dell'inerzia termica della ventilazione in condotta, i picchi di potenza non coincidono tuttavia con i picchi della temperatura originale della roccia.
- Il concetto di ventilazione ha un'influenza determinante sulla potenza frigorifera necessaria, come si evince nello scavo del C.E. nord. Lo smantellamento della ventilazione in condotta dal ramo A verso quella dal C.T. 43/2 comporta dopo 38.5 km una notevole diminuzione della potenza frigorifera (cfr. capitolo 4.3.7.2 e Figura 4 dal 1.1.2020).

Ferner sind spezifisch auf die Vortriebe folgende Feststellungen möglich:

Inoltre, specificamente per gli scavi, si constata che:

- Das Maximum der Kälteleistung fällt in den Vortrieben der HTN und des ESN auf das Ende des Vortriebs und findet etwa zeitgleich statt.
- Die Auslegung sowohl des Rückkühlwerks, als auch

- La massima potenza frigorifera è raggiunta quasi contemporaneamente sulla fine dello scavo delle G.L.N. e del C.E.N.
- Il caso di dimensionamento sia del sistema di raf-

des primären Kühlwasserkreises im FS Mauls und der sekundären Kühlwasserkreisen in den nördlichen Vortrieben fallen auf das Ende der nördlichen Vortriebe.

- Die südlichen Vortriebe spielen eine untergeordnete Rolle in der Auslegung der Kühlung.

5.4.5 Kälteleistung und Kühlleistung

Tabelle 11 gibt einen Überblick über die dimensionierenden Kälte- und Kühlleistungen.

Tabelle 11: Dimensionierende Kälte- und Kühlleistungen.

Röhre od. Ort Canna o luogo		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N	ESN C.E.N.	HTS G.L.S.	BM CAN Mules
Kälteleistung gesamt Potenza frigorifera totale	[kW _{th}]	2'455	2'455	3'376	920	-
Kühlleistung der TBM intern Potenza di raffreddamento della fresa all'interno	[kW _{th}]	1'338	1'338	1'198	1'338	-
Kühlleistung der WKM auf der TBM Potenza di raffreddamento dello SC sulla fresa	[kW _{th}]	1'360	1'360	1'360	0	-
Kühlleistung der TBM im rückwärtigen Bereich Potenza di raffreddamento della fresa nella zona di retrolinea	[kW _{th}]	1'813	1'813	4'079	906	-
Kühlleistung gesamt Potenza di raffreddamento totale	[kW _{th}]	4'511	4'511	6'637	2'244	15'659

Zu der Tabelle 11 sind folgende Erklärungen notwendig:

Die Kälteleistungen sind das Ergebnis der Klimasimulationen.

Die Kühlleistungen sind um einen Faktor 1.8 bis 2.4 grösser als die Kälteleistung der Vortriebe. Dies kommt wie folgt zustande:

- Die Klimasimulationen sind Langzeitrechnungen hinsichtlich des Aggregats Fels; tägliche Arbeitsunterbrüche können nicht modelliert werden. Daher wird die Abwärme der Geräte zeitlich über einen 24 Stunden Zyklus verteilt. Für die TBM, welche ansatzweise 20 von 24 Stunden in Betrieb ist, bedeutet dies z.B., dass deren Abwärme mit einem Faktor 20/24 in die Klimasimulation einfließt. Die momentane Abwärme und somit auch die momentane Kühlleistung sind jedoch höher. Daher wird zur Bestimmung der momentanen Kühlleistung diese modellbedingt Verschmierung mit einem Faktor 1.2 (24/20) wieder herausgerechnet.
- Die Kühlleistung einer Wetterkühlmaschine (WKM) ist ca. 35% höher als ihre Nettokälteleistung. Die in dieser Auslegung angesetzten WKM des Typ DV300 der Fa. WAT hat eine Nettokälteleistung von 300 kW_{th}. Die Bruttokälteleistung berücksichtigt die Abwärme des Ventilators, ca. 22 kW_{th}, und beträgt 322 kW_{th}. Da die Antriebsleistung des Kompressors der Kältemaschine, ca. 90 kW_{el}, ansatzweise vollständig als Abwärme in die Kältemittel geht, müssen

freddamento come pure del circuito primario nella finestra di Mules e dei circuiti secondari negli scavi nord si produce verso la fine degli scavi al nord.

- Gli scavi al sud hanno un ruolo minore nella progettazione del sistema di raffreddamento.

5.4.5 Potenze frigorifera e di raffreddamento

La Tabella 11 fornisce una panoramica del dimensionamento delle potenze frigorifera e di raffreddamento.

Tabella 11: potenze frigorifere e di raffreddamento.

Le seguenti spiegazioni sono necessarie per la Tabella 11:

Le potenze frigorifere risultano della simulazione del clima.

Le potenze di refrigerazione sono maggiori della potenza frigorifera di un fattore da 1.8 a 2.4. Questo risulta come segue:

- Le simulazioni del clima sono calcoli a lungo termine per quanto riguarda la roccia; le interruzioni quotidiane del lavoro non possono essere modellate. Pertanto, il calore dissipato dagli impianti è distribuito nel tempo su un ciclo di 24 ore. Per la fresa, che è in funzionamento 20 ore su 24, questo significa, ad esempio, che il calore dissipato viene considerato nella simulazione del clima con un fattore di 20/24. Tuttavia, il calore effettivamente dissipato, e quindi la potenza di raffreddamento è più elevato. Per determinare la potenza di raffreddamento, la potenza distribuita del modello viene aggiustata utilizzando il fattore 1.2 (24/20) per il calcolo.
- La potenza di raffreddamento di uno scambiatore di calore è all'incirca del 35% superiore alla sua potenza frigorifera netta. Lo scambiatore del tipo DV300 utilizzato in questa progettazione ha una potenza frigorifera netta di 300 kW_{th}. La potenza frigorifera lorda considera il calore dissipato dal ventilatore, circa 22 kW_{th}, ed è di 322 kW_{th}. Poiché la potenza del compressore dello scambiatore di calore, circa 90 kW_{el}, fluisce quasi completamente

im Kondensator derselben insgesamt 412 kW_{th} Kühlleistung im Kühlwasser abgeführt werden. Dies ergibt einen Faktor 1.37 (412/300).

- Für die Bestimmung der Kühlleistung wird ferner angenommen, dass die gesamt Abwärme der TBM, ca. 1'200 kW_{th} in den Haupttunnel und 1'100 kW_{th} in dem Erkundungsstollen, mit Kühlwasser abgeführt wird und nicht in die Luft geht. Da in den Klimasimulationen aber gerade die letzte Annahme getroffen wurde, muss diese Kühlleistung in der Umrechnung der Kälteleistung zur Kühlleistung herausgerechnet werden.
- Schließlich wird auf alle Kühlleistungen noch ein Sicherheitsfaktor 1.1 eingerechnet.

Die dimensionierende Kühlleistung des Rückkühlwerks auf der Baustelle Mauls setzt sich zusammen aus den Kühlleistungen der Haupttunnel Nord Ost und West sowie des Erkundungsstollen, welche zuletzt und zeitgleich stattfinden.

5.4.6 Wetterkühlmaschinen

Die in den Klimasimulationen berechnete Anzahl Wetterkühlmaschinen wird im Zuge der oben skizzierten Umrechnung der Kälteleistung in Kühlleistung ebenfalls korrigierte. Deren Anzahl nach Vortrieb und Standort im Vortrieb ist in Tabelle 12 dokumentiert.

Tabelle 12: Anzahl der WKM.

Röhre od. Ort Canna o luogo		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	ESN C.E.N.	HTS G.L.S.	Gesamt Totale
WKM-Typ Tipo di SC	-	DV300	DV300	DV300	DV300	-
Anzahl auf der TBM Numero sulla fresa	[-]	4	4	3	0	11
Anzahl im Rückwärtigen Bereich Numero nelle retrovie	[-]	4	4	10	2	20
Anzahl Gesamt Numero totale	[-]	8	7	13	2	31

Diese Zahlen enthalten die Leistungsreserve von 10 %.

5.5 HYDRAULISCHE AUSLEGUNG

5.5.1 Anforderungen

Es gelten folgende Anforderungen:

- Die Baukühlung soll in allen Teilen so konzipiert sein, dass sie für die ständige Erweiterung infolge des Baufortschritts geeignet ist.
- Das Kühlwassernetz übernimmt auch die Aufgabe der Brauch- und Löschwasserversorgung.
- Die Verbraucher der Kühlleistung befinden sich mehrheitlich kurz hinter und auf der TBM.

nel fluido frigorifico, è necessario dissipare nel condensatore una potenza di raffreddamento di 412 kW_{th}. Questo si traduce nel fattore 1.37 (412/300).

- Per la determinazione della potenza di raffreddamento si presume che il calore complessivo dissipato dalla fresa (1'200 kW_{th} nella galleria principale e 1'100 kW_{th} nel cunicolo esplorativo) venga asportato con l'acqua di raffreddamento e non venga immesso nell'aria. Le simulazioni del clima si basano proprio sull'ultima ipotesi, è necessario aggiustare questa potenza nel calcolo di conversione dalla potenza frigorifera a quella di raffreddamento.
- Infine, anche un fattore di sicurezza 1.1 è incluso in tutte le potenze di raffreddamento.

La potenza di raffreddamento utilizzata per dimensionare il sistema di raffreddamento del cantiere Mules è composta dalle potenze di raffreddamento delle gallerie principali nord est e ovest e del cunicolo esplorativo, che intervengono per ultime e contemporaneamente.

5.4.6 Scambiatori di calore

Il numero di scambiatori di calore calcolato nelle simulazioni del clima viene corretto nella conversione della potenza frigorifera in quella di raffreddamento (si veda sopra). Esso è documentato nella Tabella 12 per ogni scavo e per posizione.

Tabella 12: Numero di scambiatori di calore.

Queste cifre comprendono la riserva di potenza del 10 %.

5.5 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRAULICA

5.5.1 Requisiti

I requisiti sono i seguenti:

- Il raffreddamento deve essere progettato in tutte le parti in modo che sia adatto all'avanzamento della costruzione.
- La rete di acqua di raffreddamento provvede anche alla fornitura d'acqua industriale e antincendio.
- La potenza di raffreddamento viene principalmente utilizzata immediatamente dietro la fresa e su di

essa.

- Die Wasserversorgung erfolgt ab der Baustelle Mauls durch den Fensterstollen Mauls.

- L'acqua è fornita dal cantiere di Mules attraverso la finestra di Mules.

5.5.1.1 Kühl- und Brauchwassermengen

5.5.1.1 Volume d'acqua di raffreddamento

Die Kühlwassermengen der Vortriebe setzen sich aus folgenden Beiträgen zusammen: Der Bedarf der TBM, der WKM auf der TBM und der WKM im rückwärtigen Bereich. Diese sind in Tabelle 13 dokumentiert. Die Berechnung der Wassermengen beruht auf folgenden Annahmen:

Il volume d'acqua di raffreddamento degli scavi è composto dai seguenti contributi: l'esigenza della fresa, dello SC sulla fresa e nella zona di retrolinea. Questi sono documentati nella Tabella 13. Il calcolo della quantità di acqua si basa sui seguenti presupposti:

- Der Temperaturanstieg des Kühlwassers in den internen Kühlkreisläufen der TBM beträgt 10 C;
- Der Temperaturanstieg des Kühlwassers in den WKM beträgt 10 C. Der Kühlwasserbedarf pro WKM beträgt 35.5 m³/h.
- Die Brauchwassermenge wird pro Vortrieb auf 10 m³/h geschätzt.

- l'aumento della temperatura dell'acqua di raffreddamento nei circuiti di raffreddamento interni della fresa è di 10 C;
- l'aumento della temperatura dell'acqua di raffreddamento degli SC è di 10 C. Il fabbisogno di acqua di raffreddamento per ogni SC è di 35.5 m³/h.
- La quantità d'acqua industriale necessaria per ogni avanzamento è circa 10 m³/h.

Tabelle 13: Wassermengen.

Tabella 13: Quantità di acqua.

Röhre od. Ort Canna o luogo	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	ESN C.E.N.	HTS G.L.S.	ZS / NHS G.A./F.d.E.	BM CAN Mu- les
Kühlwasserbedarf TBM intern Fabbisogno di acqua di raffreddamento fresa interno [m ³ /h]	127	127	114	127	-	-
Kühlwasserbedarf WKM auf TBM Fabbisogno di acqua di raffreddamento SC sulla fresa [m ³ /h]	129	129	129	0	-	-
Kühlwasserbedarf WKM Rückwärtig Fabbisogno di acqua di raffreddamento SC di retrolinea [m ³ /h]	172	172	387	86	-	-
Brauchwasserbedarf auf der Strecke Fabbisogno di acqua industriale sulla traccia [m ³ /h]	10	10	10	10	10	-
Kühlwasserbedarf gesamt Fabbisogno totale di acqua di raffreddamento [m ³ /h]	438	438	640	223	10	1'546

Der Kühlwasserbedarf auf der Baustelle Mauls setzt sich zusammen aus den Bedürfnissen der Vortriebe in den Haupttunnel Nord Ost und West sowie des Erkundungsstollens.

Il fabbisogno di acqua di raffreddamento sul cantiere di Mules è composto dai requisiti degli scavi nelle gallerie principali nord est e ovest, e del cunicolo esplorativo.

5.5.1.2 Löschwassermengen

5.5.1.2 Quantità di acqua antincendio

Die folgenden Anforderungen werden an die Löschwasserversorgung gestellt:

La fornitura di acqua antincendio è sottoposta alle seguenti esigenze:

- Leistungsfähigkeit: 1'200 l/min über 90 Minuten.
- Druck am Anschluss des Hydranten: 6 bar
- Leistungsfähigkeit pro Anschluss: 300 l/min

- Prestazioni: 1'200 l/min per 90 minuti.
- Pressione sul collegamento dell'idrante: 6 bar
- Prestazioni per collegamento: 300 l/min

Daraus folgt, dass die Wasserversorgung der Kühlung mindestens 20 l/s bzw. 72 m³/h liefern oder dass das Kühlwasserbecken mindestens 110 m³ fassen muss.

Ne consegue che l'approvvigionamento idrico del raffreddamento deve fornire almeno 20 l/s o 72 m³/h, o che il bacino dell'acqua di raffreddamento deve essere almeno di 110 m³.

Die notwendige Löschwassermenge ist deutlich geringer als

La quantità necessaria di acqua antincendio è notevolmente

die Kühlwassermengen in den Vortrieben, sodass die Kühlwassermengen dimensionierend sind.

5.5.2 Randbedingungen

5.5.2.1 Wasserversorgung

Für das Füllen und für die Nachspeisung zur Kompensation des Brauchwassers wird eine Brauchwasserversorgung vorausgesetzt. Diese sollte ständig 20 bis 40 l/s liefern.

Derzeit wird geplant, dieses Wasser mit Pumpen aus der Eisach zu beziehen.

5.5.2.2 Geodätische Höhen und Höhendifferenzen

Das Kühlwassernetz bewegt sich zwischen dem Tiefpunkt im Erkundungsstollen bei 715 m und dem Hochpunkt im Fensterstollen bei 870 m. Somit beträgt die größte Höhendifferenz 155 m. Die Höhen wichtiger Punkte sind in der folgenden Tabelle dokumentiert. Geringfügige Höhendifferenzen zwischen den Tunnelröhren werden vernachlässigt.

Tabelle 14: Geodätische Höhen wichtiger Punkte.

Ort Luogo	Punkt Punto	Höhe Altitudine
Baustelle Mauls Cantiere Mules	-	869.0 m
Fensterstollen Mauls Finestra di Mules	Tiefster Punkt (Logistikkaverne Mauls) Punto più basso (camerone logistico di Mules)	727.6 m
	Höchster Punkt (nahe dem Portal) Punto più alto (vicino al portale)	869.7 m
Haupttunnel Nord Galleria principale nord	Höchster Punkt (km 32.090) Punto più alto (km 32.090)	793.6 m
	Tiefster Punkt (km 48.909) Punto più basso (km 48.909)	728.2 m
Haupttunnel Süd Galleria principale sud	Höchster Punkt (km 52.882) Punto più alto (km 52.882)	749.4 m
	Tiefster Punkt (km 49.625) Punto più basso (km 49.625)	725.8 m
Erkundungsstollen Nord Cunicolo esplorativo nord	Höchster Punkt (km 32'090) Punto più alto (km 32.090)	782.5 m
	Tiefster Punkt (Demontagekaverne Mauls, ES Aicha nicht berücksichtigt) Punto più basso (camerone di smontaggio Mules, CE Aica non preso in considerazione)	715.9 m

5.5.3 Systembeschreibung

Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt des Kühlwassersystems beträgt 155 m. Dies entspricht ca. 15.2 bar statischem Druck auf den tiefsten Punkt. Die Kühlrohre werden in den Vortrieben in der Regel in Nenndruck PN25 spezifiziert, sodass für die Reibungsverluste der Kühlwasserströmung noch 9.8 bar übrig wären. Daher wurde auch eine hydraulische Netzvariante geprüft, bei welcher das gesamte Kühlwasser ohne hydraulische Trennung oder Druckschleuse im Fußpunkt Mauls ab

inferiore rispetto alle quantità di acqua di raffreddamento negli scavi, in modo che la quantità di acqua di raffreddamento è dimensionante.

5.5.2 Condizioni di contorno

5.5.2.1 Approvvigionamento idrico

Per il riempimento e per la rabboccatura a compensazione dell'acqua industriale utilizzata, s'impone l'allacciamento ad un fornitore di acqua in ragione di 20 a 40 l/s continuativi.

5.5.2.2 Quote geodetiche

La rete di acqua di raffreddamento si trova tra il punto più basso nel cunicolo esplorativo a 715 m e il punto più alto nella finestra a 870 m (155 m di dislivello). Le quote di punti importanti di altre parti della rete sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 14: Altezze geodetiche di punti importanti.

5.5.3 Descrizione del sistema

La differenza di altezza tra il punto più alto e il punto più basso del sistema di raffreddamento d'acqua è di 155 m. Ciò corrisponde a circa 15.5 bar di pressione statica nel punto più basso. Le tubature di raffreddamento lungo gli scavi sono specificate di classe di pressione PN25 (25 bar), con una riserva, quindi, di circa 9.5 bar per tener conto delle perdite di carico del flusso d'acqua. Pertanto, si è considerato dapprima una versione di rete idraulica in cui l'intera acqua di raffreddamento viene pompata dal cantiere di Mules attra-

der Baustelle Muls durch die Vortriebe gepumpt wird. Es hat sich gezeigt, dass es zweckmäßiger und flexibler ist, das hydraulische Netz im Fußpunkt Muls Mittels einer Druckschleuse im Fußpunkt Muls in einen Primärkreis einerseits und die verschiedenen Sekundärkreise andererseits aufzutrennen.

Das System besteht daher aus einem Rückkühlwerk, einer Druckschleuse und 2 Wasserkreisläufen. Auf der Baustelle Muls wird das aus dem Primärkreis rücklaufende warme Wasser der Vortriebe in einem Kühlwasserbecken gesammelt und in offenen Nasskühltürmen gekühlt. Die Kühltürme sind mit Speisepumpen ausgerüstet, welche das zu kühlende Wasser aus dem Kühlwasserbecken zirkulieren. Das in den Kühltürmen verdampfende Wasser sowie das im Tunnel verbrauchte Brauchwasser werden hier aus der Zusatzwasserleitung nachgefüllt.

An dieses Rückkühlwerk ist eine Pumpstation angebunden, welche das gekühlte Kühlwasser aus dem Kühlwasserbecken durch den Primärkreis zur Druckschleuse in der logistischen Kaverne Muls hinunter- und von dort wieder heraufdrückt.

Die Druckschleuse trennt den Primärkreis von dem Sekundärkreis hydraulisch und teilt das System in eine Hochdruckseite (Primärkreis) von der Niederdruckseite (Sekundärkreis). Sie schleust das Kühlwasser von der Primärseite zu den Ästen der Sekundärseite.

Die Sekundärkreise der einzelnen Vortriebe sind an diese Schleuse angebunden. Jeder Kreis verfügt über eine Pumpstation in der logistischen Kaverne, welche das Kühlwasser in den Vorlauf drückt. Eine schematische Darstellung dieser Netze ist in Anhang 10 gezeigt. Die sekundären Kühlwasserkreise und ihre Pumpen sind derzeit so ausgelegt, dass die Sekundärpumpen in der logistischen Kaverne Muls ausreichen, um das Wasser durch den gesamten Kreis hin und zurück zu drücken. Sie kommen also ohne Druckerhöhungspumpen auf den Strecken aus. Dies wird dadurch erreicht, dass der Leitungsdurchmesser genügend weit gewählt wird, um den Nenndruck an keiner Stelle zu überschreiten. Dies ist eine Wahl der vorliegenden Auslegung; um kleinere Leitungsquerschnitte einzusetzen könnte auch der Einsatz von Druckerhöhungspumpen gefordert werden.

Der Druckverlust des Kühlkreislaufs der TBMs wurde mit 4 bar geschätzt. Dieser Druckabfall könnte mit Druckerhöhungspumpen auf der TBM reduziert werden.

Die größte Kühlleistung und somit der größte Wasserbedarf fallen auf das Ende des Vortriebs bei der TBM an. Während dem Ausbruch der Querschläge und der logistischen Nischen sind auch dort WKM erforderlich.

verso gli scavi fino al piede di Muls senza separazione idraulica o chiusa a pressione. È stato dimostrato che è più vantaggioso e flessibile separare la rete idraulica in un circuito primario, da un lato, e in vari circuiti secondari, dall'altro, inserendo una chiusa a pressione al piede della finestra di Muls.

Il sistema è costituito da elementi con torri di raffreddamento, da una chiusa a pressione e da 2 circuiti d'acqua: un primario ed un secondario. Nel cantiere di Muls, l'acqua del primario di ritorno dagli scavi viene raccolta nella parte calda di un bacino, pompata e raffreddata nelle torri, e quindi raccolta nella parte fredda dello stesso bacino. Il sistema viene qui rabboccato tramite la condotta d'acqua addizionale per compensare l'evaporazione nelle torri e il consumo sul cantiere.

Il sistema di raffreddamento è equipaggiato con una stazione di pompaggio che spinge l'acqua di raffreddamento dal bacino attraverso il circuito primario verso la chiusa di pressione nel camerone logistico di Muls e da lì nuovamente verso il cantiere.

La chiusa a pressione separa idraulicamente il circuito primario (alta pressione) dal circuito secondario (bassa pressione). Tuttavia essa permette il passaggio dell'acqua di raffreddamento dal circuito primario ai diversi rami del secondario.

I circuiti secondari dei singoli scavi collegati alla chiusa sono dotati di una stazione di pompaggio nel camerone di Muls che spinge l'acqua di raffreddamento nel circuito di mandata. Una presentazione schematica dei circuiti è fornita all'Allegato 10. Ogni circuito secondario di raffreddamento e le relative pompe sono concepiti in modo che queste possano far circolare l'acqua attraverso l'intero circuito senza necessità di ulteriori pompe di rinalzo lungo il tracciato. A questo risultato si è giunti scegliendo tubi di diametro sufficiente per garantire che la pressione nominale non venga raggiunta in alcun punto della rete. Pompe di rinalzo si renderebbero altrimenti necessarie, qualora si impiegassero tubi di sezione minore.

Si stima a 4 bar la perdita di carico nel circuito di raffreddamento delle TBMs. La conseguente pressione statica sui tubi potrebbe essere alleviata da pompe di rinalzo sulle TBMs.

La massima potenza di raffreddamento, quindi il massimo fabbisogno idrico, si verifica alla fine dello scavo con fresa. Durante lo scavo dei cunicoli trasversali e delle piazzole logistiche, gli SC sono ugualmente richiesti.

5.5.4 Hydraulische Drucklinien

Der Auslegung der Pumpen und der Kühlwasserleitungen liegen hydraulische Drucklinien zugrunde. Mit diesen wird überprüft, dass bei gegebenem Förderleistung, Rohrdurchmesser und Rauigkeit der Nenndruck der Leitungen an keiner Stelle verletzt wird. In den folgenden Abbildungen werden die Hydraulischen Drucklinien Beispielhaft für den Primärkreis und den Sekundärkreis in den HTN dargestellt:

- Abbildung 5: Drucklinien des Primärkreises, für eine Nennweite DN500 und eine absolute Rauigkeit von 0.5 mm bei insgesamt 1'546 m³/h am Vorlauf und 1'486 m³/h am Rücklauf (60 m³/h Brauchwasser); von der Baustelle (0 m) zum Fußpunkt Mauis (ca. 2'000 m) und zurück (ca. 4'000 m).
- Abbildung 6: Drucklinie des Sekundärkreises in einem HTN, für eine Nennweite DN350 und eine absolute Rauigkeit von 0.5 mm bei insgesamt 438 m³/h Kühlwasser am Vorlauf und 10 m³/h Brauchwasser, sowie 8 WKM auf der Strecke und 144 m³/h an der TBM; vom Fußpunkt Mauis (0 m) zur TBM (ca.17'000 m) und zurück (ca. 34'000 m).

Die 2-bar Linie in Abbildung 6 dient dem Schutz vor Kavitation; sie ist ein Systemdruck, der nicht unterschritten werden sollte, um überall im System einen sicheren Abstand von der 0-bar Linie bzw. Unterdruck und Kavitation zu gewährleisten. Im Primärkreis ist diese Linie nicht gegeben, da die Kühlwasserbecken gegen die Atmosphäre offen sind.

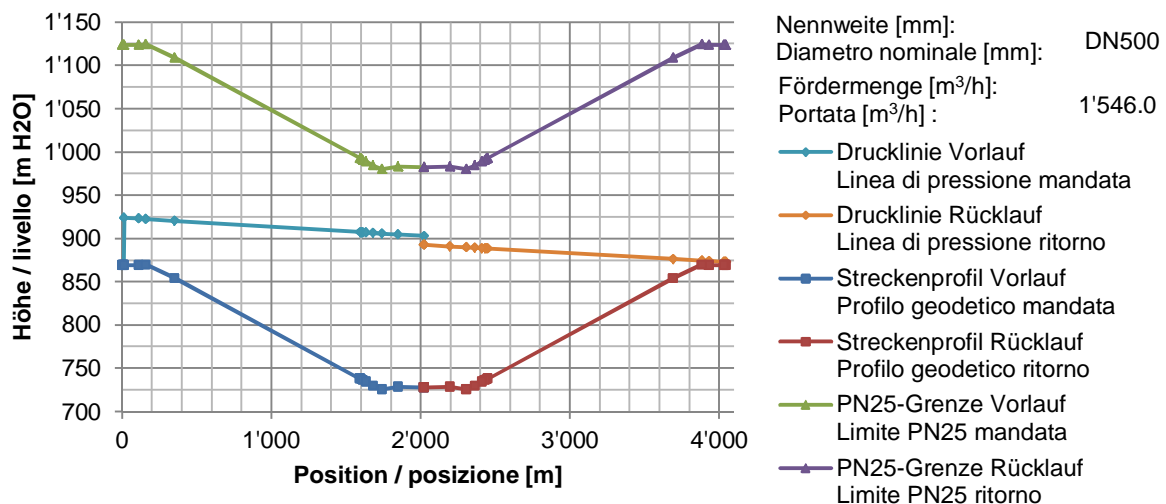


Abbildung 5: Drucklinien Primärkreis.

5.5.4 Dimensionamento delle pompe

Il dimensionamento di pompe e tubature di raffreddamento è basato sulle linee di pressione idraulica. Queste sono utilizzate per verificare che la pressione nominale delle condotte non venga superata in alcun punto, per la portata, la rugosità ed il diametro prescritti. Le figure seguenti illustrano a modo d'esempio le linee di pressione idrauliche per il circuito primario e il circuito secondario nelle G.L.N.:

- Figura 5: linee di pressione del circuito primario con diametro nominale DN500 e rugosità di 0.5 mm, con portata di 1'546 m³/h alla mandata e 1'486 m³/h al ritorno (60 m³/h di acqua di cantiere spillata), dal cantiere (0 m) al piede della finestra di Mules (2'000 m) e ritorno (circa 4'000 m, in totale).
- Figura 6: linea di pressione del circuito secondario in una G.L.N., con diametro nominale DN350 e rugosità di 0.5 mm, con portata complessiva di 438 m³/h alla mandata, di cui 144 m³/h per la fresa (10 m³/h d'acqua di cantiere spillata). 8 SC si trovano lungo il tratto dal piede della finestra di Mules fino alla TBM (circa. 17'000 m) e ritorno (circa 34'000 m in totale).

La linea dei 2 bar (PN2) nella Figura 6 è necessaria per evitare la cavitazione. La pressione nella rete non dovrebbe mai scendere al di sotto di questo limite. Nel circuito primario questo limite non viene considerato, dato che i bacini di cantiere sono all'aria aperta.

Figura 5: Linee di pressione del circuito primario.

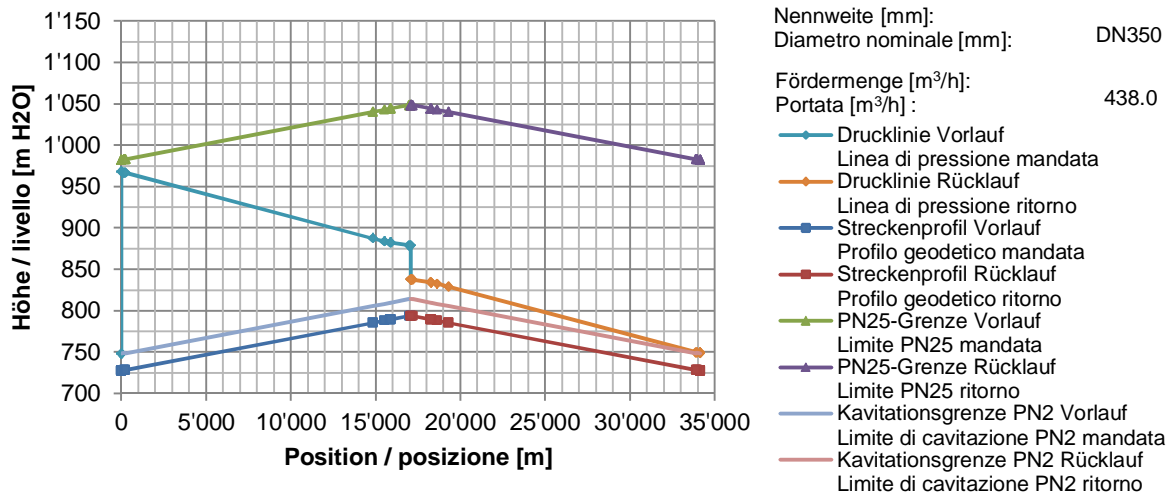


Abbildung 6: Drucklinien Sekundärkreis HTN.

Figura 6: Linee di pressione circuito secondario G.L.N.

5.5.5 Auslegung der Kühlwasserleitungen

Die Auslegung der Kühlwasserleitungen beruht auf den folgenden Annahmen:

- Nenndruck PN25, zumindest in der Nähe der Vortriebe. Im Fensterstollen könnten größere Nenndrücke eingesetzt werden.
- Absolute Rauigkeit: 0.5 mm.
- Stahlleitungen
- WKM Typ DV300 der Fa. WAT GmbH oder gleichwertig.

Die Festlegung eines WKM-Typs ist erforderlich, um die Wassermengen festlegen zu können, welche den Kondensator der WKM vom Vorlauf zum Rücklauf durchströmen. Dies ist eine Dimensionierungsannahme ohne Herstellerbindung. In der Ausführung können auch WKM eines anderen Typs oder anderer Hersteller an das System angeschlossen werden.

Die Wahl der Nennweiten und Nenndrücke, sowie die Leitungslänge (Vor- und Rücklauf) welche sich aus den Drucklinien mit diesen Annahmen ergeben, sind in Tabelle 15 dokumentiert.

5.5.5 Dimensionamento delle condotte d'acqua di raffreddamento

Il dimensionamento delle condotte di acqua di raffreddamento si basa sulle seguenti ipotesi:

- Livello di pressione nominale PN25, presso gli scavi. Lungo la finestra possono essere utilizzate pressioni nominali superiori;
- Rugosità delle pareti: 0.5 mm;
- Condotte in acciaio;
- Scambiatore di calore modello DV300, WAT GmbH o analogo.

La considerazione di un tipo preciso di SC è necessaria per poter stabilire le quantità d'acqua attraversano il condensatore del sistema. Questa rimane comunque un ipotesi di dimensionamento senza alcun legame ad uno specifico fornitore. Il sistema di raffreddamento ammette anche altri modelli di SC

La scelta dei diametri e delle pressioni nominali, come pure della lunghezza delle condotte (mandata e ritorno) è documentata nella Tabella 15.

Tabelle 15: Auslegung der Kühlwasserleitung

Parameter / Parametro	Kühlwasserleitungen / Condotte d'acqua refrigerante						Brauchwasserleitungen / Condotte d'acqua industriale		
	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.
Nennweite Larghezza nominale	DN350	DN350	DN200	DN200	DN400	DN500	DN150	DN150	DN200
Nenndruck Pressione nomi- nale	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25
Leitungslänge Lunghezza condotta [m]	34'147	34'147	7'970	7'970	34'462	4'045	1'477	1'218	4'500
Wasservolumen Volume d'acqua [m ³]	3'155	3'155	274	274	4'197	769	29	24	155

Tabella 15: Progettazione della condotta d'acqua:

5.5.6 Auslegung der Pumpen

Die Auslegung der Pumpen beruht auf folgenden Annahmen und Empfehlungen:

- Der Gesamtwirkungsgrad der Pumpen wird auf 0.75 angesetzt.
- Es ist darauf zu achten, dass die elektrisch Antriebsleistung einer Pumpe im Bereich von wenigen 100 kW bleibt.

Die hydraulische Spezifikation der Pumpstationen mit diesen Annahmen ist in Tabelle 16 dokumentiert. Diese Betriebspunkt gelten für die gesamte Station; weitere Details werden in Kapitel 5.6.3 spezifiziert.

Tabelle 16: Auslegung der Pumpstationen

Röhre od. Ort Canna o luogo	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	ESN C.E.N.	HTS G.L.S.	Primär Primario
Position Posizione	Montagekaverne TBM und Log. Kaverne Muls Camerone montaggio TBM e camerone logistico di Muls				BM CAN Muls
Volumenstrom Flusso volumetrico [m ³ /h]	438	438	640	223	1'546
Förderhöhe Altezza di mandata [mWS]	220	220	200	200	55
Elektrische Leistung Potenza elettrica [kW _e]	350	350	465	162	310

Weitere Anlagenteile wie Wetterkühlmaschinen und Kühltürme, werden weiter unten spezifiziert.

5.6 BESCHREIBUNG DES KÜHLWASSERSYSTEMS

5.6.1 Allgemein

Das gesamte Kühlwasser- und Brauchwassersystem ist mit der Druckstufe PN25 oder höher auszuführen.

5.6.2 Rückkühlwerk

Für alle Vortrieb ist ein gemeinsames Rückkühlwerk auf der Baustelle Muls vorgesehen. Das Rückkühlwerk besteht aus ein Kühlwasserbecken mit aufgebauten Kühltürmen und

5.5.6 Dimensionamento delle pompe

Il dimensionamento delle pompe si basa sulle seguenti ipotesi e raccomandazioni:

- Il rendimento globale di ciascuna pompa è pari al 75%.
- Va verificato in fase di pianificazione che la potenza elettrica di ciascuna pompa non superi qualche centinaio di chilowatt.

Le stazioni di pompaggio dimensionate secondo queste ipotesi sono presentate nella Tabella 16 ed ulteriormente elaborate nel capitolo 5.6.3.

Tabella 16: Disposizione delle stazioni di pompaggio

Röhre od. Ort Canna o luogo	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	ESN C.E.N.	HTS G.L.S.	Primär Primario
Position Posizione	Montagekaverne TBM und Log. Kaverne Muls Camerone montaggio TBM e camerone logistico di Muls				BM CAN Muls
Volumenstrom Flusso volumetrico [m ³ /h]	438	438	640	223	1'546
Förderhöhe Altezza di mandata [mWS]	220	220	200	200	55
Elektrische Leistung Potenza elettrica [kW _e]	350	350	465	162	310

Altre parti dell'impianto come gli scambiatori di calore e le torri di raffreddamento sono specificate di seguito.

5.6 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

5.6.1 Generalità

L'intero sistema dell'acqua di raffreddamento e dell'acqua industriale deve essere realizzato con il livello di pressione PN25 o superiore.

5.6.2 Impianto di raffreddamento

Si prevede un unico impianto di raffreddamento per tutti gli scavi, collocato nel cantiere di Muls. Questo include: una vasca, o serbatoio, o bacino d'acqua fredda collegato a torri

diversen Anlagen. Diese Anlagen werden soweit möglich in 20' ISO-Container untergebracht. Diese Lösung ermöglicht, die Anlagen als betriebsbereite Module zu fertigen und liefern zu lassen und bietet den Anlagen zugleich Schutz vor der Witterung, ohne dass dazu ein besonderes Gebäude gebaut werden muss. Die Anlagen sind im Folgenden definiert.

5.6.2.1 Kühltürme

Es kommen zwangsbelüftete offene Gegenstrom-Kühltürme zum Einsatz. Die Randbedingungen zur Auslegung der Kühltürme sind in Tabelle 3 festgelegt. Auf der Grundlage dieser Randbedingungen und der zu Kühlenden Wassermengen werden als Dimensionierungsannahme Kühltürme des Typs AT/UAT 424-324 der Fa. EVAPCO oder gleichwertig vorgeschlagen. Dies ist eine Dimensionierungsannahme ohne Herstellerbindung. In der Ausführung können auch Kühltürme eines anderen Typs oder anderen Herstellers an das System angeschlossen werden, insofern sie die veranschlagte Wassermenge zu Kühlen vermögen.

Die Dimensionen des Systems, welche aus Einheiten von 4 Kühltürmen mit je einem Ventilator und einer Speisepumpe bestehen, bestimmen die Abmäße des Kühlwasserbeckens. Zu Beginn der TBM-Vortriebe ist eine Einheit erforderlich. Mit fortschreitendem Ausbruch wird eine zweite Einheit bedarfsgerecht nachgerüstet. Die Einheiten werden mit einer Temperaturüberwachung im Kühlwasserbecken gesteuert.

Tabelle 17: Spezifikation der Einheiten

Parameter / Parametro	Wert / Valore	Bemerkung / Nota
Einheit Typ, Hersteller, (indikativ) Tipo di elemento, fornitore, (indicativo)	AT/UAT 424-324 EVAPCO	
Abmessungen LxBxH Dimensioni LxLxA	[m] 7.4 x 7.4 x 5.2	
Anzahl Quantità	[-] 2	
Aufstellungshöhe ü.M. Quota d'installazione s.l.m.	[m] 870	
Feuchtkugeltemperatur Temperatura del bulbo umido	[°C] 21.9	
Warmwassertemperatur (Rücklauf) Temperatura dell'acqua di ritorno	[°C] 37.0	
Kaltwassertemperatur (Vorlauf) Temperatura dell'acqua di mandata	[°C] 27.1	
Kühlleistung Potenza di raffreddamento	[kW _{th}] 15'700	
Kühlwassermenge insgesamt Portata d'acqua totale	[m ³ /h] 1'520	
Verdunstete Wassermenge Portata d'acqua evaporata	[m ³ /h] 20	
Abgeschlämmte Wassermenge Portata d'acqua di spurgo	[m ³ /h] 4	20 % der verdunsteten Wassermenge 20 % dell'acqua evaporata
Brauchwassermenge Portata d'acqua industriale	[m ³ /h] 30	

di raffreddamento ed altri impianti che saranno allocati, quando possibile, in contenitori ISO a 20°C. Questo permette una realizzazione ed una installazione modulare e protetta dalle intemperie degli impianti senza bisogno di un apposito edificio per contenerli. Tali impianti sono descritti nel seguito.

5.6.2.1 Torri di raffreddamento

Si tratta di torri aperte, con circolazione forzata a flusso contrario. Le condizioni per la disposizione delle torri sono illustrate nella Tabella 3, sulla cui base vengono definite, come ipotesi di dimensionamento e senza alcun impegno verso il fornitore, torri del tipo AT/UAT 424-324 della ditta EVAPCO o analoghe. Altri tipi di torre ed altri fornitori possono essere considerati purché vengano garantite le quantità d'acqua da raffreddare.

Le dimensioni del sistema, per il tipo sopra citato composto da elementi di 4 torri con ventilatore e pompa di alimentazione, definiscono quelle del bacino d'acqua di raffreddamento. All'inizio dello scavo con TBM è necessario un solo elemento; un secondo elemento sarà necessario coll'avanzare dello scavo. Gli elementi sono regolati da un sensore di temperatura nel bacino d'acqua di raffreddamento.

Tabella 17: Specifica degli elementi

Parameter / Parametro	Wert / Valore	Bemerkung / Nota
Zusatzwassermenge Portata d'acqua addizionale	[m ³ /h] 54	
El. Leistung der Ventilatoren Potenza elettrica del ventilatore	[kW _{el}] 8 x 18.5 kW _{el} = 148 kW _{el}	Gesamt für 2 Einheiten Totale per 2 elementi
El. Leistung der Pumpen Potenza elettrica delle pompe	[kW _{el}] 8 x 29 kW _{el} = 232 kW _{el}	Gesamt für 2 Einheiten Totale per 2 elementi

5.6.2.2 Kühlwasserbecken

Das Kühlwasserbecken ist inwendig ca. 4 m tief, 12 m breit und 19 m lang. Es hat ein Fassungsvermögen von ca. 670 m³. Es ist für 2 Einheiten des in Tabelle 18 beschriebenen Typs ausgelegt. Eine Wand trennt es in ein Warm- und ein Kaltwasserteil auf. Beide Einheiten stehen über dem Kaltwasserteil, entnehmen das warme Wasser und geben das gekühlte Wasser in das entsprechende Abteil.

Weitere Komponenten sind:

- 1 Zusatzwassereinspeisung inkl. Rohrleitungen und Armaturen;
- 1 Niveauüberwachung;
- 1 Kühlwassertemperaturüberwachung;
- 2 Wasserfassungen im Kühlwasserbecken Kaltwasserseitig und Kühlleitungen für den Vorlauf der Kühlkreise inkl. Armaturen;
- 1 Wasserrückführungen in das Kühlwasserbecken warmwasserseitig, inkl. Armaturen;
- 8 Wasserfassungen für die Speisepumpen der Kühltürme;
- 1 Überlauf mit Ablauf;
- 1 Abwasserablass inkl. Abwasserleitung zur Abwasseraufbereitung der Baustelle Mauls;
- Struktureller Aufbau für die Kühltürme.

5.6.2.3 Pumpenraum

Sämtliche Speisepumpen der Kühltürme, Förderpumpen des Primärkreises und Schalt- und Steuerschränke werden in einem technischen Raum untergebracht. Dieser wird an die schmale Seite des Kühlwasserbeckens angebaut. Er hat eine innere Grundfläche von ca. 12 x 8 m.

5.6.2.4 Speisepumpen der Kühltürme

Pro Einheit fallen vier Pumpen an, also insgesamt 8 Pumpen. Sie werden Stern-Dreieck geschaltet. Sie haben je eine Fördermenge von ca. 190 m³/h und Förderhöhe von ca. 46 mWS und eine elektrische Leistung von ca. 29 kW_{el}. Sie bestehen aus:

- 1 Pumpe mit Sockel;
- 2 manuelle Absperrschieber, saug- und druckseitig;

5.6.2.2 Bacino d'acqua di raffreddamento

Il bacino dell'acqua di raffreddamento è di circa 4 m di profondità, 12 m di larghezza e 19 m di lunghezza, con una capacità di circa 670 m³. Si prevedono 2 elementi di raffreddamento del tipo descritto nella tabella 18. Una parete di separazione lo divide in una vasca di acqua calda e una di acqua fredda. Entrambi gli elementi pescano l'acqua calda e restituiscono l'acqua fredda nelle rispettive vasche.

Ulteriori componenti sono:

- 1 alimentazione idrica addizionale con tubi e rubinetterie;
- 1 controllo di livello;
- 1 controllo della temperatura dell'acqua fredda;
- 2 prese d'acqua nel bacino di raffreddamento, lato acqua fredda, e tubi per la mandata di raffreddamento, rubinetterie incluse;
- 1 condotta per il ritorno nel bacino di raffreddamento, lato acqua calda, rubinetterie incluse;
- 8 prese d'acqua calda per le pompe di alimentazione delle torri di raffreddamento;
- 1 sistema di traboccamento;
- 1 sistema di scarico verso l'impianto di trattamento delle acque di scarico;
- Infrastruttura per le torri di raffreddamento.

5.6.2.3 Stazione di pompaggio

Tutte le pompe d'alimentazione delle torri di raffreddamento e del circuito primario sono poste in un locale tecnico. Questo verrà posizionato lungo il lato minore del bacino. Esso ha una superficie di circa 12 x 8 m.

5.6.2.4 Pompe d'alimentazione delle torri

Ogni elemento è alimentato da 4 pompe, in totale 8 pompe. Le pompe sono alimentate con circuito stella-triangolo. Dispongono ciascuna di una capacità di circa 190 m³/h, una prevalenza di circa 46 mH₂O ed una potenza elettrica di circa 29 kW_{el}. Sono costituite da:

- 1 pompa con basamento;
- 2 saracinesche manuali, mandata e ritorno;

- Verrohrung mit Anschluss an das Kühlwasserbecken und an den Kühlturm;
- Stromspeisung mit Stern-Dreieck-Schaltung;
- Steuerung: Hard- und Software;
- Strom- und Datenkabel.

5.6.2.5 Wasseraufbereitung (Optional)

Eine Wasseraufbereitungsanlage wird erforderlich, wenn erhöhte Korrosion der Leitungen und bakterielle Ablagerungen auftreten. Eine Abschätzung der Notwendigkeit dieser Anlage ist in diesem Projektstadium nicht möglich. Die Wasseraufbereitung besteht aus verschiedenen chemischen Gebinden, Dosierpumpen und Messinstrumenten zur Überwachung der Wasserqualität. Sie kann in einem Container untergebracht werden inkl. elektrische Einspeisung und Rohranschlüsse an die Vorlaufleitungen des Primärkreises. Der Container wird neben das Kühlwasserbecken gestellt.

5.6.2.6 Filterstation (Optional)

Bei stark verschmutztem Zusatzwasser oder Kühlwasser aus dem Tunnel ist eine Filterstation erforderlich. Sie wird als Selbstreinigende Filterstation ausgeführt. Diese wird in dem Pumpenraum samt Armaturen und Anschlüssen untergebracht.

5.6.2.7 Stromversorgung des Rückkühlwerks

Die Stromversorgung samt der Steuerung der Anlagen des Rückkühlwerks ist in dem Pumpenraum untergebracht. Diese beinhaltet die Einspeisung ab Baustrom und Abgänge zu den Verbrauchern des Rückkühlwerks, sowie Anschlüsse an die Baukommunikation. Folgende Elemente verbrauchen die dargestellten elektrischen Leistungen;

- 2 Umwälzpumpen des Primärkreises, 2 x 178 kW_{el};
- 8 Speisepumpen inkl. Armaturen der Kühltürme, 8 x 29 kW_{el};
- 8 Ventilatoren der Kühltürme, 8 x 18.5 kW_{el};
- Niveauüberwachung des Kühlwasserbeckens und Einspeisungsventil Zusatzwasser, 0.5 kW_{el};
- Wasseraufbereitung, 0.5 kW_{el};
- Filterstation, 0.5 kW_{el}.

5.6.2.8 Notwasserbecken

Für den Fall, dass die Zusatzwasserversorgung ausfällt, ist ein Becken für die Notwasserversorgung mit 600 m³ Fassungsvermögen vorzusehen.

5.6.2.9 Platzbedarf

Das Kühlwasserbecken mit Pumpenraum belegt eine Grund-

- Tubature collegate al bacino d'acqua fredda ed alle torri di refrigerazione;
- Alimentazione elettrica stella-triangolo;
- Logica di controllo ("hardware e software");
- Cavi d'alimentazione e di trasferimento dati.

5.6.2.5 Trattamento delle acque (opzionale)

Un sistema di trattamento delle acque è necessario quando si constati un'accresciuta corrosione delle tubature ed un aumento dei depositi batterici. Una valutazione della necessità di questo impianto non è tuttavia possibile in questa fase del progetto. Il sistema di trattamento dell'acqua sarà costituito da vari contenitori chimici, pompe dosatrici e strumenti di misurazione per monitorare la qualità dell'acqua. Può essere alloggiato in un contenitore posto accanto al bacino di raffreddamento, compresa l'alimentazione elettrica e le necessarie tubature verso la mandata del circuito primario.

5.6.2.6 Stazione di filtraggio (opzionale)

Nel caso di acque aggiuntive o acqua di raffreddamento dalla galleria molto sporche, è richiesta una stazione con filtri autopulenti. Questa viene alloggiata nella stazione di pompaggio insieme alle rubinetterie e ai raccordi.

5.6.2.7 Consumo elettrico dell'impianto di raffreddamento

L'alimentazione e il controllo degli impianti di raffreddamento è alloggiata nella stazione di pompaggio. Questa comprende l'alimentazione elettrica, le connessioni verso le utenze e i raccordi alla rete di comunicazione di cantiere. Le seguenti utenze necessitano delle potenze elettriche indicate più sotto:

- 2 pompe del circuito primario, 2 x 178 kW_{el};
- 8 pompe di alimentazione delle torri di raffreddamento con rubinetterie, 8 x 29 kW_{el};
- 8 ventilatori per le torri, 8 x 18.5 kW_{el};
- Controllo di livello del bacino di raffreddamento con alimentazione d'acqua addizionale, 0.5 kW_{el};
- Trattamento dell'acqua, 0.5 kW_{el};
- Stazione di filtraggio, 0.5 kW_{el}.

5.6.2.8 Bacino d'emergenza

Per il caso in cui l'approvvigionamento addizionale venga a mancare, è previsto un bacino d'emergenza con un volume di 600 m³.

5.6.2.9 Spazio necessario

Il bacino d'acqua di raffreddamento con stazione di pompag-

fläche von ca. 28 x 13 m. Zu dieser Fläche muss entlang der kurzen Seite ein Streifen von 6 m Breite vorgesehen werden für ISO-Container mit zusätzlichen Ausrüstungen. Auf der der langen Seite soll ein Streifen von 1 m Breite für die Rohrleitungen vorgesehen werden. Insgesamt belegt das Rückkühlwerk eine Grundfläche von 34 x 14 = 476 m² (vgl. Plan [40]). Das Notwasserbecken belegt eine Grundfläche von ca. 20 x 15 = 300 m².

5.6.3 Pumpstationen Primär- und Sekundärkreise

5.6.3.1 Pumpstation Primärkreis

Die Pumpstation des Primärkreises steht im Pumpenraum des Rückkühlwerkes samt elektrischer Einspeisung und Steuerung. Sie besteht aus:

- 2 Umwälzpumpen mit Sockel; Die Pumpen sind in Tabelle 18 spezifiziert;
- Verrohrung und folgende Absperr- und Überwachungsarmaturen PN25 je Pumpe: 2 manuelle Absperrschieber, 1 Rückschlagventil, 1 Durchflussmessung, 2 Druckgeber;
- Rohrleitungsbau PN25, DN500: Anschluss an das Kühlwasserbecken und an den Primärkreis Vorlauf;
- Stromspeisung beider Pumpen mit Frequenzumformer;
- Steuerung: Hard- und Software;
- Strom- und Datenkabel.

Tabelle 18: Spezifikation der Pumpen.

Pumpen Pompe	Anzahl Numero	Fördermenge Portata [m ³ /h]	Förderhöhe Prevalenza [m H ₂ O]	Leistung Potenza [kW]
Primärkreis circuitto primario	2	760.0	55.0	155.0
Sekundärkreis HTON Circuitto secondario G.L.E.N.	2	220.0	220.0	180.0
Sekundärkreis HTWN Circuitto secondario G.L.O.N.	2	220.0	220.0	180.0
Sekundärkreis ESN Circuitto secondario C.E.N.	2	320.0	170.0	200.0
Sekundärkreis HTOS Circuitto secondario G.L.E.S.	2	115.0	200.0	85.0
Sekundärkreis HTWS Circuitto secondario G.L.O.S.	2	115.0	200.0	85.0

5.6.3.2 Pumpstationen Sekundärkreise

Die Pumpstationen der Sekundärkreise stehen zuerst in der Montagekaverne Maults, später in der logistischen Kaverne Maults, in unmittelbarer Nähe des Dreikammerrohraufgebers. Jede Station besteht aus je 2 parallelgeschaltete Pumpen mit folgenden Zubehör:

gio occupa una superficie globale di circa 28 x 13 m cui va aggiunta una superficie di circa 6 m di larghezza disposta lungo il lato minore per accomodare i contenitori ISO con gli impianti ausiliari. Sul lato più lungo è da prevedere una striscia di 1 m di larghezza per le tubature. Complessivamente il sistema di raffreddamento occuperà una superficie di circa 34 x 14 = 476 m² (cfr. tavola [40]) Il bacino di emergenza occuperà uno spazio totale di circa 20 x 15 = 300 m².

5.6.3 Stazioni di pompaggio

5.6.3.1 Stazione di pompaggio del circuito primario

La stazione di pompaggio del circuito primario si trova nella sala pompe delle torri di raffreddamento con tutti gli organi di alimentazione e di controllo. Essa è composta da:

- 2 pompe di mandata con basamento. Le pompe sono specificate nella Tabella 18;
- Tubature con i seguenti organi di chiusura e controllo PN25, per ogni pompa: 2 valvole di chiusura manuale, 1 valvola di non-ritorno, 1 misuratore di flusso, 2 sensori di pressione;
- Allestimento delle tubature PN25, DN500: collegamento al bacino dell'acqua ed al circuito primario;
- Alimentazione elettrica di entrambe le pompe con convertitore di frequenza;
- Regolazione e controllo: *hardware* e *software*;
- Cavi d'alimentazione e di comunicazione

Tabella 18: Specifica delle pompe

5.6.3.2 Stazioni di pompaggio dei circuiti secondari

Le stazioni di pompaggio dei circuiti secondari si trovano dapprima nel camerone di montaggio e poi nel camerone logistico di Mules nelle immediate vicinanze degli scambiatori di pressione. Ciascuna stazione è composta da due pompe attivabili in parallelo e dai seguenti accessori:

- 2 Umwälzpumpen mit Sockel. Die Pumpen sind in Tabelle 18 spezifiziert;
- Verrohrung und folgende Absperr- und Überwachungsarmaturen PN25 je Pumpe: je Pumpe 1 manueller Absperrschieber, 1 servomechanisches Ventil, 1 Rückschlagventil, 1 Durchflussmessung, 2 Druckgeber;
- Rohrleitungsbau PN25 des jeweiligen Nenndurchmessers: Anschluss an den Dreikammerrohraufgeber und an den Sekundärkreis;
- Stromspeisung beider Pumpen mit Frequenzumformer;
- Steuerung: Hard- und Software;
- Strom- und Datenkabel.

- 2 pompe di mandata con basamento. Le pompe sono specificate nella Tabella 18;
- Tubature con i seguenti organi di chiusura e controllo PN25, per ogni pompa: 1 valvola di chiusura manuale, 1 valvola meccanicamente asservita, 1 valvola di non-ritorno, 1 misuratore di flusso, 2 sensori di pressione;
- Allestimento delle tubature PN25 del diametro idoneo: collegamento allo scambiatore di pressione ed al circuito secondario;
- Alimentazione elettrica di entrambe le pompe con convertitore di frequenza;
- Regolazione e controllo: *hardware* e *software*;
- Cavi d'alimentazione e di comunicazione

5.6.4 **Brauch- und Kühlwasserkreisläufe Primär- und Sekundär**

5.6.4.1 Rohrleitungen

Es werden Kühl- und Brauchwasserleitungen mit Nenndurchmesser DN150, DN200, DN350, DN400 und DN500 in den verschiedenen Abschnitten der Einbaukühlung eingesetzt. Sie sollen den folgenden technischen Anforderungen entsprechen:

- Leitungstyp: Freie Druckleitung auf Auflagersättel;
- Rohrtyp: geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchung gemäß EN 10217-1;
- Werkstoff: Stahl P235;
- Außendurchmesser gemäß Tabelle 19;
- Wandstärke gemäß Tabelle 19;
- Länge der Rohrschüsse: 12 m;
- Auslegungsdruck: 25 bar (PN25).

Tabelle 19: Spezifikation der Brauch- und Kühlwasserrohre PN25 inkl. Korrosionszuschlag

Nenndurchmesser Diametro nominale	Aussendurchmesser Diametro esterno [mm]	Wandstärke Spessore [mm]
DN150	168.3	5.0
DN200	219.1	5.6
DN300	323.9	6.3
DN350	355.6	7.1
DN400	406.4	7.1
DN500	508.0	8.8

5.6.4.2 Kupplungen und „Quicklock“-Ringen

Ein einheitliches Kupplungssystem auf den Kühlwasserlei-

5.6.4 **Circuito primario e secondario dell'acqua industriale e di raffreddamento**

5.6.4.1 Tubature

Nei vari settori del raffreddamento di cantiere si provvederà ad installare tubi per l'acqua industriale e di raffreddamento con diametri nominali DN150, DN200, DN350, DN400 e DN500. Questi risponderanno ai seguenti requisiti:

- Tipo: tubi a pressione appoggiati a mensole a sella;
- Realizzazione: a saldatura per pressioni secondo la EN 10217-1;
- Materiale: Acciaio P235;
- Diametro esterno: cfr. Tabella 19;
- Spessore: cfr. Tabella 19;
- Lunghezza dei segmenti: 12 m;
- Pressione di dimensionamento: 25 bar (PN25)

Tabella 19: Specifica dei tubi d'acqua industriale e di raffreddamento PN25, incluso lo spessore sacrificato alla corrosione.

5.6.4.2 Giunti ed anelli "Quicklock"

Un sistema di giunto unico per i tubi di raffreddamento sem-

tungen vereinfacht den Einbau und die Ersatzteilhaltung. Daher werden für die Verbindung der Rohrschüsse:

- für die Nennweiten DN150 bis DN300 ein Kupplungssystem „Victaulic Typ 77“ oder gleichwertig;
- für den Nennweiten DN350 bis DN500 ein Kupplungssystem „Victaulic Typ W77 AGS“ oder gleichwertig eingesetzt.

Diese Kupplungen sind für die Druckstufe PN25 zugelassen. Das Spiel der Victaulic Kupplungen erlaubt es auch, mit vielen kürzeren Rohrstücken größere Radien zu fahren.

Das statische System der Kühlwasserleitung sieht vor, dass jedes 12 m lange Rohr unabhängig von den Nachbarrohren gelagert ist. Alle Dehnungen in der Rohrachse (ca. 4 mm auf 12 m) infolge Temperaturänderungen und Poisson-Effekten werden über die flexible Kupplung übernommen.

Für die Rohrabschnitte mit Kupplungen ist an beiden Enden der Rohre ein „Quicklock“-Ring mit einer gefrästen Nut angeschweißt. Mit dieser Nut und einer flexiblen Kupplung können die Längsdehnungen von 4 mm aufgenommen werden. Ausführung und Dimensionen des „Quicklock“-Rings sind auf das Kupplungssystem und die aufzunehmende Längsdehnung abgestimmt.

Rollnuten oder Fräsnuten am Rohrschuss sind nicht zulässig, weil dadurch Schwachstellen in der Wand entstehen, in denen die Wandstärke kleiner ist als die in Kapitel 5.6.4.1 geforderte Mindestwandstärke.

5.6.4.3 Lagerung der Rohre

Jeder Rohrschuss liegt auf 3 Auflagern auf, wovon eines fest ist (Festlager, z.B. Stützring) und die anderen beiden frei sind (Auflager). Das Festlager muss die Reibungskräfte der beiden Auflager und der flexiblen Kupplungen aufnehmen können. Der Abstand der Fest- und Auflager beträgt über die ganze Strecke 4 m.

Im Bereich der Auflager entstehen in der Rohrwandung Schnittkräfte durch Verformungsbehinderung. Diese können bei den Rohrleitungen DN400 und DN500 zu lokalen geringen plastischen Verformungen führen, welche jedoch bei Erreichung eines neuen Gleichgewichtszustandes aussetzen und die Tragfähigkeit der Rohre nicht beeinträchtigen.

In der Abbildung 7 sind Ausführungsbeispiele aus dem Gottard dargestellt.

plifika l'allestimento e la gestione dei pezzi di rispetto. Pertanto per i giunti dei tubi si usano:

- DN150-DN300: sistema di connessione "Victaulic tipo 77" od analogo;
- DN350-DN500: sistema di connessione "Victaulic tipo W77 AGS" od analogo.

I giunti Victaulic sono certificati per la classe di pressione PN25. Il loro gioco permette di ottenere grandi raggi di curvatura con parecchi segmenti più corti di tubo.

Il sistema statico dei tubi di raffreddamento prevede che ogni segmento di 12 m possa essere posto in opera indipendentemente dai tubi adiacenti. Le espansioni assiali (fino a 4 mm per 12 m) dovute alla temperatura ed all'effetto di Poisson saranno riprese dalla flessibilità dei giunti.

Per le sezioni di tubatura con giunto si prevede un anello "Quicklock" con scanalatura fresata saldato a ciascuna estremità del tubo. La scanalatura e la flessibilità del giunto permettono di riprendere le espansioni longitudinali (fino a 4 mm). Le dimensioni dell'anello sono basate sul sistema di giunto e sull'espansione che deve essere ripresa.

Non sono ammesse scanalature per rollatura o fresatura direttamente sull'estremità dei tubi, poiché verrebbe compromessa la resistenza meccanica della parete, specificata nel capitolo 5.6.4.1.

5.6.4.3 Sostegno dei tubi

Ogni segmento di tubo giace su 3 supporti: ad uno è fissato (p. es. con un anello), mentre è appoggiato agli altri due (mensole). Il supporto deve poter riprendere gli attriti delle due mensole e quelli dei giunti flessibili. La distanza fra mensole e supporto corrisponde a 4 m per ogni segmento di tubatura.

In prossimità delle mensole si manifestano sforzi di taglio sulle pareti dei tubi. Per i tubi DN400 e DN500 questi sforzi possono condurre a locali deformazioni plastiche di entità minore che tuttavia cessano al raggiungimento di un'altra posizione di equilibrio senza compromettere le caratteristiche meccaniche delle tubature.

La Figura 7 presenta esempi di sostegno di tubi usati nel progetto del San Gottardo



(a)

Abbildung 7: Ausführungsbeispiel von Konsolen im Gotthard mit DN300 Leitungen, (a) Festlager mit Stützring, (b) Auflager.

5.6.4.4 Erdung der Brauch- und Kühlwasserleitungen

Die Druckrohrleitung aus Stahl muss aus Gründen der Sicherheit und des Korrosionsschutzes das gleiche elektrische Potenzial aufweisen wie die Felsumgebung und muss geerdet werden. Die Kupplungen zwischen den Rohrschüssen sind elektrisch leitend und wirken nicht als Isolatoren. Die Wasserleitungen sollen nicht als Erdleiter verwendet werden. Die Erdung der Wasserleitungen erfolgt in allen Bereichen alle 100 m an dem Haupterdleiter. Dazu werden Erdungsschellen mit Kupferleitern zum Haupterdleiter geführt.

5.6.4.5 Brauch- und Löschwasserentnahmestellen

Der Vorlauf der Primär- und Sekundärkreise sowie die Brauchwasserleitungen werden alle 50 Meter mit einer Entnahmestelle für Brauchwasser und einem Hydrantenanschluss ausgerüstet. Diese Stellen sind wie folgt beschaffen:

- 1 Rohrschuss der entsprechenden Nennweite, 2 m, PN25 mit „Quicklock“-Ring und Kupplung;
- 2 Anschlussstutzen DN65 am Rohrschuss;
- 2 Kugelhähne DN65, 1 je Stutzen, mit Storzkupplung Typ 75-B.

Um die gleiche Segmentierung der Kühlwasserleitungen im Rücklauf beizubehalten, wird dieser ebenfalls alle 50 Meter mit einem 2 m langen Rohrschuss der jeweiligen Nennweite ausgerüstet. Vgl. Bericht [42] bezüglich der Anforderungen an die Löschwasseranlagen.



(b)

Figura 7: Esempio di supporti con anello di ritenzione (a) e mensole (b) per tubi DN300 nel progetto del San Gottardo.

5.6.4.4 Messa a terra dei tubi

Per ragioni legate alla sicurezza ed alla protezione contro la corrosione, le tubature in acciaio devono essere poste allo stesso potenziale elettrico della roccia circostante tramite messa a terra. I giunti fra i segmenti di tubo sono conduttori elettrici e non isolanti. Le tubature non devono essere utilizzate come condutture di messa a terra. Questa viene effettuata ogni 100 m con connessione delle tubature al cavo principale di terra tramite elementi in rame.

5.6.4.5 Spillamento dai tubi d'acqua industriale e antincendio

Le tubature di mandata per il circuito primario e secondario, come pure quelle dell'acqua industriale, saranno equipaggiate ogni 50 m con valvole di spillamento e con connessioni ad idranti, come descritto di seguito:

- 1 tubo di 2 m dello stesso diametro nominale, PN25 con anello "Quicklock" e giunto;
- 2 connessioni DN65 nel tubo di 2 m;
- 2 rubinetti a valvola sferica DN65, con ciascuno 1 raccordo con giunto Storz tipo 75-B.

Per poter conservare la stessa divisione in segmenti delle tubature d'acqua fredda di ritorno, si doteranno queste ogni 50 metri con uno spezzone di tubo di 2 m di lunghezza e del diametro corrispondente. Cfr. il rapporto [42] riguardo ai requisiti dell'impianto antincendio.

5.6.4.6 Streckenschieberstationen

Damit beim Verlängern der Kühl- und Brauchwasserleitungen sowie allfälligen lokalen Arbeiten an der Vorlauf-, Rücklauf- und Brauchwasserleitung – wie zum Beispiel Beheben von Leckagen, Ersatz von Dichtungen, Anpassungen an den Rohren oder Umlegen von einzelnen Rohren – nicht die gesamte Rohrleitung entleert werden muss, ist eine Unterteilung der Druckrohrleitung in Streckenabschnitte mittels Streckenschieber vorgesehen. Dieses Konzept bietet weiter den Vorteil, dass allenfalls Teilabschnitte betrieben werden können.

Die Streckenschieberstationen werden alle 1'000 m gesetzt, sind manuell betrieben und bestehen pro Leitung aus:

- 1 Absperrarmatur der jeweiligen Nennweite (als Schieber, Klappe oder gleichwertiges) mit Handradantrieb;
- 2 Rohrschüsse PN25, Länge 1 m, jeweilige Nennweite der Kühlwasserleitung, unmittelbar vor und nach der Absperrarmatur; Träger der Stutzen für das Be- und Entlüftungsventil und die Entleerung;
- 2 Be- und Entlüftungsventile DN 65 unmittelbar vor und nach der Absperrarmatur;
- 2 Kugelhähne mit Storz 75-B Kupplung (PN16), sämtliche Komponenten DN65 PN25, wenn nicht anders spezifiziert.

5.6.4.7 Anschlussstellen für die Wetterkühlmaschine

Am Vor- und Rücklauf der Sekundärkreise sind in den Haupttunneln bei jedem Querschlag und in dem Erkundungsstollen bei jeder logistischen Nische Anschlussstellen für die Wetterkühlmaschinen vorhanden. Diese sind wie folgt gestaltet:

- 2 Rohrschüsse des jeweiligen Nenndurchmessers, PN25, Länge 1m, beidseitig mit Quicklockring, inkl. Kupplung, mit je 1 Anschlussstutzen DN65.

An dem Anschlussstutzen DN65 befinden sich:

- 1 Kugelhahn oder Absperrklappe DN65,
- 1 Verjüngung auf DN50
- 1 DIN-Flansch DN50.

5.6.4.8 Umlenkungen in den Kühlwasserleitungen

Die Umlenkungen der Brauch- und Kühlwasserleitungen sind nicht detailliert geplant und Gegenstand der Planung des Unternehmers. Allgemein gilt, dass sie mit Krümmern und Formstücken der gleichen Nennweite und Druckstufe wie die Leitung, zu welcher sie gehören, ausgeführt werden sollen; als Kupplungssystem soll ebenfalls das in Kapitel 5.6.4.2

5.6.4.6 Stationen di sezionamento

Nel caso in cui si debba estendere, mantenere, riparare la rete di tubature di mandata e di ritorno senza doverla completamente svuotare è necessario prevedere la suddivisione della rete stessa in segmenti tramite sezionatori che offrono l'ulteriore vantaggio di permettere l'utilizzazione di una parte solamente dell'intera rete.

Le stazioni di sezionamento sono installate ogni 1'000 m, sono attivate manualmente e si compongono di:

- 1 rubinetto d'intercettazione dello stesso diametro nominale (sezionatore, valvola o simili) attivato a ruota;
- 2 tubi PN25 di circa 1 m di lunghezza, uno a monte, l'altro a valle del rubinetto, dello stesso diametro nominale dei tubi di raffreddamento, che portano i raccordi per le valvole di spurgo e di svuotamento;
- 2 valvole di spurgo dell'aria DN65, una a monte, l'altra a valle del rubinetto;
- 2 rubinetti di svuotamento a valvola sferica con giunti Storz 75-B (PN16). Tutte le componenti di tipo DN65 e PN25, salvo altrimenti prescritto.

5.6.4.7 Collegamenti con gli scambiatori di calore

Sulla mandata ed il ritorno del circuito secondario sono installate connessioni verso gli scambiatori di calore collocati in ogni cunicolo trasversale della galleria di linea ed in ogni piazzola logistica del cunicolo esplorativo. Queste sono così composte:

- 2 tubi di uguale diametro nominale, PN25, di 1 metro, con anello "Quicklock" e giunto a ciascuna estremità con raccordi di connessione DN65.

Sui raccordi di connessione DN65 si trovano:

- 1 rubinetto od una valvola di chiusura DN65;
- 1 convergente al DN50;
- 1 flangia DIN, DN50.

5.6.4.8 Deviazioni nelle tubature d'acqua

La pianificazione delle deviazioni nei tubi di mandata e di ritorno non è specificata nel dettaglio, ma viene lasciata all'impresa. Vale la regola generale che queste devono essere realizzate con elementi dello stesso diametro nominale e della stessa classe di pressione dei tubi principali da cui vengono derivate; il giunto deve ugualmente essere realizza-

spezifizierte System mit „Quicklock“-Ringen eingesetzt werden.

Sämtliche Umlenkungen der Brauch- und Kühlwasserleitungen müssen derart gelagert werden, dass die durch die Strömung in den Rohren induzierten Umlenkungskräfte in der Lagerung aufgefangen und in das Fundament abgeführt werden. Betroffen sind insbesondere folgende Stellen:

- Primärkreis: Streckenabschnitt über Tage auf der Baustelle Muls und Einleitung in den Fensterstollen, Vor- und Rücklauf;
- Primärkreis: Umlenkung aus dem Fensterstollen in die Montagekaverne West, später in die logistische Kaverne und Anschluss an den Dreikammerrohraufgeber, Vor- und Rücklauf;
- Sekundärkreise: Umlenkungen auf der Strecke vom Dreikammerrohraufgeber zu den Pumpstationen und von den Pumpstationen in die Haupttunnelröhren, Vor- und Rücklauf.

5.6.4.9 Abschlüsse der Kühlwasserleitungen

Während dem TBM Vortrieb in den Haupttunnel und dem Erkundungsstollen bilden die TBM die Leitungsabschlüsse der Kühlwasserleitungen. Die TBM sind dann an das feste Kühlwassernetz mittels flexibler Schläuche der Nennweite DN200 verbunden. Die Schläuche der Länge ca. 45 m und die dazugehörige Schlauchtrommeln sind nicht Teil des Loses Baukühlung und werden zu den TBM gerechnet.

Die Verlängerung des festen Kühlwassernetzes hinter den TBM findet periodisch statt (vgl. Kapitel 5.8.5).

Nach Ende der TBM-Vortriebe werden die Leitungen fest abgeschlossen. In den Haupttunnel Süd wird dieser Abschluss mit einer Brauchwasserleitung DN150 nach Süden verlängert.

Die Abschlüsse werden wie folgt ausgeführt: Die Kühlwasserleitungen, die die Extremitäten des Leitungsnetzes bilden, sind an ihren Enden mit einer Endschleife versehen. Dazu werden Vor- und Rücklauf mit einem Blindflanschdeckel der jeweiligen Nennweite versehen. Über einen Stutzen DN150 in diesem Deckel und einer DN150 Leitung sind Vor- und Rücklauf miteinander verbunden. Eine Absperrarmatur in dieser Schleife trennt im Normalbetrieb Vor- und Rücklauf voneinander ab und erleichtert das Befüllen und Entleeren der Leitungen. Falls die Vorlaufleitung mit einer Brauchwasserleitung fortgesetzt wird, ist in dieser Endschleife zusätzlich an geeigneter Stelle noch ein weiteres Absperrorgan und ein T-Stück als Verzweigung zur Brauchwasserleitung eingebaut.

to con il sistema ad anelli “Quicklock” descritto nel capitolo 5.6.4.2.

Tutte le deviazioni nelle tubature di mandata e di ritorno devono essere disposte in modo che le forze indotte dal flusso d'acqua su ogni deviazione siano riprese dagli elementi di supporto e scaricate nelle basi. Particolarmente interessate sono le seguenti zone:

- Circuito primario: tratto in superficie nel cantiere di Muls ed introduzione nella finestra, mandata e ritorno;
- Circuito primario: deviazione dalla finestra verso il camerone di montaggio ovest e, più tardi, verso quello logistico, e collegamento agli scambiatori di pressione, mandata e ritorno;
- Circuito secondario: deviazione dagli scambiatori di pressione verso la stazione di pompaggio e da questa verso le canne della galleria di linea, mandata e ritorno.

5.6.4.9 Fine delle tubature d'acqua di raffreddamento

Durante lo scavo meccanizzato della galleria di linea e del cunicolo esplorativo, le TBM costituiscono la fine delle tubature dell'acqua di raffreddamento essendo collegate alla rete idraulica fissa da tubi flessibili DN200. Questi, di circa 45 metri di lunghezza, assieme al relativo tamburo di avvolgimento non fanno parte del lotto di raffreddamento di cantiere, bensì vengono ascritti alla TBM.

La rete fissa di tubature di raffreddamento a valle della TBM deve essere periodicamente estesa (cfr. capitolo 5.8.5).

A conclusione degli scavi meccanizzati, le tubature saranno definitivamente chiuse. Nella galleria di linea sud, la chiusura sarà prolungata verso sud con una tubatura d'acqua industriale DN150.

Le chiusure sono così realizzate: i tubi che rappresentano le estremità della rete sono equipaggiati alla loro estremità con un raccordo che termina in un coperchio flangiato di uguale diametro nominale. Attraverso un raccordo DN150 praticato nel coperchio ed una tubatura DN150 si perviene a raccordare la mandata con il ritorno. Un rubinetto d'intercettazione posto in questo raccordo permette, durante il normale esercizio, di separare la mandata dal ritorno in modo da facilitare le operazioni di svuotamento e di riempimento. Nel caso in cui la mandata debba essere prolungata in una tubatura d'acqua industriale, si installerà nel raccordo finale un ulteriore sezionatore assieme ad un raccordo a T in guisa di biforcazione verso la tubatura d'acqua industriale.

Zu einem solchen Ende gehört insgesamt in der höchsten Ausrüstungsstufe:

- 2 kurze Rohrschüsse der jeweiligen Nennweite, je nach Ausführung des Abschlusses beidseitig mit Quicklockring, inkl. Kupplungen, mit 2 Anschlussstutzen DN20 und 1 Anschlussstutzen DN65;
- 2 Blindflanschdeckel der jeweiligen Nennweite mit 1 Stutzen DN150;
- 2 Entlüftungsventile DN65 an Vor- und Rücklauf;
- 2 Kugelhähne DN20 mit Verjüngung auf einen ½ Zoll Manometer;
- 2 Kugelhähne DN20 mit Druckgeber (0-25 bar) komplett mit Anbindung an Baustrom und Baukommunikation;
- 2 Absperrarmaturen DN150 handbetätigt;
- 1 T-Stück DN150 zur Verbindung der beiden Absperrarmaturen und der Brauchwasserleitung;
- Verrohrung DN150 der Endschlaufe.

Alle Armaturen und Komponenten sind auf PN25 auszulegen.

5.6.4.10 Abschlüsse der Brauchwasserleitungen

Die Brauchwasserleitungen müssen an ihrem Ende im Normalbetrieb abgeschiebert sein und bei Systementleerung geöffnet werden können. Je nachdem, ob ihr Ende höher oder tiefer liegt als der Leitungsanfang bei der KWL, muss sie mit einer Entlüftung (höher) oder einer Drucküberwachung und –Sicherheit (tiefer) ausgerüstet werden. Die Standardausrüstung des Leitungsendes besteht aus:

- 1 Rohrschuss der jeweiligen Nennweite, 1 m, mit 1 Anschlussstutzen DN20, beidseitig mit Quicklock-Ringen, inkl. Kupplung;
- 1 Verjüngung von der jeweiligen Nennweite der Leitung auf DN65 inkl. Kupplung;
- 1 Absperrarmatur, DN65, PN25, handbetätigt, mit 1 Storzkupplung Typ 75-B
- 1 Kugelhahn DN 20 mit Verjüngung auf ½ Zoll Manometer an dem Anschlussstutzen DN 20.

5.6.4.11 Entlüftung der Hochpunkte

Die lokalen und globalen Hochpunkte der Kühl- und Brauchwasserleitungen sollen entlüftet werden können. Dazu sind Be- und Entlüftungsventile notwendig. Diese werden an einem Stutzen an der jeweiligen zu entlüftenden Leitung angebracht und sollen mittels eines Absperrlements von dieser abgetrennt werden können. Eine solches Entlüftungselement

La fine delle tubature è costituita, nella configurazione più completa, da:

- 2 corti segmenti di tubo dello stesso diametro nominale, a seconda dell'installazione, con anello "Quicklock" e giunti flessibili, con 2 raccordi DN20 e con 1 raccordo DN65;
- 2 coperchi flangiati dello stesso diametro nominale con 1 raccordo DN150;
- 2 valvole di spurgo DN65 per mandata e ritorno;
- 2 rubinetti a valvola sferica DN20 con convergente ad un manometro da ½ pollice;
- 2 rubinetti a valvola sferica DN20 con trasduttore di pressione (0-25 bar) collegato all'alimentazione ed alla comunicazione di cantiere;
- 2 sezionatori DN150 manuali;
- 1 pezzo a T, DN150 per collegare entrambi i sezionatori alla tubatura d'acqua industriale;
- Tuberia DN150 per il raccordo finale.

Tutti gli elementi e le componenti devono appartenere alla classe PN25.

5.6.4.10 Fine delle tubature d'acqua industriale

Le tubature d'acqua industriale devono essere dotate di un sezionatore presso la loro fine per poter essere aperte quando la rete viene svuotata. Secondo che la loro fine si collochi più in alto, o più in basso, dell'inizio delle tubature di raffreddamento, devono essere equipaggiate con valvola di spurgo (più in alto) o con un sistema di sicurezza e controllo della pressione (più in basso). L'equipaggiamento include:

- 1 segmento di tubo di 1 m, dello stesso diametro nominale, con 1 raccordo DN20, con anelli "Quicklock" e giunti ad entrambe le estremità;
- 1 convergente dello stesso diametro nominale verso un DN65, incluso il giunto;
- 1 sezionatore DN65, PN25, a comando manuale, con 1 connessione Storz, tipo 75-B;
- 1 rubinetto a valvola sferica DN20 con convergente ad un manometro da ½ pollice sul raccordo DN20.

5.6.4.11 Spurgo d'aria ai culmini

Lo spurgo d'aria delle tubature d'acqua di refrigerazione ed industriale deve avvenire ai punti di culmine locali e globali dove sono piazzate le valvole di aerazione. Queste sono montate su un raccordo verso le tubature da spurgare e da queste sono separate con un sezionatore. Un tale sistema di spurgo, installato sulle tubature di refrigerazione (mandata e

besteht an Vor- und Rücklauf der Kühlwasserleitungen bzw. and den Brauchwasserleitungen aus:

- 1 Rohrschuss der jeweiligen Nennweite, 1 m, PN25, beidseitig mit Quicklock-Ringen, inkl. Kupplung, mit 1 Anschlussstutzen DN65;
- 1 Absperrarmatur DN65, PN25 handbetätigt;
- 1 Entlüftungsventile DN65; das Ventil muss nach oben zeigend eingebaut werden.

Die genaue Anzahl muss von dem Unternehmer ermittelt werden.

5.6.4.12 Entleerung der Tiefpunkte

Die lokalen und globalen Tiefpunkte der Kühl- und Brauchwasserleitungen sollen entleert werden können. Zu diesem Zweck werden an diesen Stellen Entleerungs-elemente eingebaut. Eine solches Element besteht an Vor- und Rücklauf der Kühlwasserleitungen bzw. and den Brauchwasserleitungen aus:

- 1 Rohrschuss der jeweiligen Nennweite, 1 m, PN25, beidseitig mit Quicklock-Ringen, inkl. Kupplung, mit 1 Anschlussstutzen DN65;
- 1 Absperrarmatur DN65, PN25 handbetätigt, mit Storzkupplung Typ 75-B; diese Armatur muss nach unten zeigend eingebaut werden.

Die genaue Anzahl muss von dem Unternehmer ermittelt werden.

5.6.4.13 Schnittstelle der Brauchwasserleitung im Zugangstollen mit dem Primärkreis

Die Brauchwasserleitung im Zugangstollen wird direkt aus dem Vorlauf des Primärkreises gespeist. Die Abzweigung aus dem Vorlauf in die Brauchwasserleitung ist mit einer Absperrarmatur ausgerüstet und wie folgt gestaltet:

- 1 Rohrschuss DN500, 1 m, beidseitig mit Quicklock-Ringen, inkl. Kupplung, mit 1 Anschlussstutzen DN200 inkl. Quicklock-Ring und 1 Anschlussstutzen DN20;
- 1 Absperrarmatur DN200, PN25 handbetätigt;
- 1 Rohrschuss DN200, 1 m beidseitig mit Quicklock-Ringen, inkl. Kupplung, mit 1 Anschlussstutzen DN20;
- 1 Kugelhahn DN 20 mit Verjüngung auf ½ Zoll Manometer an dem Anschlussstutzen DN 20.

5.6.4.14 Inventar der Brauch- und Kühlwasserleitungen

Die Tabelle 20 enthält das Inventar der im Kapitel 5.6.4 spezifizierten Leitungen und Baugruppen. Die Umlenkungen sind

ritorno) e su quelle dell'acqua industriale, consiste in:

- 1 segmento di tubo del rispettivo diametro di 1 metro di lunghezza, PN25, con anelli "Quicklock" e giunti ad entrambe le estremità ed un raccordo DN65;
- 1 sezionatore DN65, PN25, a comando manuale
- 1 valvola di spurgo DN65; la valvola deve sfiatare verso l'alto.

Il numero esatto di valvole sarà definito dell'impresa di costruzione.

5.6.4.12 Svuotamento alle sentine

Lo svuotamento delle tubature d'acqua di refrigerazione ed industriale deve avvenire alle sentine locali e globali dove sono piazzate gli elementi di svuotamento. Un tale sistema di svuotamento, installato sulle tubature di refrigerazione (mandata e ritorno) e su quelle dell'acqua industriale, consiste in:

- 1 segmento di tubo del rispettivo diametro di 1 metro di lunghezza, PN25, con anelli "Quicklock" e giunti ad entrambe le estremità ed un raccordo DN65;
- 1 sezionatore DN65, PN25, a comando manuale con una connessione Storz tipo 75-B; questa unità deve scaricare verso il basso.

Il numero esatto di valvole sarà definito dell'impresa di costruzione.

5.6.4.13 Interfaccia fra le tubature d'acqua industriale nel cunicolo d'accesso ed il circuito primario

Le tubature dell'acqua industriale nel cunicolo d'accesso saranno alimentate dalla mandata del circuito primario. La derivazione dalla mandata verso le tubature d'acqua è dotata di un sezionatore ed è così disposta:

- 1 segmento di tubo DN500 di 1 m, con anelli "Quicklock" e giunti ad entrambe le estremità, con 1 raccordo DN200 incluso l'anello "Quicklock" ed 1 raccordo DN20;
- 1 sezionatore DN200, PN25 a comando manuale;
- 1 segmento di tubo DN200 di 1 m, con anelli "Quicklock" e giunti ad entrambe le estremità, con 1 raccordo DN20;
- 1 rubinetto a valvola sferica DN20 con convergente ad un manometro da ½ pollice sul raccordo DN20.

5.6.4.14 Inventario delle tubature di raffreddamento e d'acqua industriale

La Tabella 20 presenta l'inventario delle tubature specificate nel capitolo 5.6.4. Le deviazioni non sono incluse in questo

nicht in diesem Inventar enthalten.

inventario.

Tabelle 20: Inventar der Leitungen und Baugruppen.

Tabella 20: Inventario delle tubature

Nennweite Diametro nominale	[mm]	Kühlwasserleitungen Condotte d'acqua refrigerante				Brauchwasserleitungen C. d'acqua industriale	
		DN500	DN400	DN350	DN200	DN200	DN150
Nenndruck Classe di pressione	[bar]	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25
Rohrschüsse 12 m Segmenti di tubo da 12 m	[Stk.]	324	2'754	5'444	1'272	360	217
Kupplungen Giunti	[Stk.]	443	3'834	7'744	1'810	502	295
Auflager Mensole	[Stk.]	806	6'932	13'868	3'240	906	538
Festlager Supporti	[Stk.]	324	2'754	5'444	1'272	360	217
Brauch- und Löschwasser-anschlüsse Connessioni all'acqua industriale/idranti	[Stk.]	39	344	680	158	89	52
Streckenschieberstationen Stazioni di sezionamento	[Stk.]	1	16	32	6	4	-
Wetterkühlmaschinenanschlüsse Connessioni agli scambiatori di calore	[Stk.]	-	8	98	26	-	-
Abschluss ohne Brauchwasserleitung Connessioni senza tubi d'acqua industriale	[Stk.]	-	1	2	-	1	2
Abschluss mit Brauchwasserleitung Connessioni con tubi d'acqua industriale	[Stk.]	-	-	-	2	-	-

5.6.5 Druckschleusen

5.6.5 Chiuse

5.6.5.1 Standort und Spezifikation

5.6.5.1 Disposizione e specificazione

Die Dreikammerrohraufgeber (DKRA) dienen als Druckschleuse zwischen der Primärseite und der Sekundärseite der Kühlwasserleitungsnetzes. Sie stehen zuerst in der Montagekaverne West Mauls, später in der logistischen Kaverne Mauls. Die Anlage wird einmal gezügelt, um Platz zu machen für die Einhausung der Weströhre in der Montagekaverne West ab der Bauphase 21 (vgl. Arbeitsprogramm [26] und Pläne [47], [48], [51], [52]). Der Vorlauf der Niederdruckseite der DKRA fließt zusammen und in ein Gemeinsames Rohr, aus welchen dann die einzelnen Sekundärpumpstationen gespeist werden. Der Rücklauf der Sekundärkreis fließt zusammen zu einem gemeinsamen Rohr, welches im Rücklauf der Niederdruckseite der DKRA mündet. Vor den DKRA sind im Rücklauf noch Rückspülfilter eingebaut, um Schäden an den DKRA zu vermeiden. Die Anlage besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

Gli scambiatori di pressione (SP) fungono da chiuse fra il circuito primario e quello secondario della rete idraulica di refrigerazione. Essi sono dapprima installati nel camerone di montaggio Mules ovest e, più tardi, in quello logistico. L'impianto sarà spostato per creare lo spazio necessario all'incapsulamento della galleria di linea ovest all'interno del camerone di montaggio a partire dalla fase di costruzione 21 (cfr. Programma Lavori [26] e Tavole [47], [48], [51], [52]). La mandata a bassa pressione degli SP confluisce in un tubo da cui vengono alimentate le singole stazioni di pompaggio del circuito secondario. Il ritorno del circuito secondario confluisce in un tubo che sfocia nel circuito di ritorno a bassa pressione degli SP. Prima degli SP, nel circuito di ritorno, sono installati filtri per prevenire danni agli SP. L'equipaggiamento si basa sulle seguenti componenti principali:

- 2 Dreikammerrohraufgeber Siemag, 800 m³/h; PN40;
- je 2 automatische Rückspülfilter pro DKRA, 800 m³/h pro Filter, mit 1 Rückschlagventil Sekundärseitig pro Paar und 2 Absperrschieber pro Filter, PN25;
- Sämtliche Verrohrung der DKRA und der Rückspülfilter;

- 2 scambiatori di pressione Siemag, 800 m³/h; PN40;
- 2 filtri automatici per ciascun SP da 800 m³/h per filtro, con una valvola di non ritorno sul secondario per ogni coppia di valvole e 2 sezionatori per filtro, PN25;
- Tutte le tubature necessarie per gli scambiatori di pressione ed i filtri;
- Alimentazione e controllo degli scambiatori di pres-

- Stromspeisung und Steuerung der Dreikammerrohraufgeber und der Filter.

Der Hinterdruck (Niederdruckseite) des DKRA kann eingestellt werden. Er soll auf 2 bar eingestellt werden, sodass in der Sekundärkreisen ein Mindestsystemdruck herrscht.

5.6.5.2 Hydraulische Einbindung in das Leitungsnetz

Sowohl im Primärkreis als auch im Sekundärkreis herrscht am DKRA Vor- und Rücklaufseitig ungefähr der gleiche Druck. An der Saugseite der Sekundärpumpen herrscht also der gleiche Druck wie im Rücklauf der Sekundärkreise. Dieser Druck ist einstellbar zwischen 1 und 25 bar (untere Grenze Saugfähigkeit der Pumpen bis obere Grenze der Festigkeit der Rohre im Sekundärkreis). Für diese Planung werden 2 bar angesetzt.

Der Volumenstrom in dem Sekundärkreis durch den DKRA ist über dessen Taktzeit einstellbar zwischen 250 m³/h und 800 m³/h. Die Primärpumpen fördern ca. 100 m³/h mehr durch die DKRA als im Tunnel benötigt wird. Das überschüssige kalte Wasser wird durch den DKRA mit dem Warmwasser vermischt und wieder zur Kühlanlage transportiert. Beide DKRA können individuell eingestellt werden (Volumenstrom). Besser ist es jedoch, beide gleich zu takten wegen den Rückwirkungen (Schwingungen) auf den Primärkreis, die sonst auftreten können.

5.6.5.3 Steuerung

Die DKRA haben je eine eigene SPS vor Ort. Falls erwünscht soll die Steuerung in die übergeordnete Baukommunikation eingebunden werden. Einstellungen des Betriebszustandes sind sonst nur vor Ort am Schaltschrank in der logistischen Kaverne möglich.

5.6.6 Nachspeisung

Das hydraulische System der Druckschleuse muss mit einer Nachspeisung für den Normalbetrieb und den Stand ausgerüstet werden.

5.6.6.1 Betriebsnachspeisung

Diese Nachspeisung ermöglicht es, die Brauchwasserentnahme oder Leckageverluste im Sekundärkreis durch Überbrückung der DKRA zu kompensieren. Diese Überbrückung besteht pro Sekundärkreis aus einem Druckreduzierventil und einem nachgeschalteten Überdruckventil. Die Nachspeisung spricht an, wenn der unterwasserseitige Druck unterhalb des eingestellten Wertes für die DKRA nach Kapitel 5.6.5.1 fällt.

5.6.6.2 Standnachspeisung

Bei Stillstand der Sekundärpumpen kann durch die Betriebs-

sione e dei filtri.

La pressione di ritorno (bassa pressione) agli SP può essere regolata. Dovrebbe essere fissata a 2 bar di modo che nel secondario predomini un minimo di sovrappressione.

5.6.5.2 Collegamento idraulico nella rete di tubature

Tanto nel circuito primario che in quello secondario, fra la mandata ed il ritorno agli SP vige circa la stessa pressione. Sul lato d'aspirazione delle pompe del circuito secondario vige la stessa pressione che nel ritorno del circuito secondario. Tale pressione può essere aggiustata fra 1 e 25 bar (il valore inferiore dettato dalla capacità d'aspirazione delle pompe, quello superiore dalla resistenza delle tubature del secondario). Si fissano in questo caso 2 bar.

Il flusso attraverso il secondario nello SP può essere regolato fra 250 m³/h e 800 m³/h, agendo sulla frequenza di ciclo. Le pompe del primario alimentano lo SP con circa 100 m³/h in più di quanto richiesto nella galleria. L'acqua fredda in eccesso viene mescolata nello SP con l'acqua più calda e nuovamente convogliata verso le torri di refrigerazione. Entrambi gli SP possono essere regolati individualmente (flusso volumetrico). Risulta vantaggioso, tuttavia, regolare entrambi con la stessa frequenza di ciclo per evitare le ripercussioni (oscillazioni) sul circuito primario, che altrimenti potrebbero insorgere.

5.6.5.3 Regolazione

Ogni SP possiede una propria unità di controllo logico programmabile. Se richiesto, la regolazione può essere inserita nella linea superiore di comunicazione di cantiere. Altrimenti la programmazione delle condizioni di esercizio può essere introdotta solamente localmente negli armadi di controllo nel camerone logistico.

5.6.6 Rabboccatura

Il sistema idraulico degli SP deve essere equipaggiato con un sistema di rabboccatura per il normale servizio, come pure per i periodi di non funzionamento.

5.6.6.1 Rabboccatura durante il servizio

Questa rabboccatura permette di sostituire l'acqua industriale spillata o quella perduta per fughe lungo la rete del circuito secondario cortocircuitando lo SP. Il corto circuito idraulico si basa, per ogni circuito secondario, su di una valvola di riduzione di pressione e su di una sovrappressione. La rabboccatura avviene quando la pressione a valle della valvola di riduzione di pressione scende sotto il livello fissato per lo SP (cfr. capitolo 5.6.5.1).

5.6.6.2 Rabboccatura durante i periodi di pausa

Quando le pompe del secondario non sono in funzione (pau-

nachspeisung kein Brauchwasser nachströmen, da die Betriebsnachspeisung vor und nicht nach den Pumpen in den Sekundärkreis mündet und die Pumpen im Stillstand abgeschiebert sind. Um zu verhindern, dass das System sich im Stillstand bei Brauchwasserentnahme entleert, muss also eine 2. Nachspeisung eingebaut werden, die DKRA und die Sekundärpumpen überbrückt.

5.6.6.3 Ausrüstung der Nachspeisung

Es ist nur eine Betriebsnachspeisung vorhanden, welche für alle Sekundärkreise wirkt. Sie überbrückt nur die DKRA. Sie besteht aus:

- 1 Überdruckventil DN150, PN25;
- 1 Druckreduzierventil DN150, PN25;
- 3 Streckenschieber DN150, PN25, 2 zum Abschieben des Druckreduzierventils und 1 zum Abschieben des Überdruckventils;
- Verrohrung DN150, PN25.

Das Überdruckventil bildet zugleich ein Sicherheitsventil für die Saugleitung der Sekundärpumpen.

Jeder Sekundärkreis hat seine eigene Standnachspeisung. Alle Standnachspeisungen verbinden den Vorlauf des Primärkreises mit dem Vorlauf der Sekundärkreise druckseitig der Sekundärpumpen. Sie bestehen je aus:

- 1 Überdruckventil DN150, PN25;
- 1 Druckreduzierventil DN150, PN25;
- 3 Streckenschieber DN150, PN25, 2 zum Abschieben des Druckreduzierventils und 1 zum Abschieben des Überdruckventils;
- Verrohrung DN150, PN25.

Die Standnachspeisung soll auch für die Füllung des Leitungsnetzes verwendet werden. Um eine rasche Füllung zu gewährleisten, werden die Nenndurchmesser groß gewählt (DN150). Das Überdruckventil bildet zugleich ein Sicherheitsventil für die Druckseite der Sekundärpumpen.

5.6.7 Wetterkühlmaschinen

5.6.7.1 Allgemeines

Sie wird als zweiteiliges Maschinenaggregat hergestellt: den Verdampfer und den Maschinensatz. Der Maschinensatz trägt den Kompressor, den Kondensator und das Expansionsventil. Zusätzlich zu diesen Aggregaten ist in vielen Einsatzsituationen ein Ventilator erforderlich, welcher die warme Tunnelluft durch den Verdampfer drückt, um sie kühlen zu

sa), die Rabbocatura non può essere effettuata con il sistema descritto nel capitolo precedente, dato che la rabbocatura durante il servizio viene effettuata a monte, e non a valle, delle pompe del circuito secondario che sono escluse quando non sono in funzione. Per evitare che il sistema si svuoti per spillamento dell'acqua industriale, è necessario installare un secondo sistema di rabbocatura che cortocircuiti lo SP e le pompe del secondario.

5.6.6.3 Equipaggiamento per la rabbocatura

Per tutti i circuiti secondari vige un solo sistema di rabbocatura che cortocircuita lo SP. Esso è costituito dai seguenti elementi:

- 1 valvola di sovrappressione DN150, PN25;
- 1 valvola di riduzione di pressione DN150, PN25;
- 3 sezionatori DN150, PN25, 2 per escludere la valvola di riduzione, 1 per escludere la valvola di sovrappressione;
- Tuberie DN150, PN25.

La valvola di sovrappressione agisce anche da valvola di sicurezza per l'aspirazione delle pompe del secondario.

Ogni circuito secondario ha il proprio sistema di rabbocatura durante le pause, che collega la mandata del primario con quella del secondario sul lato in pressione delle pompe secondarie. Tale sistema è costituito da:

- 1 valvola di sovrappressione DN150, PN25;
- 1 valvola di riduzione di pressione DN150, PN25;
- 3 sezionatori DN150, PN25, 2 per escludere la valvola di riduzione, 1 per escludere la valvola di sovrappressione;
- Tuberie DN150, PN25.

Il sistema di rabbocatura durante la pausa è utilizzato anche per il riempimento della rete. Per ottenere un riempimento rapido si utilizzano quindi tubi di grande diametro nominale (DN150). La valvola di sovrappressione costituisce una valvola di sicurezza per l'aspirazione delle pompe del secondario.

5.6.7 Scambiatori di calore

5.6.7.1 Generalità

Lo scambiatore di calore è costituito da due parti: l'evaporatore e la parte meccanica, composta dal compressore, dal condensatore e dalla valvola d'espansione. Inoltre, in numerose condizioni di funzionamento, è necessario un ventilatore che spinga l'aria calda dell'ambiente circostante attraverso l'evaporatore per essere raffreddata.

lassen.

Als Dimensionierungsannahme wurde in diesem Bericht eine Wetterkühlmaschine des Typs DV300 der Firma WAT GmbH aus Hamminkeln-Brünen (Deutschland) angesetzt (vgl. Tabelle 21). Diese Annahme ist nicht bindend für die Ausführung der Baukühlung, insofern technisch Gleichwertige Kältemaschinen zur Wetterkühlung eingesetzt werden.

Die Wetterkühlmaschine wird mit einer Pumpe ausgerüstet, um das Kühlwasser aus dem Vorlauf durch den Kondensator in den Rücklauf zu drücken. Diese Maßnahme stellt sicher, dass die Wetterkühlmaschine unabhängig ihrer Position im Leitungsnetz genügend Wasser erhält.

Der Betrieb einer Wetterkühlmaschine setzt die Gegenwart eines Bautransformators in nächster Nähe voraus.

In diesem Bericht werden 20 WKM für die Sprengvortriebe und den rückwärtigen Bereich und 11 WKM für die TBM veranschlagt, insgesamt 31 Maschinen (vgl. Tabelle 12).

5.6.7.2 Technische Spezifikation

Die technischen Daten einer Wetterkühlmaschine des Typs DV300 sind in Tabelle 21 dokumentiert.

Come ipotesi di dimensionamento si considera qui uno scambiatore della ditta WAT GmbH, Hamminkeln-Brünen (Germania) del tipo DV300 (cfr. Tabella 21). Tuttavia quest'ipotesi non è vincolante per la realizzazione del raffreddamento di cantiere, potendosi utilizzare per la bisogna macchine di caratteristiche analoghe.

Lo scambiatore di calore è equipaggiato con una pompa che forza l'acqua refrigerante dalla mandata verso il ritorno, attraverso il condensatore. Si assicura in questo modo che lo scambiatore sia alimentato con una quantità sufficiente di acqua, a prescindere dalla sua posizione lungo la rete.

Per il funzionamento di uno scambiatore è necessario un trasformatore di cantiere posto in prossimità.

Si considera l'uso di 20 scambiatori per lo scavo all'esplosivo e per le retrovie, mentre per lo scavo con TBM ne sono necessari 11, in tutto 31 macchine (cfr. Tabella 12).

5.6.7.2 Specifiche tecniche

I dati tecnici di una macchina del tipo DV300 sono presentati nella Tabella 21.

Tabelle 21: Leistungsdaten der Wetterkühlmaschine DV300 der Fa. WAT GmbH.

Tabella 21: Caratteristiche dello scambiatore di calore DV300, ditta WAT GmbH

Aggregat Aggregato	Eigenschaft / Proprietà	Wert / Valore
Allgemein Generalità	Kälteleistung Brutto / Potenza frigorifera lorda	322 kW _{th}
	Kälteleistung Netto / Potenza frigorifera netta	300 kW _{th}
	Antriebsleistung Effektiv / Potenza meccanica	79.6 kW _{el}
	Kältemittel / Fluido refrigerante	R 407c
Kondensator Condensatore	H ₂ O-Eintrittstemperatur / Temperatura H ₂ O entrata	25°C
	H ₂ O-Austrittstemperatur / Temperatura H ₂ O uscita	38°C
	Volumenstrom / Portata volumetrica	26.5 m ³ /h
	Druckverlust / Perdite di carico	2.0 bar
	Verflüssigerleistung / Potenza di condensazione	401.6 kW _{th}
	Wasseranschlüsse / Raccordi alla rete idraulica	DN 50
Verdichter Compressore	Typ / Tipo	Carrier 5H86
	Anzahl der Verdichter / Numero di compressori	1
Motor Motore	Nennleistung / Potenza elettrica nominale	90 kW _{el}
	Spannung / Frequenz; Tensione / Frequenza	400V / 3Ph Fase / 50Hz
Abmasse des Maschinensatzes Dimensioni della parte meccanica	Gewicht / Peso	2'900 kg
	Kältemittelfüllung / Quantità di fluido refrigerante	100 kg
	Länge/Breite/Höhe; Lunghezza/larghezza/altezza	3'350/950/1'100 mm
Verdampfer Evaporatore	Luft-Eintrittstemperatur vor Ventilator / Temperatura dell'aria a monte del ventilatore	30°C
	r. F. / umidità relativa	70%
	Luft-Austrittstemperatur nach Verdampfer / Temperatura dell'aria a valle dell'evaporatore	18.9 °C
	r. F. / umidità relativa	93%
	Gewicht / Peso	1'890 kg
	Länge/Breite/Höhe; Lunghezza/larghezza/altezza	3'200/950/1'350 mm

Aggregat Aggregato	Eigenschaft / Proprietà	Wert / Valore
Ventilator Ventilatore	Motornennleistung / Potenza meccanica nominale	22 kW _{el}
	Volumenstrom Luft / Portata d'aria volumetrica	10 m ³ /s
	Druckverlust / Perdite di carico	1'200 Pa
	Länge/Breite/Höhe; Lunghezza/larghezza/altezza	3'700/800/1050 mm

Pro Wetterkühlmaschine sind folgende Komponenten erforderlich:

- 1 Maschinensatz inkl. 2 Kältemittelschläuche und 2 Kältemittelventile, 1 Schaltschrank und 1 Stromkabel zum Bautransformator, 2 flexible Kühlwasserschläuche DN50, PN25 mit DIN-Flansch DN50 zum Kühlwasserkreis, 1 motorisch angetriebenes Regulierventil und 1 Kühlwasserpumpe, 1 Datenkabel zur Anbindung an die Baukommunikation;
- 1 Verdampfer mit Kältemittelventilen;
- 1 Ventilator (z.B. Typ ESN 9-220 der Fa. Korfmann) inkl. eine Lutte, Länge 0.5-1 m, 2 Rohrschalldämpfer 1 Stromkabel zur Anbindung an die Schaltschrank des Maschinensatzes;
- Betriebsstoffe und Kältemittel;
- Der dem Aufstellungsort angepasste unterbau.

Die gesamte Wetterkühlmaschine (Maschinensatz + Ventilator + Pumpe) braucht ca. 112 kW_{el} Anschlussleistung. Die Erdung der Wetterkühlmaschine erfolgt über ein Erdungskabel auf dem Bautransformator.

Ferner sind im Inventar der Baustellenwerkstatt vorzusehen;

- Ersatzteile;
- Kühlmittelabsaugvorrichtung, 1 Satz;
- Kühlmitteltransportbehälter mit Transportboxen, die erforderliche Anzahl.

Es ist nicht vorgesehen, die Wetterkühlmaschinen fernzusteuern. Falls erwünscht ist noch ein Anschluss an das Datennetz notwendig.

5.6.8 Speisung und Steuerung

Die Anlagen der Baukühlung werden ab den Transformatoren des Baustroms versorgt. Diese sind im Bericht [42] beschrieben.

Die Steuerung der Anlagen ist im Plan [28] dargestellt.

Die Details zu Steuerung sind in Kapitel 6 enthalten.

5.6.9 Erdung

Sämtliche elektromechanischen und metallischen Anlagen der Baukühlung sind fachgerecht an die Bauerde anzuschließen. Die festen Erdungspunkte der Bauerde befinden

Per ogni scambiatore di calore sono necessari i seguenti componenti:

- parte meccanica: 1 condensatore, 1 compressore, 1 motore con: 2 tubature e 2 valvole per il fluido refrigerante, 1 armadio elettrico, 1 cavo al trasformatore, 2 tubi flessibili d'acqua fredda DN50, PN25 flangiati DIN DN50 verso il circuito d'acqua fredda, 1 valvola motorizzata di regolazione, 1 pompa per l'acqua fredda, 1 cavo per la trasmissione dei dati;
- 1 evaporatore con valvole per il fluido refrigerante;
- 1 ventilatore (p.es. tipo ESN 9-220, ditta Korfmann) con 1 condotta di 0.5-1 m, 2 silenziosi, 1 cavo di collegamento all'armadio elettrico della parte meccanica;
- Fluido refrigerante e di altra natura;
- Infrastruttura idonea al luogo d'installazione.

L'installazione completa dello scambiatore di calore (parte meccanica, evaporatore, ventilatore e pompa) necessita una potenza elettrica di rete di circa 112 kW_{el}. La messa a terra viene effettuata con un cavo a partire dal trasformatore.

L'inventario dell'officina di cantiere prevede inoltre:

- Parti di rispetto;
- 1 dispositivo per l'aspirazione del fluido refrigerante;
- Un numero adeguato di taniche per il trasporto del fluido refrigerante.

Non è previsto il controllo a distanza degli scambiatori di calore. Qualora richiesto, è necessario prevedere un collegamento alle linee di comunicazione.

5.6.8 Alimentazione e controllo

Gli impianti del raffreddamento in fase di costruzione verranno alimentati dai trasformatori di cantiere. Questi sono descritti nella relazione tecnica [42].

La regolazione ed il controllo sono illustrati nella tavola [28].

I particolari della regolazione e del controllo sono contenuti nel capitolo 6

5.6.9 Messa a terra

Tutti gli impianti elettromeccanici e quelli metallici di raffreddamento di cantiere devono essere collegati all'impianto di terra di cantiere. I punti stabili di messa a terra si trovano

sich bei den Transformatorstationen. Die Erdung derselben ist in Bericht [42] beschrieben und die Standorte der Bau-
transformatoren in Plan [43] dargestellt. Falls keine Bauerde
in der Nähe einer Anlage vorhanden ist, ist diese je nach
Möglichkeit mit einer Ringerdung oder Erdungspfählen zu
erden.

5.7 KÜHLUNGSKONZEPTE NACH BAUPHASEN

Die Kühlungskonzepte nach Bauphasen auf Grundlage des
Bauprogramms [26] befinden sich im Bericht [39].

5.8 FUNKTIONALE BESCHREIBUNG

5.8.1 Normalbetrieb

Das Kühlwassersystem wird mit dem Fortschritt der einzel-
nen TBM-Vortriebe sukzessive verlängert und ausgebaut.
Für diese Ausbautätigkeiten sind auf der Vor- und Rücklauf-
leitung Streckenschieber vorzusehen, um die Entleerung des
gesamten Systems zu vermeiden.

Zur Bestimmung der Abstände zwischen den erwähnten
Streckenschieber ist das Vorgehen bei der Verlängerung des
Kühlwassersystems bei der TBM zu beachten.

5.8.2 Kompensation von entnommenen Brauch- wasser

Entlang der Kühlwasserleitungen sind alle 50 Meter Brauch-
wasserentnahmen vorgesehen. Zur Kompensation der Was-
serverluste ist beim Rückkühlwerk eine Nachspeisung vorge-
sehen.

5.8.3 Füllen

Die notwendigen Volumina sind in der Tabelle 15 dokumen-
tiert. Im maximalen Ausbauzustand sind insgesamt
11'300 m³ Wasser im System gespeichert.

Es wird vorausgesetzt, dass die Baustelleneinrichtung auf
der Baustelle Mauls über eine geeignete Wasserversorgung
verfügt. Dazu ist eine Wasserfassung in der Eisack vorge-
sehen, vgl. Plan [44].

5.8.4 Entleeren

Die Entleerung der Leitungen erfolgt überall gravitär über die
Rigole. Der Erkundungsstollen wird direkt in den Erkun-
dungsstollen Aicha entleert, die Leitungen der Haupttunnel
über deren Tiefpunkt im QS 49/2.

5.8.5 Verlängern der Sekundärkreise bei den Vor- trieben

Die Wassermenge in den Vor- und Rücklaufleitungen bis
zum nächsten Streckenschieber muss für den Ausbau der
Rohrleitungen als Verlustwasser in die Rigole geführt wer-

presso le stazioni di trasformazione. Il sistema stesso di
messa a terra è descritto nel rapporto [42] e la posizione dei
trasformatori è illustrata nella tavola [43]. In mancanza di
una messa a terra in vicinanza di un impianto, questo deve,
per quanto possibile, essere messo a terra con anello o con
paletto.

5.7 CONCETTO DI RAFFREDDAMENTO SECONDO LE FASI DI LAVORO

Il concetto di raffreddamento secondo le fasi di lavoro sulla
base del programma [26] si trova nella relazione [39].

5.8 DESCRIZIONE FUNZIONALE

5.8.1 Esercizio normale

Il sistema di acqua di raffreddamento sarà prolungato ed
esteso gradualmente con il progredire dei singoli scavi con
fresa. Queste attività di estensione prevedono valvole di
sezionamento per la condotta di mandata e di ritorno, per
impedire uno svuotamento dell'intero sistema.

Per determinare le distanze tra le valvole di sezionamento
menzionate, la procedura per l'estensione del sistema di
raffreddamento di acqua della fresa va osservata.

5.8.2 Compensazione per l'acqua industriale prelevata

Lungo le condotte d'acqua di raffreddamento, si devono
prevedere ogni 50 metri spillamenti d'acqua industriale pres-
so ogni cunicolo trasversale. Per compensare la perdita di
acqua, una rabboccatura è prevista nel sistema di raffred-
damento.

5.8.3 Riempimento

I necessari volumi d'acqua sono documentati nella Tabella 15.
Allo stato di estensione massima, un totale di 11'300 m³
d'acqua viene accumulato nel sistema.

Si presume che l'installazione del cantiere sul cantiere di
Mules venga dotata con l'adeguata alimentazione idrica. A
questo scopo è prevista una presa d'acqua nell'Isarco, cfr.
tavola [44].

5.8.4 Svuotamento

Lo svuotamento delle condotte avviene ovunque per gravità
mediante il canale di drenaggio. Il cunicolo esplorativo viene
svuotato direttamente nel cunicolo esplorativo di Aica, le
condotte delle gallerie principali sopra il punto più basso nel
C.T. 49/2.

5.8.5 Estensione del circuito secondario presso il fronte di scavo

Per l'espansione, la quantità di acqua nelle condotte di
mandata e di ritorno fino alla successiva valvola di seziona-
mento deve essere inviata nel canale di drenaggio come

den.

Es wird mit Streckenschieber im Abstand von 1'000 m gerechnet. Die Verlustwassermenge beträgt somit maximal 122 m³ im Erkundungsstollen.

5.9 MENGENDERÜST

Vgl. Anhang 9.

acqua di perdita.

Se si ammette una valvola di sezionamento ogni 1'000 m lungo il cunicolo esplorativo, la quantità di acqua perduta è di circa 122 m³.

5.9 COMPUTO METRICO

Cfr. Allegato 9.

6 STEUERUNG UND ÜBERWACHUNG

6.1 SPEZIFIKATION DER KOMPONENTEN

Die Steuerung und Überwachung der Baulüftung/-kühlung besteht aus vier Systemgruppen:

- Das Leitsystem mit einem redundanten Kopfrechner;
- Das Übertragungssystem;
- Die Sensoren, z.B. die Klima- und Gasmessstationen;
- Die Aktoren, z.B. die Ventilatoren, die Schleusen und die Baukühlung.

Die Topologie der Steuerung wird im Plan [28] dargestellt. Im Folgenden werden das Leisystem, die Sensoren und die Aktoren spezifiziert. Das Übertragungssystem wird hier nicht weiter spezifiziert. Es wird übergeordnet von der Sicherheit bereitgestellt und besteht aus einem Glasfasernetz, welches sich über das gesamte Stollensystem erstreckt und alle 2'000 m mit Schnittstellen zu Kupferleitungen ausgerüstet ist. Vgl. Spezifikation im Bericht [24].

6.1.1 Das Leitsystem

Der Kopfrechner dient den leittechnischen Funktionen der Baulüftung /-kühlung. Er übernimmt die Steuerung und Überwachung der angeschlossenen Komponenten und realisiert die übergeordneten Funktionen, z.B. die Verbindung zur Sicherheit. Er übernimmt ferner die detaillierte Erfassung / Anzeige der Betriebs- und Alarmmeldungen sowie die Erfassung und Auswertung der Daten der angeschlossenen Aktoren und Sensoren.

6.1.1.1 Allgemeine Spezifikation

Der Kopfrechner steht in der Leitstelle auf Baustelle Mauls. Er ist völlig redundant ausgeführt, d.h. er besteht aus 1 Master-Server und 1 Slave-Server im Hot-Standby mit ständigem Datenabgleich der laufenden Betriebs- und Archivierungsdaten. Zudem ist jeder Server redundant in sich: durch mehrere Festplatten wird das System bei einem Plattenausfall nicht gestört. Der Neuaufbau des Datenstandes nach dem Austausch der Platte erfolgt vollautomatisch. Redundant sind auch die Verbindungen zum Unter- und übergeordneten Datennetz (insgesamt 4 Netzwerkanschlüsse).

Die Server kommunizieren zum Unter- und übergeordneten Netz sowie untereinander über das Datennetz der Sicherheit.

Der Kopfrechner dient:

- zur Erfassung und Anzeige der Betriebszustände, Stör – und Alarmmeldungen sowie Messwerte der

6 REGOLAZIONE E CONTROLLO

6.1 SPECIFICA DELLE COMPONENTI

La regolazione ed il controllo del sistema di ventilazione e raffreddamento di cantiere è costituito da 4 sottosistemi:

- Il sistema di controllo con calcolatore principale ridondante;
- Il sistema di trasferimento dati;
- I sensori, p.es. le stazioni di misura delle condizioni climatiche e delle emanazioni di gas;
- Le componenti attive, p.es. i ventilatori, le serrande e quelle del sistema di raffreddamento.

La topologia della regolazione è illustrata nella tavola [28]. Di seguito si specificano: il sistema di controllo, i sensori e le parti attive. Il sistema di trasferimento dei dati non è qui ulteriormente specificato. Esso è preposto alla sicurezza ed è a questa asservito. Si basa su di un sistema a fibra ottica che si sviluppa lungo tutto il sistema di gallerie e cunicoli ed è equipaggiato ogni 2'000 m con interfaccia verso i conduttori di rame. Cfr. le specifiche nel rapporto [24].

6.1.1 Sistema di controllo

Il calcolatore principale elabora le funzioni di controllo della ventilazione e del raffreddamento. Si prende carico della regolazione e del controllo dei componenti ad esso collegati e svolge le funzioni sovraordinate come, ad esempio, il collegamento verso la sicurezza. Inoltre, si fa carico della raccolta e della presentazione delle segnalazioni di servizio e di allarme come pure dell'acquisizione e dell'analisi dei dati dei sensori e delle componenti attive ad esso collegate.

6.1.1.1 Specifiche generali

Il calcolatore principale è situato nella centrale di controllo di Mules. Esso presenta una completa ridondanza, essendo costituito da un "Master-Server" e da un "Slave-Server" in "Hot-Standby" con continua elaborazione ed archiviazione dei dati di servizio. Inoltre ogni "server" è intrinsecamente ridondante: molteplici dischi rigidi garantiscono che in caso uno si guasti, il sistema non sia compromesso. La sostituzione dei dati dopo il cambio di un disco è completamente automatica. Ridondanti sono anche i collegamenti alle reti preposte e sottoposte (in tutto 4 collegamenti alla rete).

I "server" comunicano con le reti preposte e con quelle sottoposte, come pure fra di loro, attraverso la rete dati della sicurezza.

Il calcolatore principale ha per compito:

- la raccolta e visualizzazione delle condizioni di esercizio, delle segnalazioni di guasto e allarme e

Komponenten der untergeordneten Ebene;

- zur Bedienung und Parametrierung der angeschlossenen Komponenten;
- zur Archivierung der erfassten Daten und Eingaben.

6.1.1.2 Software

Auf allen Systemen der Ebene Kopfrechner wird das Betriebssystem Microsoft Windows Server 2012 oder gleichwertig installiert.

Auf den Systemen der Ebene Kopfrechner wird das Leitsystem PVSS II der Firma ETM, einer Tochterfirma des Siemens Konzerns, oder gleichwertig, eingesetzt. Es ist ein herstellernerutrales Paket für Visualisierung und Leittechnik. Es ist modular aufgebaut und ermöglicht den geforderten redundanten Aufbau des Kopfrechners.

6.1.1.3 Hardware

Es werden professionelle Serversysteme in echter Serverarchitektur gefordert. Entscheidende Komponenten sind redundant vorhanden und können dank Hot-Swap und Hot-Plug Technik im laufenden Betrieb ohne Systemunterbruch im Bedarfsfall als Ersatz einspringen oder getauscht werden.

6.1.2 Die Prozessebene

Es ist anzustreben, dass sämtliche Komponenten auf Prozessebene, d.h. sowohl die Sensoren und als auch die Aktoren, mit der gleichen Steuerung (SPS) ausgerüstet und in das Leitsystem eingebunden werden. Vorgeschlagen wird hier die SPS Siemens S7 IM151-8 PN/DP oder gleichwertig.

6.1.3 Die Sensoren

6.1.3.1 Klima- und Gasmessstationen

Alle konventionellen und maschinellen Vortriebe, alle Abluftwege und der Frischluftweg werden mit automatischen Klima- und Gasmessstationen ausgerüstet (vgl. Plan [28]). Insgesamt sind 9 Stationen veranschlagt. Die Stationen in den Vortrieben wandern mit diesen mit; diejenige in den Zu- und Abluftwegen sind hingegen stationär.

Die Stationen sollen die folgenden Messwerte erfassen:

- Lufttemperatur, -Feuchtigkeit und -Druck (-10 - +60°C, 0 – 100% r.F., 600 – 1'100 mbar);
- Luftgeschwindigkeit (0-60 m/s) und Richtung;
- Konzentrationen der Gase Methan (CH₄), Schwefelwasserstoff (H₂S) und Kohlendioxid (CO₂).

Die Klimamessstation im Fensterstollen erfasst nur die Zustandsgrößen der einströmenden Frischluft und die Ge-

dei werte relevati presso le componenti subalterne;

- l'asservimento e la parametrizzazione delle componenti ad esso collegate;
- l'archiviazione dei dati rilevati e di quelli in entrata.

6.1.1.2 Programmi di calcolo

Su tutti i sistemi a livello del calcolatore principale sarà installato il sistema operativo Microsoft Windows Server 2012 o uno equivalente.

I sistemi al livello del calcolatore principale saranno dotati del sistema di controllo PVSS II della ditta ETM, affiliata al gruppo Siemens, o di uno equivalente. Si tratta di un pacchetto di programmi di visualizzazione e tecnica di controllo, modulare, adattato alla struttura ridondante del calcolatore e sostanzialmente indipendente dalla marca di questo.

6.1.1.3 Hardware

Si farà appello a sistemi di "server", inseriti in un'autentica architettura di "server". Le componenti essenziali saranno disponibili in modo ridondante e potranno, quando necessario e grazie alle tecniche "Hot Swap" e "Hot Plug", agire da riserva, o da rimpiazzo, senza interruzione delle funzioni del sistema.

6.1.2 Il livello di processo

Tutto sarà intrapreso affinché tutte le componenti a livello di processo, cioè i sensori, come pure le componenti attive, siano equipaggiate con lo stesso sistema di controllo (CLP) ed inserite nel sistema di guida. Si propone qui di considerare il sistema Siemens S7 IM151-8 PN/DP o equivalente.

6.1.3 I sensori

6.1.3.1 Stazioni di rilevamento del clima e delle emanazioni di gas

Tutti gli scavi, sia convenzionali che meccanizzati, tutte le vie d'aria viziata e d'aria fresca saranno equipaggiate con stazioni di rilevamento del clima e delle emissioni di gas (cfr. tavola [28]). Si tratta in totale di 9 stazioni, di cui quelle negli scavi avanzano con questi, mentre quelle nelle vie d'aria sono fisse.

Le stazioni devono raccogliere i seguenti dati:

- Temperatura, umidità relativa e pressione dell'aria (-10 - +60°C, 0 – 100%, 600 – 1'100 hPa);
- Velocità e direzione dell'aria (0-60 m/s);
- Concentrazione di metano (CH₄), acido solfidrico (H₂S) ed anidride carbonica (CO₂).

La stazione nella Finestra registra le proprietà relative al flusso d'aria entrante e la sua velocità, ma non le concentra-

schwindigkeit, nicht aber die Gaskonzentrationen.

Die Erfassung des Methans erfolgt mit drei Sensoren pro Station gemäß der in Kapitel 3.10.1.3 formulierten Anforderungen für deren Lage. Die Erfassung der weiteren Gase erfolgt mit je einem Sensor pro Station.

Die Messstationen bestehen aus einer autonomen Auswerteinheit (SPS) mit Direktanbindung an die Baukommunikation. Sie müssen die Position, die Messwerte und Störmeldungen an die Leitstelle übermitteln. Sie müssen akustische und optische Alarmsignale bei Überschreitung von Grenzwerten ausgeben können. (vgl. die Spezifikation der Sicherheit in Bericht [24]). Sie müssen explosionsgeschützt ausgeführt werden (ATEX Apparate der Gruppe I, Kategorie M2).

Die Messwerte müssen kontinuierlich aufgenommen und auf den Kopfrechner der Baulüftung/-kühlung außerhalb des Tunnels übermittelt werden, wo sie ausgewertet und abgespeichert werden. Es gibt keine automatische Rückkopplung der Klimamessstationen auf die Aktuatoren der Baulüftung/-kühlung. Die Klimamessstationen dienen vorab nur für Aufzeichnungen und Messwertüberwachungen. Es werden auf der Leitstelle und unter Tage Vor- und Hauptalarme bei Grenzwertüberschreitungen ausgegeben (vgl. Grenzwerte in Tabelle 1). Zusätzlich zu den von den Klimamessstationen gemessenen Werten muss die Feuchttemperatur unter Einbezug des Umgebungsdrucks und der relativen Feuchtigkeit errechnet werden.

6.1.3.2 Weitere Sensoren

Die Aktoren der Baulüftung/-kühlung sind mit verschiedenen Messgeräten bestückt. Falls diese Aktoren mit einer SPS ausgerüstet und an das Datennetz angeschlossen sind, sind deren Messwerte ebenfalls in der übergeordneten Steuerung verfügbar. Beispiele sind:

- Axialventilatoren gemäß Kapitel 4.5.1: Volumenstrom und Differenzdruck sowie Überwachung der Wicklungstemperatur und Betriebsdaten der FU.
- Luttenlüftung im ES: Volumenstrommessung am Luttenende, vgl. Kapitel 3.10.1.3.
- Schleusentore: Zustandsdaten
- Durchflussmesser, Druckgeber und Temperaturfühler der Baukühlung, vgl. Kapitel 5.6.3 und 5.6.4.9.
- Betriebsdaten sämtlicher elektrischer Motoren und Frequenzumrichter der Baulüftung/-kühlung, welche in das Datennetz eingebunden werden.

6.1.4 Die Aktoren

Zu den berücksichtigten Aktoren zählen sämtliche Anlagen der Baulüftung/-kühlung, welche über eine SPS verfügen

zonen von gas.

Il rilevamento del metano avviene con 3 sensori per ogni stazione secondo le prescrizioni formulate nel capitolo 3.10.1.3. Le concentrazioni degli altri gas sono rilevate da un sensore per stazione.

Le stazioni consistono in un'unità autonoma di analisi (CLP) con collegamento diretto al sistema di comunicazione di cantiere. Queste devono trasmettere al centro di controllo la posizione, il valore di misura ed il messaggio di anomalia e devono attivare segnali ottici ed acustici quando un valore di soglia è superato (cfr. le specifiche di sicurezza nel rapporto [24]). Devono essere eseguite a prova d'esplosione (ATEX, gruppo I, categoria M2).

I valori di misura devono essere registrati in continuazione e trasmessi al calcolatore principale della Ventilazione e Raffreddamento situato all'esterno, per essere analizzati ed immagazzinati. Non c'è nessun meccanismo di reazione automatica fra le stazioni di rilevamento e gli attuatori del sistema di ventilazione e raffreddamento. Le stazioni di rilevamento fungono soprattutto da indicatrici e da sorveglianti dei valori rilevati. Nel centro di controllo ed in sotterraneo saranno attivati preallarmi ed allarmi principali al superamento dei valori di soglia (cfr. i valori di soglia Tabella 1). Oltre alle grandezze citate le stazioni devono poter calcolare la temperatura di bulbo umido tenendo conto della pressione e della umidità relativa.

6.1.3.2 Ulteriori sensori

Le componenti attive della ventilazione e del raffreddamento di cantiere sono dotate di svariati strumenti di misura. Quando tali componenti attive sono equipaggiate con un CLPe sono collegate alla rete dati, i valori rilevati sono anch'essi disponibili nel sistema di controllo principale. Ad esempio:

- Ventilatori assiali, capitolo 4.5.1: flusso volumetrico, differenza di pressione, sorveglianza della temperatura degli avvolgimenti e dei convertitori di frequenza.
- Ventilazione in condotta nel CE: misure volumetriche alla fine delle condotte, cfr. capitolo 3.10.1.3.
- Porte delle chiuse: stato
- Misuratore di flusso, di pressione e di temperatura del raffreddamento di cantiere, cfr. capitoli 5.6.3 und 5.6.4.9.
- Dati di funzionamento di tutti i motori elettrici e dei convertitori della ventilazione e del raffreddamento collegati alla rete dati.

6.1.4 Componenti attive

Si considerano componenti attive tutti quegli impianti della ventilazione e del raffreddamento che dispongono di un CLP

und über diese in die übergeordnete Steuerung eingebunden sind. Dazu zählen (vgl. Liste in Anhang 11):

- Alle Hauptventilatoren mit und ohne Klappen;
- Die Strahlventilatoren;
- Alle Schleusen und Tore;
- Das Rückkühlwerk;
- Die Pumpstationen des Primär- und der Sekundärkreise;
- Die Dreikammerrohraufgeber und die Filterstationen;
- Die Wetterkühlmaschinen.

Es gibt weitere Systeme, die nicht in die übergeordnete Steuerung eingebunden werden. Diese sind:

- Die kleinen Hilfsventilatoren;
- Die Personenschleusen und Türen;
- Die Entstaube der Sprengvortriebe;
- Die manuellen Schieber und Ventile, Überdruck- und Druckreduzierventile sowie weitere Nebenarmaturen.

6.2 STEUERUNGSKONZEPT

6.2.1 Allgemeines

Das Steuerungskonzept der Anlagen der Baukühlung unterscheidet zwischen drei Ebenen, der Prozessebene, dem Kopfrechner der Baulüftung/-kühlung und dem Leitreechner Sicherheit.

Die Aktoren und Sensoren auf der Prozessebene werden durch die lokale Steuerung geregelt, wenn vorhanden. Diese kommuniziert mit dem Kopfrechner der Baulüftung/-kühlung.

Der Kopfrechner der Baulüftung/-kühlung übernimmt die im Kapitel 6.1.1 beschriebenen Aufgaben.

Auf dem Leitreechner der Sicherheit können lediglich nur Meldungen aus dem Leitsystem der Baulüftung/-kühlung angezeigt werden. Die Steuerung der Systeme der Baulüftung/-kühlung kann jedoch nur an dessen Kopfrechner erfolgen.

6.2.2 Funktionale Beschreibung

Die funktionale Beschreibung der Steuerung der Systeme Baulüftung/-kühlung ist im Anhang 11 dokumentiert. Sie enthält für jede Komponente der Baulüftung/-kühlung eine summarische Beschreibung der Steuerabläufe. Sie unterscheidet auf jeder der drei Ebenen der Steuerung zwischen den Signaleingängen und den Signalausgängen.

e, tramite questo, sono collegati al sistema di controllo principale. Questi comprendono (cfr. lista nell'allegato 11):

- Tutti i ventilatori principali con e senza serrande;
- I ventilatori a getto;
- Tutte le chiuse e tutti i portoni;
- L'impianto di raffreddamento;
- Le stazioni di pompaggio del circuito primario e secondario;
- Gli scambiatori di pressione e le stazioni di filtraggio;
- Gli scambiatori di calore.

Vi sono altri sistemi che non sono inglobati nel sistema di controllo principale. Si tratta:

- I piccoli ventilatori di riscalzo;
- Le chiuse e le porte per il transito di persone;
- I depolverizzatori degli scavi convenzionali;
- I sezionatori e le valvole manuali, le valvole di sovrappressione e quelle di riduzione di pressione, come pure altra rubinetteria.

6.2 CONCETTO DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

6.2.1 Generalità

Il concetto di regolazione degli impianti di raffreddamento individua tre livelli: quello di processo, quello del calcolatore principale di processo per la ventilazione ed il raffreddamento e quello del calcolatore principale preposto alla sicurezza.

Le parti attive ed i sensori di processo sono regolati dal controllo locale, se disponibile. Essi comunicano con il calcolatore principale della ventilazione e raffreddamento.

Il calcolatore principale della ventilazione e raffreddamento svolge i compiti descritti nel capitolo 6.1.1.

Il calcolatore principale preposto alla sicurezza tratta gli avvisi provenienti dal sistema di controllo dalla ventilazione e raffreddamento. La regolazione ed il controllo del sistema di ventilazione e raffreddamento avviene sulla base dei citati calcolatori.

6.2.2 Descrizione funzionale

La descrizione funzionale della regolazione e del controllo dei sistemi di ventilazione e raffreddamento è presentata nell'Allegato 11. Essa contiene per ogni componente dei sistemi una descrizione sommaria delle procedure di controllo. Essa fa distinzione per ciascuno dei tre livelli citati fra i segnali in ingresso e quelli in uscita.

7 SCHNITTSTELLEN

Die wichtigsten Schnittstellen der Baulüftung/-kühlung zu anderen Gewerken des Loses Muls 2-3 und Dritten betreffen:

- Die Baulegistik;
- Das Bauwerk;
- Den Baustrom;
- Die Baukommunikation;
- Die Baulüftung/-kühlung der Nachbarlose;
- Die Einbaulüftung/-kühlung des folgenden Loses der Bahntechnik;

Ferner ist eine enge Zusammenarbeit notwendig mit den Behörden, welche für:

- Den Arbeiterschutz und
- Den Umweltschutz

zuständig sind.

7.1 BAULEGISTIK

Die Schnittstellen zur Baulegistik betreffen den Raumbedarf der Anlagen (vgl. Kapitel 7.3) und die logistischen und baulichen Prozesse (vgl. Kapitel 3.5).

7.2 SICHERHEIT

Die Schnittstellen zur Sicherheit betreffen im Normalbetrieb die Klimaziele (vgl. Kapitel 3.2.1.1 und 3.2.2) und im Ereignisbetrieb die Ereignislüftung (vgl. Kapitel 3.2.1.2 und Bericht [25]).

7.3 BAUWERK

Der Platzbedarf der Anlagen Baulüftung-Kühlung muss über und unter Tage mit dem Baulegistik koordiniert werden. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist diese Koordination in den Plänen der Baulegistik festgehalten (vgl. Pläne [45] bis [52]).

7.4 BAUSTROM

Die Schnittstellen zum Baustrom sind in den Kapiteln 4.5.10 und 5.6.8 beschrieben. Sie verweisen auf den Bericht [42] des Baustroms mit seinen zugehörigen Plänen. Ort und Ausmaß des Strombedarfs der Anlagen der Baulüftung/-kühlung sind in den Anhängen dokumentiert (vgl. Anhang 5, Anhang 6, Anhang 9 und Anhang 10).

7.5 BAUKOMMUNIKATION

Die Schnittstellen zur Baukommunikation sind im Kapitel 6.1 und im Bericht [24] behandelt. Sie wird von der Sicherheit

7 INTERFACCIA

Le interfaccia più importanti della ventilazione e del raffreddamento verso le altre discipline dei lotti Muls 2-3 e verso terzi riguardano:

- La logistica di cantiere;
- Gli edifici
- La corrente di cantiere;
- La comunicazione;
- La ventilazione, il raffreddamento dei lotti contigui;
- La ventilazione, il raffreddamento dei lotti successivi della tecnica ferroviaria;

Inoltre è necessaria una stretta collaborazione con le autorità preposte alla:

- Protezione del personale e alla
- Protezione dell'ambiente.

7.1 LOGISTICA DI CANTIERE

L'interfaccia con la logistica riguardano il fabbisogno di spazio per gli impianti (cfr. capitolo 7.3) ed i processi logistici e di costruzione (cfr. capitolo 3.5).

7.2 SICUREZZA

L'interfaccia riguarda, in caso di esercizio normale, gli obiettivi climatici (cfr. capitoli 3.2.1.1 e 3.2.2). In caso d'emergenza riguarda la ventilazione (cfr. capitolo 3.2.1.2 e rapporto [25]).

7.3 EDIFICI

Il fabbisogno di spazio per gli impianti di ventilazione e raffreddamento deve essere coordinato con la logistica di cantiere in superficie ed in sotterraneo. Nella pianificazione esecutiva tale coordinazione è fissata nelle tavole della logistica di cantiere (cfr. tavole [45] fino a [52]).

7.4 ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'interfaccia verso l'alimentazione elettrica di cantiere sono descritte nei capitoli 4.5.10 e 5.6.8. Essa si riferisce al rapporto [42] dell'Alimentazione di Cantiere ed alle tavole ad esso connesse. Posizione e stima del fabbisogno elettrico per la ventilazione ed il raffreddamento sono documentati in allegato (cfr. Allegato 5, Allegato 6, Allegato 8 e Allegato 10).

7.5 COMUNICAZIONE

L'interfaccia verso la comunicazione è trattato nel capitolo 6.1 e nel rapporto [24]. Esso sarà messo a disposizione dalla

bereitgestellt.

7.6 NACHBARLOSE

Die Schnittstellen zu den Nachbarlosen fallen an den Losegrenzen im Norden und im Süden an, sobald der Vortrieb diese erreicht. Diese Schnittstellen sind vor Eintreten mit den Nachbarunternehmern zu koordinieren.

7.7 FOLGELOSE

Zum Zeitpunkt des voraussichtlichen Einbaus der Einbaulüftung und -kühlung sind an den entsprechenden Einbauorten z. T. Anlagen der Baulüftung und -kühlung installiert.

Aufgrund der kostenintensiven Installation des Kühlwasserleitungen ist eine Weiternutzung der Kühlrohre der Baukühlung anzustreben. Aus diesem Grund muss die Positionierung der Kühlrohre in den einzelnen Tunnelbereichen und insbesondere in den Haupttunneln auf mögliche Konflikte mit der künftigen Ausrüstung abgestimmt werden (u.a. Installation der Kühlrohre außerhalb Bereich Handläufe, Abspannung Fahrleitung, Strahlendes Kabel, Erdseil, etc.)

Um einen nahtlosen Lüftungs- und Kühlungsbetrieb in allen Phasen des Projekts BBT garantieren zu können, muss eine sorgfältige Koordination und Planung dieser Übergangsphase von der Baulüftung/-kühlung zur Einbaulüftung/-kühlung durchgeführt werden. Dieser Übergang kann auch das Hüten eines Abschnitts ohne Bautätigkeit beinhalten (Hütedienst).

7.8 UMWELT

Die Anlagen der Baulüftung/-kühlung an den Portalen und über Tage, insbesondere auf der Baustelle Mauls, stehen in Wechselwirkung mit der Umwelt. Die entsprechenden Richtlinien der zuständigen Umwelt-Behörden müssen eingehalten werden:

- Lärmbelastung: Mittels Schalldämpfung ist sicherzustellen, dass die Lärmemissionen (von Motoren, Ventilatoren, etc.) in die Umwelt die Grenzwerte nicht überschreiten (vgl. [8]).
- Stoffverordnung: Grundsätzlich sollten nur Stoffe verwendet werden, welche die Umwelt nicht belasten. Falls der Einsatz umweltgefährdender Stoffe unabdingbar ist, ist deren fachgerechte Entsorgung zu gewährleisten.
- Wasserzu-/abfuhr: Bei Wasserbezug und besonders bei Wasserentsorgung von/in die Umwelt ist den entsprechenden Richtlinien Rechnung zu tragen (z.B. bei der Einleitung von Wasser in Vorflur-

sicherheit.

7.6 LOTTI CONTIGUI

Gli interfaccia verso i lotti contigui si trovano presso le frontiere nord e sud del lotto. Tale interfaccia deve essere discusso con l'impresa responsabile dei lotti contigui.

7.7 LOTTI SUCCESSIVI

Nel momento in cui sarà prevista l'installazione degli impianti di ventilazione e raffreddamento per l'attrezzaggio della galleria, saranno in parte ancora presenti gli impianti per la ventilazione e il raffreddamento del cantiere.

Visto l'elevato costo d'installazione della rete di raffreddamento, si deve cercare di riutilizzare le tubazioni di raffreddamento usate in fase di cantiere. Per questo motivo è opportuno che la posizione in cui vengono installate le tubazioni nei vari settori della galleria, in particolare della galleria principale, sia definita evitando possibili conflitti con i futuri impianti (installazione delle tubazioni di raffreddamento non nella zona dei corrimano, separazione dalla linea di contatto, da cavi, dalla messa a terra, ecc.)

Per garantire una funzione continua della ventilazione e del raffreddamento in tutte le fasi del progetto della BBT, deve essere fatta un'accurata coordinazione e pianificazione della transizione dalla fase di ventilazione/raffreddamento in cantiere alla fase di ventilazione/raffreddamento in fase di tecnica ferroviaria. Questa transizione può anche includere la custodia di una sezione inattiva.

7.8 AMBIENTE

Gli impianti della ventilazione e del raffreddamento presso i portali ed in superficie, in particolare presso il cantiere di Mules, interagiscono con l'ambiente circostante. Le direttive corrispondenti delle autorità competenti devono essere rispettate:

- Esposizione al rumore: con l'uso di silenziatori è da garantire che non si superino i valori limite del livello sonoro (dei motori, ventilatori, etc.) nell'ambiente (cfr. [8]).
- Ordinanza sulle sostanze: sono da utilizzare sostanze non pericolose per l'ambiente. Se l'utilizzo di sostanze pericolose non può essere evitato è da garantire il loro corretto smaltimento.
- Afflusso e deflusso d'acqua: In caso di prelievo e soprattutto in caso di scarico dell'acqua dall'/nell'ambiente vanno rispettate le relative direttive (p.es. scarico dell'acqua nel ricettore idrico) (cfr.

ter) (vgl. [9]).

Neben den oben genannten Punkten muss darauf hingewiesen werden, dass im Portalbereich der Haupttunnelröhren, Zwischenangriffe, Zufahrtstunnel und Baulüftungsstollen/-schächte aufgrund des Ausblasens von feuchtwarmer Luft eine Vernebelung nicht auszuschließen ist.

Die Entsorgung der Anlagen und Betriebsstoffe der Baulüftung/-kühlung muss den Regeln der gültigen Gesetzgebung entsprechen.

[9]).

Oltre ai punti sopracitati si fa notare che, nell'area dei portali delle canne principali, delle finestre intermedie, delle gallerie d'accesso e dei cunicoli e pozzi della ventilazione, non si può escludere la formazione di nebbia a causa della fuoriuscita d'aria umida e calda.

Lo smaltimento degli impianti e dei materiali relativi alla ventilazione e al raffreddamento deve essere effettuato conformemente alle norme vigenti.

8 RECHENMODELLE

8.1 AERODYNAMISCHE MODELLE

8.1.1 Rohrströmungen

Die Druckverluste in den Stollennetzwerken werden gemäß der Theorie der reibungsbehafteten Rohrströmungen berechnet (reibungsbefahnteter Bernouilli). Die Reibungsbeiwerte der Stollen werden nach der Colebrook-White Formel oder eine Annäherung berechnet. Die Druckverluste von Umlenkungen, Toren und Hindernissen entstammen der einschlägigen Literatur.

Bernouillische Gleichung mit Reibung Entlang einem Stromfaden von Punkt 1 bis 2.

Equazione di Bernouilli con attrito lungo una linea di flusso fra il punto 1 e 2.

Druckverlust durch Rohrreibung.

Perdita di carico dovuta ad attrito lungo una condotta.

Druckverlust durch Einbauten und Hindernisse.

Perdita di carico dovuta ad installazioni od ostacoli.

Wandreibungskoeffizient nach Colebrook-White.

Coefficiente d'attrito alla parete secondo Colebrook-White.

8.1.2 Luttenberechnungen

Die Auslegung der Lutten und Luttenlüftern erfolgt nach den Empfehlungen und Berechnungsvorschriften der Norm SIA 196 [11].

8.1.3 Auslegung der Ventilatoren

Die Betriebspunkte der Ventilatoren bei gegebener Fördermenge ergeben sich aus der Summe der einzelnen Totaldruckverluste entlang dem Strömungsweg. Die Leistung der Ventilatoren ergibt aus der Fördermenge, der zu überwindenden Totaldruckdifferenz und seiner aerodynamischen, mechanischen und elektrischen Wirkungsgrade.

Totaldruck am Ventilator.

Pressione totale al ventilatore.

Elektrische Leistung des Motors.

Potenza elettrica del motore.

8.2 KLIMAMODELL

8.2.1 Beschreibung des Klimamodells

Das eigens für das Projekt erstellte Klimamodell löst die stationäre eindimensionale Energiegleichung für Lufttempe-

8 MODELLI FISICI DI CALCOLO

8.1 MODELLI AERODINAMICI

8.1.1 Flussi in canale

Le perdite di carico nella rete di cunicoli sono calcolate secondo la teoria dei flussi in condotte in presenza d'attrito (equazione di Bernouilli con attrito). I coefficienti di attrito sono calcolati secondo la formula di Colebrook-White o secondo una sua approssimazione. Le perdite di deviazioni, gomiti, porte e ostacoli provengono dalla letteratura tecnica specializzata.

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho u_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho u_2^2 + \Delta p_{12} \quad (1)$$

$$\Delta p_{12} = f \frac{L_{12}}{D} \frac{1}{2} \rho u^2 \quad (2)$$

$$\Delta p_{12} = \zeta_{12} \frac{1}{2} \rho u^2 \quad (3)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(0.27 \frac{k_s}{D} + \frac{2.51}{\text{Re}_D \sqrt{f}} \right) \quad (4)$$

8.1.2 Dimensionamento delle condotte

Il dimensionamento delle condotte e dei ventilatori delle condotte segue le raccomandazioni e le prescrizioni di calcolo della norma SIA 196 [11].

8.1.3 Dimensionamento dei ventilatori

I punti di funzionamento dei ventilatori per portate d'aria assegnate sono ottenuti dalla somma delle perdite di pressione totale lungo il percorso del flusso. La potenza dei ventilatori si ottiene dalla portata, dalla differenza di pressione totale da vincere e dai rendimenti aerodinamici, meccanici ed elettrici della macchina.

$$\Delta p_{vent} = \sum_i \Delta p_{t,i} \quad (5)$$

$$\dot{P} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p_{vent}}{\eta_{aero} \eta_{mech} \eta_{el}} \quad (6)$$

8.2 MODELLO CLIMATICO

8.2.1 Descrizione del modello climatico

Il modello di clima creato appositamente per il progetto risolve l'equazione monodimensionale stazionaria dell'energia per

ratur und Luftfeuchtigkeit entlang eines Tunnelabschnitts. Das Modell berücksichtigt:

- Den Wärmeeintrag der Technik (TBM, LKW, Züge, Maschinen);
- Den Wärmeeintrag des Schutterguts;
- Die Abbindwärme des Betons;
- Den Wärmeeintrag des Bergs. Dieser wird mit einer impliziten Gleichung angenähert, die das Ausbruchsalter berücksichtigt;
- Den Feuchtigkeitseintrag der Umgebung über Tunnelwand und Rigole über den befeuchteten Umfang und die Umlagerung von fühlbarer zu latenter Wärme in der Luft;
- Den Höhenunterschied bzw. Steigung des Tunnelabschnitts;
- Die Kälteleistung der Wetterkühlmaschinen als verteilte Wärme- und Feuchtigkeitssenken;
- Der Wärmeaustausch zwischen der Strömung in den Lutten und der Strömung im Tunnel.

Das Modell vernachlässigt:

- Den momentanen meteorologischen Zustand am Frischluftportal. Es wird mit jährlichen oder monatlichen Mittelwerten gerechnet. Aufgrund der Pufferwirkung des Felsens ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass dieses Vorgehen ab einer bestimmten Entfernung vom Portal zulässig ist;
- Den Wärmeeintrag durch das warme Wasser in der Rigole;
- Der Wärmeeintrag durch die Ventilatoren;
- Den Massenaustausch zwischen der Luft in den Lutten und der Luft im Tunnelquerschnitt.

Das Modell setzt die Wetterkühlmaschinen an zulässigen Stellen derart, dass die oben definierten Klimaziele stets erreicht werden.

Energie- und Feuchtigkeitserhaltung.

Conservazione dell'energia e dell'umidità.

$$\begin{cases} \frac{d\theta}{ds} = \frac{2\pi \cdot k \cdot \varphi(\tau, Nu_m)}{\dot{m}_i \cdot \bar{c}_p} (T_f - \theta) - \frac{r}{\dot{m}_i \cdot \bar{c}_p} (e_b + e_k + e_l) - i \cdot \frac{g}{\bar{c}_p} + \frac{q_i + q_b + q_k + q_s}{\dot{m}_i \cdot \bar{c}_p} \\ \frac{dx}{ds} = \frac{1}{\dot{m}_i} (e_b + e_k + e_l) \end{cases} \quad (7)$$

Dimensionsloser Wärmetransport in der Wand.

Flusso termico adimensionale alla parete.

$$\varphi(\tau, Nu_m) = \left(\frac{1}{Nu_m} + \ln(1 + \xi) \right)^{-1} \quad (8)$$

$$Nu_m = \frac{h_c \cdot R}{k_f}$$

$$\tau = \frac{h_c}{R^2} t$$

$$\xi(2 + \xi) \cdot \ln(1 + \xi) = 4\tau$$

la temperatura dell'aria e l'umidità lungo un tratto di galleria. Il modello prende in considerazione i seguenti elementi:

- Il calore proveniente dagli equipaggiamenti (TBM, camion, trenini, macchine);
- L'immissione di calore dallo smarino;
- Il calore emesso dalla presa del calcestruzzo;
- L'immissione di calore dalla montagna. Questa viene approssimata con un'equazione implicita che prende in considerazione l'età dello scavo;
- L'umidità introdotta nell'ambiente attraverso il canale di drenaggio e quella parte della parete della galleria considerata come umida, la trasposizione di calore sensibile in calore latente nell'aria;
- La differenza di altezza o l'inclinazione della sezione della galleria;
- La potenza frigorifera degli SC come pozzo uniformemente distribuito di calore e di umidità;

Lo scambio di calore tra il flusso nelle condotte d'aria e quello nella galleria.

Il modello trascura:

- Le condizioni meteorologiche effettive vigenti al portale d'ingresso dell'aria. Esse vengono calcolate in base a medie mensili o annuali. A causa dell'inerzia termica della roccia, l'esperienza mostra che questo procedimento vale a partire da una certa distanza dal portale;
- Il calore introdotto dall'acqua nel canale di drenaggio;
- Il calore introdotto dai ventilatori;
- Lo scambio di massa tra l'aria nel condotto e l'aria nella sezione trasversale della galleria.

Il modello dispone gli scambiatori di calore nei luoghi idonei in modo che gli obiettivi climatici di cui sopra vengano sempre raggiunti.

Wassereintrag von der Wand.

Flusso d'acqua alla parete.

Wandtemperatur

Temperatura della parete

$$e_b = \frac{h_c \cdot \gamma \cdot U_w}{c_p} (x''(p, T_w) - x)$$

$$\frac{2k_f \varphi(\tau, Nu_w)}{D \cdot h_c} (T_f - \vartheta) + \vartheta$$

8.2.2 Modellierung des Aggregats Fels

Die Auskühlung des Felsen mit der Zeit wird über einen empirischen Ansatz bestimmt (siehe oben). Dieser beschreibt streng genommen nur die Auskühlung eines Tunnelabschnitts, in dem ab dem Ausbruch über die Zeit ein Luftstrom mit konstanter Geschwindigkeit und konstanter Temperatur gehalten wurde. Angewandt auf einen Lüftungsabschnitt der Baulüftung wird also angenommen, dass der Lüftungsabschnitt seit dem Ausbruch bei konstantem Luftstrom und konstanter Kühlung belüftet worden ist. Diese Modellierung ist über lange Zeitspannen für die Auslegung ausreichend, wie Vergleichsrechnungen mit instationären Wandmodellen gezeigt haben.

8.3 HYDRAULISCHE ROHRAUSLEGUNG

Für die Auslegung des Kühl- und Brauchwassernetzes werden statische Hydraulikberechnungen durchgeführt. Mit diesen Berechnungen werden Pumpen, Leitungen und Armaturen dimensioniert und die Funktionalität des Systems unter verschiedenen Betriebsfällen aufgezeigt.

Dynamische Effekte werden nicht berechnet. Die dynamischen Effekte beim Anfahren oder Herunterfahren des Systems werden durch eine stufenweise Betriebsart und langsam schliessende Schieber klein gehalten. Grössere dynamische Effekte könnten bei unerwarteten Ereignissen, wie z.B. Ausfall einer Pumpe, entstehen. Durch die Verwendung von Überdruckventilen und Be- und Entlüftungsventilen werden diese Druckschläge aufgefangen.

Für die Hydraulikberechnungen wird die Druckhöhe im Leitungssystem [Meter über Meer, kurz: m ü. M.] berechnet. Die Druckhöhe bei Atmosphärendruck entspricht dabei der geodätischen Höhe (Lagenhöhe) [m ü. M.]. Bei Überdruck wird dieser auf die geodätische Höhe aufaddiert. Grundlage der Berechnungen ist die erweiterte Bernoullische Energiegleichung.

Das System ist funktionstüchtig, wenn an jeder Position die Druckhöhe in den Kühl- und Brauchwasserleitungen oberhalb der geodätischen Höhe (Streckenprofil) und unterhalb des zulässigen Druckes der Leitungen liegt. Zusätzlich muss am Ende des Rücklaufes, vor dem Dreikammerrohrheber (kurz: DKRA), ein Mindestdruck vorhanden sein, welcher am

8.2.2 Modellazione della roccia

Il raffreddamento della roccia nel tempo è definito secondo un approccio empirico (vedi sopra). Questo, preso in senso stretto, descrive il raffreddamento di un tratto di galleria lungo il quale, dal momento dello scavo, sia stato mantenuto un flusso d'aria di temperatura e velocità costanti. Si assume, pertanto, che ogni tratto di ventilazione di cantiere sia stato ventilato a partire dallo scavo con portata d'aria costante a temperatura costante. Questa ipotesi è tanto più appropriata per il dimensionamento del sistema, quanto più lungo è il periodo di tempo assunto, ciò che è stato ripetutamente mostrato da calcoli comparati con modelli di flusso non stazionario alla parete.

8.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE CONDOTTE

Per il dimensionamento della rete d'acqua di raffreddamento e industriale si ricorre a calcoli idraulici statici. Questi sono volti al dimensionamento di pompe, tubature e rubinetterie ed alla verifica della funzionalità del sistema in diverse condizioni di funzionamento.

Gli effetti dinamici non vengono presi in conto. Tali effetti, che si manifestano alla messa in operazione o alla messa a riposo del sistema, verranno mantenuti ai minimi livelli attraverso un esercizio con variabilità a gradini e con sezionatori a chiusura lenta. Effetti maggiori possono manifestarsi a seguito di eventi inattesi come l'avaria di una pompa. L'uso di dispositivi quali valvole di sovrappressione e di aerazione contribuirà ad attenuare i colpi di pressione.

Per i calcoli idraulici si farà riferimento alla quota di pressione nel sistema di tubature idrauliche [metri sul livello del mare: m.s.l.m.]. La quota di pressione per l'atmosfera corrisponde all'altezza geodetica dei luoghi. La sovrappressione sarà addizionata alla quota geodetica. Alla base dei calcoli sta l'equazione dell'energia di Bernoulli.

Il sistema idraulico è in grado di funzionare quando in ogni punto delle tubature d'acqua di raffreddamento ed industriale la quota di pressione è superiore alla quota geodetica ed inferiore alla massima pressione ammissibile nelle tubature. Inoltre alla fine del circuito secondario, prima dello scambiatore di pressione, deve agire una pressione minima che possa essere adattata allo scambiatore di pressione stesso.

DKRA angepasst werden kann.

Da der Vor- und Rücklauf der Kühlwasserleitungen nur über die WKM verbunden ist, variiert der Wasserstrom im System in Abhängigkeit von der Anzahl und der Lage der eingeschalteten WKM. Weil dieser einen großen Einfluss auf den Druckverlauf in den Leitungen hat, müssen verschiedene Betriebsfälle betrachtet werden. Dabei werden Extremfälle der Klimaberechnungen herangezogen.

Poiché il circuito primario e secondario delle tubature di raffreddamento sono collegati fra di loro solo attraverso gli scambiatori di calore il flusso d'acqua nel sistema dipende dal numero e dalla posizione degli scambiatori di calore in funzione. Dato che il flusso d'acqua ha un notevole effetto sulla distribuzione di pressione lungo le tubature, devono essere considerati diversi casi d'esercizio. Questi contempleranno casi estremi derivati dai calcoli climatici.

9 GLOSSAR

Konventioneller Vortrieb: Vortrieb mittels Sprengung oder Bagger. Auch Sprengvortrieb.

Kontinuierlicher Vortrieb: Vortrieb mittels TBM. Auch maschineller Vortrieb.

Kälteleistung: Leistung, welche durch Verdampfung von Kühlmitteln im Verdampfer der Wetterkühlmaschine der Tunnelluft entzogen wird.

Kühlleistung: Leistung, welche durch Erwärmung oder Abkühlung von Wasser in folgenden Elementen des Systems umgesetzt wird:

- Kondensator der Wetterkühlmaschinen (Erwärmung des Wassers);
- Kühlsystem der TBM (Erwärmung des Wassers);
- Kühltürme (Kühlung des Wassers).

Rückwärtiger Bereich: Bereich hinter der Haupt-Arbeitsfront, sei es die TBM oder der Sprengvortrieb der Haupttunnel oder des Erkundungsstollens.

9 GLOSSARIO

Scavo convenzionale: scavo mediante esplosione o escavatore.

Scavo continuo: scavo mediante fresa (TBM)

Potenza frigorifera: potenza estratta dall'aria di galleria tramite evaporazione di agente frigorifero nell'evaporatore degli scambiatori di calore.

Potenza di raffreddamento: potenza trasferita tramite riscaldamento o raffreddamento dell'acqua nei seguenti elementi del sistema:

- Condensatore degli scambiatori di calore (riscaldamento dell'acqua);
- Sistema di raffreddamento della TBM (riscaldamento dell'acqua);
- Torri di raffreddamento (raffreddamento dell'acqua).

Retrolinea: Ambiente dietro il fronte di scavo nella galleria di linea o nel cunicolo esplorativo sia con TBM che convenzionale.

10 VERZEICHNISSE

10.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Arbeitsmedizinische Grenzwerte	19
Tabelle 2: Klima am Portal des Fensterstollens Muls.....	27
Tabelle 3: Klimatische Randbedingungen Muls für die Dimensionierung der Kühlung.	28
Tabelle 4: Gesamtlänge der Abschnitte nach Gasgefahrenstufen im Los Muls II und III gemäß [1] (gesamt 21'910 m)	30
Tabelle 5: Definition der Luttenklassen	54
Tabelle 6: Übersicht der Kühlungsphasen.....	65
Tabelle 7: Elektrische Leistung und Abwärme der verschiedenen TBM.....	66
Tabelle 8: Parameter für die Berechnung der Abbindwärme in Abhängigkeit von der Entfernung von der Betonierfront....	68
Tabelle 9: Abwärme der Transporte am Beispiel der Versorgung des TBM-Vortriebs Nord (eine Röhre).....	69
Tabelle 10: Abwärme der Transporte am Beispiel der Versorgung des TBM-Vortriebs Süd (eine Röhre)	69
Tabelle 11: Dimensionierende Kälte- und Kühlleistungen.	75
Tabelle 12: Anzahl der WKM.....	76
Tabelle 13: Wassermengen.	77
Tabelle 14: Geodätische Höhen wichtiger Punkte. ..	78
Tabelle 15: Auslegung der Kühlwasserleitung.....	82
Tabelle 16: Auslegung der Pumpstationen.....	82
Tabelle 17: Spezifikation der Einheiten.....	83
Tabelle 18: Spezifikation der Pumpen.	86
Tabelle 19: Spezifikation der Brauch- und Kühlwasserrohre PN25 inkl. Korrosionszuschlag.....	87
Tabelle 20: Inventar der Leitungen und Baugruppen.	94
Tabelle 21: Leistungsdaten der Wetterkühlmaschine DV300 der Fa. WAT GmbH.	97

10.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Felsursprungstemperatur im Los Muls II und III [4]	29
Abbildung 2: Frischluftmengen des Bauprogramms	62
Abbildung 3: Kälteleistung der einzelnen Vortriebe,	

10 ELENCHI

10.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Valori di soglia per la sicurezza e l'igiene sul lavoro	19
Tabella 2: Klima al portale della finestra di Muls.....	27
Tabella 3: Dati del clima di Muls alla base del dimensionamento del sistema di raffreddamento	28
Tabella 4: Lunghezza dei tratti in funzione del livello di pericolo dei gas, lotto Muls II e III (21'910 metri) [1].....	30
Tabella 5: Definizione delle classe delle condotte	54
Tabella 6: Panoramica delle fasi di raffreddamento.....	65
Tabella 7: Potenza elettrica e calore dissipato dalle differenti frese.	66
Tabella 8: Parametri per il calcolo del calore di idratazione in funzione della distanza dal fronte di gettata	68
Tabella 9: Calore dissipato dai trasporti sull'esempio della fornitura dello scavo con fresa al nord (una canna):	69
Tabella 10: Calore dissipato dai trasporti sull'esempio della fornitura dello scavo con fresa al sud (una canna).....	69
Tabella 11: potenze frigorifere e di raffreddamento.	75
Tabella 12: Numero di scambiatori di calore.	76
Tabella 13: Quantità di acqua.....	77
Tabella 14: Altezze geodetiche di punti importanti... ..	78
Tabella 15: Progettazione della condotta d'acqua:	82
Tabella 16: Disposizione delle stazioni di pompaggio.....	82
Tabella 17: Specifica degli elementi.....	83
Tabella 18: Specifica delle pompe.....	86
Tabella 19: Specifica dei tubi d'acqua industriale e di raffreddamento PN25, incluso lo spessore sacrificato alla corrosione.	87
Tabella 20: Inventario delle tubature.....	94
Tabella 21: Caratteristiche dello scambiatore di calore DV300, ditta WAT GmbH.....	97

10.2 ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: Temperatura della roccia vergine nello lotto Muls II e III [4]	29
Figura 2: Fabbisogno d'aria del programma di lavoro.....	62
Figura 3: potenza frigorifera dei singoli scavi, rappresentata	

aufgetragen gegen den Weg.....	73	in funzione del percorso	73
Abbildung 4: Kälteleistung der einzelnen Vortriebe, aufgetragen gegen die Zeit.	74	Figura 4: potenza frigorifera dei singoli scavi, rappresentata in funzione del tempo.:.....	74
Abbildung 5: Drucklinien Primärkreis.	80	Figura 5: Linee di pressione del circuito primario.....	80
Abbildung 6: Drucklinien Sekundärkreis HTN.....	81	Figura 6: Linee di pressione circuito secondario G.L.N.	81
Abbildung 7: Ausführungsbeispiel von Konsolen im Gotthard mit DN300 Leitungen, (a) Festlager mit Stützring, (b) Auflager.	89	Figura 7: Esempio di supporti con anello di ritenzione (a) e mensole (b) per tubi DN300 nel progetto del San Gottardo.	89

10.3 ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1: Maschinenliste
Anhang 2: Frischluftbedarf nach Bauabläufen / Beschreibung der Bauabläufe
Anhang 3: Frischluftbedarf nach Bauphasen
Anhang 4: Lüftungsmodule
Anhang 5: Standorte der Ventilatoren
Anhang 6: Ventilatorauslegung
Anhang 7: Inventar der Lutten
Anhang 8: Inventar der Abschlüsse
Anhang 9: Auslegung der Baukühlung
Anhang 10: Schema des Leitungsnetzes der Baukühlung
Anhang 11: Funktionale Beschreibung der Steuerung

10.4 REFERENZDOKUMENTE

10.4.1 Eingangsdokumente

10.4.1.1	Regelplanung
[1]	D0154, Brenner Basistunnel, Phase II, Technische Planung, Basistunnel, Progetto Definitivo, Geothermische, Gas, Gesteinsradioaktivität und Eluate Bericht
[2]	D0616-III-01-TB-3001-25, Regelplanung, Grundlagen für die Planung, Technische Merkmale und Spezifikationen, Technischer Bericht, Projektanforderungen, Nutzungsanforderungen
[3]	D0616-III-04-TB-3504-25, Regelplanung, Grundlagen für die Planung, Aerodynamik und Klima, Technischer Bericht, Konzept für die Baulüftung/-kühlung
[4]	D0616-III-04-TB-3508-25, Regelplanung, Grundlagen für die Planung, Aerodynamik – Klima - Lüftung,

10.3 ELENCO APPENDICI

Allegato 1:	Elenco dei principali macchinari
Allegato 2:	Fabbisogno d'aria fresca a dipendenza dei processi di costruzione
Allegato 3:	Fabbisogno d'aria fresca per fase di costruzione
Allegato 4:	Moduli di ventilazione
Allegato 5:	Disposizione dei ventilatori
Allegato 6:	Dimensionamento dei ventilatori
Allegato 7:	Inventario delle condotte
Allegato 8:	Inventario delle paratie
Allegato 9:	Dimensionamento del raffreddamento
Allegato 10:	Schema della rete di raffreddamento
Allegato 11:	Descrizione funzionale del controllo e della regolazione

10.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

10.4.1 Documenti in ingresso

10.4.1.1	Progettazione di Sistema
	D0154, Galleria di Base del Brennero, Fase II, Progettazione Tecnica, Tunnel die base, Progetto Definitivo, Rapporto di Geotermia, Gas, Radioattività ed Eluati
	D0616-III-01-TB-3001-25, Progettazione di sistema, Dati di base per la progettazione, Specifiche e requisiti tecnici, Relazione tecnica, Requisiti di progetto, Requisiti delle basi di progettazione
	D0616-III-04-TB-3504-25, Progettazione di sistema, Dati di base per la progettazione, Aerodinamica - Klima - Ventilazione, Relazione tecnica, Concetto di ventilazione / raffreddamento in fase di costruzione
	D0616-III-04-TB-3508-25, Progettazione di sistema, Dati di base per la progettazione, Aerodinamica – Klima – Ventilazione, relazione tecnica, dossier dei

10.4.2 Normen und Richtlinien

- [5] DPR 20 marzo 1956, n. 320 „Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro sotterraneo“
- [6] D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 - Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106, Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- [7] Note interregionali Emilia – Toscana – Servizio Sanitario Regionale – “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3.a edizione”
- [8] Autonome Provinz Bozen - Südtirol Landesgesetz vom 5. Dezember 2012, Nr. 20, Bestimmungen zur Lärmbelastung
- [9] Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Landesgesetz vom 18. Juni 2002, Nr. 8, Bestimmungen über die Gewässer
- [10] Genehmigungsbeschluss Nr. 071/2009 des CIPE vom 31.07.2009, welcher das Einreichprojekt des Brenner Basistunnels - italienischer Teil genehmigt, veröffentlicht im Amtsblatt der Italienischen Republik Nr. 29 am 05.02.2010.
- [11] SIA 196, Baulüftung im Untertagebau, Ausgabe 1998, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Vereine, Postfach, 8039 Zürich
- [12] Bauarbeiterschutzverordnung – BauV, BGBl. Nr. 340/1994 idF BGBl. Nr. 706/1995, BGBl. II. Nr. 121/1998 und BGBl. II Nr. 368/1998
- [13] SUVA. Verhütung von Unfällen durch Brände und Explosionen bei der Erstellung von Untertagebauten in Erdgas führenden Gesteinsschichten. Technisches Merkblatt 66102.d. Luzern, März 2002
- [14] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Mindestbewehrung für verformungsbehinderte Betonbauteile im jungen Alter, 1999, DAfStb-Heft 489
- [15] SUVA. Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014. MAK-Werte, BAT-Werte, Grenzwerte für physikalische Einwirkungen, Richtlinie 1903.d, Luzern, Januar 2014

10.4.3 Bibliographie

- [16] Drost U., Bettelini M., 2006. Tunnel Construction Site Ventilation and Cooling: An Integrated Flow and

10.4.2 Normative e Linee Guida

- DPR 20 marzo 1956, n. 320 “Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro sotterraneo”
- D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 - Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106, Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Note interregionali Emilia – Toscana – Servizio Sanitario Regionale – “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3.a edizione”
- Provincia Autonomia di Bolzano - Alto Adige, Legge provinciale del 5 dicembre 2012, n. 20, Disposizioni in materia di inquinamento acustico
- Provincia Autonomia di Bolzano - Alto Adige, Legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8, Disposizioni sulle acque
- La Delibera di approvazione CIPE n. 071/2009 del 31.07.2009, che approva il Progetto Definitivo della Galleria di Base del Brennero – parte italiana, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 29 in data 05.02.2010.
- SIA 196, Baulüftung im Untertagebau, Ausgabe 1998, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Vereine, Postfach, 8039 Zürich
- Bauarbeiterschutzverordnung – BauV, BGBl. Nr. 340/1994 idF BGBl. Nr. 706/1995, BGBl. II. Nr. 121/1998 und BGBl. II Nr. 368/1998
- SUVA. Misure di prevenzione contro il rischio di incendi ed esplosioni provocati dalla presenza di gas naturale negli strati rocciosi durante i lavori in sotterraneo. Fascicolo tecnico 66102.i. Luzern, marzo 2002.
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Mindestbewehrung für verformungsbehinderte Betonbauteile im jungen Alter, 1999, DAfStb-Heft 489
- SUVA. Grenzwerte am Arbeitsplatz 2014. MAK-Werte, BAT-Werte, Grenzwerte für physikalische Einwirkungen, Richtlinie 1903.d, Luzern, Januar 2014

10.4.3 Bibliografia

- Drost U., Bettelini M., 2006. Tunnel Construction Site Ventilation and Cooling: An Integrated Flow and Heat

Heat Load Solver Applied to the Lyon-Turin High-Speed Railroad Tunnel Project. International Conference Tunnel Protection and Security Against Fire And Other Hazards, 15-17 May 2006, Turin, Italy. Tunnel Management International.

[17] Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation, PIARC 05.14.B - 2004, PIARC Technical Committee on Road Tunnels Operation (C5), ISBN 2-84060-177-X

Load Solver Applied to the Lyon-Turin High-Speed Railroad Tunnel Project. International Conference Tunnel Protection and Security Against Fire And Other Hazards, 15-17 May 2006, Turin, Italy. Tunnel Management International.

Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation, PIARC 05.14.B - 2004, PIARC Technical Committee on Road Tunnels Operation (C5), ISBN 2-84060-177-X

10.4.4 Referenzberichte und Pläne

10.4.4.1 Allgemeine Dokumente

- [18] 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001 Arbeitsprogramm
- [19] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11015 Nachweis der Einhaltung der Vorschriften CIPE
- [20] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11100 Projektbezogene technische Vertragsbedingungen

10.4.4.2 Erkundungsstollen

- [21] 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 Regelprofil C-MS
- [22] 02_H61_PL_015_KRP_D0700_23102 Regelprofil PL-T2, Bauzustand

10.4.4.3 Auflagen der Sicherheit

- [23] 02_H61_SI_550_KSG_D0700_41040 Anlage 7 - Sicherheitsmaßnahmen bei Gasvorkommen im Tunnel (Maschineller Vortrieb – TBM)
- [24] 02_H61_SI_550_KSG_D0700_43665 Technischer Bericht Kabelnetz und Anlagen TVCC/Fibrolaser/RFiD-Portale

10.4.4.4 Baulüftung und Kühlung

- [25] 02_H61_LE_940_MTB_D0700_31001 Lüftungskonzept - Bauphase
- [26] 02_H61_LE_940_MBP_D0700_31003 Bau- und Kühlphasen
- [27] 02_H61_LE_940_MBP_D0700_31004 Bau- und Lüftungsphasen
- [28] 02_H61_LE_940_LIP_D0700_31005 Baulüftung und Kühlung – Leittechnikkonzept
- [29] 02_H61_LE_940_MAN_D0700_31006 Ast A Lüftungsschleuse - Luttenlüftung Erkundungsstollen
- [30] 02_H61_LE_940_MAN_D0700_31007 Erkundungs-

10.4.4 Documenti e piani di riferimento

10.4.4.1 Elaborati generali

- 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001 Programma lavori
- 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11015 Verifica di ottemperanza delle Prescrizioni CIPE
- 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11100 Disposizioni tecniche particolari

10.4.4.2 Cunicolo esplorativo

- 02_H61_KU_015_KRP_D0700_23101 Sezione tipo applicata C-MS
- 02_H61_PL_015_KRP_D0700_23102 Sezione tipo applicata PL-T2 in fase di costruzione

10.4.4.3 Oneri della sicurezza

- 02_H61_SI_550_KSG_D0700_41040 Allegato 7 - Misure di sicurezza in presenza di gas in galleria (Scavo meccanizzato - TBM)
- 02_H61_SI_550_KSG_D0700_43665 Relazione tecnica rete cablata e impianti TVCC/Fibrolaser/varchi RFiD

10.4.4.4 Ventilazione e raffreddamento in fase di costruzione

- 02_H61_LE_940_MTB_D0700_31001 Concetto di ventilazione - fase di costruzione
- 02_H61_LE_940_MBP_D0700_31003 Programma fasi costruzione e raffreddamento
- 02_H61_LE_940_MBP_D0700_31004 Programma fasi costruzione e ventilazione
- 02_H61_LE_940_LIP_D0700_31005 Ventilazione e raffreddamento - Schemi unifilari di comando e controllo
- 02_H61_LE_940_MAN_D0700_31006 Impianto di ventilazione CE - Ramo A, chiusa di ventilazione
- 02_H61_LE_940_MAN_D0700_31007 Impianto di

	stollen - Lüftungstor Abluft		ventilazione CE - Portone ventilazione aria viziata
[31]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31008 Lüftungsanlage Erkundungsstollen - Übergabestation der Luttenlüftung		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31008 Impianto di ventilazione CE - Sezioni e profili longitudinali
[32]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31009 Lüftungseinrichtung ES - Detail Querschlag Typ 2		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31009 Impianto di ventilazione CE - Particolare cunicolo trasversale tipo 2
[33]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31010 Zugangsstollen Lüftungsschleuse		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31010 Impianto di ventilazione GaT - Chiusa di ventilazione
[34]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31011 Haupttunnel Süd - Lüftungsschleuse		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31011 Impianto di ventilazione GL sud - Chiuse di ventilazione
[35]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31012 Haupttunnel Nord - Lüftungsschleuse		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31012 Impianto di ventilazione GL nord - Chiusa di ventilazione
[36]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31013 Querschläge - Umluftventilatoren		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31013 Impianto di ventilazione GL - CT con ventilatori di circolazione
[37]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31014 Haupttunnel - Lüftung der Vortriebe		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31014 Impianto di ventilazione GL - Stazioni di rilancio condotte di ventilazione
[38]	02_H61_LE_940_MAN_D0700_31015 Fensterstollen - Verschiedene Querschnitte		02_H61_LE_940_MAN_D0700_31015 Impianto di ventilazione FdM - Diverse sezioni
[39]	02_H61_LR_940_MTB_D0700_31101 Kühlungskonzept - Bauphase		02_H61_LR_940_MTB_D0700_31101 Concetto di raffreddamento - fase di costruzione
[40]	02_H91_LR_940_MBE_D0700_31103 Baustelle Mault - Rückkühlwerk		02_H91_LR_940_MBE_D0700_31103 Impianto di raffreddamento CAN Mules - Torre di raffreddamento a serbatoio
[41]	02_H61_LR_940_MAN_D0700_31104 Fusspunkt Mault - Druckschleuse		02_H61_LR_940_MAN_D0700_31104 Impianto di raffreddamento CM GL sud - Scambiatore di pressione
10.4.4.5	Elektromechanische Anlagen für die Bauphase	10.4.4.5	Impianti tecnici in fase di costruzione
[42]	02_H61_FC_950_ETB_D0700_32001 Technischer Bericht elektromechanische Anlagen - Bauphase		02_H61_FC_950_ETB_D0700_32001 Relazione tecnica impianti - fase di costruzione
[43]	02_H61_FC_950_EBE_D0700_32007 Übersicht Baustromversorgung - 20kV Tunneleinrichtungen		02_H61_FC_950_EBE_D0700_32007 Concetto di alimentazione - Impianti tecnici nel sotterraneo
10.4.4.6	Definitive elektromechanische Anlagen	10.4.4.6	Impianti tecnici definitivi
[44]	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33018 Blockplan Löschwasseranlagen - Fensterstollen Schema generale impianto antincendio - Finestra di Mules		02_H61_IE_020_EIP_D0700_33018 Schema generale impianto antincendio - Finestra di Mules
10.4.4.7	Baulogistik	10.4.4.7	Logistica di costruzione
[45]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52001 Bauphase 1 - Schemaübersicht und Situation		02_H61_LO_965_KIP_D0700_52001 Fase costruzione 1 - Schema e planimetria
[46]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52002 Bauphase 2 -		02_H61_LO_965_KIP_D0700_52002 Fase costruzione

	Schemaübersicht und Situation	ne 2 - Schema e planimetria
[47]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52003 Bauphase 3 - Schemaübersicht und Situation	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52003 Fase costruzio- ne 3 - Schema e planimetria
[48]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52004 Bauphase 4 - Schemaübersicht und Situation	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52004 Fase costruzio- ne 4 - Schema e planimetria
[49]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52011 Bauphase 1 - Schnitte	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52011 Fase costruzio- ne 1 – Sezioni
[50]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52012 Bauphase 2 - Schnitte	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52012 Fase costruzio- ne 2 – Sezioni
[51]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52013 Bauphase 3 - Schnitte	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52013 Fase costruzio- ne 3 – Sezioni
[52]	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52014 Bauphase 4 - Schnitte	02_H61_LO_965_KIP_D0700_52014 Fase costruzio- ne 4 - Sezioni

10.5 VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

10.5 ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

Abkürzung	Bedeutung	Abbreviazioni	Significato
AV	Axialventilator	VA	Ventilatore assiale
BM	Baustelle Mauis	CAN Mules	Cantiere Mules
DKRA	Dreikammerrohraufgeber	SP	Scambiatore di pressione
ES	Erkundungsstollen	C.E.	Cunicolo esplorativo
ESN	Erkundungsstollen Nord	C.E.N.	Cunicolo esplorativo nord
FS Mauis	Fensterstollen Mauis	F.d.M.	Finestra di Mules
FU	Frequenzumformer	CF	Convertitore di frequenza
HT	Haupttunnel	G.L.	Galleria di linea
HTN	Haupttunnel nördlich des Fensterstollens Mauis	G.L.N.	Galleria di linea a nord della finestra di Mules
HTO	Haupttunnel Ost	G.L.E.	Galleria di linea est
HTON	Haupttunnel Ost, nördlich des Fensterstollens Mauis	G.L.E.N.	Galleria di linea est, a nord della finestra di Mules
HTOS	Haupttunnel Ost, südlich des Fensterstollens Mauis	G.L.E.S.	Galleria di linea est, a sud della finestra di Mules
HTS	Haupttunnel südlich des Fensterstollens Mauis	G.L.S.	Galleria di linea a sud della finestra di Mules
HTW	Haupttunnel West	G.L.O.	Galleria di linea ovest
HTWN	Haupttunnel West, nördlich des Fensterstollens Mauis	G.L.O.N.	Galleria di linea ovest, a nord della finestra di Mules
HTWS	Haupttunnel West, südlich des Fensterstollens Mauis	G.L.O.S.	Galleria di linea ovest, a sud della finestra di Mules
KR	Kopfrechner	CP	Calcolatore principale
KR Si	Leitrechner Sicherheit	CP si	Calcolatore principale preposto alla sicurezza
LK	Lüftung/-kühlung	VR	Ventilazione e raffreddamento
NHS	Nothaltestelle	F.d.E.	Fermata d'emergenza
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung	CLP	Controllore logico programmabile
SV	Strahlventilator	VG	Ventilatore a getto
TBM	Tunnelbohrmaschine	TBM	Fresa
WKM	Wetterkühlmaschine	SC	Scambiatore di calore
QS	Querschlag	C.T.	Cunicolo trasversale
ZS	Zugangsstollen	G.A.	Galleria di accesso

ANHANG 1: MASCHINENLISTE
ALLEGATO 1: ELENCO DEI PRINCIPALI MACCHINARI

Pos.	Maschine / macchinario	Antrieb / trazione	Nenn- leistung / potenza nominale	Wirkungs- grad / rendimento	Auslastung Nenn- leistung Potenza d'impiego (*)	Länge / lunghezza	Mobilität / mobilità	Bemerkungen und Beispiele / osservazioni ed esempi
		D / E	[kW]	[%]	[%]	[m]	S/T	
1	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	E	20	90	100	10	S	
2	Armierungswagen Mezzo mobile per installazione armatura	E	20	90	100	10	S	
3	Auto 4x4 Automobile 4x4	D	70	30	100	10	T	
4	Beleuchtung Illuminazione	E	0.072	90	100	10	S	Die Länge ist der Abstand zwischen 2 Leuchten La lunghezza indica la distanza tra 2 luci
5	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	E	150	90	100	30	S	Zentrale für alle Betonarbeiten Centrale per tutti i lavori di betonaggio
6	Betonfräse Taglio calcestruzzo	E	10	90	100	10	S	
7	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	D	70	30	100	10	S	
8	Bohrwagen gross Perforatrice grande	D	180	30	100	10	S	Hauptvortrieb, Bsp. Atlas Copco Boomer WE3 C Scavo principale: P. es. Atlas Copco Boomer WE3 C
9	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	D	75	30	100	10	S	Nebenvortrieb, Querschläge, NHS; Bsp. Atlas Copco Boomer L1 C Scavo secondario, C.T., F.E.: Atlas Copco Boomer L1 C
10	Brecheranlage Frantoio	E	200	90	100	10	S	
11	Dumper gross Dumper grande	D	300	30	100	10	S	Mulde 17 m ³ gestrichen Cassone di 17 m ³ riempito a raso
12	Dumper klein Dumper piccolo	D	85	30	100	10	S	Carmix Dumper D6
13	Fahrmischer Autobetoniera	D	300	30	100	10	T	3-Achs LKW Autocarro a 3 assi

Pos.	Maschine / macchinario	Antrieb / trazione	Nenn- leistung / potenza nominale	Wirkungs- grad / rendimento	Auslastung Nenn- leistung Potenza d'impiego (*)	Länge / lunghezza	Mobilität / mobilità	Bemerkungen und Beispiele / osservazioni ed esempi
		D / E	[kW]	[%]	[%]	[m]	S/T	
14	Förderband Strecke Nastro trasportatore	E	800	90	100	1000	S	Wiederholung der Antriebe alle 1000 meter Stazioni di rilancio ogni 1000 metri
15	Gabelstapler Muletto	D	80	30	100	10	S	
16	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	D	100	30	100	10	T	
17	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	D	80	30	100	10	S	
18	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	D	60	30	100	10	S	
19	Kleinbus Minibus	D	80	30	100	10	T	
20	Injektionspumpe impianto per iniezioni	E	10	90	100	10	S	
21	Laufkran Carroponte	E	50	90	100	20	S	
22	Nachläuferkonstruktion Erkundungsstollen Carro di servizio cunicolo esplorativo	E	1350	60	80	120	S	
23	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Nord Carro di servizio galleria di linea nord	E	1500	60	80	100	S	
24	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Süd Carro di servizio galleria di linea sud	E	1500	60	80	200	S	
25	Radlader gross Pala gommata grande	D	200	30	100	10	S	
26	Radlader klein Pala gommata piccola	D	120	30	100	10	S	
27	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	E	50	90	100	10	S	
28	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	E	20	90	100	10	S	

Pos.	Maschine / macchinario	Antrieb / trazione	Nenn- leistung / potenza nominale	Wirkungs- grad / rendimento	Auslastung Nenn- leistung Potenza d'impiego (*)	Länge / lunghezza	Mobilität / mobilità	Bemerkungen und Beispiele / osservazioni ed esempi
		D / E	[kW]	[%]	[%]	[m]	S/T	
29	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	D	80	30	100	10	S	Bsp. CIFA Spritz System 3 CSS-3 Es.: CIFA Spritz System 3 CSS-3
30	TBM Erkundungsstollen TBM cunicolo esplorativo	E	4100	80	80	15	S	
31	TBM Haupttunnel Nord TBM galleria di linea nord	E	4600	80	80	13	S	Einfachschild-TBM, Ø 10-11 m Fresa a scudo semplice, Ø 10-11 m
32	TBM Haupttunnel Süd TBM galleria di linea sud	E	4600	80	80	10	S	Gripper-TBM, Ø 9-10 m Fresa a pinze, Ø 9-10 m
33	Transformator Betonanlage Trasformatore impianti per calcestruzzo	E	1280	98.5	100	10	S	
34	Transformator Erkundungsstollen Trasformatore cunicolo esplorativo	E	650	98.5	100	2082	S	Die Länge ist die mittlere Entfernung zwischen 2 Stationen La lunghezza indica la distanza media tra 2 stazioni
35	Transformator Haupttunnel Nord Trasformatore galleria di linea nord	E	650	98.5	100	1823	S	Die Länge ist die mittlere Entfernung zwischen 2 Stationen
36	Transformator Haupttunnel Süd Trasformatore galleria di linea sud	E	650	98.5	100	1672	S	Die Länge ist die mittlere Entfernung zwischen 2 Stationen
37	Transformator Kreuzpunkt ZS/FS Trasformatore incrocio G.A./F.M.	E	880	98.5	100	10	S	
38	Transport-LKW Autocarro per trasporto	D	200	30	100	10	T	2-Achs LKW mit Brücke und Ladekran Autocarro a 2 assi con ponte e braccio gru
39	Tunnelbagger Scavatrice	D	130	30	100	10	S	Fa. Liebherr Ditta Liebherr
40	Werkstatt Officina	E	200	90	100	10	S	Zentrale für alle Reparaturarbeiten Centrale per le officine
41	Zug: Abdichtung und Entwässerung Trenino: impermeabilizzazione e drenaggio	D	100	30	100	60	T	
42	Zug: Ausbau Querverbindungen Trenino: rifiniture cunicoli tasversali	D	155	30	100	70	T	

Pos.	Maschine / macchinario	Antrieb / trazione	Nenn- leistung / potenza nominale	Wirkungs- grad / rendimento	Auslastung Nenn- leistung Potenza d'impiego (*)	Länge / lunghezza	Mobilität / mobilità	Bemerkungen und Beispiele / osservazioni ed esempi
		D / E	[kW]	[%]	[%]	[m]	S/T	
43	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	D	155	30	100	70	T	
44	Zug: Beton Haupttunnel Trenino: calcestruzzo galleria di linea	D	200	30	100	75	T	
45	Zug: Gästezug Trenino: visitatori	D	100	30	100	25	T	
46	Zug: Gewölbe Erkundungsstollen Trenino: rivestimento interno cunicolo esplorativo	D	200	30	100	90	T	
47	Zug: Gewölbe Haupttunnel Trenino: rivestimento interno galleria di linea	D	200	30	100	90	T	
48	Zug: Gleisbau Trenino: posa del binario	D	100	30	100	50	T	
49	Zug: Rangierlokomotive Trenino: locomotiva di manovra	D	155	30	100	10	T	
50	Zug: Rettungszug Trenino: salvataggio	D	100	30	100	25	T	
51	Zug: Schutterzug Trenino: smarino	D	155	30	100	50	T	
52	Zug: Sohle Haupttunnel Trenino: platea galleria di linea	D	200	30	100	90	T	
53	Zug: Tübbingtransport Aicha-Mauls Trenino: trasporto conci Aica-Mules	D	100	30	100	45	T	
54	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	D	100	30	100	60	T	
55	Zug: Versorgung TBM HT Trenino: approvvigionamento TBM galleria di linea	D	100	30	100	70	T	

(*) rispetto alla potenza di targa

ANHANG 2: FRISCHLUFTBEDARF NACH
BAUABLÄUFEN

ALLEGATO 2: FABBISOGNO D'ARIA FRESCA A DIPENDENZA
DEI PROCESSI DI COSTRUZIONE

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischluftbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
1	Mauls I Mules I	Rückwertige Tätigkeiten VOR TBM- Vortrieb HTN Attività di retrolinea prima di scavo G.L. nord con TBM	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Klein und grosse Transporte und Arbeiten im rückwärtigen Bereich. Von Anfang bis Beginn der Zugfahrten in ES und HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti nelle retrolinee. Dall'inizio alla fine delle corse dei treni nei C.E. e nelle G.L.	1.3	39.1	37.1	4.2	41.3
2	Mauls I Mules I	Rückwertige Tätigkeiten WÄHREND TBM-Vortrieb HTN Attività di retrolinea durante il scavo G.L. nord con TBM	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	2.0	39.1	37.1	4.2	41.3
3	Mauls I Mules I	Rückwertige Tätigkeiten NACH TBM- Vortrieb HTN Attività di retrolinea dietro lo scavo G.L. nord con TBM	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	2.0	39.1	37.1	4.2	41.3
4	Mauls I Mules I	Ausbau Rivestimento	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung, Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrnischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila.	2.0	29.7	53.0	12.2	65.2

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
5	ES Aicha C.E. Aica	Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb ES und SVT HTN Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo del C.E. con fresa e lo Scavo in tradizionale delle G.L.N	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase des ES mit TBM und HTN mit Sprengvortrieb. Vortriebszüge für den Vortrieb ES. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo del C.E. con fresa e della GLN con metodo convenzionale. Trenini di scavo per il C.E.	0.3	10.0	10.6	0.0	10.6
6	ES Aicha C.E. Aica	Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb ES und HTN Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo del C.E. e della G.L.N con fresa	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase ES und HTN mit TBM. Vortriebszüge für den Vortrieb ES und Tübbingzüge für die TBM- Vortriebe HT Nord. HT Süd hat keine Tübbinge. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo del C.E. e della GLN con fresa. Trenini di scavo per il C.E. e per il trasporto dei conci per lo scavo con fresa della G.L.N. La G.L.S non comporta conci.	0.3	10.0	26.5	0.0	26.5
7	ES Aicha C.E. Aica	Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb HTN und Ausbau ES Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo della G.L.N con fresa e Rivestimento C.E.	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase der HTN mit TBM nach Ende des Vortriebs ES. Tübbingzüge für die TBM-Vortriebe HT Nord. HT Süd hat keine Tübbinge. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo della GLN con fresa dopo la fine dello scavo del C.E. Trenini per il trasporto dei conci per lo scavo con fresa della G.L.N. La G.L.S non comporta conci.	0.3	10.0	26.5	0.0	26.5
8	ES Aicha C.E. Aica	Transporte und Förderband während Ausbau ES und HTN Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo rivestimento C.E. e G.L.N	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Ausbauphase. NB: die Transporte gehen in dieser Phase praktisch auf 0 zurück. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo. Nota bene: in questa fase i trasporti sono quasi inesistenti.	0.3	10.0	10.6	0.0	10.6

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
9	ES Nord C.E. nord	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Ab Haupttunnel pneugebunden. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dalla G.L.	0.5	22.0	26.5	7.4	33.9
10	ES Nord C.E. nord	TBM Montage Montaggio TBM	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringungsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	2.0	11.4	31.8	8.5	40.3
11	ES Nord C.E. nord	TBM-Vortrieb Scavo con fresa	Ausbruch mittels TBM. Unmittelbar nachlaufend Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Einbau der Tübbinge und Sohlelemente. Einsatz von 3 Zügen, davon einer stehend und 2 fahrend. In der ersten Hälfte des ES von Süden weniger Züge möglich. Ausbruch der log. Kavernen hinter TBM Scavo con fresa. Segue immediatamente il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spruzzo. Installazione dei conci. 3 trenini previsti, di cui: 2 in viaggio ed 1 in sosta. Nella prima metà sud del C.E. sono richiesti meno treni. Scavo delle caverne logistiche dietro alla TBM.	2.0	11.4	10.6	9.5	20.1
12	ES Nord C.E. nord	TBM Demontage ab Stollenbahn Smontaggio della TBM	Demontage der TBM und Abtransport mittels Stollenbahn. Smontaggio della TBM con trasporto su rotaia	2.0	11.4	10.6	4.2	14.8

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
13	ES Nord C.E. nord	Ausbau Rivestimento	Einbringen Gewölbedrainage, Verguss Sohlbeton, Verlegen der Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Bauzug und Betonzug. 3 Züge derart gestaffelt, dass nur 1 Zug gleichzeitig im Abschnitt. Transporte degli elementi di drenaggio, colata del calcestruzzo della soletta, installazione dell'impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, trenini per costruzione e trasporto di cemento. 3 treni sfasati da avere solo 1 treno per volta nella tratta	2.0	11.4	10.6	0.0	11.4
14	HT Nord G.L. nord	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	1.5	29.7	26.5	18.0	44.5
15	HT Nord G.L. nord	TBM Montage Montaggio della fresa	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringungsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	2.0	32.6	31.8	8.5	40.3
16	HT Nord G.L. nord	TBM-Vortrieb Scavo con fresa	Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine. Unmittelbar nachlaufend Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Einbau der Tübbinge und Sohlelemente. Pro Vortrieb Nord 3 Züge, davon 2 unterwegs und 1 beim Auf-/Abladen Scavo con fresa. Segue immediatamente il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spruzzo. Installazione dei conchi e degli elementi di soletta. 3 trenini per lo scavo nord, di cui: 2 in viaggio ed 1 per carico e scarico.	2.0	32.6	10.6	0.0	32.6
17	HT Nord G.L. nord	TBM Demontage ab Stollenbahn Smontaggio della TBM con trenino	Demontage der TBM und Abtransport mittels Stollenbahn. Smontaggio della TBM con trasporto su rotaia	2.0	32.6	10.6	8.5	32.6

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
18	HT Nord G.L. nord	Ausbau einer Röhre Rivestimento	Einbringen Gewölbedrainage, Verguss Sohlbeton, Verlegen der Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Bauzüge und Betonzüge. Trasporto degli elementi di drenaggio, colata del calcestruzzo della soletta, installazione dell'impermeabilizzazione della volta. Armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, trenini per costruzione e trasporto di cemento.	2.0	32.6	37.1	0.0	37.1
19	HT Nord G.L. nord	Räumung und Abnahme des Rohbaus Sgombero e consegna opere grezze	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	2.0	29.8	37.1	4.2	41.3
20	QS allg. C.T. in generale	QS-Anschlag mit Pneu-Fahrzeugen Foratura dei C.T. con veicoli gommati	Injektion von Mörtel in den Tübbingspalt. Sichern und Ankern der Tübbingringe mit Anker. Aufschneiden der Tübbingringe. Abbau von 0.5 bis 1 m Fels. Auskleidung des Anschlags mit Spritzbeton. Iniezione di malta nell'intercapedine del concio. Assicurare il concio con ancoraggi. Taglio dei conci. Abbattimento di 0,5 fino a 1 metro di roccia. Ricoprimento dello sfondamento con cemento a spruzzo.	0.5	0.0	15.9	4.2	20.1
21	QS allg. C.T. in generale	QS-Anschlag ab Bauzug Foratura dei C.T. con trenino	Injektion von Mörtel in den Tübbingspalt. Sichern und Ankern der Tübbingringe mit Anker. Aufschneiden der Tübbingringe. Abbau von 0.5 bis 1 m Fels. Auskleidung des Anschlags mit Spritzbeton. Iniezione di malta nell'intercapedine del concio. Assicurare il concio con ancoraggi. Taglio dei conci. Abbattimento di 0,5 fino a 1 metro di roccia. Ricoprimento dello sfondamento con cemento a spruzzo.	0.5	0.0	8.2	6.9	15.1

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
22	QS allg. C.T. in generale	Ausbruch mit Pneu-Fahrzeugen Scavo dei C.T. con veicoli gommati	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Ab Haupttunnel pneugebunden. / Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dalla G.L.	0.5	19.2	15.9	18.0	33.9
23	QS allg. C.T. in generale	Ausbruch ab Bauzug Attacco dei C.T. con trenino	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Versorgung mit Material ab Haupttunnel schienengebunden. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su rotaia a partire dalla G.L.	0.5	19.2	8.2	11.4	19.6
24	QS allg. C.T. in generale	Ausbau mit Pneu-Fahrzeugen Rivestimento dei C.T. con veicoli gommati	Sohle und Innenschale Abdichten, Bewähren, Betonieren in Handarbeit. Versorgung mit Pneu-fahrzeugen. Rotierende Schichten: Bewähren - Schalen - Betonieren. Betrifft HTS Impermeabilizzare il rivestimento e l'arco rovescio, armare, colare manualmente. Approvvigionamento su gomma. Sequenza dei turni: armare - installare i casseri - colare. Riguarda G.L.S	0.7	19.2	15.9	7.4	23.3
25	QS allg. C.T. in generale	Ausbau ab Bauzug Rivestimento con trenino	Sohle und Innenschale Abdichten, Bewähren, Betonieren in Handarbeit. Versorgung mit Bauzug. Rotierende Schichten: Bewähren - Schalen - Betonieren Impermeabilizzare soletta e rivestimento, armare, colare calcestruzzo manualmente. Approvvigionamento con trenino. Sequenza dei turni: armare - installare i casseri - cementare	0.5	19.2	8.2	7.4	15.6

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
26	HT Süd G.L. sud	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	1.5	53.3	26.5	18.0	53.3
27	HT Süd G.L. sud	TBM Montage Montaggio della fresa	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringungsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	2.0	32.8	31.8	8.5	40.3
28	HT Süd G.L. sud	TBM-Vortrieb Scavo con fresa	Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine. Unmittelbar nachlaufend Setzen Sohlstein, Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Versorgung über Pneu-Fahrzeuge ab Fusspunkt oder Mauis. Scavo con fresa. Segue immediatamente la posa dei conci di base, il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spuzzo. Approvvigionamento su gomma dal piede del pozzo o da Mules.	2.0	37.0	21.2	15.9	37.1
29	HT Süd G.L. sud	TBM Demontage ab Pneu Smontaggio della TBM con gomma	Demontage der TBM und Abtransport mittels Pneufahrzeugen Smontaggio della TBM con trasporto su gomma	2.0	37.0	31.8	8.5	40.3
30	HT Süd G.L. sud	Ausbau, Phase 1 Rivestimento, fase 1	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 3 Baustellen in Reihe / Röhre, räumlich und zeitlich versetzt zur Gegenröhre Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 3 cantieri in fila, con una canna sfasata nel tempo e nello spazio rispetto all'altra.	2.0	53.3	42.4	12.2	54.6

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
31	HT Süd G.L. sud	Ausbau, Phase 2 Rivestimento, fase 2	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 3 Baustellen in Reihe /. Röhre, räumlich und zeitliche versetzt zur Gegenröhre) Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 3 cantieri in fila, con una canna sfasata nel tempo e nello spazio rispetto all'altra.	2.0	53.3	42.4	12.2	54.6
32	HT Süd G.L. sud	Räumung und Abnahme des Rohbaus Sgombero e consegna opere grezze	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spotamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	2.0	43.4	37.1	4.2	43.4
33	NHS F.d.E.	Ausbruch Scavo	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Versorgung über Zugangsstollen mit Pneufahrzeugen. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dai cunicoli di accesso.	1.8	39.0	37.1	11.4	48.5
34	NHS F.d.E.	Ausbau Rivestimento	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Versorgung über ZS. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila. Approvvigionamento attraverso i G.A.	0.8	39.0	14.8	53.0	67.8

Pos.	Bereich ambito	Tätigkeit attività	Beschreibung / descrizione	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca				
				Personal / personale [m ³ /s]	V _{min} [m ³ /s]	Transporte / Trasporto [m ³ /s]	Tätigkeit / Attività [m ³ /s]	Effektiv / attuale [m ³ /s]
35	ZS G.A.	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbau all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	1.5	39.0	0.0	56.2	56.2
36	ZS G.A.	Ausbau Rivestimento	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung, Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila.	2.0	39.0	53.0	12.2	65.2
37	Log. Knoten Trens Nodo log. Trens	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbau all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	1.5	39.0	0.0	56.2	56.2

Bereich: Mauls I
Ambito: Mules I

Tätigkeit: Rückwertige Tätigkeiten VOR TBM-Vortrieb HTN
Attività: Attività di retrolinea prima di scavo G.L. nord con TBM

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Klein und grosse Transporte und Arbeiten im rückwärtigen Bereich. Von Anfang bis Beginn der Zugfahrten in ES und HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti nelle retrolinee. Dall'inizio alla fine delle corse dei treni nei C.E. e nelle G.L.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere			
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	41.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.3 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.1 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 41.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.1	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.2
	Summe / Totale											39.1		
Allgemeine Vorgänge Processi generali	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Kleinbus Minibus	2	D	T	80	30	100	100	10	533	160	8.5	Besucher (9 Personen) + Mannschaft (9 Personen) Visitatori (9 persone) + Squadra (9 persone)	
	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	2	D	T	100	30	100	100	10	667	200	10.6	Werkstatt / Officina	
	Auto 4x4 Automobile 4x4	2	D	T	70	30	100	100	10	467	140	7.4	Tech. Büro / Bauleitung Uff. Tecnico / direzione lavori	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	4	E	S	800	90	100	100	1000	3556	3200	0.0		
	Werkstatt Officina	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	1	E	S	150	90	100	100	30	167	150	0.0		
	Laufkran Carroponte	2	E	S	50	90	100	100	20	111	100	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	mit Umlad con trasbordo	
	Summe / Totale										780	41.3		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	10					100					0.5		
	Summe / Totale	25										1.3		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: Muls I
Ambito: Mules I

Tätigkeit: Rückwertige Tätigkeiten WÄHREND TBM-Vortrieb HTN
Attività: Attività di retrolinea durante il scavo G.L. nord con TBM

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere			
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	41.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre
	2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	39.1 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	41.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.1	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.2
	<i>Summe / Totale</i>											39.1		
Allgemeine Vorgänge Processi generali	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Kleinbus Minibus	2	D	T	80	30	100	100	10	533	160	8.5	Besucher (9 Personen) + Mannschaft (9 Personen) Visitatori (9 persone) + Squadra (9 persone)	
	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	1	D	T	100	30	100	100	10	333	100	5.3	Werkstatt / Officina	
	Auto 4x4 Automobile 4x4	2	D	T	70	30	100	100	10	467	140	7.4	Tech. Büro / Bauleitung Uff. Tecnico / direzione lavori	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	4	E	S	800	90	100	100	1000	3556	3200	0.0		
	Werkstatt Officina	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	1	E	S	150	90	100	100	30	167	150	0.0		
	Laufkran Carroponte	2	E	S	50	90	100	100	20	111	100	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	Zug: Rangierlokomotive Trenino: locomotiva di manovra	0	D	T	155	30	100	100	10	0	0	0.0	2 Hilfs-Loks für die Rampe Verbindungsstollen 2 locomotive per i cunicoli di collegamento nelle rampe	
	Zug: Gleisbau Trenino: posa del binario	1	D	T	100	30	100	100	50	333	100	5.3		
<i>Summe / Totale</i>											780	41.3		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>40</i>										<i>2.0</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: Mauls I
Ambito: Mules I

Tätigkeit: Rückwertige Tätigkeiten NACH TBM-Vortrieb HTN
Attività: Attività di retrolinea dietro lo scavo G.L. nord con TBM

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere			
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	41.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.1 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 41.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.1	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.2
	Summe / Totale											39.1		
Allgemeine Vorgänge Processi generali	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	266.7	80.0	4.2		
	Kleinbus Minibus	2	D	T	80	30	100	100	10	533.3	160.0	8.5	Besucher (9 Personen) + Mannschaft (9 Personen) Visitatori (9 persone) + Squadra (9 persone)	
	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	1	D	T	100	30	100	100	10	333.3	100.0	5.3	Werkstatt / Officina	
	Auto 4x4 Automobile 4x4	2	D	T	70	30	100	100	10	467	140	7.4	Tech. Büro / Bauleitung Uff. Tecnico / direzione lavori	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	4	E	S	800	90	100	100	1000	3555.6	3200.0	0.0		
	Werkstatt Officina	0	E	S	200	90	100	100	10	0.0	0.0	0.0		
	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	1	E	S	150	90	100	100	30	167	150	0.0		
	Laufkran Carroponte	2	E	S	50	90	100	100	20	111.1	100.0	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	666.7	200.0	10.6		
	Zug: Rangierlokomotive Trenino: locomotiva di manovra	0	D	T	155	30	100	100	10	0.0	0.0	0.0	2 Hilfs-Loks für die Rampe Verbindungsstollen 2 locomotive per i cunicoli di collegamento nelle rampe	
	Zug: Gleisbau Trenino: posa del binario	1	D	T	100	30	100	100	50	333.3	100.0	5.3		
Summe / Totale											780.0	41.3		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>40</i>										<i>2.0</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: Mauls I
Ambito: Mules I

Tätigkeit: Ausbau
Attività: Rivestimento

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung, Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	65.2 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre
	2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	29.7 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	53.0 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	12.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	65.2 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											29.7	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	59.4
	Summe / Totale											29.7		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	1	D	S	70	30	100	100	10	233	70	3.7		
	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	1	E	S	50	90	100	100	10	56	50	0.0		
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Armierungswagen Mezzo mobile per installazione aramatura	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Fahrmischer Autobetoniera	2	D	T	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Beton / Calcestruzzo	
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	2	D	T	200	30	100	100	10	1333	400	21.2	Bewährung, Abdichtung, usw. Armatura, impermeabilizzazione, ecc.	
	Summe / Totale										1230	65.2		
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	Summe / Totale	40										2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Schätzung des Fahrzeugeinsatzes / Stima dell'impiego di veicoli

Tätigkeit / Attività	Anzahl LKW/Scicht No. autocarri/turno	Art des Transport Tipo di trasporto
Betontransport Trasporto calcestruzzo	6	Beton Calcestruzzo
Bewehrungstransport Trasporto dell'armatura	2	Bewehrung Armatura
Elemente Transport Trasporto di elementi	1	Diverses Material Materiali diversi
Total LKW / Totale autocarri	9	

Weitere Geräte / Altri attrezzi	Gabelstapler / Röhre 1 muletto per canna
	3 Schalungen / casseri
	1 Betonpumpe / pompa per cemento
	Hebebühne / Röhre 1 piattaforma elevabile per canna

Schätzung der Gleichzeitigkeit der LKW im ZS / Stima della simultaneità degli autocarri nel G.A.

Im FS bei Spitzenlast 2 Fahrmischer und 2 Transport-LKW, insgesamt 4 LKW
Nel G.A. con picchi di attività 2 impastatrici e 2 autocarri. Totale: 4 autocarri

Bereich: ES Aicha
Ambito: C.E. Aica

Tätigkeit: Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb ES und SVT HTN
Attività: Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo del C.E. con fresa e lo Scavo in tradizionale delle G.L.N

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase des ES mit TBM und HTN mit Sprengvortrieb. Vortriebszüge für den Vortrieb ES. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo del C.E. con fresa e della GLN con metodo convenzionale. Trenini di scavo per il C.E.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	5		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria		10.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre	0.3 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima	10.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto
		Tätigkeit / Attività
	Gesamt / globale	10.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾	Zeitliche Auslastung Impiego orario	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata	Luftbedarf [m ³ /s] Fabbisogno d'aria	Bemerkungen Osservazioni
				[kW]	[%]	[%]	[%]	[m]	[kW]	[kW]	[m ³ /s]	

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											10.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	20.0
	<i>Summe / Totale</i>											10.0		
Transporte Trasporti	Zug: Tübbingtransport Aicha-Mauls Trenino: trasporto conci Aica-Mules	0	D	T	100	30	100	100	45	0	0	0.0	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	2	D	T	100	30	100	100	60	667	200	10.6	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										200	10.6		
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	0					100					0.0		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	5										0.3		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: ES Aicha
Ambito: C.E. Aica

Tätigkeit: Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb ES und HTN
Attività: Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo del C.E. e della G.L.N con fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase ES und HTN mit TBM. Vortriebszüge für den Vortrieb ES und Tübbingzüge für die TBM-Vortriebe HT Nord. HT Süd hat keine Tübbingge. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo del C.E. e della GLN con fresa. Trenini di scavo per il C.E. e per il trasporto dei concii per lo scavo con fresa della G.L.N. La G.L.S non comporta concii.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	5		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	26.5 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre
	0.3 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	10.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	26.5 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	0.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	26.5 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni
------------------	--	--	---	--	---	---	---	---	---	---	--	-----------------------------

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											10.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	20.0
	<i>Summe / Totale</i>											10.0		
Transporte Trasporti	Zug: Tübbingtransport Aicha-Mauls Trenino: trasporto conci Aica-Mules	3	D	T	100	30	100	100	45	1000	300	15.9	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	2	D	T	100	30	100	100	60	667	200	10.6	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										500	26.5		
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	0					100					0.0		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	5										0.3		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: ES Aicha
Ambito: C.E. Aica

Tätigkeit: Transporte und Förderband während TBM-Vortrieb HTN und Ausbau ES
Attività: Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo scavo della G.L.N con fresa e Rivestimento C.E.

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Vortriebsphase der HTN mit TBM nach Ende des Vortriebs ES. Tübbingzüge für die TBM-Vortriebe HT Nord. HT Süd hat keine Tübbinge. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo della GLN con fresa dopo la fine dello scavo del C.E. Trenini per il trasporto dei concii per lo scavo con fresa della G.L.N. La G.L.S non comporta concii.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	5		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	26.5 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.3 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 10.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 26.5 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 0.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 26.5 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾	Zeitliche Auslastung Impiego orario	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata	Luftbedarf Fabbisogno d'aria	Bemerkungen Osservazioni
		D E	S T	[kW]	[%]	[%]	[%]	[m]	[kW]	[kW]	[m ³ /s]	

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											10.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	20.0
	<i>Summe / Totale</i>											10.0		
Transporte Trasporti	Zug: Tübbingtransport Aicha-Mauls Trenino: trasporto conci Aica-Mules	3	D	T	100	30	100	100	45	1000	300	15.9	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	0	D	T	100	30	100	100	60	0	0	0.0	Transporte sind Extremwerte! Ipotesi conservative	
	Zug: Gewölbe Erkundungsstollen Trenino: rivestimento interno cunicolo esplorativo	1	D	T	200	30	100	100	90	667	200	10.6	Für die ES-Gewölbe-Baustelle Per il cantiere della volta del C.E.	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										500	26.5		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	0					100					0.0		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	5										0.3		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: ES Aicha
Ambito: C.E. Aica

Tätigkeit: Transporte und Förderband während Ausbau ES und HTN
Attività: Trasporti e trasferimenti con nastro durante lo rivestimento C.E. e G.L.N

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte mit Stollenbahn und Förderband. Während der Ausbauphase. NB: die Transporte gehen in dieser Phase praktisch auf 0 zurück. Trasporti con trenini e con nastro durante lo scavo. Nota bene: in questa fase i trasporti sono quasi inesistenti.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	5		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria		10.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre	0.3 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima	10.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività Transporte / Trasporto	10.6 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività	0.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale	10.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport S/T Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen											10.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	20.0
	Prevenzione della stratificazione dei gas													
	<i>Summe / Totale</i>											<i>10.0</i>		
Transporte Trasporti	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	Zug: Gewölbe Erkundungsstollen Trenino: rivestimento interno cunicolo esplorativo	1	D	T	200	30	100	100	90	667	200	10.6	Innenschale ES Rivestimento C.E.	
	<i>Summe / Totale</i>										<i>200</i>	<i>10.6</i>		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	0					100					0.0		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	<i>5</i>										<i>0.3</i>		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: ES Nord
Ambito: C.E. nord

Tätigkeit: Konventioneller Vortrieb
Attività: Scavo in tradizionale

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Ab Haupttunnel pneugebunden.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Explosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10	Abbau mit Sprengstoff oder mit Schmelze; Sminatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dalla G.L.	
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	33.9 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 22.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 26.5 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 7.4 [m³/s]
	Gesamt / globale 33.9 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											22.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	43.9
	<i>Summe / Totale</i>											22.0		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	1	D	S	75	30	100	100	10	250	75	4.0	einarmig / a braccio unico	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9	Mit Abbauhammer Con martello pneumatico	
	<i>Summe / Totale</i>										265	14.0		
Schüttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Schüttern mit Lastwagen Smarinatura con Autocarro	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										330	17.5		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	0	D	S	75	30	100	100	10	0	0	0.0	einarmig / a braccio unico	
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2	entweder Spritzmobil ODER Bohrwagen im Einsatz Impiego o dello spruzzatore o del carro perforatore	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Materialtransport für Bewehrung Trasporto di materiale per armatura	
	<i>Summe / Totale</i>										640	33.9		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>10</i>										<i>0.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: ES Nord
Ambito: C.E. nord

Tätigkeit: TBM Montage
Attività: Montaggio TBM

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringunsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Kühlwasser muss vorhanden sein für Systemtests. Si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte. Acqua fredda deve essere disponibile per la prova dei sistemi.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	40.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 11.4 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 31.8 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 8.5 [m³/s]
	Gesamt / globale 40.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stationario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											11.4	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8	
	<i>Summe / Totale</i>											11.4			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	8.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8
	<i>Summe / Totale</i>											0	8.0	TBM Ø 6.5 m	
Montage TBM Montaggio TBM	TBM Erkundungsstollen TBM cunicolo esplorativo	1	E	S	4100	80	100	100	15	5125	4100	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Erkundungsstollen Carro di servizio cunicolo esplorativo	1	E	S	1350	60	100	100	120	2250	1350	0.0			
	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5			
	Laufkran Carroponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											160	8.5		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	3	D	T	200	30	100	100	10	2000	600	31.8			
	Zug: Beton Haupttunnel Trenino: calcestruzzo galleria di linea	0	D	T	200	30	100	100	75	0	0	0.0		Einbringungsart (Pneu od. Schiene) nicht geklärt Tipo di trasporto (gomma o rotaia) non ancora definito	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											600	31.8		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25										100		1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10										100		0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5										100		0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	40												2.0	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: ES Nord
Ambito: C.E. nord

Tätigkeit: TBM-Vortrieb
Attività: Scavo con fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	15 m/AT m/g	Ausbruch mittels TBM. Unmittelbar nachlaufend Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Einbau der Tübbinge und Sohlelemente. Einsatz von 3 Zügen, davon einer stehend und 2 fahrend. In der ersten Hälfte des ES von Süden weniger Züge möglich. Ausbruch der log. Kavernen hinter TBM Scavo con fresa. Segue immediatamente il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spuzzo. Installazione dei conci. 3 trenini previsti, di cui: 2 in viaggio ed 1 in sosta. Nella prima metà sud del C.E. sono richiesti meno treni. Scavo delle caverne logistiche dietro alla TBM.	Spritzbeton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Cemento a spruzzo: si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	20.1 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 11.4 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 10.6 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 9.5 [m³/s]
	Gesamt / globale 20.1 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾	Zeitliche Auslastung Impiego orario	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata	Luftbedarf Fabbisogno d'aria	Bemerkungen Osservazioni
				[kW]	[%]	[%]	[%]	[m]	[kW]	[kW]	[m³/s]	

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											11.4	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8	
	<i>Summe / Totale</i>											11.4			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	8.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8
	<i>Summe / Totale</i>											0	8.0	TBM Ø 6.5 m	
Aggregate TBM Equipag- giamenti ancillari TBM	TBM Erkundungsstollen TBM cunicolo esplorativo	1	E	S	4100	80	100	80	15	4100	3280	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Erkundungsstollen Carro di servizio cunicolo esplorativo	1	E	S	1350	60	100	80	120	1800	1080	0.0			
	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	100	600	180	9.5	Ausbruch der log. Kavernen Scavo della caverna logistica		
	<i>Summe / Totale</i>											180	9.5		
Transporte Trasporti	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	2	D	T	100	30	100	100	60	667	200	10.6	Einsatz zw. Km 47 und 32. Züge im ES Aicha Süd separat gezählt. Impiego dal km 47 al km 32. I trenini nel C.E. Aica sud sono contati a parte		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											200	10.6		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100						1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10						100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5						100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	40											2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: ES Nord
Ambito: C.E. nord

Tätigkeit: TBM Demontage ab Stollenbahn
Attività: Smontaggio della TBM

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g		
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	14.8 [m³/s]		
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre	2.0 [m³/s]	
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima	11.4 [m³/s]	
	Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto	10.6 [m ³ /s]
		Tätigkeit / Attività	4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale	14.8 [m³/s]	

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											11.4	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8	
	<i>Summe / Totale</i>											11.4			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	8.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8
	<i>Summe / Totale</i>											0	8.0	TBM Ø 6.5 m	
TBM	TBM Erkundungsstollen TBM cunicolo esplorativo	1	E	S	4100	80	100	100	15	5125	4100	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Erkundungsstollen Carro di servizio cunicolo esplorativo	1	E	S	1350	60	100	100	120	2250	1350	0.0			
	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2			
	Laufkran Carro ponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											80	4.2		
Transporte Trasporti	Zug: Versorgung TBM ES Trenino: approvvigionamento TBM cunicolo esplorativo	2	D	T	100	30	100	100	60	667	200	10.6			
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											200	10.6		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3			
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5			
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3			
	<i>Summe / Totale</i>	40										2.0			

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: ES Nord
Ambito: C.E. nord

Tätigkeit: Ausbau
Attività: Rivestimento

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Einbringen Gewölbedrainage, Verguss Sohlbeton, Verlegen der Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Bauzug und Betonzug. 3 Züge derart gestaffelt, dass nur 1 Zug gleichzeitig im Abschnitt.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40	Trasporto degli elementi di drenaggio, colata del calcestruzzo della soletta, installazione dell'impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, trenini per costruzione e trasporto di cemento. 3 treni sfasati da avere solo 1 treno per volta nella tratta	
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	11.4 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 11.4 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 10.6 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 0.0 [m³/s]
	Gesamt / globale 10.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen											11.4	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	22.8
	Prevenzione della stratificazione dei gas													
	<i>Summe / Totale</i>											11.4		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	0	D	S	70	30	100	100	10	0	0	0.0	Pumpen auf Zug / Pompe su treno	
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Armierungswagen Mezzo mobile per installazione aramatura	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	1	E	S	50	90	100	100	10	56	50	0.0		
	Zug: Gewölbe Haupttunnel Trenino: rivestimento interno galleria di linea	1	D	T	200	30	100	100	90	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										200	10.6		
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	40										2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: Konventioneller Vortrieb
Attività: Scavo in tradizionale

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3.5 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Esplosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	30		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	44.5 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 29.7 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 26.5 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 18.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 44.5 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											29.7	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	59.4
	<i>Summe / Totale</i>											29.7		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	<i>Summe / Totale</i>										260	13.8		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Radlader gross Pala gommata grande	1	D	S	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	Tunnelbagger Scavatrice	2	D	S	130	30	100	100	10	867	260	13.8		
	Dumper gross Dumper grande	1	D	S	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										760	40.3		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										840	44.5		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	15					100					0.8	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>30</i>										<i>1.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: TBM Montage
Attività: Montaggio della fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringungsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Kühlwasser muss vorhanden sein für Systemtests. Si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte. Acqua fredda deve essere disponibile per la prova dei sistemi.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	40.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 32.6 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 31.8 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 8.5 [m³/s]
	Gesamt / globale 40.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.6	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1	
	<i>Summe / Totale</i>											32.6			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	22.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1
	<i>Summe TBM</i>											0	22.8	TBM Ø 10.5 m	
Montage TBM Montaggio TBM	TBM Haupttunnel Nord TBM galleria di linea nord	1	E	S	4600	80	100	80	13	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Nord Carro di servizio galleria di linea nord	1	E	S	1500	60	100	80	100	2000	1200	0.0			
	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5			
	Laufkran Carro ponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											160	8.5		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	3	D	T	200	30	100	100	10	2000	600	31.8			
	Zug: Beton Haupttunnel Trenino: calcestruzzo galleria di linea	0	D	T	200	30	100	100	75	0	0	0.0	Einbringungsart (Pneu od. Schiene) nicht geklärt Tipo di trasporto (gomma o rotaia) non ancora definito		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											600	31.8		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25										100	1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10										100	0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5										100	0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	40											2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: TBM-Vortrieb
Attività: Scavo con fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	15 m/AT m/g	Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine. Unmittelbar nachlaufend Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Einbau der Tübbinge und Sohlelemente. Pro Vortrieb Nord 3 Züge, davon 2 unterwegs und 1 beim Auf-/Abladen Scavo con fresa. Segue immediatamente il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spruzzo. Installazione dei conchi e degli elementi di soletta. 3 trenini per lo scavo nord, di cui: 2 in viaggio ed 1 per carico e scarico.	Spritzbeton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Cemento a spruzzo: si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	32.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 32.6 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 10.6 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 0.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 10.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.6	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1	
	<i>Summe / Totale</i>											32.6			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM Fabbisogno minimo TBM	1	E	S								0	22.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1
	<i>Summe / Totale</i>											0	22.8	TBM Ø 10.5 m	
Aggregate TBM Equipag- giamenti ancillari TBM	TBM Haupttunnel Nord TBM galleria di linea nord	1	E	S	4600	80	100	80	13	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Nord Carro di servizio galleria di linea nord	1	E	S	1500	60	100	80	100	2000	1200	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											0	0.0		
Transporte Trasporti	Zug: Versorgung TBM HT Trenino: approvvigionamento TBM galleria di linea	2	D	T	100	30	100	100	70	667	200	10.6			
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											200	10.6		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3			
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10						100				0.5			
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5						100				0.3			
	<i>Summe / Totale</i>	40										2.0			

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: TBM Demontage ab Stollenbahn
Attività: Smontaggio della TBM con trenino

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g		
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	32.6 [m³/s]		
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre	2.0 [m³/s]	
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima	32.6 [m³/s]	
	Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto	10.6 [m ³ /s]
		Tätigkeit / Attività	8.5 [m ³ /s]
	Gesamt / globale	19.1 [m³/s]	

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.6	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1	
	<i>Summe / Totale</i>											32.6			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	22.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1
	<i>Summe / Totale</i>											0	22.8	TBM Ø 10.5 m	
TBM	TBM Haupttunnel Nord TBM galleria di linea nord	1	E	S	4600	80	100	80	13	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Nord Carro di servizio galleria di linea nord	1	E	S	1500	60	100	80	100	2000	1200	0.0			
	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5			
	Laufkran Carro ponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											160	8.5		
Transporte Trasporti	Zug: Versorgung TBM HT Trenino: approvvigionamento TBM galleria di linea	2	D	T	100	30	100	100	70	667	200	10.6			
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											200	10.6		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25										100		1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10										100		0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5										100		0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	40												2.0	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: Ausbau einer Röhre
Attività: Rivestimento

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Einbringen Gewölbedrainage, Verguss Sohlbeton, Verlegen der Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Bauzüge und Betonzüge. Trasporto degli elementi di drenaggio, colata del calcestruzzo della soletta, installazione dell'impermeabilizzazione della volta. Armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, trenini per costruzione e trasporto di cemento.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	37.1 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 32.6 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 0.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 37.1 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen												32.6	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.1
	Prevenzione della stratificazione dei gas														
	<i>Summe / Totale</i>												32.6		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	0	D	S	70	30	100	100	10	0	0	0.0	Pumpen auf Zug / Pompe su treno		
	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0			
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	2	E	S	50	90	100	100	10	111	100	0.0			
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0			
	Armierungswagen Mezzo mobile per installazione aramatura	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0			
	Zug: Abdichtung und Entwässerung Trenino: impermeabilizzazione e drenaggio	1	D	T	100	30	100	100	60	333	100	5.3	50 m ³ / Betonzug 50 m ³ / Trenino per cemento		
	Zug: Beton Haupttunnel Trenino: calcestruzzo galleria di linea	1	D	T	200	30	100	100	75	667	200	10.6			
	Zug: Sohle Haupttunnel Trenino: platea galleria di linea	1	D	T	200	30	100	100	90	667	200	10.6			
Zug: Gewölbe Haupttunnel Trenino: rivestimento interno galleria di linea	1	D	T	200	30	100	100	90	667	200	10.6				
	<i>Summe / Totale</i>											700	37.1		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>40</i>										<i>2.0</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Nord
Ambito: G.L. nord

Tätigkeit: Räumung und Abnahme des Rohbaus
Attività: Sgombero e consegna opere grezze

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere			
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	41.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Manschaften / Squadre
	2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	29.8 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	41.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											29.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	59.6
	<i>Summe / Totale</i>											29.8		
Allgemeine Vorgänge Processi generali	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	266.7	80.0	4.2		
	Kleinbus Minibus	2	D	T	80	30	100	100	10	533.3	160.0	8.5	Besucher (9 Personen) + Mannschaft (9 Personen) Visitatori (9 persone) + Squadra (9 persone)	
	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	1	D	T	100	30	100	100	10	333.3	100.0	5.3	Werkstatt / Officina	
	Auto 4x4 Automobile 4x4	2	D	T	70	30	100	100	10	467	140	7.4	Tech. Büro / Bauleitung Uff. Tecnico / direzione lavori	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	4	E	S	800	90	100	100	1000	3555.6	3200.0	0.0		
	Werkstatt Officina	0	E	S	200	90	100	100	10	0.0	0.0	0.0		
	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	1	E	S	150	90	100	100	30	167	150	0.0		
	Laufkran Carroponte	2	E	S	50	90	100	100	20	111.1	100.0	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	666.7	200.0	10.6		
	Zug: Rangierlokomotive Trenino: locomotiva di manovra	0	D	T	155	30	100	100	10	0.0	0.0	0.0	2 Hilfs-Loks für die Rampe Verbindungsstollen 2 locomotive per i cunicoli di collegamento nelle rampe	
	Zug: Gleisbau Trenino: posa del binario	1	D	T	100	30	100	100	50	333.3	100.0	5.3		
<i>Summe / Totale</i>											780.0	41.3		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>40</i>										<i>2.0</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: QS-Anschlag mit Pneu-Fahrzeugen
Attività: Foratura dei C.T. con veicoli gommati

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Injektion von Mörtel in den Tübbingspalt. Sichern und Ankeren der Tübbingringe mit Anker. Aufschneiden der Tübbingringe. Abbau von 0.5 bis 1 m Fels. Auskleidung des Anschlags mit Spritzbeton. Iniezione di malta nell'intercapedine del concio. Assicurare il concio con ancoraggi. Taglio dei conci. Abbattimento di 0,5 fino a 1 metro di roccia. Ricoprimento dello sfondamento con cemento a spruzzo.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	20.1 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre
	0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	0.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	15.9 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	4.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	20.1 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto S/T	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											0.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	0.0
	<i>Summe / Totale</i>											0.0		
Verankern der Tübbingringe	Bohrwagen gross Perforatrice grande	0	D	S	180	30	100	100	10	0	0	0.0	Elektrisch Betrieben	
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										200	10.6		
Injektion Mörtel und Auschneiden Tübbingringe	Injektionspumpe impianto per iniezioni	1	E	S	10	90	100	100	10	11	10	0.0		
	Betonfräse Taglio calcestruzzo	1	E	S	10	90	100	100	10	11	10	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										200	10.6		
Abbau QS Anschlag	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Dumper klein Dumper piccolo	1	D	S	85	30	100	100	10	283	85	4.5		
	<i>Summe / Totale</i>										215	11.4		
Auskleiden mit Spritzbeton	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	<i>Summe / Totale</i>										380	20.1		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>10</i>										<i>0.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: QS-Anschlag ab Bauzug
Attività: Foratura dei C.T. con treno

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Injektion von Mörtel in den Tübbingspalt. Sichern und Ankeren der Tübbingringe mit Anker. Aufschneiden der Tübbingringe. Abbau von 0.5 bis 1 m Fels. Auskleidung des Anschlags mit Spritzbeton. Iniezione di malta nell'intercapedine del concio. Assicurare il concio con ancoraggi. Taglio dei conci. Abbattimento di 0,5 fino a 1 metro di roccia. Ricoprimento dello sfondamento con cemento a spruzzo.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	15.1 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre
	0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima
	0.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto
	8.2 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività
	6.9 [m ³ /s]
	Gesamt / globale
	15.1 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											0.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	0.0
	<i>Summe / Totale</i>											0.0		
Verankern der Tübbingringe	Bohrwagen gross Perforatrice grande	0	D	S	180	30	100	100	10	0	0	0.0	Elektrisch Betrieben	
	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>										155	8.2		
Injektion Mörtel und Auschneiden Tübbingringe	Injektionspumpe impianto per iniezioni	1	E	S	10	90	100	100	10	11	10	0.0		
	Betonfräse Taglio calcestruzzo	1	E	S	10	90	100	100	10	11	10	0.0		
	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>										155	8.2		
Abbau QS Anschlag	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>										285	15.1		
Auskleiden mit Spritzbeton	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>										235	12.5		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>10</i>										<i>0.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: Ausbruch mit Pneu-Fahrzeugen
Attività: Scavo dei C.T. con veicoli gommati

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Ab Haupttunnel pneugebunden. / Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dalla G.L.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. / Esplosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	33.9 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 19.2 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 15.9 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 18.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 33.9 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											19.2	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	38.3
	<i>Summe / Totale</i>											19.2		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	1	D	S	75	30	100	100	10	250	75	4.0	einarmig / a braccio unico	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9	Mit Abbauhammer Con martello pneumatico	
	<i>Summe / Totale</i>										265	14.0		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Schuttern mit Lastwagen Smarinatura con autocarro	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										330	17.5		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	0	D	S	75	30	100	100	10	0	0	0.0	einarmig / a braccio unico	
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2	entweder Spritzmobil ODER Bohrwagen im Einsatz Impiego o dello spruzzatore o del carro perforatore	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	S	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Materialtransport für Bewährung (als stationär gerechnet) Trasporto di materiale per armatura (calcolato come stazionario)	
	<i>Summe / Totale</i>										640	33.9		

Mannschaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>10</i>										<i>0.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. = Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: Ausbruch ab Bauzug
Attività: Attacco dei C.T. con trenino

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Explosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10	Versorgung mit Material ab Haupttunnel schienengebunden.	
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m	Abtattung all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su rotaia a partire dalla G.L.	

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	19.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 19.2 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 8.2 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 11.4 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 19.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											19.2	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	38.3
	<i>Summe / Totale</i>											19.2		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	1	D	S	75	30	100	100	10	250	75	4.0	einarmig / un solo braccio	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	<i>Summe / Totale</i>											135	7.2	
Schüttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Dumper klein Dumper piccolo	1	D	S	85	30	100	100	10	283	85	4.5		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>											215	11.4	
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	0	D	S	75	30	100	100	10	0	0	0.0	einarmig / un solo braccio	
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2	entweder Spritzmobil ODER Bohrwagen im Einsatz Impiego o dello spruzzatore o del carro perforatore	
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	<i>Summe / Totale</i>											140	7.4	
Versorgung Approvvigiona- mento	Zug: Ausbruch Querverbindungen Trenino: scavo cunicoli trasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>											155	8.2	

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>10</i>										<i>0.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: Ausbau mit Pneu-Fahrzeugen
Attività: Rivestimento dei C.T. con veicoli gommati

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Sohle und Innenschale Abdichten, Bewähren, Betonieren in Handarbeit. Versorgung mit Pneufahrzeugen. Rotierende Schichten: Bewähren - Schalen - Betonieren. Betrifft HTS Impermeabilizzare il rivestimento e l'arco rovescio, armare, colare manualmente. Approvvigionamento su gomma. Sequenza dei turni: armare - installare i casseri - colare. Riguarda G.L.S	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si suppone la disponibilità d'acqua industriale da condotta
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	13		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	23.3 [m³/s]	
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre	0.7 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima	19.2 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività Transporte / Trasporto	15.9 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività	7.4 [m ³ /s]
	Gesamt / globale	23.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung; Stationäre; Transport S/T Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf [m ³ /s] Fabbisogno d'aria	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas				Fließt nicht in die Berechnung der Frischluftmenge ein, aber in die Auslegung der QS Lüftung Non determina il volume d'aria fresca, ma il dimensionamento della ventilazione dei cunicoli trasversali							19.2	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	38.3
	<i>Summe / Totale</i>											19.2		
Abdichten, Bewähren, Betonieren Impermeabiliz- zare, armare, colare	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	<i>Summe / Totale</i>										140	7.4		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	0	D	T	200	30	100	100	10	0	0	0.0	Entweder Transport-LKW oder Fahrmischer	
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	<i>Summe / Totale</i>										300	15.9		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	8					100					0.4		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	13										0.7		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: QS allg.
Ambito: C.T. in generale

Tätigkeit: Ausbau ab Bauzug
Attività: Rivestimento con trenino

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Sohle und Innenschale Abdichten, Bewähren, Betonieren in Handarbeit. Versorgung mit Bauzug. Rotierende Schichten: Bewähren - Schalen - Betonieren Impermeabilizzare soletta e rivestimento, armare, colare calcestruzzo manualmente. Approvvigionamento con trenino. Sequenza dei turni: armare - installare i casseri - cementare	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	10		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	15.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 19.2 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 8.2 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 7.4 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 15.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											19.2	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	38.3
	<i>Summe / Totale</i>											19.2		
Abdichten, Bewähren, Betonieren Impermeabiliz- zare, armare, cementare	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	<i>Summe / Totale</i>										140	7.4		
Transporte Trasporti	Zug: Ausbau Querverbindungen Trenino: rifiniture cunicoli tasversali	1	D	T	155	30	100	100	70	517	155	8.2		
	<i>Summe / Totale</i>										155	8.2		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	5					100					0.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	10										0.5		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: Konventioneller Vortrieb
Attività: Scavo in tradizionale

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3.5 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Esplosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	30		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	53.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 53.3 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 26.5 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 18.0 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 44.5 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											53.3	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	106.6
	<i>Summe / Totale</i>											53.3		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	<i>Summe / Totale</i>										260	13.8		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Radlader gross Pala gommata grande	1	D	S	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	Tunnelbagger Scavatrice	2	D	S	130	30	100	100	10	867	260	13.8		
	Dumper gross Dumper grande	1	D	S	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	1000	889	800	0.0		
	<i>Summe / Totale</i>										760	40.3		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										840	44.5		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	15					100					0.8	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>30</i>										<i>1.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: TBM Montage
Attività: Montaggio della fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g	Montage der TBM mittels Pneu oder Schiene. Die Einbringunsart ist noch nicht geklärt Montaggio della fresa. Il tipo di trasporto degli elementi (gomma o rotaia) non è ancora definito	Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Kühlwasser muss vorhanden sein für Systemtests. Si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte. Acqua fredda deve essere disponibile per la prova dei sistemi.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	40.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 32.8 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 31.8 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 8.5 [m³/s]
	Gesamt / globale 40.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.5	
	<i>Summe / Totale</i>											32.8			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	25.9	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	73.9
	<i>Summe TBM</i>											0	25.9	TBM Ø 9.7 m	
Montage TBM Montaggio TBM	TBM Haupttunnel Süd TBM galleria di linea sud	1	E	S	4600	80	100	80	10	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Süd Carro di servizio galleria di linea sud	1	E	S	1500	60	100	80	200	2000	1200	0.0			
	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5			
	Laufkran Carro ponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											160	8.5		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	3	D	T	200	30	100	100	10	2000	600	31.8			
	Zug: Beton Haupttunnel Trenino: calcestruzzo galleria di linea	0	D	T	200	30	100	100	75	0	0	0.0	Einbringungsart (Pneu od. Schiene) nicht geklärt Tipo di trasporto (gomma o rotaia) non ancora definito		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											600	31.8		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3			
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5			
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3			
	<i>Summe / Totale</i>	40										2.0			

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: TBM-Vortrieb
Attività: Scavo con fresa

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	15 m/AT m/g	Ausbruch mittels Tunnelbohrmaschine. Unmittelbar nachlaufend Setzen Sohlstein, Ausbruchssicherung mit Ankern und Netzen und Auftragen von Spritzbeton. Versorgung über Pneu-Fahrzeuge ab Fusspunkt oder Mauis. Scavo con fresa. Segue immediatamente la posa dei conci di base, il consolidamento dello scavo con ancoraggi, rete e cemento a spuzzo. Approvvigionamento su gomma dal piede del pozzo o da Mules.	Spritzbeton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Cemento a spruzzo: si suppone la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	37.1 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 37.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 21.2 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 15.9 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 37.1 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.5	
	<i>Summe / Totale</i>											32.8			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	37.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	73.9
	<i>Summe / Totale</i>											0	37.0	TBM Ø 9.7 m	
Aggregate TBM Equipag- giamenti ancillari TBM	TBM Haupttunnel Süd TBM galleria di linea sud	1	E	S	4600	80	100	80	10	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Süd Carro di servizio galleria di linea sud	1	E	S	1500	60	100	80	200	2000	1200	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											0	0.0		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Sohlstein-Transport, 2 / . LKW Trasporto dei conci di base, 2 veicoli		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Material-Transport Trasporto di materiale		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	S	300	30	100	100	100	1000	300	15.9	Spritzbeton Cemento a spruzzo		
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	1	E	S	800	90	100	100	100	889	800	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											700	37.1		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25											1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10											100	0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5											100	0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	40												2.0	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: TBM Demontage ab Pneu
Attività: Smontaggio della TBM con gomma

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	0 m/AT m/g	Demontage der TBM und Abtransport mittels Pneufahrzeugen Smontaggio della TBM con trasporto su gomma	Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	40.3 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 37.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 31.8 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 8.5 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 40.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											32.8	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	65.5	
	<i>Summe / Totale</i>											32.8			
Luftbedarf TBM Fabbisogno d'aria TBM	Minimal Luftversorgung TBM	1	E	S								0	37.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	73.9
	<i>Summe / Totale</i>											0	37.0	TBM Ø 9.7 m	
TBM	TBM Haupttunnel Süd TBM galleria di linea sud	1	E	S	4600	80	100	80	10	4600	3680	0.0			
	Nachläuferkonstruktion Haupttunnel Süd Carro di servizio galleria di linea sud	1	E	S	1500	60	100	80	200	2000	1200	0.0			
	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5			
	Laufkran Carroponte	1	E	S	50	90	100	100	20	56	50	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											160	8.5		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarri per trasporto	3	D	T	200	30	100	100	10	2000	600	31.8			
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	0	E	S	800	90	100	100	1000	0	0	0.0			
	<i>Summe / Totale</i>											600	31.8		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25										100		1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10										100		0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5										100		0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	40												2.0	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: Ausbau, Phase 1
Attività: Rivestimento, fase 1

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 3 Baustellen in Reihe / Röhre, räumlich und zeitlich versetzt zur Gegenröhre Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 3 cantieri in fila, con una canna sfasata nel tempo e nello spazio rispetto all'altra.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	54.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 53.3 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 42.4 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 12.2 [m³/s]
	Gesamt / globale 54.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											53.3	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	106.6
	Summe / Totale											53.3		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	1	D	S	70	30	100	100	10	233	70	3.7		
	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0		
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	2	E	S	50	90	100	100	10	111	100	0.0		
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0		
	Fahrmischer Autobetoniera	2	D	T	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Beton / Calcestruzzo	
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Bewährung, Abdichtung, usw. Armatura, impermeabilizzazione, ecc.	
Summe / Totale										1030	54.6			
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	Summe / Totale	40										2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Schätzung des Fahrzeugeinsatzes / Stima dell'impiego di veicoli

Tätigkeit / Attività	Anzahl LKW/AT Numero autocarri/g	Art des Transport Tipo di trasporto
Gewölbedrainage Drenaggio della volta	2	Material, Kies, Abdichtung Materiale, ghiaia, sigillante
Sohlgewölbe / Arco rovescio	12	110 m ³ Beton / calcestruzzo
	4	Bewährung / Armatura
Abdichtung / Impermeabiliz.ne	3	
Gewölbe / Volta	20	180 m ³ Beton / calcestruzzo
	6	Bewährung / Armatura
Total LKW / Totale autocarri	47	

Weitere Geräte / Altri attrezzi	Gabelstapler / Röhre 1 muletto per canna
	Hebebühne / Röhre 1 Piattaforma elevabile per canna

Schätzung der Gleichzeitigkeit der LKW im Tunnel / Stima della simultaneità degli autocarri in galleria

In der Röhre mit Spitzenlast	5 Fahrmischer und 2 Transport-LKW, insgesamt 7 LKW
Nella canna con picchi d'attività	5 impastatrici e 2 autocarri. Totale: 7 autocarri
In der Röhre mit niedriger Last	4 LKW in der Gegenröhre, weil Baustelle derart gestaffelt, dass Spitzenleistung nicht aufeinander fallen
Nella canna senza picchi d'attività	4 autocarri nella canna opposta con sfasamento dei lavori per evitare sovrapposizioni dei picchi
Insgesamt im Südlichen Abschnitt	11 LKW, inkl. der QS baustellen, weil mehr LKW kaum aneinander vorbeikommen
Globalmente nel tratto sud	11 autocarri, inclusi quelli dei C.T. (più autocarri potrebbero a stento manovrare)

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: Ausbau, Phase 2
Attività: Rivestimento, fase 2

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 3 Baustellen in Reihe /. Röhre, räumlich und zeitliche versetzt zur Gegenröhre)	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40	Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 3 cantieri in fila, con una canna sfasata nel tempo e nello spazio rispetto all'altra.	
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	54.6 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 53.3 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 42.4 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 12.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 54.6 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stationario; Trasporto S/T	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											53.3	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	106.6
	Summe / Totale											53.3		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	1	D	S	70	30	100	100	10	233	70	3.7		
	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0		
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	2	E	S	50	90	100	100	10	111	100	0.0		
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	2	E	S	20	90	100	100	10	44	40	0.0		
	Fahrmischer Autobetoniera	2	D	T	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Beton / Calcestruzzo	
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6	Bewährung, Abdichtung, usw. Armatura, impermeabilizzazione, ecc.	
Summe / Totale										1030	54.6			
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	Summe / Totale	40										2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Schätzung des Fahrzeugeinsatzes / Stima dell'impiego di veicoli

Tätigkeit / Attività	Anzahl LKW/AT Numero autocarri/g	Art des Transport Tipo di trasporto
Gewölbedrainage Drenaggio della volta	2	Material, Kies, Abdichtung Materiale, ghiaia, sigillante
Sohlgewölbe / Arco rovescio	12	110 m ³ Beton / calcestruzzo
	4	Bewährung / Armatura
Abdichtung / Impermeabiliz.ne	3	
Gewölbe / Volta	20	180 m ³ Beton / calcestruzzo
	6	Bewährung / Armatura
Total LKW / Totale autocarri	47	

Weitere Geräte / Altri attrezzi	Gabelstapler / Röhre 1 muletto per canna
	Hebebühne / Röhre 1 piattaforma elevabile per canna

Schätzung der Gleichzeitigkeit der LKW im Tunnel / Stima della simultaneità degli autocarri in galleria

In der Röhre mit Spitzenlast Nella canna con picchi d'attività	5 Fahrmischer und 2 Transport-LKW, insgesamt 7 LKW 5 impastatrici e 2 autocarri. Totale: 7 autocarri
In der Röhre mit niedriger Last Nella canna senza picchi d'attività	4 LKW in der Gegenröhre, weil Baustelle derart gestaffelt, dass Spitzenleistung nicht aufeinander fallen 4 autocarri nella canna opposta con sfasamento dei lavori per evitare sovrapposizioni dei picchi
Insgesamt im Südlichen Abschnitt Globalmente nel tratto sud	11 LKW, inkl. der QS baustellen, weil mehr LKW kaum aneinander vorbeikommen 11 autocarri, inclusi quelli dei C.T. (più autocarri potrebbero a stento manovrare)

Bereich: HT Süd
Ambito: G.L. sud

Tätigkeit: Räumung und Abnahme des Rohbaus
Attività: Sgombero e consegna opere grezze

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]		Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	m/AT m/g	Transporte Bauherr, Bauleitung, Besucher. Kleine und grosse Transporte und Arbeiten im rückwertigen Bereich, Umladen von Gütern von Lastwagen auf Züge. Ab Beginn der Zugfahren in den HT. Spostamenti della: committenza, direzione lavori e di visitatori. Grandi e piccoli trasporti e lavori nelle retrolinee, trasbordi di materiale dagli autocarri ai treni. Dall'inizio delle corse dei treni nelle G.L.	
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere			
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	43.4 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 43.4 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività Transporte / Trasporto 37.1 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 4.2 [m³/s]
	Gesamt / globale 41.3 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto S/T	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											43.4	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	86.8
	<i>Summe / Totale</i>											43.4		
Allgemeine Vorgänge Processi generali	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	266.7	80.0	4.2		
	Kleinbus Minibus	2	D	T	80	30	100	100	10	533.3	160.0	8.5	Besucher (9 Personen) + Mannschaft (9 Personen) Visitatori (9 persone) + Squadra (9 persone)	
	Geländewagen 4x4 Fuoristrada 4x4	1	D	T	100	30	100	100	10	333.3	100.0	5.3	Werkstatt / Officina	
	Auto 4x4 Automobile 4x4	2	D	T	70	30	100	100	10	467	140	7.4	Tech. Büro / Bauleitung Uff. Tecnico / direzione lavori	
	Förderband Strecke Nastro trasportatore	4	E	S	800	90	100	100	1000	3555.6	3200.0	0.0		
	Werkstatt Officina	0	E	S	200	90	100	100	10	0.0	0.0	0.0		
	Betonanlage Impianti per calcestruzzo	1	E	S	150	90	100	100	30	167	150	0.0		
	Laufkran Carroponte	2	E	S	50	90	100	100	20	111.1	100.0	0.0		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	666.7	200.0	10.6		
	Zug: Rangierlokomotive Trenino: locomotiva di manovra	0	D	T	155	30	100	100	10	0.0	0.0	0.0	2 Hilfs-Loks für die Rampe Verbindungsstollen 2 locomotive per i cunicoli di collegamento nelle rampe	
	Zug: Gleisbau Trenino: posa del binario	1	D	T	100	30	100	100	50	333.3	100.0	5.3		
<i>Summe / Totale</i>											780.0	41.3		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>40</i>										<i>2.0</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: NHS
Ambito: F.d.E.

Tätigkeit: Ausbruch
Attività: Scavo

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Nur eine Arbeitsfront. Versorgung über Zugangsstollen mit Pneufahrzeugen. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento. Solo un fronte di scavo. Approvvigionamento su gomma a partire dai cunicoli di accesso.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Explosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	35		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	48.5 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.8 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 37.1 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 11.4 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 48.5 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.0
	<i>Summe / Totale</i>											39.0		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	1	D	S	75	30	100	100	10	250	75	4.0		
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	<i>Summe / Totale</i>										135	7.2		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Radlader klein Pala gommata piccola	1	D	S	120	30	100	100	10	400	120	6.4		
	Tunnelbagger Scavatrice	1	D	S	130	30	100	100	10	433	130	6.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	2	D	T	200	30	100	100	10	1333	400	21.2	Schuttern mit Lastwagen Smarinatura con Autocarro	
	<i>Summe / Totale</i>										650	34.4		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen klein Perforatrice piccola	1	D	S	75	30	100	100	10	250	75	4.0		
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	1	D	S	60	30	100	100	10	200	60	3.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	2	D	T	200	30	100	100	10	1333	400	21.2	Materialtransport für Bewehrung Trasporto di materiale per armatura	
<i>Summe / Totale</i>										915	48.5			

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					50					0.3	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>35</i>										<i>1.8</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Bereich: NHS
Ambito: F.d.E.

Tätigkeit: Ausbau
Attività: Rivestimento

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3 m/AT m/g	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung und Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Versorgung über ZS. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila. Approvvigionamento attraverso i G.A.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	15		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	500 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	67.8 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 0.8 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.0 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività
	Transporte / Trasporto 14.8 [m³/s]
	Tätigkeit / Attività 53.0 [m³/s]
	Gesamt / globale 67.8 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾	Zeitliche Auslastung Impiego orario	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata	Luftbedarf Fabbisogno d'aria	Bemerkungen Osservazioni
				[kW]	[%]	[%]	[%]	[m]	[kW]	[kW]	[m³/s]	

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen											39.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.0
	Prevenzione della stratificazione dei gas													
	<i>Summe / Totale</i>											39.0		
Abdichten, Bewähren, Betonieren Impermeabiliz- zare, armare, cementare	Gabelstapler Muletto	2	D	S	80	30	100	100	10	533	160	8.5		
	Hebebühne klein Ponte elevatore piccolo	2	D	S	60	30	100	100	10	400	120	6.4		
	<i>Summe / Totale</i>										280	14.8		
Transporte Trasporti	Transport-LKW Autocarro per trasporto	2	D	T	200	30	100	100	10	1333	400	21.2	Materialtransport für Bewährung Trasporto di materiale per armatura	
	Fahrmischer Autobetoniera	2	D	T	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Eine Variante, Schienengebunden auch möglich La variante su rotaia è possibile	
	<i>Summe / Totale</i>										1000	53.0		
Mann- schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	10					100					0.5		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	0					100					0.0		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	15										0.8		

Mann-schaften

Squadre

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: ZS
Ambito: G.A.

Tätigkeit: Konventioneller Vortrieb
Attività: Scavo in tradizionale

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3.5 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Esplosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	30		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	56.2 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 0.0 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 56.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 56.2 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.0
	<i>Summe / Totale</i>											39.0		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	<i>Summe / Totale</i>										260	13.8		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Radlader gross Pala gommata grande	1	D	S	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	Tunnelbagger Scavatrice	2	D	S	130	30	100	100	10	867	260	13.8		
	Dumper gross Dumper grande	2	D	S	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Kein Förderband daher mehr Fahrzeuge! Senza nastro, quindi con più veicoli	
	<i>Summe / Totale</i>										1060	56.2		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										840	44.5		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	15					100					0.8	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>30</i>										<i>1.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data:

04.12.2014

Bereich: ZS
Ambito: G.A.

Tätigkeit: Ausbau
Attività: Rivestimento

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	20 m/AT m/g	Gewölbedrainage, Sohlbeton, Gewölbeabdichtung, Armierung, Betonage Innenschale, Armierung und Betonage Zwischendecke. Mittel: Fahrbare Schalungen, Transport-LKW, Fahrmischer (alles Pneu-gebunden). 4 Baustellen in Reihe gleichzeitig. Drenaggio della volta, calcestruzzo per la soletta, impermeabilizzazione della volta, armatura e cementazione del rivestimento interno, armatura e cementazione del falso soffitto. Veicoli: casseri mobili, autocarri, impastatrici su gomma. 4 cantieri simultanei in fila.	Beton: Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Calcestruzzo: si presume la disponibilità di acqua industriale da condotte.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	40		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	65.2 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 2.0 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 53.0 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 12.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 65.2 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stationario; Trasporto S/T	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.0
	<i>Summe / Totale</i>											39.0		
Ausbau Rivestimento	Betonpumpe Pompa per calcestruzzo	1	D	S	70	30	100	100	10	233	70	3.7		
	Gabelstapler Muletto	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Schalwagen Sohle Cassero mobile platea	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Schalwagen Gewölbe Cassero mobile rivestimento interno	1	E	S	50	90	100	100	10	56	50	0.0		
	Abdichtungswagen Mezzo mobile per impermeabilizzazione	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Armierungswagen Mezzo mobile per installazione aramatura	1	E	S	20	90	100	100	10	22	20	0.0		
	Fahrmischer Autobetoniera	2	D	T	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Beton / Calcestruzzo	
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	2	D	T	200	30	100	100	10	1333	400	21.2	Bewährung, Abdichtung, usw. Armaturo, impermeabilizzazione, ecc.	
	<i>Summe / Totale</i>										1230	65.2		
Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	25					100					1.3		
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5		
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3		
	<i>Summe / Totale</i>	40										2.0		

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

Schätzung des Fahrzeugeinsatzes / Stima dell'impiego di veicoli

Tätigkeit / Attività	Anzahl LKW/Scicht No. autocarri/turno	Art des Transport Tipo di trasporto
Betontransport Trasporto calcestruzzo	6	Beton Calcestruzzo
Bewehrungstransport Trasporto dell'armatura	2	Bewehrung Armatura
Elemente Transport Trasporto di elementi	1	Diverses Material Materiali diversi
Total LKW / Totale autocarri	9	

Weitere Geräte / Altri attrezzi	Gabelstapler / Röhre 1 muletto per canna
	3 Schalungen / casseri
	1 Betonpumpe / pompa per cemento
	Hebebühne / Röhre 1 piattaforma elevabile per canna

Schätzung der Gleichzeitigkeit der LKW im ZS / Stima della simultaneità degli autocarri nel G.A.

Im ZS bei Spitzenlast 2 Fahrmischer und 2 Transport-LKW, insgesamt 4 LKW
Nel G.A. con picchi di attività 2 impastatrici e 2 autocarri. Totale: 4 autocarri

Bereich: Log. Knoten Trems
Ambito: Nodo log. Trems

Tätigkeit: Konventioneller Vortrieb
Attività: Scavo in tradizionale

Allgemeine Informationen / Informazioni generali:

Anzahl Schichten pro AT Numero di turni per giorno di lavoro [g]	3	Beschreibung der Tätigkeit Descrizione dell'attività	Spez. Stoffe (Gase, Lösungsmittel, usw.) Materiali speciali (gas, solventi, ecc.)
Vortriebsgeschwindigkeit Velocità di avanzamento dello scavo	3.5 m/AT m/g	Abschlag mittels Sprengen oder Bagger; Schüttern; Sicherung des ausgebrochenen Hohlraums mittels Bewehrungsnetz und Spritzbeton. Abschlag, Schüttern und Sicherung finden sequenziell statt. Abbattimento all'esplosivo o con scavatrice; smarinatura; consolidamento di scavo con rete e cemento a spruzzo. In sequenza: abbattimento, smarinatura, consolidamento.	Sprengstoff, daher Sprengschwaden. Verfügbarkeit von Brauchwasser aus Leitung wird vorausgesetzt. Esplosivo, quindi fumi d'esplosione. Si presume la disponibilità di acqua industriale da condotta.
Personal auf der Baustelle Numero di persone sul cantiere	30		
Ausdehnung der Baustelle Lunghezza del cantiere	1000 m		

Zusammenfassung des Luftbedarfs / Sommario del fabbisogno d'aria

Luftbedarf Gesamt / Fabbisogno globale d'aria	56.2 [m³/s]
Luftbedarf detailliert/ Fabbisogno d'aria dettagliato	Mannschaften / Squadre 1.5 [m³/s]
	Einhaltung der Mindestgeschwindigkeit / Garantire la velocità minima 39.0 [m³/s]
Tätigkeit / Attività	Transporte / Trasporto 0.0 [m ³ /s]
	Tätigkeit / Attività 56.2 [m ³ /s]
	Gesamt / globale 56.2 [m³/s]

Technische Details pro Schicht / Particolari tecnici per turno

Gerät / Attrezzo	Anzahl Geräte / Mann Numero d'attrezzi / Uomini	Maschinen-Typ D/E Tipo di macchina	Anwendung: Stationäre; Transport Impiego: Stazionario; Trasporto	Nennleistung ²⁾ Potenza di targa ²⁾ [kW]	Wirkungsgrad ¹⁾ Rendimento ¹⁾ [%]	Zeitliche Auslastung Impiego orario [%]	Auslastung Nennleistung Potenza d'impiego rispetto alla potenza di targa [%]	Räumliche Ausdehnung Lunghezza della macchina [m]	Wärme ü. Baustelle Calore dissipato sul cantiere [kW]	Berücksichtigte Leistung Potenza considerata [kW]	Luftbedarf Fabbisogno d'aria [m ³ /s]	Bemerkungen Osservazioni

Gas- verdünnung Diluizione dei gas	Verhinderung Schichtbildung bei Gasvorkommen Prevenzione della stratificazione dei gas											39.0	Bezugsquerschnitt [m ²] Sezione di riferimento [m ²]	78.0
	<i>Summe / Totale</i>											39.0		
Abschlag: Bohren, Laden, Sprengen Abbattimento: perforare, caricare, brillare	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	<i>Summe / Totale</i>										260	13.8		
Schuttern: Zerkleinern, Aufladen, Transportieren, Entstauben Smarinatura: frantumare, caricare, trasportare, depolverizzare	Brecheranlage Frantoio	1	E	S	200	90	100	100	10	222	200	0.0		
	Radlader gross Pala gommata grande	1	D	S	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	Tunnelbagger Scavatrice	2	D	S	130	30	100	100	10	867	260	13.8		
	Dumper gross Dumper grande	2	D	S	300	30	100	100	10	2000	600	31.8	Kein Förderband daher mehr Fahrzeuge! Senza nastro, quindi con più veicoli	
	<i>Summe / Totale</i>										1060	56.2		
Ausbruchs- sicherung Consoli- damento	Bohrwagen gross Perforatrice grande	1	D	S	180	30	100	100	10	600	180	9.5		
	Spritzmobil Spruzzatore mobile per calcestruzzo	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Hebebühne gross Ponte elevatore grande	1	D	S	80	30	100	100	10	267	80	4.2		
	Fahrmischer Autobetoniera	1	D	T	300	30	100	100	10	1000	300	15.9		
	Transport-LKW Autocarro per trasporto	1	D	T	200	30	100	100	10	667	200	10.6		
	<i>Summe / Totale</i>										840	44.5		

Mann-schaften Squadre	Votriebsschicht Turno di scavo	15					100					0.8	
	Besucher/BH/BL Visitatori/Committenza/Direzione lavori	10					100					0.5	
	Versorgungsdienste Servizi d'approvvigionamento	5					100					0.3	
	<i>Summe / Totale</i>	<i>30</i>										<i>1.5</i>	

¹⁾ für elekt. Inst. = Anteil der nicht in Wärme umgewandelt wird

¹⁾ per installazioni elettriche = parte che non è trasformata in calore

²⁾ für elekt. Inst. =: Stromverbrauch in kW

²⁾ per installazioni elettriche = potenza consumata [kW]

Datum / Data: 04.12.2014

ANHANG 3: FRISCHLUFTBEDARF NACH BAUPHASEN
ALLEGATO 3: FABBISOGNO D'ARIA FRESCA PER FASE DI COSTRUZIONE

Anhang 3.1: Beschreibung der Bauphasen mit Frischluftbedarf
Allegato 3.1: Descrizione delle fasi di lavoro con fabbisogno d'aria fresca

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluft- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m³/s]
01	Baustelleninstallation / <i>Allestimento cantieri</i>	Baustelleninstallation Erstellung Abzweigung Zugangsstollen - Fensterstollen / <i>Allestimento cantieri</i> <i>Realizzazione intersezione Galleria di Accesso - Finestra die Mules</i>	01.01.2016	01.05.2016	4	148
02	Baustelleninstallation / <i>Allestimento cantieri</i>	Baustelleninstallation Erstellung Abzweigung Zugangsstollen - Fensterstollen / <i>Allestimento cantieri</i> <i>Realizzazione intersezione Galleria di Accesso - Finestra die Mules</i>	01.05.2016	01.07.2016	2	148
03	Bergmännischer Vortrieb HTOS / <i>Scavo G.L. est sud</i>	Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost Süd (Startkaverne TBM) Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel West Nord Bergmännischer Vortrieb Erkundungsstollen <i>Scavo G.L. est sud in tradizionale (camerone di montaggio TBM)</i> <i>Scavo G.L. nord ovest in tradizionale</i> <i>Scavo C.E. in tradizionale</i>	01.07.2016	01.08.2016	1	173
04	Bergmännischer Vortrieb HTWS <i>Scavo G.L. ovest sud</i>	Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel West Süd (Startkaverne TBM) Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord Bergmännischer Vortrieb Erkundungsstollen / <i>Scavo G.L. ovest sud in tradizionale (camerone di montaggio TBM)</i> <i>Scavo G.L. nord est e ovest in tradizionale</i> <i>Scavo C.E. in tradizionale</i>	01.08.2016	16.09.2016	1.5	218

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
05	Montage TBM HTOS / <i>Montaggio TBM G.L.E.S.</i>	Montage TBM Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord Bergmännischer Vortrieb Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord / <i>Montaggio TBM G.L. sud est</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo in tradizionale C.E.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i>	16.09.2016	16.12.2016	3	240
06	TBM-Vortrieb HTOS / <i>Scavo G.L.E.S. con TBM</i>	TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord Bergmännischer Vortrieb Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord / <i>Scavo G.L. est sud tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo in tradizionale C.E.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i>	16.12.2016	16.01.2017	1	236
07	Montage TBM ES / <i>Montaggio TBM C.E.</i>	TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord Montage TBM Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord und Süd / <i>Scavo G.L. est sud tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Montaggio TBM C.E.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord e sud</i>	16.01.2017	16.04.2017	3	288

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
08	TBM-Vortrieb ES / Scavo C.E. con TBM	TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord und Süd / <i>Scavo G.L. est sud tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord e sud</i>	16.04.2017	01.08.2017	3.5	268
09	Demontage TBM HTOS / Smontaggio TBM G.L.E.S.	Demontage TBM Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord und Süd/ <i>Smontaggio TBM G.L.est sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord e sud</i>	01.08.2017	01.11.2017	3	271
10	Bergmännischer Vortrieb HTOS / Scavo in tradizionale G.L.E.S.	Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost Süd Montage TBM Haupttunnel West Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Ausbruch Querschläge Nord und Süd / <i>Scavo in tradizionale G.L. est sud</i> <i>Montaggio TBM G.L. ovest sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord e sud</i>	01.11.2017	01.01.2018	2	316

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
11	TBM-Vortrieb HTWS / <i>Scavo G.L.O.S. con TBM</i>	Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost Süd TBM-Vortrieb Haupttunnel West Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Anschlag und Ausbruch Querschläge Nord und Süd / <i>Scavo in tradizionale G.L. est sud</i> <i>Scavo G.L. ovest sud tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Foratura e scavo cunicoli trasversali nord e sud</i>	01.01.2018	01.09.2018	8	313
12	Demontage TBM HTWS / <i>Smontaggio TBM G.L.O.S.</i>	Demontage TBM Haupttunnel West Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Anschlag und Ausbruch Querschläge Süd / <i>Smontaggio TBM G.L. ovest sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Foratura e scavo cunicoli trasversali sud</i>	01.09.2018	01.10.2018	1	271
13	Innenausbau HTOS / <i>Rivestimento G.L. est sud</i>	Innenausbau Haupttunnel Ost Süd Demontage TBM Haupttunnel West Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. est sud</i> <i>Smontaggio TBM G.L. ovest sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. nord est e ovest</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.10.2018	01.12.2018	2	314

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m³/s]
14	Bergmännischer Vortrieb HTOS / <i>Scavo in tradizionale G.L. O.S.</i>	Innenausbau Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel West Süd Montage TBM Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Anschlag und Ausbruch Querschläge Nord und Süd Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. est sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. ovest sud</i> <i>Montaggio TBM G.L. est e ovest nord</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Foratura e scavo cunicoli trasversali nord e sud</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.12.2018	01.04.2019	4	319
15	TBM-Vortrieb HTWN / <i>Scavo G.L.O.N. con TBM</i>	Innenausbau Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel West Süd Montage TBM Haupttunnel Ost Nord TBM-Vortrieb Haupttunnel West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Anschlag Querschläge Süd Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. est sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. ovest sud</i> <i>Montaggio TBM G.L. est nord</i> <i>Scavo G.L. ovest nord tramite TBM</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Foratura cunicoli trasversali sud</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.04.2019	01.05.2019	1	303

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
16	TBM-Vortrieb HTON / Scavo G.L.E.N. con TBM	Innenausbau Haupttunnel Ost Süd Bergmännischer Vortrieb Haupttunnel West Süd TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Anschlag Querschläge Süd Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. est sud</i> <i>Scavo in tradizionale G.L. ovest sud</i> <i>Scavo G.L. est e ovest nord tramite TBM</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Foratura cunicoli trasversali sud</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.05.2019	01.07.2019	2	296
17	Bergmännischer Vortrieb ZS / Scavo in tradizionale G.A.	Innenausbau Haupttunnel Ost Süd TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Bergmännischer Vortrieb Zugangsstollen Anschlag Querschläge Süd Ausbruch Querschläge Nord Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. est sud</i> <i>Scavo G.L. est e ovest nord tramite TBM</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.A.</i> <i>Foratura cunicoli trasversali sud</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.07.2019	01.02.2020	7	326

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
18	Innenausbau HTWS / <i>Rivestimento G.L. O.S.</i>	Innenausbau Haupttunnel West Süd TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Bergmännischer Vortrieb Zugangsstollen Ausbruch Querschläge Nord Ausbau Querschläge Süd / <i>Rivestimento G.L. ovest sud</i> <i>Scavo G.L. est e ovest nord tramite TBM</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.A.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali sud</i>	01.02.2020	01.06.2021	16	306
19	Bergmännischer Vortrieb log. Kaverne Trens / <i>Scavo in tradizionale nodo log. Trens</i>	Räumung und Übergabe Rohbau Haupttunnel Süd TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord TBM-Vortrieb Erkundungsstollen Bergmännischer Vortrieb log. Kaverne Trens Ausbruch Querschläge Nord / <i>Sgombero e consegna opere grezze G.L. sud</i> <i>Scavo G.L. est e ovest nord tramite TBM</i> <i>Scavo C.E. tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale nodo log. Trens</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i>	01.06.2021	01.09.2021	3	272
20	Demontage TBM ES / <i>Smontaggio TBM C.E.</i>	TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost und West Nord Demontage TBM Erkundungsstollen Bergmännischer Vortrieb log. Kaverne Trens Ausbruch Querschläge Nord / <i>Scavo G.L. est e ovest nord tramite TBM</i> <i>Smontaggio TBM C.E.</i> <i>Scavo in tradizionale nodo log. Trens</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i>	01.09.2021	16.10.2021	1.5	223

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
21	Demontage TBM HTWN / <i>Smontaggio TBM G.L.O.N.</i>	Demontage TBM Haupttunnel West Nord TBM-Vortrieb Haupttunnel Ost Nord Demontage TBM Erkundungsstollen Bergmännischer Vortrieb Zugangsstollen Ausbruch Querschläge Nord / <i>Smontaggio TBM G.L. ovest nord</i> <i>Scavo G.L. est nord tramite TBM</i> <i>Scavo in tradizionale G.A.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i>	16.10.2021	01.12.2021	1.5	223
22	Demontage TBM HTON / <i>Smontaggio TBM G.L.E.N.</i>	Demontage TBM Haupttunnel Ost und West Nord Bergmännischer Vortrieb Zugangsstollen Ausbruch Querschläge Nord Rückbau log. Knoten Mauls / <i>Smontaggio TBM G.L. est e ovest nord</i> <i>Scavo in tradizionale G.A.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i> <i>Smantellamento nodo log. Mules</i>	01.12.2021	01.02.2022	2	208
23	Innenausbau ES / <i>Rivestimento C.E.</i>	Bergmännischer Vortrieb Zugangsstollen Ausbruch Querschläge Nord Partieller Innenausbau Erkundungsstollen Innenausbau Ast A <i>Scavo in tradizionale G.A.</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i> <i>Rivestimento parziale cunicolo esplorativo</i> <i>Rivestimento ramo "A"</i>	01.02.2022	01.05.2022	3	211

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
24	Innenausbau HTN / <i>Rivestimento G.L. nord</i>	Bergmännischer Vortrieb Mittelstollen und NHS Trens Ausbruch Querschläge Nord (Partieller) Innenausbau Erkundungsstollen (Partieller) Innenausbau Haupttunnel Ost und West Nord Innenausbau Querschläge Nord Innenausbau Ast B, Verbindungstunnel, Ast B, Logistikkaverne, Logistikstollen, Kavernen TBM, Anbindungstunnel, Zertrümmerungskammer / <i>Scavo in tradizionale cunicolo centrale e F.d.E. Trens</i> <i>Scavo cunicoli trasversali nord</i> <i>Rivestimento (parziale) cunicolo esplorativo</i> <i>Rivestimento (parziale) G.L. nord est e ovest</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali nord</i> <i>Rivestimento ramo B, galleria di collegamento e di innesto, camerone e ramo logistico,</i> <i>cameroni TBM, camera di frantumazione</i>	01.05.2022	01.05.2023	12	309
25	Innenausbau NHS / <i>Rivestimento F.d.E.</i>	Innenausbau Mittelstollen und NHS Trens (Partieller) Innenausbau Erkundungsstollen (Partieller) Innenausbau Haupttunnel Ost und West Nord Innenausbau Querschläge Nord Räumung und Abnahme Rohbau Nord 1. Teil / <i>Rivestimento cunicolo centrale e F.d.E. Trens</i> <i>Rivestimento (parziale) cunicolo esplorativo</i> <i>Rivestimento (parziale) G.L. nord est e ovest</i> <i>Rivestimento cunicoli trasversali nord</i> <i>Sgombero e consegna opere grezze 1° parte nord</i>	01.05.2023	01.09.2023	4	327

Phase / Fase	Name / Nome	Tätigkeiten / Attività	Beginn / Inizio	Ende / Fine	Dauer / Durata [Monate] / [Mesi]	Frischluf- bedarf / Fabbisogno d'aria fresca [m ³ /s]
26	Räumung und Abnahme Rohbau Nord 2. Teil / <i>Sgombero e consegna opere grezze nord 2° parte</i>	Innenausbau Zugangsstollen Räumung und Abnahme Rohbau Nord 2. Teil Rückbau 2. logistischer Knoten Innenausbau Lüftungskaverne, Zugangstunnel (Zwischendecke) und Ansaugschacht / <i>Rivestimento galleria d'accesso Trens Sgombero e consegna opere grezze 2° parte nord Smantellamento 2° nodo logistico Rivestimento camerone, gallerie (soletta intermedia) e pozzo di ventilazione</i>	01.09.2023	01.01.2024	4	224
27	Innenausbau ZS / <i>Rivestimento G.A.</i>	Innenausbau Zugangsstollen / Innenausbau Lüftungskaverne, Zugangstunnel (Zwischendecke) und Ansaugschacht / <i>Rivestimento galleria d'accesso Trens Rivestimento camerone, gallerie (soletta intermedia) e pozzo di ventilazione</i>	01.01.2024	01.07.2024	6	172
28	Innenausbau Fensterstollen / <i>Rivestimento Finestra di Mules</i>	Innenausbau Fensterstollen Muls und Zwischendecke / <i>Rivestimento Finestra di Mules e soletta intermedia e impianti</i>	01.07.2024	01.01.2025	6	107

Pos.	Ort / Luogo	Nord-Süd / nord- sud	Ost-West / est-ovest	Arbeitsprozess / Processi di lavoro	Frischlufbedarf / fabbisogno d'aria fresca			Phase Fase	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28																													
					V _{min} [m³/s]	Transporte / Trasporto [m³/s]	Tätigkeit / Attività [m³/s]		Beginn Inizio	Ende Fine	Total totale																											
24	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	QS-Anschlag mit Pneu-Fahrzeugen Foratura dei C.T. con veicoli gommati	0.0	15.9	4.2	20.1	01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024			
25	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	QS-Anschlag ab Bauzug Foratura dei C.T. con trenino	0.0	8.2	6.9	15.1	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025			
26	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	Ausbruch mit Pneu-Fahrzeugen Scavo dei C.T. con veicoli gommati	19.2	15.9	18.0	33.9					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0																
27	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	Ausbruch ab Bauzug Attacco dei C.T. con trenino	19.2	8.2	11.4	19.6														0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
28	QS allg. C.T. in generale	O und W e. e o.	Ausbau ab Bauzug Rivestimento con trenino	19.2	8.2	7.4	15.6																									2	1					
29	HT Süd G.L. sud	Ost est	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	53.3	26.5	18.0	53.3			1	0						1	1			0	0	0															
30	HT Süd G.L. sud	West ovest	Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	53.3	26.5	18.0	53.3			0	1						0	0			1	1	1															
31	HT Süd G.L. sud	Ost est	TBM Montage Montaggio della fresa	32.8	31.8	8.5	40.3					1					0																					
32	HT Süd G.L. sud	West ovest	TBM Montage Montaggio della fresa	32.8	31.8	8.5	40.3					0					1																					
33	HT Süd G.L. sud	Ost est	TBM-Vortrieb Scavo con fresa	37.0	21.2	15.9	37.1										1	1	1																			
34	HT Süd G.L. sud	West ovest	TBM-Vortrieb Scavo con fresa	37.0	21.2	15.9	37.1										0	0	0																			
35	HT Süd G.L. sud	Ost est	TBM Demontage ab Pneu Smontaggio della TBM con gomma	37.0	31.8	8.5	40.3									1			0	0																		
36	HT Süd G.L. sud	West ovest	TBM Demontage ab Pneu Smontaggio della TBM con gomma	37.0	31.8	8.5	40.3									0			1	1																		
37	HT Süd G.L. sud	O und W e. e o.	Ausbau, Phase 1 Rivestimento, fase 1	53.3	42.4	12.2	54.6														1	1	1	1	1													
38	HT Süd G.L. sud	O und W e. e o.	Ausbau, Phase 2 Rivestimento, fase 2	53.3	42.4	12.2	54.6																			1												
39	HT Süd G.L. sud	O und W e. e o.	Räumung und Abnahme des Rohbaus Sgombero e consegna opere grezze	43.4	37.1	4.2	43.4																															
40	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	QS-Anschlag mit Pneu-Fahrzeugen Foratura dei C.T. con veicoli gommati	0.0	15.9	4.2	20.1											0	0	0	0	1	1	1														
41	QS allg. C.T. in generale	O oder W e. o o.	Ausbruch mit Pneu-Fahrzeugen Scavo dei C.T. con veicoli gommati	19.2	15.9	18.0	33.9										1	1	1	1	1																	
42	QS allg. C.T. in generale	O und W e. e o.	Ausbau mit Pneu-Fahrzeugen Rivestimento dei C.T. con veicoli gommati	19.2	15.9	7.4	23.3														1	1	1	1	1	1												
43	NHS F.d.E.		Ausbruch Scavo	39.0	37.1	11.4	48.5																											1				
44	NHS F.d.E.		Ausbau Rivestimento	39.0	14.8	53.0	67.8																												1			
45	ZS G.A.		Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	39.0	0.0	56.2	56.2																															
46	ZS G.A.		Ausbau Rivestimento	39.0	53.0	12.2	65.2																													0	1	1
47	Log. Knoten Trens Nodo log. Trens		Konventioneller Vortrieb Scavo in tradizionale	39.0	0.0	56.2	56.2																															

Details der erforderlichen Luftmengen pro Ort / Particolari delle quantità d'aria necessarie

		148	148	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	107	107	107	107	107	107							
Mauls I																																						
Mules I																																						
HT Nord GL nord	HTN, gesamt / G.L. nord, globale	0	0	45	89	124	124	124	124	124	124	124	124	124	116	73	65	84	84	84	84	84	84	84	84	27	133	131	41	0	0							
	HTON, Vtb / G.L.E.N., fronte	0	0	0	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	33	33	33	33	33	33	33	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	HTON, QS / G.L.E.N., C.T.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HTWN, Vtb / G.L.O.N., fronte	0	0	45	45	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	56	33	33	33	33	33	33	33	33	33	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	HTWN, QS / G.L.O.N., C.T.	0	0	0	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
HT Süd GL sud	HTN, Umluft / G.L.N., circolazione	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	131	41	0	0							
	HTS, gesamt / G.L. sud, globale	0	0	53	53	40	37	72	72	75	120	117	75	118	131	143	143	98	78	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HTOS, Vtb / G.L.E.S., fronte	0	0	53	0	40	37	53	53	56	60	60	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HTOS, QS / G.L.E.S., C.T.	0	0	0	0	0	0	19	19	19	19	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HTWS, Vtb / G.L.O.S., Fronte	0	0	0	53	0	0	0	0	0	40	37	40	40	53	60	60	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ES Nord C.E. nord	HTWS, QS / G.L.O.S., C.T.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HTS, Umluft / G.L.S., circolazione	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	78	78	78	78	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ES Aicha C.E. Aica		0	0	0	0	0	0	11	11	11	11	11	11	11	11	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	11	11	11	11	0	0							
ZS GA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56	56	56	56	56	56	56	56	48	68	65	65	0							

Anhang 3.3: Matrix der Lüftungsmodule mit Frischluftbedarf nach Bauphasen
 Allegato 3.3: Matrice dei moduli di ventilazione con fabbisogno d'aria fresca secondo le fasi di cantiere

Bauprogramm: 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001_20
 Programma lavori: 02_H61_EG_991_KBA_D0700_55001_20

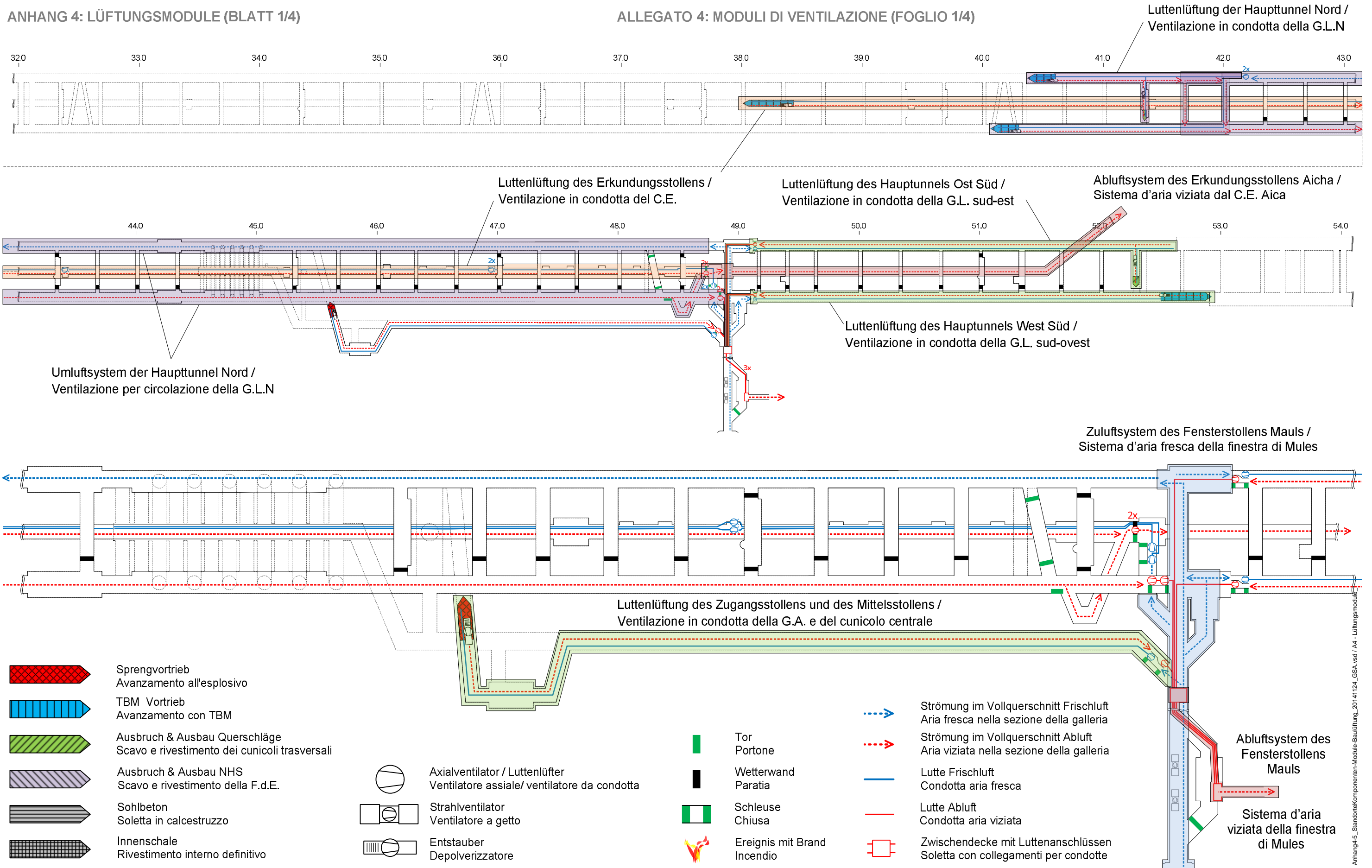
Lüftungsmodul / Modulo di ventilazione	Parameter Parametro	Total totale	LK01	LK02	LK03	LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09	LK10	LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16		
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
			Phase Fase	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Zuluftsystem des Fensterstollens Sistema d'aria fresca per la finestra d'accesso	Referenzquerschnitt / Sezione di riferimento	m ²	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65		
	Sollmenge / Quantità nominale	m ³ /s	148	148	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	107	107	107	107	107	
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	148	148	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	107	107	107	107	107	
	Effektive Luftmenge im Fensterstollen / Quantità d'aria nella finestra d'accesso	m ³ /s	148	148	173	218	240	236	288	268	271	316	313	271	314	319	303	296	326	306	272	223	223	208	211	309	327	224	172	107
	Luftgeschwindigkeit / Velocità d'aria	m/s	2.3	2.3	2.7	3.3	3.7	3.6	4.4	4.1	4.2	4.9	4.8	4.2	4.8	4.9	4.7	4.5	5.0	4.7	4.2	3.4	3.4	3.2	3.2	4.8	5.0	3.4	2.6	1.6
Luttenlüftung des Zugangsstollens, des log. Knotens Trens und des Mittelsstollens Ventilazione in condotta del galleria d'accesso ed intermedio e del nodo log. Trens	Referenzquerschnitt / Sezione di riferimento	m ²																78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		
	Sollmenge ZS - log. Knoten Trens - NHS / Quantità nominale G.A. - nodo log. Trens - F.d.E.	m ³ /s																	56	56	56	56	56	56	56	48	68	65	65	
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s																	56	56	56	56	56	56	56	48	68	65	65	
	Zuluft: Eff. am AV Geförderte Menge (ZS km 3.7) Aria fresca: quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s																	72	72	72	72	72	72	72				72	
	Abluft: Effektiv am AV Geförderte Menge (ZS km 3.7) Aria viziata: quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s																	72	72	72	72	73	73	73	73	140			
	Abluft: Effektiv am AV Geförderte Menge (ZS km 0.45) Aria viziata: quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s																					58	58	58	58			122	
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s																	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.8	1.6	0.9	
Luttenlüftung des Erkundungsstollens Ventilazione in condotta del cunicolo esplorativo	Referenzquerschnitt / Sezione di riferimento	m ²	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8		
	Sollmenge / Quantità nominale	m ³ /s	0.0	0.0	33.9	33.9	33.9	33.9	40.3	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	14.8	14.8	0.0	10.6	10.6	10.6	0.0		
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	11.4	11.4	33.9	33.9	33.9	33.9	40.3	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	14.8	14.8	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4		
	Eff. am ersten AV Geförderte Menge Quantità effettiva di mandata al primo ventilatore	m ³ /s	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	16	16	16	16	16	16			
	Mindestgeschwindigkeit / Velocità minima	m/s	0.5	0.5	1.49	1.49	1.49	1.49	1.77	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.65	0.65	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Luttenlüftung der Haupttunnel Nord, Vortrieb Ost Ventilazione in condotta della G.L.E.N	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1						
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s	0	0	0	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	33	33	33	33	33	33	33	33	0					
	Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.	m ³ /s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	30	30	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	33	33	33	33	33	33	33	33						
	Eff. am AV Geförderte Menge Quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35						
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5						
Luttenlüftung der Haupttunnel Nord, Vortrieb West Ventilazione in condotta della G.L.O.N	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1						
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s	0	0	45	45	60	60	60	60	60	60	60	60	56	33	33	33	33	33	33	33	33	33	8					
	Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.	m ³ /s	0	0	0	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0	0	19	19	19	19	19	19	19						
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	30	30	45	45	80	80	80	80	80	80	80	80	80	75	33	33	52	52	52	52	52	52	33					
	Eff. am AV Geförderte Menge Quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55						
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8						

Lüftungsmodul / Modulo di ventilazione	Parameter Parametro	Phase Fase	Lüftungswerte																														
			LK01		LK02		LK03		LK04		LK05				LK06		LK07				LK08		LK09		LK10		LK11		LK12	LK13	LK14	LK15	LK16
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Beginn Inizio		01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024				
Ende Fine		01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025				
Total totale		148	148	173	218	240	236	288	268	271	316	313	271	314	319	303	296	326	306	272	223	223	208	211	282	327	224	172	107				
Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	59.4	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1				
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	0	0	45	89	124	124	124	124	124	124	124	124	124	116	73	65	84	84	84	84	84	84	84	27	133	131	41				
	Umluft: Effektive Menge im Vortrieb / Ventilazione di circolazione: quantità effettiva d'aria allo scavo	m ³ /s	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	105	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
	Abluft: Rückströmung bis NHS / Aria viziata: flusso di ritorno fino alla F.d.E.	m ³ /s	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	130	130	114	114	114	114	90	123	123	123	207	207	207	207	275	220				
	Abluft: Abzweigung in den ZS / Aria viziata: biforcazione nella galleria d'accesso	m ³ /s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	70	70	70	140	170				
	Abluft: Abzweigung in den Verbindungsstollen zum ES / Aria viziata: biforcazione nel cunicolo di collegamento verso il CE.	m ³ /s	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
	Abluft: Am Ventilator in HTWN geförderte Menge in Abluft Mauls / Aria viziata: Quantità d'aria al ventilatore GLON mandata all'aria viziata Mules	m ³ /s	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	80	80	64	64	64	64	40	73	73	73	87	87	87	87	85	0					
Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.4	1.9	1.9	1.9	3.2	3.2	3.2	3.2	4.2	3.4						
Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	106.6	106.6	106.6																			
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s	0	0	53	0	40	37	53	53	56	60	60	16																			
	Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.	m ³ /s	0	0	0	0	0	0	19	19	19	19	19	19																			
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	33	33	53	33	40	37	72	72	75	80	80	53																			
	Zuluft: Eff. am AV geförderte Menge Aria fresca: Quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s	81	81	81	81	81	81	92	92	92	92	92	92																			
	Abluft: Eff. am AV geförderte Menge Aria viziata: Quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s	0	0	92	0	92	92	92	92	92	92	86	86																			
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	1.24	1.24	1.4	1.24	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.86	0.86	0.86																			
	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-West ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-ovest della finestra d'accesso	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5																			
Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.		m ³ /s	0	0	0	53	0	0	0	0	0	40	37	40																			
Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.		m ³ /s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria		m ³ /s	32.8	32.8	32.8	53.3	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	40.3	37.1	40.3																			
Zuluft: Eff. am AV geförderte Menge Aria fresca: Quantità effettiva di mandata al ventilatore		m ³ /s	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	64	64																			
Abluft: Eff. am AV geförderte Menge Aria viziata: Quantità effettiva di mandata al ventilatore		m ³ /s	0	0	0	48	0	0	48	48	48	48	59	59																			
Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima		m/s	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0																			
Luttenlüftung der Haupttunnel Süd, Vortrieb Ost Ventilazione in condotta della G.L.E.S.		Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²												106.6	106.6	106.6	106.6	106.6														
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s												0	0	0	0	0															
	Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.	m ³ /s												0	0	0	0	0															
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s												53.3	53.3	53.3	53.3	53.3															
	Eff. am AV Geförderte Menge Quantität effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s												87	87	87	87	58															
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s												0.8	0.8	0.8	0.8	0.5															
Luttenlüftung der Haupttunnel Süd, Vortrieb West Ventilazione in condotta della G.L.O.S.	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²												106.6	106.6	106.6	106.6	106.6															
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s												40.3	53.3	60.4	60.4	15.9															
	Sollmenge QS / Quantità nominale C.T.	m ³ /s												0	0	4.24	4.24	4.24															
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s												53.3	53.3	64.6	64.6	53.3															
	Eff. am AV Geförderte Menge Quantität effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s												74	74	74	74	58															
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s												0.7	0.7	0.7	0.7	0.5															

		LK01	LK02	LK03	LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10	LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16			
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Phase	Fase																														
Beginn	Inizio	01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024		
Ende	Fine	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025		
Lüftungsmodul / Modulo di ventilazione	Parameter Parametro	Total totale	148	148	173	218	240	236	288	268	271	316	313	271	314	319	303	296	326	306	272	223	223	208	211	282	327	224	172	107	
Umluftsystem der Haupttunnel Süd Sistema di ricambio d'aria della G.L.S.	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento G.L.	m ²												65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	106.6	106.6											
	Sollmenge HT / Quantità nominale G.L.	m ³ /s												77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	43.4											
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s												77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	53.3											
	Umluft: Effektive Menge im Vortrieb / Ventilazione di circolazione: quantità effettiva d'aria allo scavo	m ³ /s												161	161	161	161	116	0	0											
	Abluft: Rückströmung bis FS (Soll) / Aria viziata: flusso nominale di ritorno fino alla finestra.	m ³ /s												161	161	161	161	116	78	43											
	Abluft: Am Ventilator in HTWN geförderte Menge in Abluft Muls Aria viziata: Quantita' d'aria al ventilatore GLON mandata all'aria viziata Mules	m ³ /s												161	161	161	161	116	80	80											
	Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s												2.5	2.5	2.5	2.5	1.8	0.8	0.8											
Abluftsystem des Erkundungsstollens Aicha Sistema d'aria viziata del cunicolo esplorativo Aicha	Referenzquerschnitt HT / Sezione di riferimento	m ²	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	
	Sollmenge / Quantità nominale	m ³ /s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	
	Erforderliche Luftmenge / Quantità d'aria necessaria	m ³ /s	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	
	Eff. am AV Geförderte Menge Quantità effettiva di mandata al ventilatore	m ³ /s	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		Höchstgeschwindigkeit / Velocità massima	m/s	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
Abluftsystem des Fensterstollens Muls Sistema d'aria viziata del cunicolo esplorativo Mules	Eff. durch die Lutten geförderte Menge Quantità effettiva di mandata attraverso le condotte	m ³ /s	171	171	171	171	171	171	215	215	215	215	215	215	215	215	215	218	215	215	141	198	198	198	198	218	115				

ANHANG 4: LÜFTUNGSMODULE (BLATT 1/4)

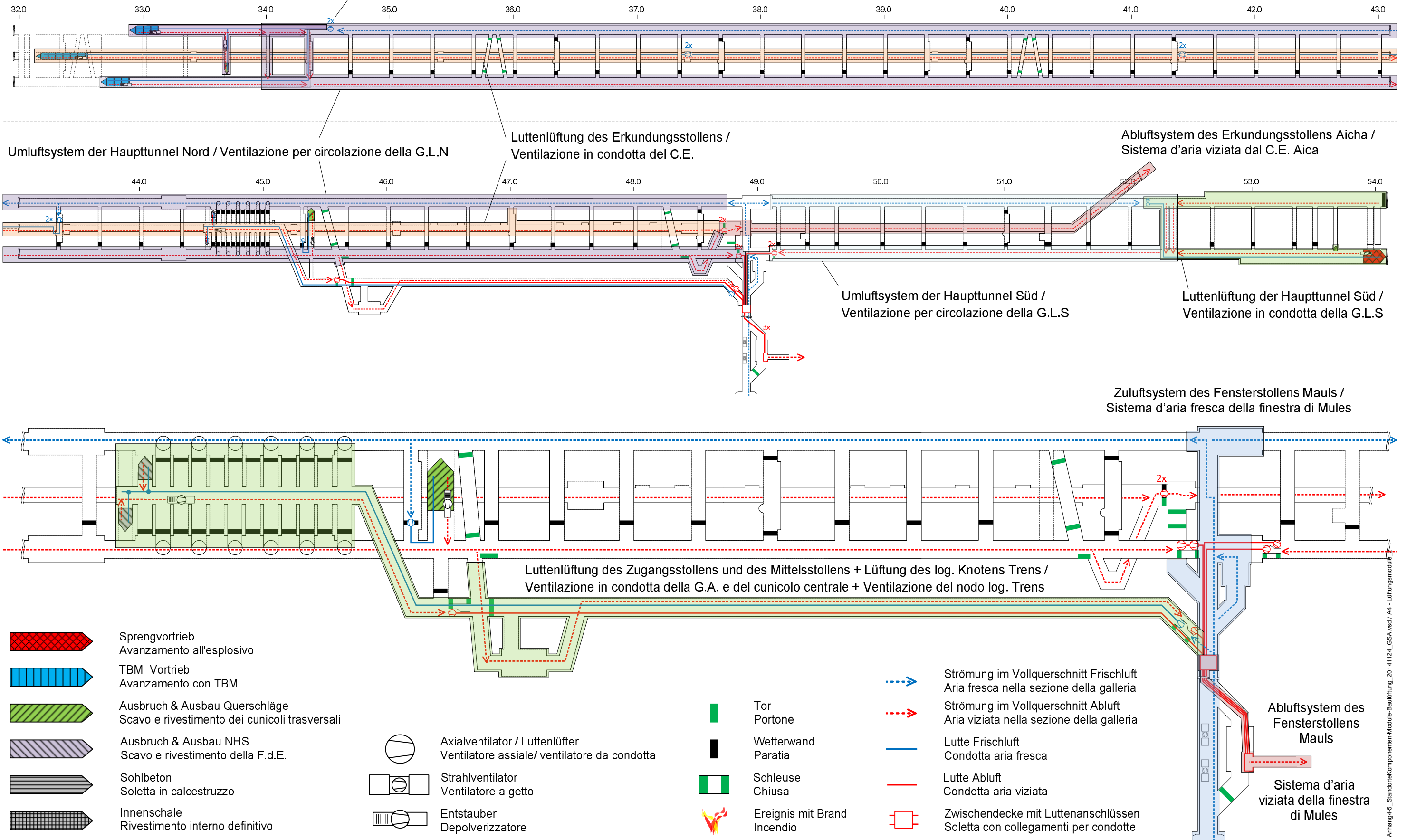
ALLEGATO 4: MODULI DI VENTILAZIONE (FOGLIO 1/4)



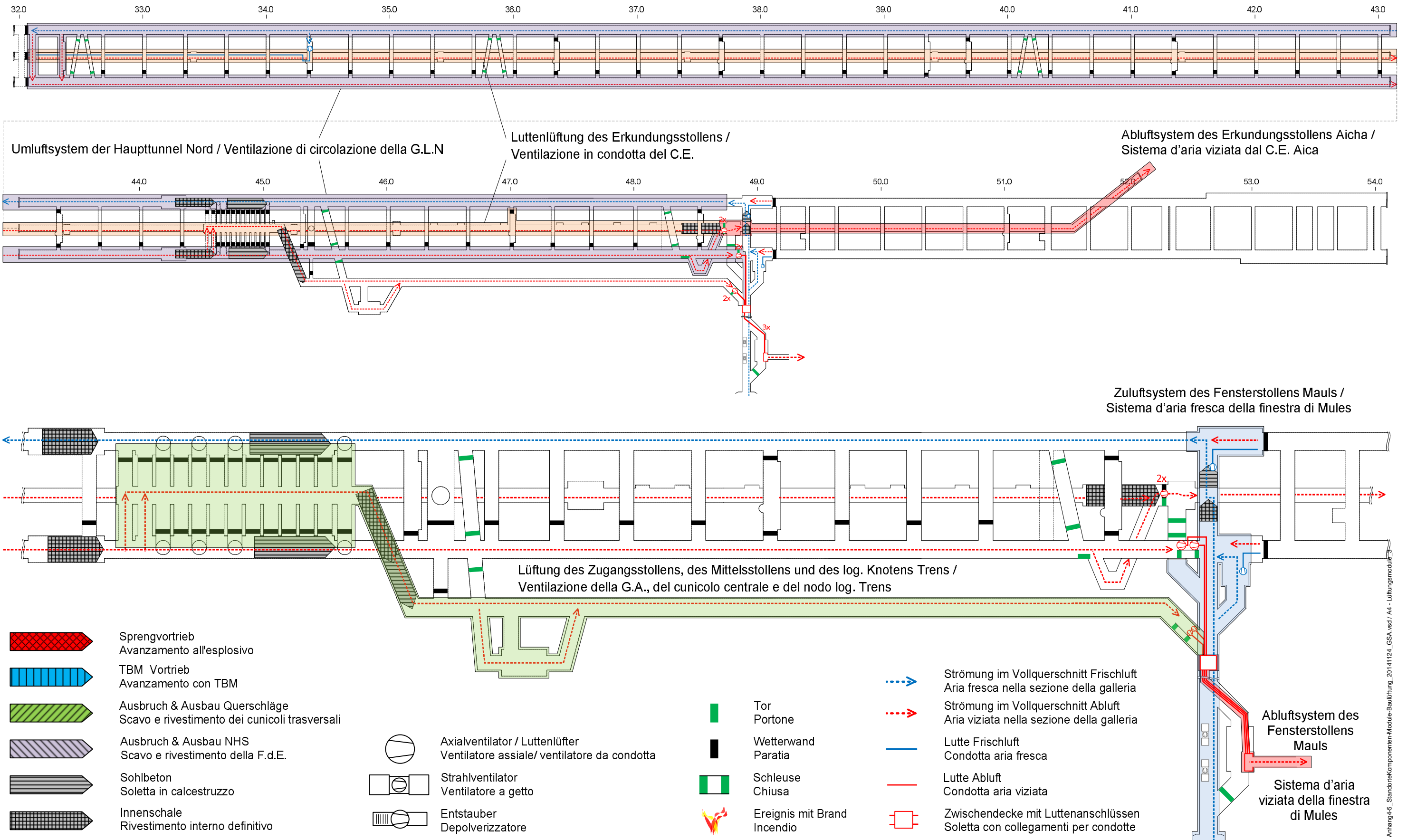
Anhang4-5_StandorteKomponenten-Module-Baulüftung_20141124_GSA.ved / A4 - Lüftungsmodule

ANHANG 4: LÜFTUNGSMODULE (BLATT 2/4)

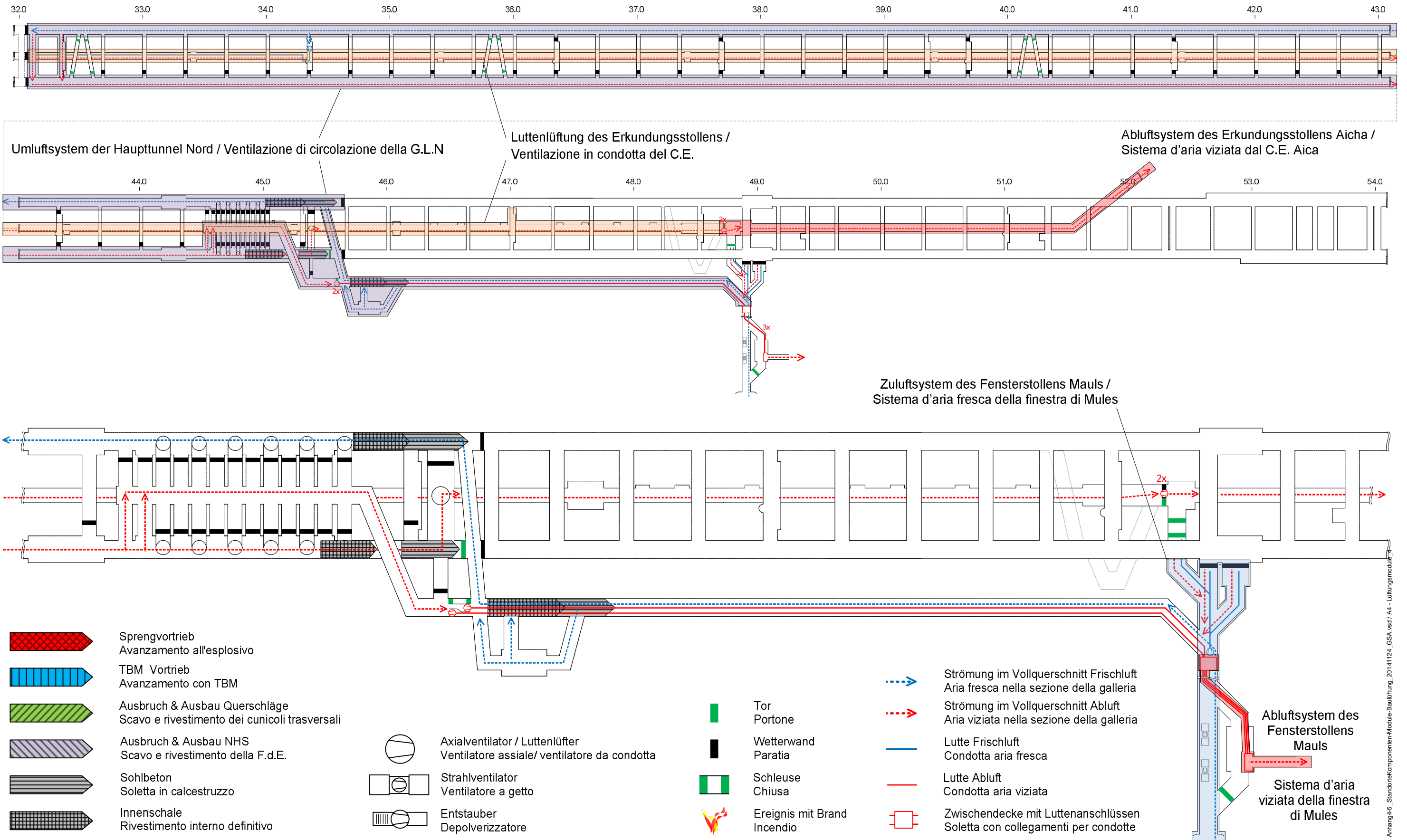
ALLEGATO 4: MODULI DI VENTILAZIONE (FOGLIO 2/4)



Anhang4-5_StandardKomponenten-Module-Baulüftung_20141124_GSA_vect / A4 - Lüftungsmodule



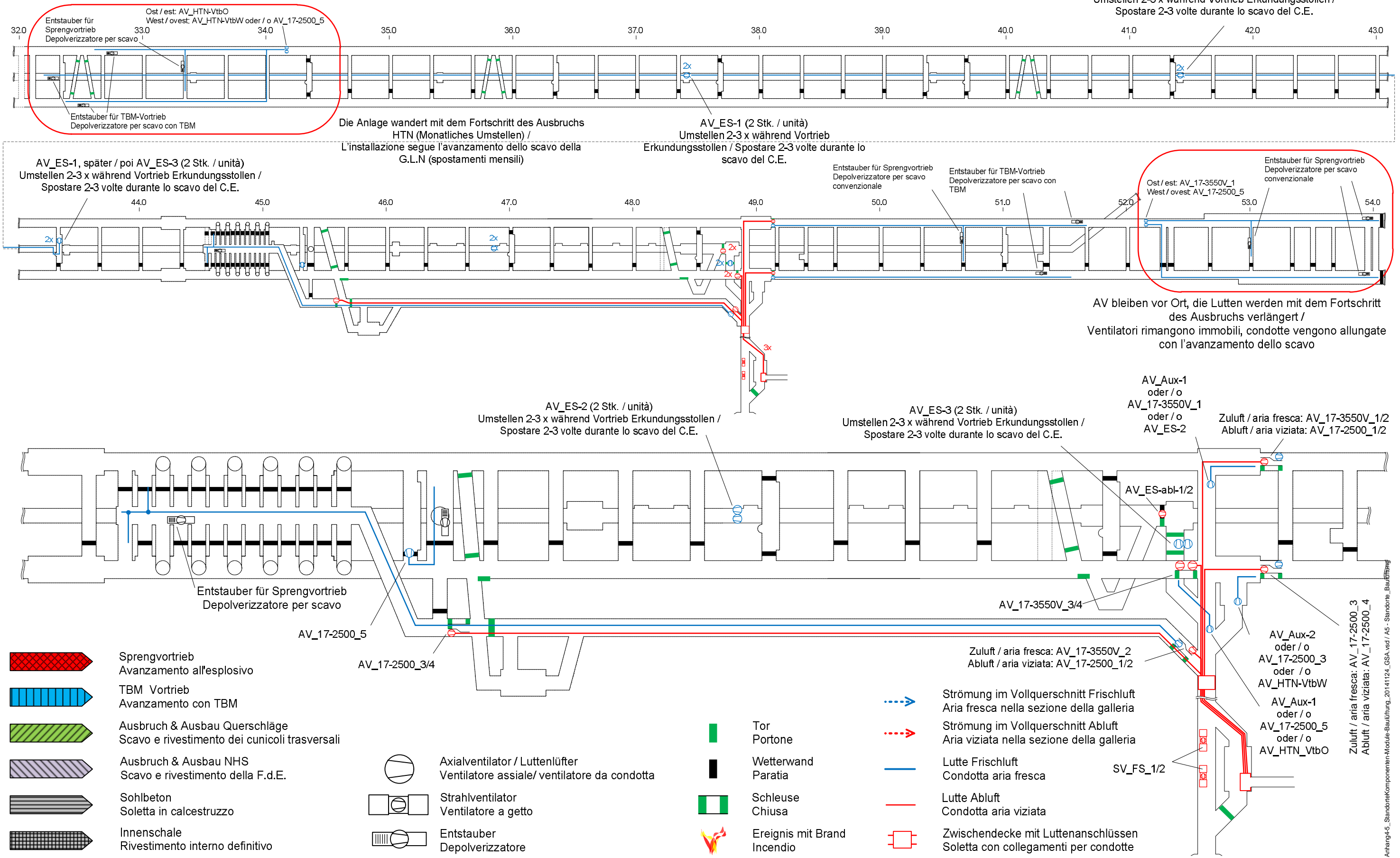
Anhang4-5_StandardKomponenten-Module-Bau/Üftung_20141124_GSA.ved / A4 - Lüftungsmodule



Anhang4-5_StandardKomponenten-Module-Bau/Üftung_20141124_GSA_vsd / A4 - Lüftungsmodule

ANHANG 5: STANDORTE DER VENTILATOREN

ALLEGATO 5: DISPOSIZIONE DEI VENTILATORI



AV_ES-2 (2 Stk. / unità)
Umstellen 2-3 x während Vortrieb Erkundungsstollen /
Spostare 2-3 volte durante lo scavo del C.E.

Die Anlage wandert mit dem Fortschritt des Ausbruchs
HTN (Monatliches Umstellen) /
L'installazione segue l'avanzamento dello scavo della
G.L.N (spostamenti mensili)

AV_ES-1 (2 Stk. / unità)
Umstellen 2-3 x während Vortrieb
Erkundungsstollen / Spostare 2-3 volte durante lo
scavo del C.E.

AV bleiben vor Ort, die Lutten werden mit dem Fortschritt
des Ausbruchs verlängert /
Ventilatori rimangono immobili, condotte vengono allungate
con l'avanzamento dello scavo

AV_ES-2 (2 Stk. / unità)
Umstellen 2-3 x während Vortrieb Erkundungsstollen /
Spostare 2-3 volte durante lo scavo del C.E.

AV_ES-3 (2 Stk. / unità)
Umstellen 2-3 x während Vortrieb Erkundungsstollen /
Spostare 2-3 volte durante lo scavo del C.E.

AV_Aux-1
oder / o
AV_17-3550V_1
oder / o
AV_ES-2
Zuluft / aria fresca: AV_17-3550V_1/2
Abluft / aria viziata: AV_17-2500_1/2

AV_Aux-2
oder / o
AV_17-2500_3
oder / o
AV_HTN-VtbW
AV_Aux-1
oder / o
AV_17-2500_5
oder / o
AV_HTN_VtbO
Zuluft / aria fresca: AV_17-2500_3
Abluft / aria viziata: AV_17-2500_4

Anhang4-5_StandorteKomponenten-Module-Bauliftung_20141124_GSA.ved / A5 - Standorte_Bauführung

Umgebungsbedingung zur Berechnung der Betriebspunktes /
 Condizioni ambientali per il calcolo del punto di funzionamento

20 °C, 930.1 mbar (716 m.ü.M. / m.s.l.m.)

1. Ventilatorauslegung / Dimensionamento dei ventilatori			Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetti di ventilazione e fasi di lavoro																											
			LK01		LK02	LK03		LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10		LK11			LK12	LK13	LK14
Ventilator	Ort	Kennzahl	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Ventilatore	Luogo	Indice	01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024
			01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025
AV_17-3550V_1	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	AV_HTOS-Zul (einzeln / singolo) Ast B / Ramo B						AV_HTOS-Zul (in Reihe / in serie) HTO km 49.1 / G.L.E km 49.1						AV-HTS-VtbO HTOS km 51.5 / G.L.E.S. km 51.5				In Reihe mit / in serie a AV_17-3550V_2											
AV_17-3550V_2	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]							In Reihe mit / in serie a AV_17-3550V_1										AV_ZS-Zul ZS km 3.77 / G.A. km 3.77											
AV_17-3550V_3/4	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	AV-HTWN-Abl (in Reihe / in serie) HTW km 48.8 / G.L.O km 48.8																											
AV_17-2500_1	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]					AV_HTOS-Abl MK O / C.M.E.				AV_HTOS-Abl HTO km 49.1 / G.L.E km 49.1				AV-HTWS-Abl HTW km 49.1 / G.L.O km 49.1				AV_ZS-Abl ZS km 3.77 / G.A. km 3.77										AV_ZS-Zul km 0.45 ZS / G.A. km 3.77	
AV_17-2500_2	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]					In Reihe mit / in serie a AV17-2500_1				In Reihe mit / in serie a AV17-2500_1				Parallel zu / parallelo a AV17-2500_1				In Reihe mit / in serie a AV17-2500_1										Parallel zu parallelo a AV_17-2500_1	
AV_17-2500_3	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	AV-HTWS-Zul Log. Kaverne / Camerone logistico										AV-HTWS-Zul HTW / G.L.O km 49.1		AV-HTWS-Abl HTW km 49.1 / G.L.O km 49.1				AV_Spül MK HTO		AV_ZS-Abl ZS km 0.45 / G.A. km 0.45				AV_Spül Fusspunkt Mauls / punto base Mules					
AV_17-2500_4	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]					MK W / C.M.O.				AV-HTWS-Abl HTW km 49.1 / G.L.E km 49.1				In Reihe mit / in serie a AV17-2500_3				Parallel zu / parallelo a		AV_Spül MK HTW		In Reihe mit / in serie a AV17-2500_3							

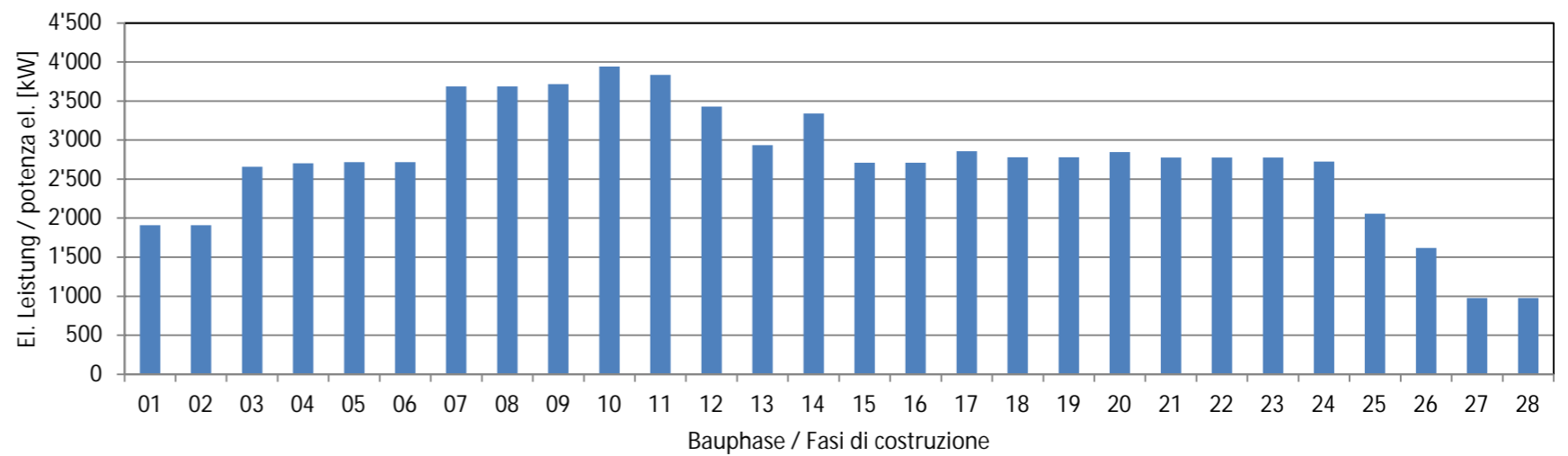
		Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetto di ventilazione e fasi di lavoro																																						
Ventilator Ventilatore	Ort Luogo	Kennzahl Indice	LK01	LK02	LK03	LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10	LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16											
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28										
			01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024										
AV_17-2500_5	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	AV_HTN-VtbW HTON beweglich / G.L.E.N mobile												AV_HTS-VtbW HTOS km 51.5 / G.L.E.S. km 51.5					AV_Spül Ast A / Ramo A C.T. 45/2 Ast A / Ramo A C.T. 5																				
AV_HTN-VtbO	Vortrieb HTON Fronte scavo GLEN	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950											
AV_HTN-VtbW	Vortrieb HTWN Fronte scavo GLON	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	Während Phase des Sprengvortriebs siehe oben / Durante la fase con scavo in tradizionale, vedi sopra												1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390	1'390
AV_ES-3	In Schleuse in Ast A oder in einem QS Typ 2 / In chiusa nel ramo A o nel CT tipo 2	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130	2'130											
AV_ES-2	Logistische Kaverne Camerone logistico	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]							2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050	2'050											
AV_ES-1	Logistische Kaverne Camerone logistico	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]							1'320						1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320	1'320												
AV_ES-Abl-1/2	Abluftventilatoren in ES bei km 10.5 / Ventilatori d'aria viziata nel CE vicino a km 10.5	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615	1'615											
SV_FS-1/2	Strahlventilator, im Gewölbe montiert / Ventilatore a getto in calotta	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]																																						
AV_Aux-1/2/3	Spühlventilator, vielseitig einsetzbar / Ventilatore per ricambio d'aria, di facile impiego	Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	An diversen Orten einsetzbar / impiegabile in luoghi diversi																																					

2. Entstauber / Depolverizzatore			Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetto di ventilazione e fasi di lavoro																													
			LK01		LK02	LK03		LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10		LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16
Ventilator	Ort	Kennzahl	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Ventilatore	Luogo	Indice	01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024		
			01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025		
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	HTWN / G.L.O.N.																													
					60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
					224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224		
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	HTON / G.L.E.N.																													
						60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
						224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224		
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]			HTOS / G.L.E.S.	HTWS / G.L.O.S.							HTOS / G.L.E.S.					HTWS / G.L.O.S.			ZS / G.A.											
					60	60							60	60				60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
					224	224							224	224				224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
EST_SVT_ES	Sprengvortrieb ES / Scavo tradizionale C.E.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	ES / C.E.																													
			27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
			182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182		
EST_SVT_QS	QS-Ausbruch / scavo C.T.	Q [m³/s] P _{el} [kW]									27	27	27	27	27					27					27	27	27	27	27	27	27	
											182	182	182	182	182					182					182	182	182	182	182	182	182	
EST_SVT_QS	QS-Ausbruch / Scavo C.T.	Q [m³/s] P _{el} [kW]									27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27		
											182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182		

3. Stromverbrauch Baulüftung / Consumo energetico ventilazione in fase di costruzione

Leistungsverlauf Gesamt	P _{el} [kW]	1'908	1'908	2'657	2'702	2'717	2'717	3'686	3'686	3'716	3'941	3'836	3'430	2'935	3'341	2'710	2'710	2'856	2'780	2'780	2'845	2'775	2'775	2'775	2'723	2'056	1'617	977	977	
Sviluppo potenza totale																														
Stromverbrauch	W _{el} [MWh]	4'432	2'234	1'582	2'386	4'748	1'617	6'370	7'573	6'564	4'615	17'896	1'976	3'437	7'761	1'561	3'174	11'789	25'944	4'911	2'458	2'451	3'303	4'742	19'086	4'855	3'788	3'414	3'452	
Consumo energetico																														

Auslastungsfaktor	[-]	0.8
Fattore di carico		
Total el. Arbeit / Totale lavoro elettrico	[MWh]	168'120



4. Spezifikation der Ventilatoren und der Entstauber / Specifica dei ventilatori e dei depolverizzatore

Ventilator Ventilatore	Ort Luogo	Kennzahl Indice	Bemessender Betriebspunkt Punto di funzionamento di progetto	Ventilatorvorschlag / proposta di ventilatore					Leistung / Potenza		Lüftungsklappe / Botole			Einsatzdauer Durata di attività [Monate/mesi]
				Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Numero	Einbauweise Modo d'installazione	Explosionsschutz Protezione antideflagrante	Nenn- Nominale [kW]	Anschluss Raccordo [kW]	Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Numero	
AV_17-3550V_1	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	4'560.0 90.0 570.0	Korfmann	AL 17-3550V	1	Einzel od. in Reihe singolo o in serie	ohne senza	355	360	Korfmann	ASP A 17	1	88.0
AV_17-3550V_2	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	3'680.0 72.0 370.0	Korfmann	AL 17-3550V	1	Einzel od. in Reihe singolo o in serie	ohne senza	355	285	-	-	-	66.5
AV_17-3550V_3/4	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	4'700.0 87.0 565.0	Korfmann	AL 17-3550V	2	in Reihe in serie	ohne senza	710	565	Korfmann	ASP A 17	1	192.0
AV_17-2500_1	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	3'680.0 72.0 370.0	Korfmann	AL 17-2500	1	in Reihe o. parallel in serie o parallelo	ohne senza	250	245	Korfmann	ASP A 17	1	100.5
AV_17-2500_2	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'470.0 71.0 245.0	Korfmann	AL 17-2500	1	in Reihe o. parallel in serie o parallelo	ohne senza	250	245	-	-	-	102.0
AV_17-2500_3	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'440.0 81.0 275.0	Korfmann	AL 17-2500	1	einzel, in Reihe o. parallel / singolo, in serie o parallelo	ohne senza	250	220	Korfmann	ASP A 17	1	108.0
AV_17-2500_4	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'920.0 81.0 215.0	Korfmann	AL 17-2500	1	einzel, in Reihe o. parallel / singolo, in serie o parallelo	ohne senza	250	165	Korfmann	ASP A 17	1	76.9

Ventilator Ventilatore	Ort Luogo	Kennzahl Indice	Bemessender Betriebspunkt Punto di funzionamento di progetto	Hersteller Costruttore	Ventilatorvorschlag / proposta di ventilatore			Explosionsschutz Protezione antideflagrante	Leistung / Potenza		Lüftungsklappe / Botole			Einsatzdauer Durata di attività [Monate/mesi]
					Typ Tipo	Anzahl Numero	Einbauweise Modo d'installazione		Nenn- Nominale [kW]	Anschluss Raccordo [kW]	Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Numero	
AV_17-2500_5	Beweglich Mobile	Funktion / ruolo Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'010.0 85.0 240.0	Korfmann	AL 17-2500	1	einzel singolo	ohne senza	250	240	-	-	-	88.0
AV_HTN-VtbO	Vortrieb HTON Fronte scavo GLEN	Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'110.0 50.0 155.0	Korfmann	AL 16-1600	1	einzel singolo	ohne senza	160	155	-	-	-	108.0
AV_HTN-VtbW	Vortrieb HTWN Fronte scavo GLON	Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'110.0 50.0 155.0	Korfmann	AL 16-1600	1	einzel singolo	ohne senza	160	155	-	-	-	75.0
AV_ES-3	In Schleuse in Ast A oder in einem QS Typ 2 / In chiusa nel ramo A o nel CT tipo 2	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'130.0 25.0 75.0	Korfmann	dGAL 12-450/450	2	parallel parallelo	EX I M2	180	150	Korfmann	ASP A 12 EX I	2	192.0
AV_ES-2	Logistische Kaverne Camerone logistico	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'130.0 25.0 75.0	Korfmann	dGAL 12-450/450	2	parallel parallelo	EX I M2	180	150	-	-	-	167.0
AV_ES-1	Logistische Kaverne Camerone logistico	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	2'130.0 25.0 75.0	Korfmann	dGAL 12-450/450	2	parallel parallelo	EX I M2	180	150	-	-	-	146.0
AV_ES-AbI-1/2	Abluftventilatoren in ES bei km 10.5 / Ventilatori d'aria viziata nel CE vicino a km 10.5	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'615.0 130.6 300.0	Korfmann	dAL 16-1600	4	2x2 in Reihe 2x2 in serie	EX I M2	640	300	Korfmann	ASP A 16 EX I	2	384.0
SV_FS-1/2	Strahlventilator, im Gewölbe montiert / Ventilatore a getto in calotta	Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	0.0 0.0 37.0	Howden	APA 1000 / 403	4	paarweise a coppie	ohne senza	148	148	-	-	-	432.1
AV_Aux-1/2/3	Spühlventilator, vielseitig einsetzbar / Ventilatore per ricambio d'aria, di facile impiego	Ort / Luogo Dp [Pa] Q [m³/s] P _{el} [kW]	1'900.0 20.0 75.0	Korfmann	ESN 9-750	3	einzel singolo	ohne senza	225	225	-	-	-	324.1

Ventilator Ventilatore	Ort Luogo	Kennzahl Indice	Bemessender Betriebspunkt Punto di funzionamento di progetto	Ventilator / Ventilatore			Entstauber / Depolverizzatore				Lüftungsklappe / Botole			Einsatzdauer Durata di attività [Monate/mesi]
				Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Numero	Typ Tipo	Explosionsschutz Protezione antideflagrante	Anzahl Numero [kW]	Nenn- leistung Potenza nominale [kW]	Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Numero	
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	- - -	Korfmann	GAL 12-550/550	2	HTKK 1/1000-2	ohne senza	2	224	-	-	-	66.0
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	- - -	Korfmann	GAL 12-550/550	2	HTKK 1/1000-2	ohne senza	2	224	-	-	-	63.9
EST_SVT-HT	Sprengvortrieb HT und ZS / Scavo tradizionale G.L. e G.A.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	- - -	Korfmann	GAL 12-550/550	2	HTKK 1/1000-2	ohne senza	2	224	-	-	-	131.0
EST_SVT_ES	Sprengvortrieb ES / Scavo tradizionale C.E.	Ort / Luogo Q [m³/s] P _{el} [kW]	- - -	Korfmann	dESN 9-450	4	HTKS 1/800	EX I M2	2	182	-	-	-	277.9
EST_SVT_QS	QS-Ausbruch / scavo C.T.	Q [m³/s] P _{el} [kW]	- -	Korfmann	ESN 9-450	4	HTKS 1/800	ohne senza	2	182	-	-	-	229.8
EST_SVT_QS	QS-Ausbruch / Scavo C.T.	Q [m³/s] P _{el} [kW]	- -	Korfmann	ESN 9-450	4	HTKS 1/800	ohne senza	2	182	-	-	-	146.0

5. Inventar der Ventilatoren / Inventario dei ventilatori

Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Quantità	EX-Schutz Protezione EX	Gesamte Einsatzdauer Durata totale di attività	System Sistema
Howden	APA 1000 / 403	4	ohne senza	432.1 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	AL 17-3550V	4	ohne senza	346.4 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	AL 17-2500	5	ohne senza	475.5 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	AL 16-1600	2	ohne senza	183.1 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	dAL 16-1600	4	EX I M2	384.0 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	dGAL 12-450/450	6	EX I M2	505.0 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	ESN 9-750	3	ohne senza	324.1 Monate / mese	Lüftung Ventilazione
Korfmann	GAL 12-550/550	6	ohne senza	260.9 Monate / mese	Entstaubung Depolverizzazione
Korfmann	ESN 9-450	8	ohne senza	375.9 Monate / mese	Entstaubung Depolverizzazione
Korfmann	dESN 9-450	4	EX I M2	277.9 Monate / mese	Entstaubung Depolverizzazione

6. Inventar der Entstauber / Inventario dei depolverizzatori

Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Quantità	EX-Schutz Protezione EX	Gesamte Einsatzdauer Durata totale di attività
CFT	HTKK 1/1000-2	6	ohne senza	260.9 Monate / mesi
CFT	HTKK 1/1000-2	0	EX I M2	0.0 Monate / mesi
CFT	HTKS 1/800	4	ohne senza	375.9 Monate / mesi
CFT	HTKS 1/800	2	EX I M2	277.9 Monate / mesi

7. Inventar der Lüftungsklappen / Inventario delle botole					8. Gesamte Leistung / Potenza totale	
Hersteller Costruttore	Typ Tipo	Anzahl Quantità	EX-Schutz Protezione EX	Nenn-leistung Potenza nominale [kW]	Anschluss- leistung / Potenza di collegamento [kW]	
Korfmann	ASP A 17	5	ohne senza	5'051	4'331	
Korfmann	ASP A 16 EX I	2	EX I M2			
Korfmann	ASP A 12 EX I	2	EX I M2			

1. Luttenbedarf nach Lüftungsmodul und Phase / Fabbisogno di condotte sulla base delle moduli di ventilazione e delle fasi di costruzione

Pos.	Lüftungsmodul / Modulo di ventilazione	Lüftungsstrang Condotte	Kennzahl Indice	Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetti di ventilazione e fasi di costruzione																																															
				LK01		LK02		LK03		LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10		LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16																	
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																				
1		Luttenlüftung Zuluft Ventilazione d'aria fresca in condotta	Klasse / classe																									F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2									F2	F2							
			n _{stränge}																									1	1	1	1	1	1	1									1	1							
			D _{lutte} [m]																									2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5									2.5	2.5							
			L _{lutte} [m]																									4'460	4'460	4'460	4'460	4'460	4'460	4'460									4'460	4'460							
2	Luttenlüftung des Zugangsstollens und des Mittelsstollens Ventilazione in condotta della galleria d'accesso e del cunicolo centrale	Luttenlüftung Abluft Ventilazione d'aria viziata in condotta	Klasse / classe																									F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2									F2	F2							
			n _{stränge}																									1	1	1	1	1	1	1									1	1							
			D _{lutte} [m]																									2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5									2.5	2.5							
			L _{lutte} [m]																									100	100	100	100	100	100	100									100	100							
3		Luttenlüftung des Zugangsstollens und des Mittelsstollens Ventilazione in condotta della galleria d'accesso e del cunicolo centrale	Klasse / classe																																					F2	F2	F2	F2								
			n _{stränge}																																					1	1	1	1								
			D _{lutte} [m]																																					2.5	2.5	2.5	2.5								
			L _{lutte} [m]																																					3'355	3'355	3'355	3'355								
4	Luttenlüftung des Erkundungsstollens Ventilazione in condotta del cunicolo esplorativo	Luttenlüftung Abschnitt 3 Ventilazione in condotta, Settore 3	Klasse / classe	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1																						
			n _{stränge}	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																					
			D _{lutte} [m]	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6																					
			L _{lutte} [m]	2'890	2'890	2'890	2'890	2'890	2'890	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	1'950	2'274	2'275	2'275	2'275	2'275	2'275																				
5	Luttenlüftung des Erkundungsstollens Ventilazione in condotta del cunicolo esplorativo	Luttenlüftung Abschnitt 2 Ventilazione in condotta, Settore 2	Klasse / classe													F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1																			
			n _{stränge}													2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																			
			D _{lutte} [m]													1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6																			
			L _{lutte} [m]													3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990	3'990																			
6	Luttenlüftung des Erkundungsstollens Ventilazione in condotta del cunicolo esplorativo	Luttenlüftung Abschnitt 1 Ventilazione in condotta, Settore 1	Klasse / classe													F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1																			
			n _{stränge}													2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																			
			D _{lutte} [m]													1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6																			
			L _{lutte} [m]													5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310	5'310																			
7	Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	Vortrieb Ost Fronte est	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2																						
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																					
			D _{lutte} [m]	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2																					
			L _{lutte} [m]	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010																				
8	Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	Vortrieb West Fronte ovest	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2																						
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
			D _{lutte} [m]	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6																					
			L _{lutte} [m]	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237																					
9	Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	Vortrieb West Fronte ovest	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2																						
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
			D _{lutte} [m]	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4																					
			L _{lutte} [m]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100																					
10	Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	QS-Lüftung ventilazione dei C.T.	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2																							
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
			D _{lutte} [m]	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2																					
			L _{lutte} [m]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60																					
11	Umluftsystem der Haupttunnel Nord Sistema di ricambio d'aria della G.L.N.	Abluft der Weströhre Aria viziata galleria ovest	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2																							
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
			D _{lutte} [m]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5																					
			L _{lutte} [m]	404	404	404	404	404	404	404	404	404	404	404.0	404.0	404	404	404	404	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0																					

Pos.	Lüftungsmodul / Modulo di ventilazione	Lüftungsstrang Condotte	Kennzahl Indice	Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetti di ventilazione e fasi di costruzione																																	
				LK01		LK02		LK03		LK04		LK05				LK06		LK07				LK08		LK09		LK10		LK11		LK12	LK13	LK14	LK15	LK16			
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
12		TBM-Strecke Ost Tratto con fresa est	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F1	F1	F1	F1	F1	F1																						
			n _{stränge}	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
			D _{lutte} [m]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6																				
			L _{lutte} [m]	358	358	358	358	358	358	3'546	3'546	3'546	3'546	3'546	3'546	3'546																					
13		TBM-Strecke Ost Tratto con fresa est	Klasse / classe													F2	F2																				
			n _{stränge}													-	1	1																			
			D _{lutte} [m]													2.6	2.6																				
			L _{lutte} [m]													1'356	1'356																				
14	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	QS-Lüftung ventilazione degli C.T.	Klasse / classe					F2	F2	F2	F2	F2	F2																								
			n _{stränge}					1	1	1	1	1	1	1																							
			D _{lutte} [m]					1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4																							
			L _{lutte} [m]					60	60	60	60	60	60	60	60																						
15	Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Abluft der Oströhre Aria viziata galleria est	Klasse / classe			F2			F2	F2	F2	F2	F2	F2																							
			n _{stränge}			1			1	1	1	1	1	1	1	1																					
			D _{lutte} [m]			2.5			2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5																					
			L _{lutte} [m]			540			540	540	540	540	540	540	540	540	540																				
16	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	TBM-Strecke West Tratto con fresa ovest	Klasse / classe	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F1	F1																						
			n _{stränge}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																					
			D _{lutte} [m]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.6	2.6																				
			L _{lutte} [m]	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	3799	3799																					
17	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Abluft der Weströhre Aria viziata galleria ovest	Klasse / classe					F2					F2	F2	F2																						
			n _{stränge}					1					1	1	1																						
			D _{lutte} [m]					2.5					2.5	2.5	2.5																						
			L _{lutte} [m]					475					475	475	475																						
18	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Sprengvortrieb Ost Scavo all'esplosivo	Klasse / classe													F2	F2	F2	F2	F2																	
			n _{stränge}													1	1	1	1	1																	
			D _{lutte} [m]													2.6	2.6	2.6	2.6	2.6																	
			L _{lutte} [m]													2'600	2'600	2'600	2'600	1'900																	
19	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	QS-Lüftung ventilazione degli C.T.	Klasse / classe													F2	F2	F2	F2	F2																	
			n _{stränge}													1	1	1	1	1																	
			D _{lutte} [m]													1.4	1.4	1.4	1.4	1.4																	
			L _{lutte} [m]													60	60	60	60	60																	
20	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Sprengvortrieb Ost Scavo all'esplosivo	Klasse / classe													F2	F2	F2	F2	F2																	
			n _{stränge}													1	1	1	1	1																	
			D _{lutte} [m]													2.6	2.6	2.6	2.6	2.6																	
			L _{lutte} [m]													2'619	2'619	2'619	2'619	1'922																	
21	Luttenlüftung des Haupttunnels Süd-Ost ab FS Ventilazione in condotta della G.L. a sud-est della finestra d'accesso	Abluft der Weströhre Aria viziata della G.L. ovest	Klasse / classe													F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2															
			n _{stränge}													2	2	2	2	2	2	2															
			D _{lutte} [m]													2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5															
			L _{lutte} [m]													475	475	475	475	475	475	475															
22	Luttenlüftung Querkaferne, log. Stollen Trens und Fusspunkt Mauls Ventilazione in condotta del cunicolo trasversale, cunicolo logistico Trens e rami Mules		Klasse / classe																			F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2						
			n _{stränge}																			4	3	3	3	4	3	3	1	1							
			D _{lutte} [m]																			2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0						
			L _{lutte} [m]																			350	350	350	350	350	350	350	350	350	350						
23	Luttenlüftung Querkaferne, log. Stollen Trens und Fusspunkt Mauls Ventilazione in condotta del cunicolo trasversale, cunicolo logistico Trens e rami Mules	Abluftsystem des Fensterstollens Mauls Sistema d'aria viziata della finestra di Mules	Klasse / classe	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1							
			n _{stränge}	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
			D _{lutte} [m]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5						
			L _{lutte} [m]	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431	1'431						

2. Luttenstatistik nach Klasse, Durchmesser und Phase / Computo delle condotte diviso per classe, diametro e fase

Luttenklasse Classe di condotta	D _{lutte} [m]	Luttenlänge / lunghezza delle condotte																												
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
F1	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F1	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F1	1.6	5'780	5'780	5'780	5'780	5'780	5'780	11'880	11'880	11'880	11'880	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	22'500	4'548	4'550	4'550	4'550	4'550	4'550	0	0	
F1	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F1	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	4'347	0	0	0	
F1	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F1	2.5	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	4'294	0	
F1	2.6	0	0	0	0	0	0	3'546	3'546	3'546	3'546	7'345	7'345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	1.2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	1.4	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	60	60	120	120	120	120	120	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	
F2	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	2.0	716	716	716	716	716	716	358	358	358	358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1'400	1'050	1'050	1'050	1'400	1'050	1'050	350	350	
F2	2.2	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	2'010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	2.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F2	2.5	404	404	944	879	944	944	944	944	944	944	1'419	1'419	1'419	1'354	1'354	1'354	1'354	1'354	5'914	5'914	4'964	8'319	8'319	8'319	8'319	604	6'710	4'460	4'460
F2	2.6	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	2'237	3'593	3'593	5'219	5'219	5'219	5'219	3'822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3. Luttenstatistik nach Durchmesser und Klasse / Computo delle condotte per diametro e classe

Durchmesser [mm]	Klasse	
	F1	F2
1200	0.0	60.0
1400	0.0	120.0
1600	22'500.0	0.0
2000	0.0	1'400.0
2200	4'347.0	2'010.0
2400	0.0	100.0
2500	4'293.6	8'319.0
2600	7'345.0	5'219.0

1. Bedarf der Abschlüsse nach Lüftungskonzept und Bauphase / Fabbisogno di organi di chiusura sulla base delle concetti di ventilazione e delle fasi di costruzione

Pos.	Wetterwand, Tor, Schleuse Paratie, Porta, Chiusa	Ort Luogo	Typ Tipo	Einsatzdauer Durata di attività [Monate / mese]	Max. Anzahl numero maximale [-]	Lüftungskonzepte und Bauphasen / Concetti di ventilazione e fasi di costruzione																													
						LK01	LK02	LK03	LK04		LK05				LK06		LK07				LK08	LK09		LK10	LK11			LK12	LK13	LK14	LK15	LK16			
						01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
						01.01.2016	01.05.2016	01.07.2016	01.08.2016	16.09.2016	16.12.2016	16.01.2017	16.04.2017	01.08.2017	01.11.2017	01.01.2018	01.09.2018	01.10.2018	01.12.2018	01.04.2019	01.05.2019	01.07.2019	01.02.2020	01.06.2021	01.09.2021	16.10.2021	01.12.2021	01.02.2022	01.05.2022	01.05.2023	01.09.2023	01.01.2024	01.07.2024	01.01.2025	
1	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	HTWN, km 48.9 G.L.O.N., km 48.9	1	92.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
2	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	HTOS, km 49.1 G.L.E.S., km 49.1	1	20.5	1							1	1	1	1	1																			
3	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	HTWS, km 49.1 G.L.O.S., km 49.1	1	44.0	1											1	1	1	1	1	1	1	1	1											
4	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	Ast A Ramo A	1	108.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	ZS, km 3.77 G.A., km 3.77	1	50.0	1																	1	1	1	1	1	1	1	1						
6	Lüftungsschleuse Chiusa di ventilazione	ZS, km 0.45 G.A., km 0.45	1	22.5	1																					1	1	1	1		1				
7	Lüftungstor mit AV Portone di ventilazione con ventilatore	ES, km 10.5 C.E., km 10.5	2	108.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Lüftungstor Portone di ventilazione	HTWN, km 45.5 G.L.O.N., km 45.5	3	76.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
9	Lüftungstor Portone di ventilazione	HTWN, km 48.37 G.L.O.N., km 48.37	3	24.0	1																					1	1	1	1	1	1				
10	Lüftungstor Portone di ventilazione	ZS und HTN G.A. e G.L.N.	3	22.5	1																					1	1	1	1		1				
11	Lüftungstor Portone di ventilazione	Lüftungskaverne Camerone di ventilazione	3	96.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Verkehrsschleuse Chiusa di traffico	Logistische stollen Cunicoli logistici	4	339.4	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	8	8	8	7	7	6					
13	Wetterwände Paratie	HT, FS und QS Typ 5 G.L., F.d.M. e C.T. Tipo 5	5	222.3	7											1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	6	7	3	3		
14	Wetterwände Paratie	QS Typ 1, 2, 3, 4 C.T. Tipo 1, 2, 3, 4	6	2947.8	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	11	11	11	11	23	50	50	35	40	40	40	66	67	67	2	2			
15	Wetterwände Paratie	ES, km 32.09 C.E., km 32.09	6	26.5	1																					1	1	1	1	1	1				
16	Wetterwände Paratie	QS Typ 1, 2, 3, 4 C.T. Tipo 1, 2, 3, 4	7	949.3	12	3	3	3	3	3	3	8	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1			

2. Zusammenfassung der Abschlüsse / Sommario degli organi di chiusura

Typ	Beschreibung	Anzahl	Bemerkung	Pos. im Leistungsverzeichnis (Kosten)
Tipo	Descrizione	Numero	Osservazione	Pos. nel computo metrico
1	Lüftungsschleuse, > 40 m ² , Differenzdruck ± 6'000 Pa, inkl. 2 Tore und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung / Chiuse per ventilazione, > 40 m ² , tenuta ± 6'000 Pa incl. portone e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	6		PO.V04 - Pos. 1
2	Wetterwand für Axialventilatoren, > 40 m ² , Differenzdruck ± 6'000 Pa, inkl. Tor und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung / Paratia per ventilatore assiale, > 40 m ² , tenuta ± 6'000 Pa incl. portone e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	1		PO.V04 - Pos. 2
3	Wetterwand, einfach, > 40 m ² , Differenzdruck ± 6'000 Pa, inkl. Tor und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung / Paratia, semplice, > 40 m ² , tenuta ± 6'000 Pa incl. portone e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	4		
4	Verkehrsschleuse, > 40 m ² , Differenzdruck ± 6'000 Pa, inkl. 2 Wände mit je 1 Tor und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung / Chiusa per traffico, > 40 m ² , tenuta ± 6'000 Pa incl. 2 paratie a 1 portone e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	8		
5	Wetterwand, provisorisch, > 40 m ² , als Holzverschlag / Paratia per ventilazione, provvisoria, > 40 m ² , in legno	7	Insgesamt sind 108 Standorte für provisorische oder dauerhafte Abschlüsse zwischen den Haupttunnel vorhanden. Abzüglich der 12 stärkeren Wände im Bereich des Fusspunkts (Pos. 7) und unter der Annahme, dass die Verschlüsse nicht wieder verwertet werden, sind insgesamt 96 provisorische Holzverschlüsse notwendig. Die Anzahl links ist die höchste Anzahl Holzverschlüsse, welche gleichzeitig stehen. / Globalmente vi sono 108 posizioni per partizioni provvisorie o di lunga durata fra le gallerie di linea. Tolate le 12 partizioni più resistenti presso il punto di base (Pos. 7) ed assumendo che quelle provvisorie in legno non vengano riutilizzate, sono necessarie 96 paratie temporanee in legno. La quantità mostrata a sinistra rappresenta il più grande numero di paratie provvisorie contemporaneamente erette.	PO.V04 - Pos. 5
6	Wetterwand, provisorisch, > 30 m ² , als Holzverschlag / Paratia per ventilazione, provvisoria, > 30 m ² , in legno	68		
7	Wetterwand, > 30 m ² , Differenzdruck ± 5'000 Pa, inkl. Tür und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung / Paratia per ventilazione, > 30 m ² , tenuta ± 5'000 Pa, incl. porta e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	12		PO.V04 - Pos. 3
8	Personenschleuse, Differenzdruck ± 5'000 Pa, inkl. Tür und Öffnungsmechanismus, Steuerung, Schaltschrank und Verkabelung Chiusa per persone, tenuta ± 5'000 Pa incl. porta e meccanismo d'apertura, comando-controllo, quadro elettrico e cablaggio	12		PO.V04 - Pos. 4

1. Abschnitte mit Kühlungskreisen und Brauchwasserleitungen, Dimensionierende Fälle
Tratti con circuiti di raffreddamento e di acqua industriale, casi dimensionanti

Dimensionierender Fall für die Auslegung der Kühlung und der Brauchwasserleitungen für jeden Vortrieb.
 Caso dimensionante per il sistema di raffreddamento e dell'acqua industriale per ogni fronte di scavo

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento						Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.	
Zeitpunkt Tempo	[dd.mm.jjjj] [jj.mm.aaaa]	01.10.2022	01.10.2022	15.09.2017	01.12.2018	01.08.2022	01.10.2022	31.08.2019	15.03.2020	15.08.2023	
Ende (z.B. Ortbrust): Position Fine (p.e. fronte di scavo): posizione	[Tunnel-m]	32'090	32'090	52623	52'882	32'090	1'736	54'100	54'100	0	
Ende (z.B. Ortbrust): Höhe Fine (p.e. fronte di scavo): altezza	[m.ü.M] [m.s.l.M]	793.6	793.6	747.6	749.4	782.5	728.3	728.2	728.2	746.3	
Anfang (z.B. Fusspunkt): Position Inizio (p.e. piede): posizione	[Tunnel-m]	48'909	48'909	48'909	48'909	48'909	0	52'623	52'882	4'500	
Anfang (z.B. Fusspunkt): Höhe inizio (p.e. piede): altezza	[m.ü.M] [m.s.l.M]	728.2	728.2	728.2	728.2	728.2	869.3	747.6	749.4	735.4	
Länge der Strecke Lunghezza della tratta	[m]	16'819	16'819	3'714	3'973	16'819	1'736	1'477	1'218	4'500	

2. Kälte- und Kühlbedarf aus den Klimasimulationen
Fabbisogno delle potenze frigorifere e di raffreddamento dalle simulazioni del clima

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento						Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.	
Kälteleistung gesamt Potenza frigorifera totale	[kW]	2'455	2'455	920.3	920	3'376	-	-	-	-	
Kühlleistung gesamt Potenza di raffreddamento totale	[kW]	3'213	3'213	1'205	1'205	4'418	-	-	-	-	
Kälteleistung auf TBM Potenza frigorifera sulla TBM	[kW]	1'534	1'534	613	613	1'227	-	-	-	-	
Kühlleistung auf TBM Potenza di raffreddamento sulla TBM	[kW]	2'008	2'008	803	803	1'606	-	-	-	-	
Anzahl WKM gesamt Numero totale di scambiatori di calore	[-]	8	8	3	3	11	-	-	-	-	
Anzahl WKM auf TBM Numero di scambiatori di calore sulla TBM	[-]	5	5	2	2	4	-	-	-	-	

3. Bereinigter Kühlbedarf

Potenza di raffreddamento netta

vgl. technischer Bericht / cfr. relazione tecnica

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento						Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.	
Faktor der Zeitverschmierung Fattore di spalmatura del tempo	[-]	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	
Abwärme der TBM (verschmiert) Calore della TBM (spalmata)	[kW]	1'013	1'013	1'013	1'013	907	-	-	-	-	
Abwärme der TBM (Momentan) d.i. Grundkühlleistung TBM Calore della TBM (momentaneo) Potenza di raffreddamento di base TBM	[kW]	1'216	1'216	1'216	1'216	1'089	-	-	-	-	Wird mit Wasser abgeführt. Diese Zahl ist die momentane Leistung, d.h. nicht zeitlich verschmierte. Viene asportata dall'acqua. Questo valore e' la potenza momentanea, quindi non spalmata nel tempo.
Kühlleistung der WKM auf der TBM (verschmiert, unbereinigt) Potenza di raffreddamento degli scambiatori di calore sulla TBM (spalmato, grezzo)	[kW]	995	995	0	0	699	-	-	-	-	Differenz zur Klimasimulation, wenn negativ, Setze NULL Differenza rispetto alla simulazione del clima, se negativa, diventa 0
Kühlleistung der WKM auf der TBM (momentan, unbereinigt) Potenza di raffreddamento degli scambiatori sulla TBM (momentaneo, grezzo)	[kW]	1'194	1'194	0	0	839	-	-	-	-	
Kühlleistung einer WKM Potenza di raffreddamento di uno scambiatore di calore	[kW]	412	412	412	412	412	-	-	-	-	Siehe WKM-Bedarf für Details Vedi potenza degli scambiatori di calore per dettagli
Anzahl WKM zur Deckung der Differenz Numero di scambiatori di calore per la copertura della differenza	[kW]	3	3	0	0	3	-	-	-	-	
Kühlleistung der WKM auf der TBM (momentan, bereinigt) Potenza di raffreddamento degli scambiatori di calore sulle TBM (monentaneo, netto)	[kW]	1'236	1'236	0	0	1'236	-	-	-	-	
Gesamte Kühlleistung TBM Potenza di raffreddamento totale TBM	[kW]	2'452	2'452	1'216	1'216	2'325	-	-	-	-	
Gesamte Kühlleistung rückwärtiger Bereich Potenza di raffreddamento nelle retrovie	[kW]	1'648	1'648	824	824	3'708	-	-	-	-	
Gesamte Kühlleistung Röhre vor Reserve Potenza di raffreddamento delle canne (senza riserva)	[kW]	4'100	4'100	2'040	2'040	6'033	-	-	-	-	
Sicherheitsfaktor Margine di sicurezza	[kW]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	
Kühlleistung der TBM intern (mit Reserve) Potenza di raffreddamento TBM interna (con riserva)	[kW]	1'338	1'338	1'338	1'338	1'198	-	-	-	-	
Kühlleistung der WKM auf TBM (mit Reserve) Potenza di raffreddamento degli scambiatori di calore sulle TBM (con riserva)	[kW]	1'360	1'360	0	0	1'360	-	-	-	-	
Kühlleistung rückwärtiger Bereich (mit Reserve) Potenza di raffreddamento nelle retrovie (con riserva)	[kW]	1'813	1'813	906	906	4'079	-	-	-	-	
Gesamte Kühlleistung Röhre mit Reserve Potenza di raffreddamento globale delle canne con riserva	[kW]	4'511	4'511	2'244	2'244	6'637	15'659	-	-	-	Primärkreis: Nur HTON+HTWN+ESN Circuito primario: Solo G.L.E.N. + G.L.O.N. + C.E.N.

4. Bereinigter WKM Bedarf
Potenza degli scambiatori di calore (netto)

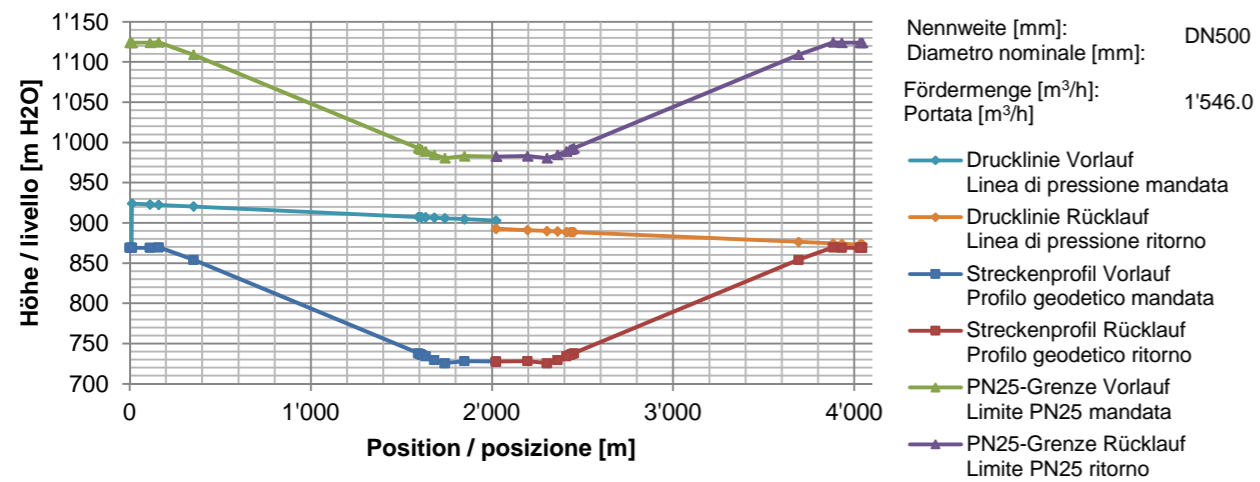
Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento					Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione	
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Gesamt Totale	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.		ZS G.A.
WKM-Typ Tipo di scambiatore di calore	-	DV300	DV300	DV300	DV300	DV300	-	-	-	-	Fa. WAT GmbH Ditta WAT GmbH
Anzahl auf der TBM Quantità sulla TBM	[-]	3	3	0	0	3	-	-	-	-	
Anzahl im Rückwärtigen Bereich Quantità nella zone dietro al fronte di scavo	[-]	4	4	2	2	9	-	-	-	-	
Anzahl Gesamt, exkl. Reserve Quantità totale, riserva esclusa	[-]	7	7	2	2	12	28				WKM Scambiatori di calore
Anzahl Gesamt, inkl. Reserve Quantità totale, riserva inclusa	[-]	8	8	2	2	13	31				WKM Scambiatori di calore

5. Auslegung der Kühlwasserleitungen Primär- und Sekundärkreis sowie Brauchwasserleitungen
Dimensionamento delle condotte di raffreddamento primarie, secondarie e dell'acqua industriale

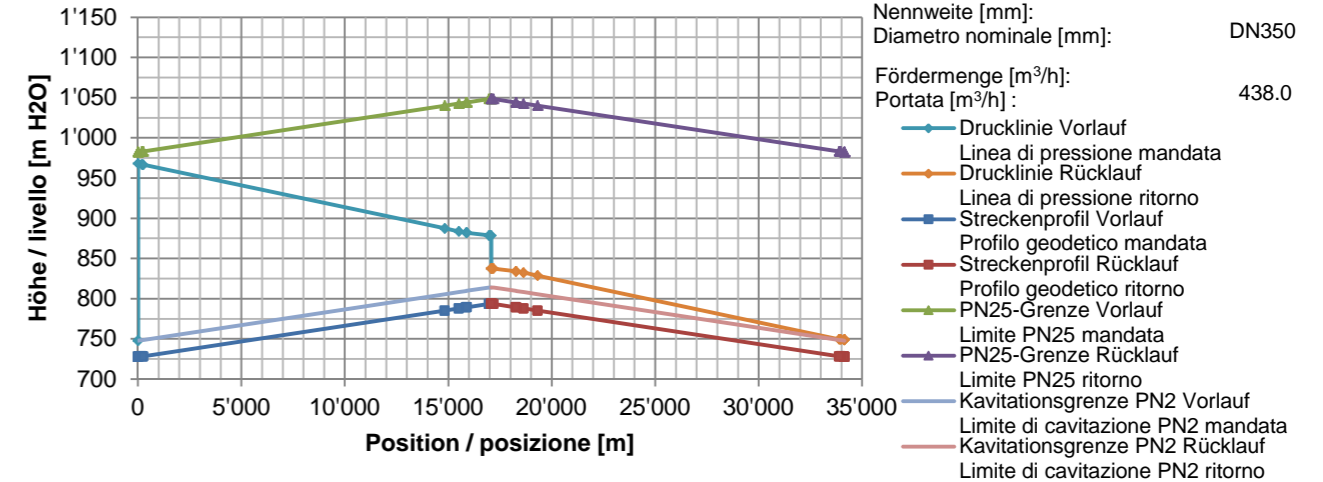
Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento					Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione	
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.		ZS G.A.
Temperaturdifferenz über Kühlgeräte der TBM Differenza di temperatura nei sistemi di raffreddamento delle TBM	[K]	10	10	10	10	10	-	-	-	-	Kühlwassertemperatur Temperatura dell'acqua di raffreddamento
Temperaturdifferenz über Kondenser der WKM Differenza di temperatura nei condensatori degli scambiatori di calore	[K]	10	10	10	10	10	-	-	-	-	Kühlwassertemperatur Temperatura dell'acqua di raffreddamento
Kühlwasserbedarf TBM intern Quantità d'acqua di raffreddamento necessaria TBM (interna)	[m³/h]	127	127	127	127	114	-	-	-	-	
Kühlwasserbedarf WKM auf TBM Quantità d'acqua di raffreddamento necessaria scambiatori di calore sulla TBM	[m³/h]	129	129	0	0	129	-	-	-	-	
Kühlwasserbedarf WKM Rückwärtig Quantità d'acqua di raffreddamento necessaria scambiatori di calore nelle retrovie	[m³/h]	172	172	86	86	387	-	-	-	-	
Brauchwasserbedarf auf der Strecke Quantità d'acqua industriale necessaria lungo la tratta	[m³/h]	10	10	10	10	10	-	10	10	10	Schätzung Stima
Kühlwasserbedarf Gesamt Quantità d'acqua di raffreddamento necessaria totale	[m³/h]	438	438	223	223	640	1'546	10	10	10	Primärkreis: Nur HTON+HTWN+ESN Circuito primario: Solo G.L.E.N. + G.L.O.N. + C.E.N.
Löschwasserbedarf Quantità d'acqua antincendio necessaria	[m³/h]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	Nach Vorgaben / Prescritto (1200 l/min)
Dimensionierender Wasserbedarf Quantità d'acqua dimensionante	[m³/h]	438	438	223	223	640	1'546	72	72	72	
Optimale Strömungsgeschwindigkeit Velocità di flusso ottimale	[m/s]	1.73	1.73	1.52	1.52	1.86	2.20	1.23	1.23	1.23	
Minimaler Leitungsdurchmesser Diametro di condotta minimo	[m]	0.299	0.299	0.227	0.227	0.349	0.498	0.144	0.144	0.144	
Innendurchmesser Diametro interno	[m]	0.343	0.343	0.209	0.209	0.394	0.492	0.159	0.159	0.209	Nach Liste der Stahlrohre Preso dalla lista dei tubi d'acciaio
Innenquerschnittsfläche Sezione interna di condotta	[m²]	0.092	0.092	0.034	0.034	0.122	0.190	0.020	0.020	0.034	
Eff. Strömungsgeschwindigkeit Velocità di flusso effettiva	[m/s]	1.32	1.32	1.80	1.80	1.46	2.26	1.00	1.00	0.58	

Reynoldszahl Numero di Reynolds	[-]	4.52E+05	4.52E+05	3.77E+05	3.77E+05	5.75E+05	1.11E+06	1.60E+05	1.60E+05	1.22E+05	
Abs. Wandrauhigkeit Rugosità della superficie	[mm]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Reibungsbeiwert Coefficiente di frizione	[-]	0.0221	0.0221	0.0250	0.0250	0.0213	0.0200	0.0273	0.0273	0.0258	nach Colebrook-Formel formula di Colebrook
Verlust pro 100 m Leitung Perdita di pressione per 100m di condotta	[Pa/100m]	5'579.5	5'579.5	19'453.1	19'453.1	5'754.1	10'364.2	8'633.0	8'633.0	2'095.2	
Verlust pro 100 m Leitung Perdita di pressione per 100m di condotta	[mWS/100 m]	0.57	0.57	1.98	1.98	0.59	1.06	0.88	0.88	0.21	
Nennweite Diametro nominale	DN	DN350	DN350	DN200	DN200	DN400	DN500	DN150	DN150	DN200	
Nennndruck Pressione nominale	-	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	
Leitungslänge Lunghezza della condotta	[m]	34'147	34'147	7'970	7'970	34'462	4'045	1'477	1'218	4'500	
Füllvolumen Volume d'acqua di riempimento	[m³]	3'155	3'155	274	274	4'197	769	29	24	155	

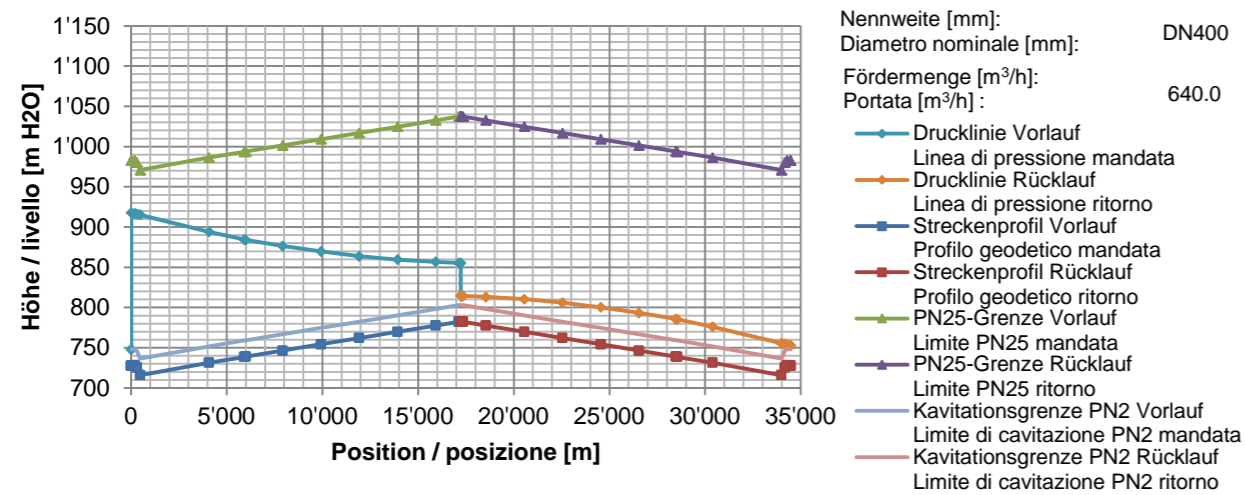
6. Energielinien der Wasserkreisläufe
Curve energetiche dei circuiti d'acqua
Primärkreis / Circuito primario



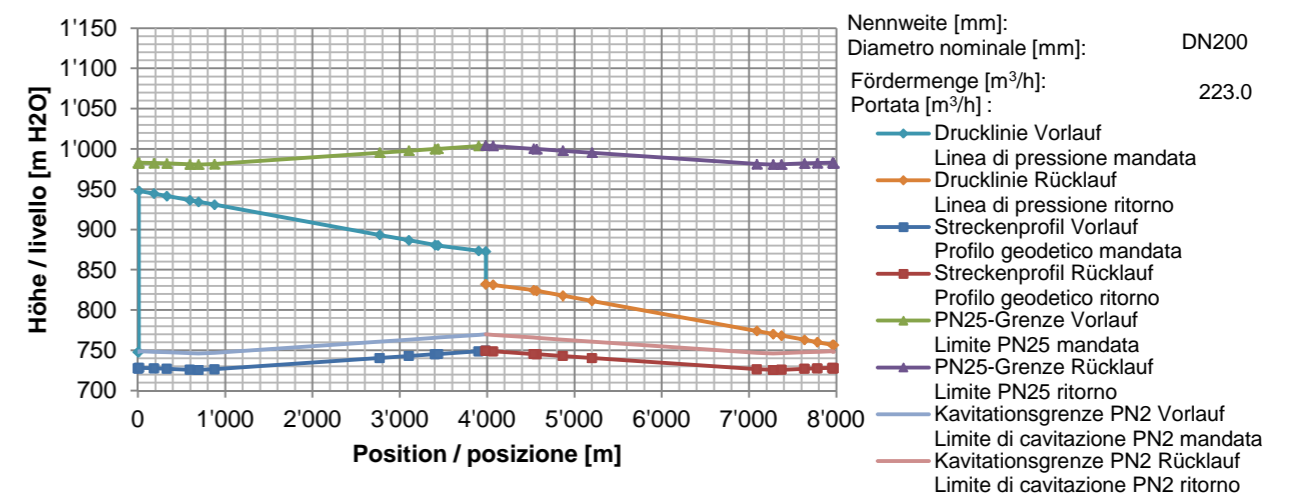
Haupttunnel Nord / Galleria di Linea Nord



Erkundungsstollen Nord / Cunicolo esplorativo Nord



Haupttunnel Süd / Galleria di Linea Süd



7. Mengengerüst der Baugruppen der Leitungen

Computo dei moduli delle condotte

Nicht enthalten sind die Umlenkungen.

I gomiti non sono compresi.

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento						Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.	
Nennweite Diametro nominale	[mm]	DN350	DN350	DN200	DN200	DN400	DN500	DN150	DN150	DN200	
Nennndruck Pressione nominale	[bar]	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	
Rohrschüsse 12 m: Anzahl Segmenti di tubi da 12 m: quantità	[-]	2'722	2'722	636	636	2'754	324	119	98	360	Standardlänge Lunghezza standard
Rohrschüsse 2 m: Anzahl Segmenti di tubi da 2 m: quantità	[-]	680	680	158	158	688	78	29	23	89	Für Brauch- und Löschwasserstationen Per le stazioni d'acqua industriale e d'antincendio
Rohrschüsse 1 m: Anzahl Segmenti di tubi da 1m: quantità	[-]	130	130	32	32	48	2	0	0	8	Für WKM-Anschlüsse und Streckenschieberstationen Per connessioni per i sistemi mobili di raffreddamento e per le valvole a saracinesca
Kupplungen: Anzahl Giunti: quantità	[-]	3'872	3'872	905	905	3'834	443	163	133	502	
Auflager: Anzahl Mensole (tubo posante): Quantità	[-]	6'934	6'934	1'620	1'620	6'932	806	296	242	906	Bei KWL und zusammengelegten Lagern (vor- und Rücklauf) kann die Zahl halbiert werden Questa quantità può essere divisa per 2, per i tubi del raffreddamento e sostegni per entrambi mandata e ritorno
Festlager: Anzahl Supporti (tubo fissato): Quantità	[-]	2'722	2'722	636	636	2'754	324	119	98	360	Bei KWL und zusammengelegten Lagern (vor- und Rücklauf) kann die Zahl halbiert werden Questa quantità può essere divisa per 2, per i tubi del raffreddamento e sostegni per entrambi mandata e ritorno
Brauch- und Löschwasseranschlüsse: Abstand Connessioni per acqua industriale e d'antincendio: interdistanza	[-]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Brauch- und Löschwasseranschlüsse: Anzahl Connessioni per acqua industriale e d'antincendio: Quantità	[-]	340	340	79	79	344	39	29	23	89	
Streckenschieberstationen: Abstand Valvole a saracinesca: interdistanza	[m]	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	
Streckenschieberstationen: Anzahl Valvole a saracinesca: Quantità	[-]	16	16	3	3	16	1	0	0	4	
Wetterkühlmaschinen-Anschlüsse: Anzahl Connessioni per scambiatori di calore: quantità	[-]	49	49	13	13	8	0	-	-	-	
Leitungsabschluss ohne Brauchwasserleitung Fine tratta tubo senza condotta per acqua industriale	[-]	1	1	-	-	1	-	1	1	1	
Leitungsabschluss mit Brauchwasserleitung Fine tratta tubo con condotta per acqua industriale	[-]	-	-	1	1	-	-	-	-	-	

8. Zusammenfassung des Mengengerüsts
Sommario del computo

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento				Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua		Bemerkung / Osservazione
		DN500	DN400	DN350	DN200	DN200	DN150	
Nennndruck Pressione nominale	[bar]	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	PN25	
Rohrschüsse 12 m Segmenti di tubo da 12 m	[Stk.]	324	2'754	5'444	1'272	360	217	
Kupplungen Giunti	[Stk.]	443	3'834	7'744	1'810	502	295	
Auflager Mensole (tubo posato)	[Stk.]	806	6'932	13'868	3'240	906	538	
Festlager Supporti (tubo fisso)	[Stk.]	324	2'754	5'444	1'272	360	217	
Brauch- und Löschwasseranschlüsse Connessioni per acqua industriale e d'antincendio	[Stk.]	39	344	680	158	89	52	
Streckenschieberstationen Valvole a saracinesca	[Stk.]	1	16	32	6	4	0	
Wetterkühlmaschinenanschlüsse Connessioni per scambiatori di calore	[Stk.]	0	8	98	26	0	0	
Leitungsabschluss ohne Brauchwasserleitung Fine tratta tubo senza condotta per acqua industriale	[Stk.]	0	1	2	0	1	2	
Leitungsabschluss mit Brauchwasserleitung Fine tratta tubo con condotta per acqua industriale	[Stk.]	0	0	0	2	0	0	

9. Auslegung der Pumpen
Dimensionamento delle pompe

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	Kühlwasserleitungen / Condotte dell'acqua di raffreddamento						Brauchwasserleitungen / Condotte dell'acqua industriale			Bemerkung / Osservazione
		HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ZS G.A.	
Position Posizione		Log. Kaverne Mauls	Log. Kaverne Mauls	Log. Kaverne Mauls	Log. Kaverne Mauls	Log. Kaverne Mauls	Baustelle Mauls				
Volumenstrom gesamt Portata totale	[m ³ /h]	438	438	223	223	640	1'546	72	72	72	
Förderhöhe Prevalenza	[mWS]	220	220	200	200	170	55	13.00	10.72	9.61	
Elektrische Leistung gesamt Potenza elettrica totale	[kW _e]	355	355	165.00	165	400	310	-	-	-	Leistung der BWL in der Leistung für der KWL-Pumpstationen eingerechnet La potenza delle condotte d'acqua industriale è inclusa nella potenza delle stazioni di pompaggio del raffreddamento
Wirkungsgrad mechanisch+hydraulisch Efficienza meccanica + idraulica	[-]	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	-	-	-	
Förderhöhe Prevalenza	[bar]	21.582	21.582	19.62	19.62	16.677	5.3955	-	-	-	

10. Auslegung des Rückkühlwerks

Dimensionamento delle torri del raffreddamento

[1] Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Recknagel, Sprenger, Schramek, 72. Auflage, Oldenburg Industrieverlag München, Seiten 1834 ff.

Parameter / Parametro	Symbol / Simbolo	Wert / Valore	Einheit / Unità	Bemerkung / Osservazione
Eckdaten aus der Klimasimulation und der Auslegung der Kühlwasserleitungen				
Dati basi dalla simulazione del clima e dal dimensionamento delle condotte di raffreddamento				
Rückkühlbedarf Potenza di raffreddamento delle torri	$Q'_{rück}$	15'659	kW_{th}	
Rückkühlbedarf Potenza di raffreddamento delle torri	$Q'_{rück}$	15'700	kW_{th}	Gerundet Arrotondato
Kühlwasserumsatz Gesamt Quantità d'acqua di raffreddamento circolante totale	V'_{H_2O}	1'550	m^3/h	
Wassertemperatur Rücklauf Temperatura dell'acqua di ritorno	T_{w2}	37.0	$^{\circ}C$	
Wassertemperatur Vorlauf Temperatura dell'acqua di mandata	T_{w1}	27.2	$^{\circ}C$	
Umgebungsbedingungen der Rückkühlung				
Condizioni climatiche che circondano le torri				
Höhe des Standorts Altezza sul livello del mare	H	869.0	m.ü.M	
Normdruck Pressione nominale	P_{atm}	91306.7	Pa	Nach ICAO-Standard Con standard ICAO
Temperatur (heissester Monat) Temperatura (mese piu caldo)	T_{atm}	28.0	$^{\circ}C$	Schätzung Stima
Luftdichte Densità dell'aria	ρ_{atm}	1.058	kg/m^3	
Rel. Luftfeuchtigkeit Umidità relativa dell'aria	$\varphi_{1,luft}$	60.0	%	Schätzung Stima
Abs. Luftfeuchtigkeit Umidità assoluta	$x_{1,luft}$	0.0159	kg/kg	
Saättigungsdruck Pressione di saturazione	P_{saet}	3782.8	Pa	
Spez. Enthalpie der eintretenden Luft Entalpia specifica dell'aria entrante	$h_{1,luft}$	6.79E+04	J/kg	bezogen auf die masse der trockenen Luft relativo alla massa d'aria secca
Feuchtkugeltemperatur Temperatura a bulbo umido	T_{fk}	21.87	$^{\circ}C$	
Auslegung Wasserkreislauf und Kühltürme gemäss Theorie in Referenz [1]				
Dimensionamento circuito d'acqua e torri del raffreddamento secondo la teoria nella referenza [1]				
Relative Mindestluftmenge Flusso d'aria minimo relativo	λ_{min}	0.8000	-	Aus Diagramm mit T_{fk} aus Referenz [1] Da diagrammi con T_{fk} della referenza [1]
Spezifischer Luftvolumenstrom Quantità d'aria specifica	V'/Q'	0.0200	$m^3/s,kW$	Aus Beschreibung in Referenz [1] Da descrizione nel referenza [1]
Spezifische Antriebsleistung Ventilatoren Potenza specifica dei ventilatori	P'_{vent}/Q'	0.0095	kW/kW	Aus Beschreibung in Referenz [1] Da descrizione nel referenza [1]
Luftvolumenstrom Flusso d'aria	V'	314.0	m^3/s	
Luftmassentrom Flusso di massa d'aria	L'	332.2	kg/s	
Konstante der Kühlturmkenlinie Constante della curva specifica delle torri di raffreddamento	C_k	0.98	-	
Warmwassertemperatur Temperatura d'acqua calda	T_{w1}	37	$^{\circ}C$	

Kaltwassertemperatur Temperatura d'acqua fredda	T_{w2}	27.174	°C	
Wassermenge (Massenstrom) Quantità d'acqua (flusso di massa)	W' (m'_{H_2O})	382.25	kg/s	
Wassermenge (Volumenstrom) Quantità d'acqua (flusso di volume)	V'_{H_2O}	0.3822	m^3/s	
	V'_{H_2O}	1376.1	m^3/h	
Kühlleistung (Kontrolle) Potenza di raffreddamento (controllo)	$Q'_{kühl}$	15700	kW_{th}	
Düsenvordruck Perdita di carico agli ugelli	$\Delta P_{düse}$	0.5	bar	
Druckverlust Leitungen Perdita di pressione nelle condotte	ΔP_{leitg}	4	bar	
Druckarbeit der Pumpe Prevalenza delle pompe	ΔP_{pumpe}	4.5	bar	
Leistung der Pumpen Potenza delle pompe	P_{pumpe}	230	kW_{el}	
Leistung der Ventilatoren Potenze dei ventilatori	P_{vent}	150	kW_{el}	
Verdunstete Wassermenge				
Quantità d'acqua evaporata				
Enthalpiedifferenz des Luftstroms Differenza d'entalpia del flusso d'aria	ΔH_{luft}	15700	kW_{th}	
Spez. Enthalpie der Luft am Austritt Entalpia specifica dell'aria all'uscita	$h_{2,luft}$	1.15E+05	J/kg	
Temperatur der Luft am Austritt Temperatura dell'aria all'uscita	$T_{2,luft}$	32.99	°C	Lineare Interpolation Interpolazione lineare
Absolute Feuchtigkeit der Luft am Austritt Umidità assoluta dell'aria all'uscita	$x_{2,luft}$	0.0326	kg/kg	
Absolute Feuchtigkeit der Luft beim Punkt 3 Umidità assoluta dell'aria al punto 3	$x_{3,luft}$	0.0459	kg/kg	Hypothetischer Punkt bei $\Phi = 1$ und $T_I = T_{w1}$ Punto ipotetico a $\Phi = 1$ und $T_I = T_{w1}$
Spez. Enthalpie der Luft am Punkt 3 Entalpia specifica dell'aria al punto 3	$h_{3,luft}$	1.53E+05	J/kg	
Verdunstete Wassermenge Quantità d'acqua evaporata	$m'_{H_2O,Dunst}$	5.5624	kg/s	
Verdunstete Wassermenge Quantità d'acqua evaporata	$V'_{H_2O,Dunst}$	20.02	m^3/h	
Abschlammmenge Quantità di fanghi espulsi	$V'_{H_2O,Abschlammung}$	4.00	m^3/h	20% der verdunsteten Menge 20% della massa evaporata
Brauchwassermenge Quantità d'acqua industriale	$V'_{H_2O,Brauch}$	30	m^3/h	
Zusatzwassermenge Quantità d'acqua supplementare	$V'_{H_2O,Zusatz}$	54.03	m^3/h	Minimaler Wasserbedarf der Nachspeisung Quantità d'acqua minima per compensare le perdite

11. Zusammenfassung der installierten elektrischen Leistung
Riepilogo della potenza elettrica installata

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	Rückkühl-werk / Torri di raffreddamento	Bemerkung / Osservazione	
Pumpen Primär- und Sekundärkreise Pompe del circuito primario e secondario	[kW _{el}]	355	355	165	165	400	310	-		
Wetterkühlmaschinen Scambiatori di calore	[kW _{el}]	854	854	244	244	1'464	-	-	Exklusive Reserve WKM Scambiatore di calore di riserva escluse	
Rückkühlwerk: Pumpen Torri di raffreddamento: Pompe	[kW _{el}]	-	-	-	-	-	-	230		
Rückkühlwerk: Ventilatoren Torri di raffreddamento: Ventilatori	[kW _{el}]	-	-	-	-	-	-	150		
Rückkühlwerk: Füll-, Brauch- und Zusatzwasserversorgung Torri di raffreddamento: Approvigionamento d'acqua industriale, di riempimento e supplementare	[kW _{el}]	-	-	-	-	-	-	30		
Druckschleuse Scambiatore di pressione	[kW _{el}]	-	-	-	-	-	8	-		
Rückspülfilter Filtro autopulente	[kW _{el}]	-	-	-	-	-	1	-		
Total installierte Nennleistung Potenza nominale installata	[kW _{el}]								5'829	Unabhängig von der Zeit Indipendente dal tempo

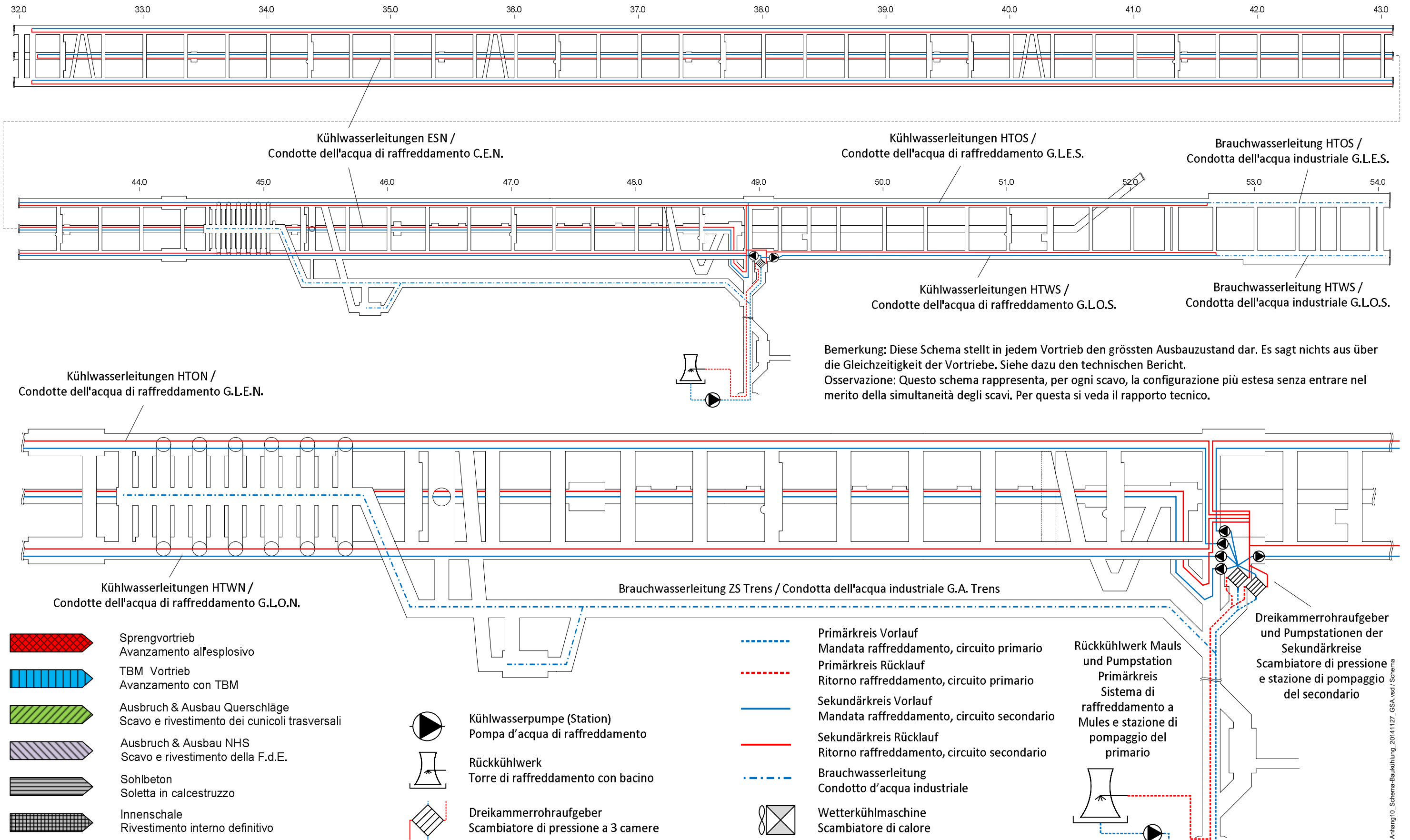
12. Zusammenfassung des Stromverbrauchs der Kühlung
Riepilogo del consumo energetico del raffreddamento

Einsatzbeginn Inizio fase d'esercizio del raffreddamento	[dd.mm.jjjj] [jj.mm.aaaa]	10.07.2016
Einsatzende Fine fase d'esercizio	[dd.mm.jjjj] [jj.mm.aaaa]	16.10.2021
Einsatzdauer Durata d'esercizio	[Tage] [Giorni]	1924.1

Parameter / Parametro	Einheit / Unità	HTON G.L.E.N.	HTWN G.L.O.N.	HTOS G.L.E.S.	HTWS G.L.O.S.	ESN C.E.N.	Primär Primario	Rückkühl-werk / Torri di raffreddamento	Bemerkung / Osservazione	
Minderungsfaktor Fattore di diminuzione	[-]	0.3507	0.3558	0.0899	0.0972	0.5992	0.4742	0.4742	Mittelwert der Integration der normierten Kälteleistungskurve über die Zeit Media dell'integrazione temporale della curva della potenza frigorifera normalizzata	
Stromverbrauch Consumo elettrico	[kWh]	19'579'236	19'862'152	1'697'035	1'836'680	51'581'455	6'986'197	8'979'125		
Total Stromverbrauch Consumo elettrico totale	[kWh]								110'521'881	

ANHANG 10: SCHEMA DES LEITUNGSNETZES DER BAUKÜHLUNG

ALLEGATO 10: SCHEMA DELLA RETE DI RAFFREDDAMENTO



Anhang10_Schema-Baukühlung_20141127_GSA.ved / Schema

ANHANG 11: FUNKTIONALE STEUERUNGSBESCHREIBUNG

ALLEGATO 11: DESCRIZIONE FUNZIONALE DEL COMANDO

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo- nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
1	Baulüftung / ventilazione di cantiere																		
2	Ventilatoren / ventilatori																		
3	Hauptventilatoren / ventilatori principali																		
4			Axialventilator ventilatore assiale	Stk. / cad.	4 5 1 1 6 4	AV_17-3550V_1-4 AV_17-2500_1-5 AV_HTN_VtbO AV_HTN_VtbW AV_ES-1-3 AV_ES-Abl-1/2	vgl. Anhang 6 cfr. allegato 6	-	Übermitteln der Signale: - Wicklungstemperatur, - Lagertemperatur, - Schwingungsüberwachung, - Pumpüberwachung, - Differenzdruckmessung, - Volumenstrommessung/ Trasmissione dei segnali: - Temperatura degli avvolgimenti, - Temperatura dei cuscinetti, - Sorveglianza delle vibrazioni, - Sorveglianza del pompaggio, - Misura differenza di pressione, - Misura di portata										
5			Klappe & Antrieb / Botola & motore	Stk. / cad.	5 2 2	ASP A 17 ASP A 16 EX ASP A 12 EX	vgl. Anhang 6 cfr. allegato 6	- Erfassen Zustand (Offen / Geschlossen) - Stato (aperto / chiuso)	- Übermitteln Zustand - Übermitteln Fehlermeldung/ - Trasmissione dello stato - Trasmissione degli avvisi di guasto										
6			Frequenzumformer / convertitore di frequenza	Stk. / cad.	21		vgl. Anhang 6 cfr. allegato 6	Von KR LK / dal calcolatore principale VR: - Erfassen Zustand (Ein / Aus)/ - Stato (on / off) - Fördermenge Sollwert/ - Portata nominale - Drehrichtung Sollwert/ - Senso di rotazione nominale	An KR LK/ verso il calcolatore principale VR: - Übermitteln Status (Zustand, Fördermenge, Drehrichtung)/ - Trasmissione della situazione (stato, portata, senso di rotazione) - Übermitteln Fehlermeldung - Trasmissione di avviso guasti										
7			Überwachungseinheit / elemento di monitoraggio	Stk. / cad.	21		vgl. Anhang 6 cfr. allegato 6	-	Übermitteln Status, Notaus, Fehlermeldungen Trasmissione della situazione, arresto d'emergenza, avviso di guasto										
8			SPS / CLP	Stk. / cad.	2 3 1 3 1	AV_17-3550V_1-4 AV_17-2500_1-5 AV_HTN_VtbO + AV_HTN_VtbW AV_ES-1-3 AV_ES-Abl-1/2	vgl. Anhang 6 cfr. allegato 6	- Erfassen Zustand (Befehl Ein / Aus) von KR/ - Stato (on / off) del calcolatore principale - Steuerbefehl FU / Klappen/ - Controllo CF / Botole	- Übermitteln Status / Signale der Komponenten und Fehlermeldungen an KR Trasmissione della situazione / Segnali dei componenti e avviso di guasto al calcolatore principale	Von Steuerung AV: - Status / Signale der Komponenten - Fehlermeldungen/ Dal controllo VA: - Situazione / Segnali dei componenti - Avvisi di guasto	An KR Si / Verso il calcolatore principale sicurezza: - Statusmeldung AV / Klappe - Alarme/ - Stato VA / botola - Allarme An SPS / Verso il CLP - Zustand (Befehl Ein / Aus) - Volumenstrom Sollwert - Drehrichtung Sollwert/ - Stato - Portata volumetrica nominale - Senso di rotazione nominale	Von KR LK: - Status- und Fehlermeldungen AV / Klappe - Alarme/ Dal calcolatore principale VR: - Annuncio di situazione e di guasto VA / botole - Allarmi	Alarm: Anweisungen an Operator Allarme: istruzioni all'operatore						
9	Strahlventilatoren / ventilatori a getto																		
10			Strahlventilator / ventilatore a getto	Stk. / cad.	4	SV_FS-1/2	Fensterstollen Finestra	-	-										
11			Schaltschrank / armadio dei comandi	Stk. / cad.	2	1 Schrank für je 2 SV 1 armadio / 2 ventilatore	Fensterstollen Finestra	-	-										
12			SPS / CLP	Stk. / cad.	1	1 SPS für 4 SV 1 CLP per 4 ventilatori	Fensterstollen Finestra	- Erfassen Zustand (Befehl Ein / Aus) von KR/ Stato (comando on / off) del calcolatore principale	- Übermitteln Status / Signale der Komponenten und Fehlermeldungen an KR Trasmissione della situazione / Segnali dei componenti e avviso di guasto al calcolatore principale	Von Steuerung AV: - Status / Signale der Komponenten - Fehlermeldungen/ Dal controllo VA: - Situazione / Segnali dei componenti - Avvisi di guasto	An KR Si / Verso il calcolatore principale sicurezza: - Statusmeldung AV / Klappe - Alarme/ - Stato VA / botola - Allarme An SPS / Verso il CLP - Zustand (Befehl Ein / Aus) - Drehrichtung Sollwert/ - Stato - Senso di rotazione nominale	Von KR LK: - Status- und Fehlermeldungen SV / Klappe - Alarme/ Dal calcolatore principale LK: - Annuncio di situazione e di guasto ventilatori a getto / botole - Allarmi	Alarm: Anweisungen an Operator Allarme: istruzioni all'operatore						
13	Hilfsventilatoren / ventilatori aggiunti																		
14			Axialventilator ventilatore assiale	Stk. / cad.	3	AV_Aux-1/2/3	Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	-	-										
15			Schaltschrank / armadio dei comandi	Stk. / cad.	3		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	keine übergeordnete Steuerung / nessuno controllo preposto	keine übergeordnete Steuerung / nessuno controllo preposto										

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung/-kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
16		Volumenstrommessung am Luttenende im ES /																	
17			Volumenstrommessung / misurazione della portata	Stk. / cad.	6		Am Luttenende im ES/ Alla fine delle condotte nel CE	- Erfassen Zustand und Fehlermeldungen - Erfassung und Verarbeiten Messwerte - Rilevare stato e annunci di guasto - Rilevare ed elaborare valori misurati	- Übermitteln Standort, Messwerte, Zustand und Fehlermeldung an KR/ - Trasmissione della posizione, valori di misura e avviso di guasto al calcolatore principale	- Sammelstörung Messstation - Kommunikationsfehler - Verarbeitung und Speicherung der Messwerte - Bilden von zeitlichen Mittelwerten, graphische Darstellung/ - Guasti stazione di misura - Guasto di comunicazione - Elaborazione e memorizzazione dei valori di misura - Rappresentazione grafica dei valori medi temporali	- Übermitteln der Sammelstörungen, Vor- und Hauptalarme an den KR Si - Anzeigen von Massnahmen zur Behebung der Grenzwertunterschreitung/ - Trasmissione degli avvisi di guasto, pre- e allarme principale al calcolatore principale sicurezza - Indicazione delle misure per avviare il superamento dei valori di soglia	- Vor- und Hauptalarm bei Unterschreitung von Grenzwerten. - Sammelstörung an Komponenten Messstationen/ - Pre- e allarme principale per il superamento dei valori di soglia - Avviso di guasto dei componenti delle stazioni di misura	Alarm: Anweisungen an Operator Allarme: istruzioni all'operatore						
18	Entstauber / depolverizzatore																		
19			Entstauber / depolverizzatore	Stk. / cad.	12	EST_SVT_HT EST_SVT_ES EST_SVT_QS	Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	-	-										
20			Ventilator / ventilatore	Stk. / cad.	18		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	-	-										
21			Schaltschrank / armadio dei comandi	Stk. / cad.	12		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	keine übergeordnete Steuerung / nessuno controllo preposto	keine übergeordnete Steuerung / nessuno controllo preposto										
22	Schleusen und Tore / chiuse e portoni																		
23			Tore / Portoni	Stk. / cad.	16 12 1 4	8 Verkehrschleusen / Chiuse per traffico 6 Lüftungsschleusen / Chiuse per ventilazione Wetterwand für Axialventilator / paratia per ventilatore einfache Wetterwände / paratie semplice	vgl. Anhang 5 cfr. allegato 5	- Erfassen Zustand (Befehl AUF / ZU)/ - Stato (comando aperto / chiuso)	Übermitteln: - Zustand (AUF / ZU) - Prozess (Öffnend / Schliessend) - Betriebsmodus (lokal / fern) - Not-Aus ausgelöst - Sammelstörung (Fehlermeldung Torkontakt, Störung Antrieb, Störung Steuerung/ Trasmissione: - Stato (APERTO / CHIUSO) - Funzionamento (in apertura / in chiusura) - Modo di funzionamento (locale / a distanza) - Arresto d'emergenza attivato - Rilevamento di malfunzionamenti (avviso guasto contatto porte, guasto motore, guasto regolazione)	Von Steuerung Tore: - Zustand (AUF / ZU) - Prozess - Betriebsmodus - Not-Aus - Sammelstörung/ Dal controllo dei portoni: - Stato (APERTO / CHIUSO) - Posizione - Modo di funzionamento - Arresto d'emergenza - Avviso di guasto	An Steuerung Tore: - Befehl (AUF / ZU) An KR Si: - Zustand (AUF / ZU) - Prozess - Betriebsmodus - Not-Aus - Sammelstörung - Alarm wenn Tor geschlossen wird bei Soll-Zustand AUF/ An SPS Ventilatoren: - Not-Stopp (Ventilator AUS), wenn Tor geschlossen wird bei Soll-Zustand AUF/ Verso il controllo dei portoni: - Comando (APERTO / CHIUSO) Verso il calcolatore principale sicurezza: - Stato (APERTO / CHIUSO) - Posizione - Modo di funzionamento - Arresto d'emergenza - Avviso di guasto - Allarme quando si chiudono i portoni nello stato nominale APERTO Verso i ventilatori SPS: - Arresto di emergenza (ventilatore OFF), quando il portone si chiude nello stato nominale APERTO	Von KR: - Zustand (AUF / ZU) - Prozess - Betriebsmodus - Not-Aus - Sammelstörung - Alarm wenn Tor geschlossen wird bei Soll-Zustand AUF/ Dal calcolatore principale: - Stato (APERTO / CHIUSO) - Posizione - Modo di funzionamento - Arresto d'emergenza - Avviso di guasto - Allarme quando si chiudono i portoni nello stato nominale APERTO	Alarm: Anweisungen an Operator Allarme: istruzioni all'operatore						
24	Baukühlung / raffreddamento di cantiere																		
25	Rückkühlwerk / impianto di raffreddamento																		
26			Kühltürme Torri di raffreddamento	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Befehle EIN/AUS/Leistungsstufe - comando ON/OFF/Livello di potenza	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti										
27			Pumpen - Türme Pompe - torri	Stk. / cad.	8		Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Befehle EIN/AUS/Leistungsstufe - comando ON/OFF/Livello di potenza	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti										
28			Mot. Schieber Nachspeisung / saracinesca motorizzata rabboccamento idrico	Stk. / cad.	1		Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Befehle AUF/ZU - comando APERTO/CHIUSO	- Übermitteln Zustand AUF / ZU - Übermitteln Fehlermeldung - Trasmissione stato APERTO / CHIUSO										
29			Sensor Wasserniveau / controllo di livello	Stk. / cad.	1		Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Wasserniveau/ - Livello dell'acqua	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP										
30			Temperatursensoren / Sensori della temperatura	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Temperatur/ - Temperatura	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP										

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
31				SPS / CLP	Stk. / cad.	1	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Empfang Sollwerteinstellungen der Leitstelle/ - Ricevimento valori nominali della centrale - Erfassen Zustand und Fehlermeldungen der Komponenten/ - Rilevare lo stato e gli avvisi di guasto dei componenti - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevamento ed elaborazione dei valori misurati	- Eigenständige Prozesssteuerung Rückkühlwerk aufgrund der Sollwerte der Leitstelle und der Messwerte der Sensoren - Controllo autonomo di processo sulla base dei valori nominali della centrale e dei valori rilevati dai sensori - Übermitteln Messwerte, Zustände und Fehlermeldungen (Sammelstörung) an Kopfrechner - Trasmissione dei valori di misura degli stati e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	Von SPS Rückkühlwerk: - Pumpen Primärkreis Ein/Aus - Zustand und Messwerte Durchflussmessung Vor-/Rücklauf - Zustand und Messwerte Druckmessung Vor-/Rücklauf - Zustand und Messwerte Temperaturmessung Vor-/Rücklauf und Becken - Zustand der Motorisch angetriebenen Absperklappen - Alarm bei Störung der genannten Anlagen während Betrieb/ Dal CLP del ritorno del raffreddamento: - pompe primario On/Off - stato e valori misurati Misure di pressione primario/secondario - stato e valori misurati Misure di temperatura primario/secondario e bacini - stato delle botole di chiusura con attuatori - allarme per il malfunzionamento degli impianti durante l'esercizio	Beim Aufstarten: - Startbefehle an Primärpumpen, - Sollwertvorgabe. Bei Alarm von Primärpumpen: - Stoppbefehl Pumpen Primär und Sekundär - Schliessbefehl an Ventile - AUS-Befehl an WKM - AUS-Befehl an DKRA - Alarm an KR Si/ Alla messa in marcia: - comando di marcia alle pompe del primario, - definizione dei valori nominali Allarme dalle pompe del primario: - comando STOP alle pompe di primario e secondario - comando di chiusura delle valvole - comando OFF verso lo SC - comando OFF verso lo SP - Allarme al calcolatore principale sicurezza	Von KR - Statusmeldung Rückkühlwerk und deren Hauptkomponenten - Alarm und Störungsmeldung der Komponenten/ Dal calcolatore principale - Indicazione di situazione del ritorno del raffreddamento e dei loro componenti - Allarme e avviso di guasto dei componenti	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale						
32	Pumpstation Primärkreis / stazione di pompaggio del circuito primario																		
33				Pumpen - Primärkreis / pompe - circuito primario	Stk. / cad.	2	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Befehle EIN/AUS/Leistungsstufe/ - Rilevare i comandi ON/OFF/Livello di potenza	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti										
34				Durchflussmessung / misuratore di flusso	Stk. / cad.	2	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Durchfluss/ - Rilevare il flusso	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP										
35				Druckgeber / sensoren di pressione	Stk. / cad.	4	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassen Druck/ - Rilevare la pressione	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP										
36				Frequenzumformer / convertitore di frequenza	Stk. / cad.	2	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Erfassenm Zustand Pumpen (EIN / AUS)/ - Stato pompe (ON/OFF) - Fördermenge Sollwert (Drehzahl)/ - Portata nominale (RPM)	- Übermitteln Status (Zustand, Fördermenge) - Übermitteln Fehlermeldung - Trasmissione della situazione, (stato, portata) avviso di guasto										
37				Schaltschrank / armadio dei comandi	Stk. / cad.	1	Baustelle Mauls / cantiere Mules		Übermitteln Status, Notaus, Fehlermeldungen Trasmissione della situazione, arresto d'emergenza, avviso di guasto										
38				SPS / CLP	Stk. / cad.	1	Baustelle Mauls / cantiere Mules	- Empfang Sollwerteinstellungen der Leitstelle/ - Ricevimento valori nominali della centrale - Erfassen Zustand und Fehlermeldungen der Komponenten/ - Rilevare lo stato e gli avvisi di guasto dei componenti - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevamento ed elaborazione dei valori misurati	- Eigenständige Prozesssteuerung Rückkühlwerk aufgrund der Sollwerte der Leitstelle und der Messwerte der Sensoren - Controllo autonomo di processo sulla base dei valori nominali della centrale e dei valori rilevati dai sensori - Übermitteln Messwerte, Zustände und Fehlermeldungen (Sammelstörung) an Kopfrechner - Trasmissione dei valori di misura degli stati e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	Von SPS Primärpumpen: - Pumpen Primärkreis Ein/Aus - Zustand und Messwerte Durchflussmessung Vor-/Rücklauf - Zustand und Messwerte Druckmessung Vor-/Rücklauf - Zustand der Motorisch angetriebenen Absperklappen - Alarm bei Störung der genannten Anlagen während Betrieb/ Dal CLP delle pompe del primario: - pompe primario On/Off - stato e valori misurati Misure di pressione primario/secondario - stato delle botole di chiusura con attuatori - allarme per il malfunzionamento degli impianti durante l'esercizio	Beim Aufstarten: - Startbefehle an Primärpumpen, - Sollwertvorgabe. Bei Alarm von Primärpumpen: - Stoppbefehl Pumpen Primär und Sekundär - Schliessbefehl an Ventile - AUS-Befehl an WKM - AUS-Befehl an DKRA - Alarm an KR Si/ Alla messa in marcia: - comando di marcia alle pompe del primario, - definizione dei valori nominali Allarme dalle pompe del primario: - comando STOP alle pompe di primario e secondario - comando di chiusura delle valvole - comando OFF verso lo SC - comando OFF verso lo SP - Allarme al calcolatore principale sicurezza	Von KR - Statusmeldung Pumpen und deren Hauptkomponenten - Alarm und Störungsmeldung der Komponenten/ Dal calcolatore principale - Indicazione di situazione delle pompe e dei loro componenti - Allarme e avviso di guasto dei componenti	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale						
39				Dreikammerrohrhaufgeber / scambiatori di pressione															

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
40				Dreikammerrohrheber / scambiatori di pressione	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Steuerbefehle an die Ventile/ - Rilevare i comandi alle valvole	- Übermitteln Messwerte der Sensoren Druck und Temperatur und Durchfluss - Übermitteln Fehlermeldungen/ - Trasmissione dei valori di misura dei sensori di pressione, temperatura e flusso, e avviso di guasto									
41				SPS / CLP	Stk. / cad.	1		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Empfang Sollwertstellungen des KR/ - Ricevimento valori nominali del calcolatore principale - Erfassen Zustand und Fehlermeldungen der Komponenten/ - Rilevare lo stato e gli avvisi di guasto dei componenti - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevamento ed elaborazione dei valori misurati	- Eigenständige Prozesssteuerung Rückkühlwerk aufgrund der Sollwerte der Leitstelle und der Messwerte der Sensoren - Controllo autonomo di processo del circuito di raffreddamento sulla base dei valori nominali della centrale e dei valori rilevati dai sensori - Übermitteln Messwerte, Zustände und Fehlermeldungen (Sammelstörung) an Kopfrechner - Trasmissione dei valori di misura degli stati e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	Von SPS DKRA: - DKRA Ein/Aus - Zustand und Messwerte Durchfluss-, Druck- und Temperaturmessung Primär und Sekundärseitig - Zustand der Motorisch angetriebenen Ventile - Alarm bei Störung der genannten Anlagen während Betrieb/ Dal CLP delle pompe del primario: - SP On/Off - stato e valori misurati Misure di flusso, di pressione e di temperatura primario/secondario - stato delle valvole con attuatori - allarme per il malfunzionamento degli impianti durante l'esercizio	Beim Aufstarten: - Startbefehle an DKRA, - Sollwertvorgabe. Bei Alarm von DKRA: - Stoppbefehl Pumpen Primär und Sekundär - Schliessbefehl an Ventile - AUS-Befehl an WKM - Alarm an KR Si/ Alla messa in marcia: - SP On/Off - definizione dei valori nominali Allarme dallo SP: - comando STOP alle pompe di primario e secondario - comando di chiusura delle valvole - comando OFF verso lo SC - Allarme al calcolatore principale sicurezza	Von KR - Statusmeldung DKRA - Alarm und Störungsmeldung der Komponenten/ Dal calcolatore principale - Indicazione di situazione dello SP - Allarme e avviso di guasto dei componenti	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
42	Rückspülfilter / filtri automatici																		
43				Rückspülfilter / filtri automatici	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Zustand (Differenzdruck)/ - Rilevare lo stato (differenza di pressione)	- Übermitteln Zustand - Übermitteln Fehlermeldung/ - Trasmissione dello stato, avviso di guasto									
44				SPS / CLP	Stk. / cad.	1		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevamento ed elaborazione dei valori misurati - Erfassen Zustand und Fehlermeldungen der Filter/ - Stato ed avviso guasti dei filtri	- Eigenständige Prozesssteuerung aufgrund der vor Ort parametrisierte Sollwerte (Auslösung und Alarm) und der Messwerte der Sensoren/ Controllo autonomo di processo sulla base dei valori nominali (allarme) localmente parametrizzati e dei valori rilevati dai sensori - Übermitteln Zustand, Alarm und Fehlermeldungen (Sammelstörung) an Kopfrechner - Trasmissione dello stato, degli allarmi e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	Von SPS Filterstation: - Rückspülung EIN/AUS - Alarm bei Erreichen Alarmwerte und Störung der Rückspülung während Betrieb/ Dal CLP della stazione filtri: - Pulitura (ON/OFF) - Allarme al raggiungimento dei valori di soglia della pulitura durante l'esercizio	An Filter: - Zustand EIN / AUS An KR Si: - Statusmeldung - Alarme/ Verso i filtri: - Stato ON/OFF Verso il calcolatore principale sicurezza: - Indicazione di situazione - Allarme	Von KR - Statusmeldung - Alarm und Störungsmeldung Dal calcolatore principale - Indicazione di situazione - Allarme e avviso di guasto	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
45	Pumpstation Sekundärkreise / stazioni di pompaggio dei circuiti secondari																		
46				Pumpen - Primärkreis / pompe - circuito primario	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Befehle EIN/AUS/Leistungsstufe/ - Rilevare i comandi ON/OFF/Livello di potenza	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti									
47				Mot. Schieber / saracinesca motorizzata	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Befehle AUS/ZU/ - Comando APERTO/CHIUSO	- Übermitteln Zustand AUF / ZU - Übermitteln Fehlermeldung/ Trasmissione Stato (APERTO / CHIUSO) - Trasmissione avviso guasto									
48				Durchflussmessung / misuratore di flusso	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Durchfluss - Rilevare il flusso	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP									
49				Druckgeber / sensori di pressione	Stk. / cad.	4		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Erfassen Druck/ - Rilevare la pressione	- Übermitteln an SPS/ - Trasmissione al CLP									
50				Frequenzumformer / convertitore di frequenza	Stk. / cad.	2		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules		- Übermitteln Status (Zustand, Fördermenge) - Übermitteln Fehlermeldung/ Trasmissione situazione (Stato, portata) - Trasmissione avviso guasto									

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo- nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
51				Schaltschrank / armadio dei comandi	Stk. / cad.	1		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	-	Übermitteln Status, Notaus, Fehlermeldungen Trasmissione della situazione, arresto d'emergenza, avviso di guasto									
52				SPS / CLP	Stk. / cad.	1		Fusspunkt Mauls / Punto di base Mules	- Empfang Sollwerteinstellungen der Leitstelle/ - Ricevimento valori nominali della centrale - Erfassen Zustand und Fehlermeldungen der Komponenten/ - Rilevare lo stato e gli avvisi di guasto dei componenti - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevamento ed elaborazione dei valori misurati	- Eigenständige Prozesssteuerung Pumpen aufgrund der Sollwerte der Leitstelle und der Messwerte der Sensoren/ - Controllo autonomo di processo delle pompe sulla base dei valori nominali localmente parametrizzati e dei valori rilevati dai sensori - Übermitteln Messwerte, Zustände und Fehlermeldungen (Sammelstörung) an Kopfrechner - Trasmissione dello stato, degli allarmi e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	Von SPS Pumpen: - Pumpen Ein/Aus - Zustand und Messwerte Durchflussmessung Vor-/Rücklauf - Zustand und Messwerte Druckmessung Vor-/Rücklauf - Zustand der Motorisch angetriebenen Absperklappen - Alarm bei Störung der genannten Anlagen während Betrieb/ Dal CLP delle pompe: - pompe On/Off - stato e valori misurati Misure di flusso primario/secondario - Stato dei valori di misura Misure di pressione primario/secondario - stato delle botole di chiusura con attuatori - allarme per il malfunzionamento degli impianti durante l'esercizio	Beim Aufstarten: - Startbefehle an Pumpen, - Sollwertvorgabe. Bei Alarm von Primärpumpen: - Stoppbefehl Pumpen Primär und Sekundär - Schliessbefehl an Ventile - AUS-Befehl an WKM - AUS-Befehl an DKRA - Alarm an KR Si Alla messa in marcia: - comando di marcia alle pompe, - definizione dei valori nominali Allarme dalle pompe del primario: - comando STOP alle pompe di primario e secondario - comando di chiusura delle valvole - comando OFF verso lo SC - comando OFF verso lo SP - Allarme al calcolatore principale	Von KR - Statusmeldung Pumpen und deren Hauptkomponenten - Alarm und Störungsmeldung der Komponenten Dal calcolatore principale - Indicazione di situazione delle pompe e dei loro componenti principali - Allarme e avviso di guasto dei componenti	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
53	Wetterkühlmaschinen / scambiatore di calore																		
54				Maschinensatz / parte meccanica	Stk. / cad.	31		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	- Erfassen Steuerbefehle an die Ventile und den Kompressor/ - Rilevare i comandi alle valvole ed al compressore	- Übermitteln Messwerte der Sensoren Druck und Temperatur und Durchfluss/ - Trasmissione dei valori misurati di pressione, temperatura e flusso - Übermittlung Wicklungs- und Lagertemperatur/ - Trasmissione della temperatura di avvolgimenti e cuscinetti - Übermitteln Fehlermeldungen -Trasmissione degli avvisi di guasto									
55				Ventilator / ventilatore	Stk. / cad.	31		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	-	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti									
56				Kühlwasserpumpe / pompa per l'acqua fredda	Stk. / cad.	31		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	-	- Übermitteln Temperatur Wicklung, Lager - Trasmissione temperatura avvolgimenti e cuscinetti									
57				Regulierventil / valvola di regolazione	Stk. / cad.	31		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	- Erfassen Befehle AUS/ZU/ - Comando APERTO/CHIUSO	- Übermitteln Zustand (AUF / Position / ZU)/ - Trasmissione Stato (APERTO / Posizione / CHIUSO) - Übermitteln Sammelstörung (Störung Antrieb, Störung Steuerung)/ - Trasmissione dei malfunzionamenti (motori, regolazione)									

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
58				SPS / CLP	Stk. / cad.	31		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	- Erfassen Zustand und Fehlermeldungen - Eingang der Befehle KR/ - Rilevare stato ed avvisi guasti - Ingresso comandi calcolatore principale	- Eigenständige Prozesssteuerung Kältemaschine, Kühlwasserpumpe und Regulierventil Kühlwasser/ -Controllo autonomo di processo delle macchine di raffreddamento, pompe d'acqua di raffreddamento - Übermitteln Messwerte, Zustände und Fehlermeldungen an KR (Sammelstörung)/ - Trasmissione dello stato, degli allarmi e degli avvisi di guasto al calcolatore principale	- WKM Ein/Aus - Sammelstörung/ - SC On/Off - Avviso di guasto	- Freigabe WKM - WKM Ein/Aus (Übersteuerung lokale Steuerung) - Standort-, Zustand- und Fehlermeldung/Alarm an KR Si - Übermittlung Statusmeldungen der WKM an den KR Rückkühlwerk/ - Autorizzazione verso lo SC - SC On/Off - Avviso di posizione, stato, guasto/allarme al calcolatore principale sicurezza Trasmissione dell'avviso di situazione dello SC verso il calcolatore principale del circuito di ritorno di raffreddamento	- Statusmeldung WKM mit Standort Ein/Aus - Sammelstörung/ - Avviso di situazione SC con ubicazione On/Off - Avviso di malfunzionamento	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
59	Diverse Armaturen / armature diverse																		
60				Be- und Entlüftungsventile / valvole di aerazione	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
61				Streckenschieberstationen / stazione di sezionamento	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
62				Brauchwasserentnahme / Spillamento dai tubi d'acqua industriale	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
63				Anschlussstellen WKM / collegamenti con le scambiatori di calore	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
64				Manometer / manometro	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
65				Druckreduzierventil / valvola di riduzione di pressione	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
66				Überdruckventil / valvola di sovrappressione	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
67				Diverse Absperrarmaturen / diversi rubinetti d'intercettazione	Stk. / cad.	-			Keine Steuerung Nessun controllo	Keine Überwachung Nessuna sorveglianza									
68				Motorisierte Schieber / saracinesca motorizzata	Stk. / cad.	-			- Erfassen Befehle AUS/ZU/ - Comando APERTO/CHIUSO	- Übermitteln Zustand (AUF / ZU)/ - Trasmettere Stato (CHIUSO / APERTO) - Übermitteln Betriebsmodus (automatisch / manuell)/ - Trasmettere modo di funzionamento (automatico / manuale) - Übermitteln Sammelstörung (Störung Antrieb, Störung Steuerung)/ Trasmissione dei malfunzionamenti (motori, regolazione)	Von Steuerung Mot. Schieber - Zustand (AUF / ZU) - Betriebsmodus - Sammelstörung/ Dal controllo dei sezionatori con attuatore - Stato (APERTO / CHIUSO) - Modo di funzionamento - Avviso di malfunzionamento	An Steuerung Mot. Schieber - Befehl (AUF / ZU) An KR Si: - Zustand (AUF / ZU) - Betriebsmodus - Sammelstörung/ Verso il controllo dei sezionatori con attuatore - Comando (APERTO / CHIUSO) Verso il calcolatore principale sicurezza - Stato (APERTO / CHIUSO) - Modo di funzionamento - Avviso di malfunzionamento	Von KR : - Zustand (AUF / ZU) - Betriebsmodus - Sammelstörung/ Dal calcolatore principale: - Stato (APERTO / CHIUSO) - Modo di funzionamento - Avviso di malfunzionamento	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm Aufforderung an Operator, Funkverbindung mit Mannschaft aufzunehmen - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: richiesta all'operatore di porsi in contatto radio con le squadre di lavoro					
69				Durchflussmessung / misuratore di flusso	Stk. / cad.	-			- Erfassen Zustand und Fehlermeldungen - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevare stato ed avvisi guasti - Rilevamento ed elaborazione dei valori di misura	- Übermitteln Standort, Messwerte, Zustand und Fehlermeldung an KR/ - Trasmettere posizione, valori misurati, stato e avvisi guasti al calcolatore principale	- Sammelstörung Messstation - Kommunikationsfehler - Verarbeitung und Speicherung der Messwerte - Bilden von zeitlichen Mittelwerten, graphische Darstellung/ - Guasti stazione di misura - Guasto di comunicazione - Elaborazione e memorizzazione dei valori di misura - Rappresentazione grafica dei valori medi temporali	- Übermitteln der Vor- und Hauptalarme an LK Si - Anzeigen von Massnahmen zur Behebung der Grenzwertüberschreitung/ Trasmissione dei pre- e degli allarmi principali verso il calcolatore principale sicurezza - Indicazione delle misure per avviare il superamento dei valori di soglia	- Vor- und Hauptalarm bei Unterschreitung von Grenzwerten. - Sammelstörung an Komponenten Messstationen/ - Pre- e allarme principale per il superamento dei valori di soglia - Avviso di guasto dei componenti delle stazioni di misura	- Aufforderung an Operator, das Personal zu informieren/ - Richiesta all'operatore di informare il personale					

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
70				Druckgeber / sensori di pressione	Stk. / cad.	5		Leitungsab- schlüsse KWL / Alla fine delle tubature	- Erfassen Zustand und Fehlermeldungen - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevare stato ed avvisi guasti - Rilevamento ed elaborazione dei valori di misura	- Übermitteln Standort, Messwerte, Zustand und Fehlermeldung an KR/ - Trasmettere posizione, valori misurati, stato e avviso guasti al calcolatore principale	- Sammelstörung Messstation - Kommunikationsfehler - Verarbeitung und Speicherung der Messwerte - Bilden von zeitlichen Mittelwerten, graphische Darstellung/ - Guasti stazione di misura - Guasto di comunicazione - Elaborazione e memorizzazione dei valori di misura - Rappresentazione grafica dei valori medi temporali	- Übermitteln der Vor- und Hauptalarme an LK Si - Anzeigen von Massnahmen zur Behhebung der Grenzwertüberschreitung/ Trasmissione dei pre- e degli allarmi principali verso il calcolatore principale sicurezza - Indicazione delle misure per ovviare il superamento dei valori di soglia	- Vor- und Hauptalarm bei Unterschreitung von Grenzwerten. - Sammelstörung an Komponenten Messstationen/ - Pre- e allarme principale per il superamento dei valori di soglia - Avviso di guasto dei componenti delle stazioni di misura	- Aufforderung an Operator, das Personal zu informieren/ - Richiesta all'operatore di informare il personale					
71	Steuerung / comando																		
72	Klimamessstationen / Stazioni di rilevamento del clima e delle emanazioni di gas																		
73				Auswerteeinheit / unità di analisi	Stk. / cad.	9		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	- Erfassen Zustand und Fehlermeldungen - Erfassung und Verarbeiten Messwerte/ - Rilevare stato ed avvisi guasti - Rilevamento ed elaborazione dei valori di misura	- Übermitteln Standort, Messwerte, Zustand und Fehlermeldung an KR/ - Trasmettere posizione, valori misurati, stato e avviso guasti al calcolatore principale	- Sammelstörung Messstation - Kommunikationsfehler - Verarbeitung und Speicherung der Messwerte - Bilden von zeitlichen Mittelwerten nach MAK-Grenzwerten, graphische Darstellung/ - Guasti stazione di misura - Guasto di comunicazione - Elaborazione e memorizzazione dei valori di misura - Rappresentazione grafica dei valori medi temporali di concentrazione	- Übermitteln der Sammelstörungen, Vor- und Hauptalarme an die KR Si - Anzeigen von Massnahmen zur Behhebung der Grenzwertüberschreitung/ - Trasmissione degli avvisi di guasto e dei pre- e degli allarmi principali verso il calcolatore principale sicurezza - Indicazione delle misure per ovviare il superamento dei valori di soglia	- Vor- und Hauptalarm bei Unterschreitung von Grenzwerten. - Sammelstörung an Komponenten Messstationen/ - Pre- e allarme principale per il superamento dei valori di soglia - Avviso di guasto dei componenti delle stazioni di misura	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di ovviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
74				Windmessung / velocità dell'aria	Stk. / cad.	9		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütliche Mittelwertbildung der Luftgeschwindigkeit/ Calcolo del valor medio (ogni minuto) della velocità dell'aria	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - Stündliche Mittelwertbildung/ - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Indicazione del valore medio orario	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten Stunde gleitend. - Voralarm an KR Si, wenn der stündliche Mittelwert der Geschwindigkeit, die 2.0 m/s Grenze überschreitet. - Hauptalarm an KR Si, wenn der stündliche Mittelwert der Geschwindigkeit die 5.0 m/s Grenze überschreitet./ - Visualizzazione dei valori d'entrata in forma grafica sulle ultime 24 ore come pure il valore medio dell'ultima ora. - Preallarme al calcolatore principale quando il valore medio orario della velocità supera 2 m/s - Allarme principale al calcolatore principale quando il valore medio orario supera i 5 m/s.	- Voralarm bei Überschreitung des Grenzwerts 2.0 m/s während einer Stunde - Hauptalarm bei Überschreitung des Grenzwerts 5.0 m/s während einer Stunde./ - Preallarme per il superamento dei valori di soglia 2.0 m/s durante un'ora - Allarme principale per il superamento dei valori di soglia 5.0 m/s durante un'ora	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di ovviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
75				Temperatursensor / sonda termica	Stk. / cad.	9		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütliche Mittelwertbildung der Lufttemperatur Calcolo del valor medio (ogni minuto) della temperatura dell'aria	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio (ogni minuto) al calcolatore principale	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - Stündliche Mittelwertbildung/ - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Indicazione del valore medio orario	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten Stunde gleitend. - Voralarm an KR Si, wenn der stündliche Mittelwert der Temperatur, die 30°C Grenze überschreitet./ Visualizzazione dei valori d'entrata in forma grafica sulle ultime 24 ore come pure del valore medio dell'ultima ora. - Preallarme al calcolatore principale quando il valore medio orario della temperatura supera 30°C	- Voralarm bei Überschreitung des Grenzwerts während einer Stunde - Hauptalarm bei andauernder Überschreitung über mehr als 8 Std./ Preallarme per il superamento dei valori di soglia durante un'ora - Allarme principale per il superamento dei valori di soglia per più di 8 ore	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di ovviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung-/kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo-nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
76				Feuchtigkeitssensor / sonda di umidità	Stk. / cad.	9		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütliche Mittelwertbildung der Feuchtigkeit Calcolo del valor medio (ogni minuto) dell'umidità dell'aria	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio (ogni minuto) al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - Verrechnung mit Trockentemperatur und Luftdruck zu Feuchttemperatur - Stündliche Mittelwertbildung/ - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Calcolo con temperatura di bulbo secco e con pressione atmosferica della temperatura di bulbo umido - Visualizzazione del valore medio orario	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten Stunde gleitend. - Voralarm an KR Si, wenn der stündliche Mittelwert der Feuchttemperatur die 25°C Grenze überschreitet./ Visualizzazione dei valori d'entrata in forma grafica sulle ultime 24 ore come pure del valore medio dell'ultima ora. - Preallarme al calcolatore principale quando il valore medio orario della temperatura del bulbo umido supera 25°C	- Voralarm bei Überschreitung des Grenzwerts während einer Stunde - Hauptalarm bei andauernder Überschreitung über mehr als 8 Std./ Preallarme per il superamento dei valori di soglia durante un'ora - Allarme principale per il superamento dei valori di soglia per più di 8 ore	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Not-Stopp und Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: arresto d'emergenza ed allarme del personale					
77				Absolutdruckgeber / trasduttore di pressione atmosferica	Stk. / cad.	9		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütliche Mittelwertbildung des Luftdrucks Calcolo del valor medio (ogni minuto) della pressione dell'aria	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio (ogni minuto) al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - Stündliche Mittelwertbildung/ - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Indicazione del valore medio orario	- Übermitteln der Sammelstörungen an die KR Si/ - Trasmissione degli avvisi di guasto verso il calcolatore principale sicurezza		- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale.					
78				CH ₄ Messgerät / apparecchio di misura CH ₄	Stk. / cad.	8		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütlicher Mittelwert der Konzentration Calcolo del valor medio (ogni minuto) della concentrazione	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio (ogni minuto) al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte / - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten 15' gleitend. - Voralarm an KR Si gemäss Grenzwerten nach technischem Bericht, Kap. 3.2.1.1. - Hauptalarm and KR Si gemäss Grenzwerten nach tech. Bericht, Kap. 3.2.1.1. / - Preallarme al calcolatore principale secondo il valore di soglia del rapporto tecnico cap. 3.2.1.1. - Allarme principale al calcolatore principale secondo il valore di soglia del rapporto tecnico cap. 3.2.1.1.	- Voralarm an KR Si gemäss Grenzwerten nach technischem Bericht, Kap. 3.2.1.1. - Hauptalarm and KR Si gemäss Grenzwerten nach tech. Bericht, Kap. 3.2.1.1. / - Preallarme al calcolatore principale secondo il valore di soglia del rapporto tecnico cap. 3.2.1.1. - Allarme principale al calcolatore principale secondo il valore di soglia del rapporto tecnico cap. 3.2.1.1.	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: allarme del personale					
79				H ₂ S Messgerät / apparecchio di misura H ₂ S	Stk. / cad.	8		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütlicher Mittelwert der Konzentration Calcolo del valor medio (ogni minuto) della concentrazione	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene / Trasmissione del valor medio (ogni minuto) al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - acht-stündlicher (8 h) Mittelwertbildung/ - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Indicazione del valore medio su 8 ore	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten 8 Std gleitend. - Voralarm an KR Si, wenn der acht- stündliche Mittelwert der H ₂ S Konzentration die 5 ppm Grenze überschreitet. - Hauptalarm an KR Si, wenn der viertelstündliche Mittelwert der H ₂ S Konzentration die 10 ppm Grenze überschreitet. / - Preallarme al calcolatore principale quando il valore medio su 8 ore della concentrazione di H ₂ S supera 5 ppm. - Allarme al calcolatore principale quando il valore medio su 15 minuti della concentrazione di H ₂ S supera 10 ppm.	- Voralarm an KR Si, wenn der acht- stündliche Mittelwert der H ₂ S- Konzentration die 5 ppm Grenze überschreitet. - Hauptalarm an KR Si, wenn der viertelstündliche Mittelwert der H ₂ S- Konzentration die 10 ppm Grenze überschreitet. / - Preallarme al calcolatore principale quando il valore medio su 8 ore della concentrazione di H ₂ S supera 5 ppm. - Allarme al calcolatore principale quando il valore medio su 15 minuti della concentrazione di H ₂ S supera 10 ppm.	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: allarme del personale					

Pos.	Objekt / oggetto	Anlage / impianto					Einbauort / luogo	Prozess- & Gruppenebene / livello di processo e gruppo				Kopfrechner Baulüftung/-kühlung / computer principale ventilazione e raffreddamento				Leitrechner Sicherheit / computer principale sicurezza			
		Komponenten- gruppe gruppi di compo- nenti	Komponente componente	Subkomponente sottocomponente	Einheit / unità	Anzahl / numero		Beschreibung / descrizione	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen	Uscite: misurare avvisare conteggiare	Eingänge: Stellen, Schalten, Sollwert	Ingressi: posizionare azionare valore nominale	Ausgänge: Messen, Melden, Zählen
80				CO ₂ Messgerät / apparecchio di misura CO ₂	Stk. / cad.	8		Bedarfsgerecht / secondo i bisogni	Minütlicher Mittelwert der Konzentration Calcolo del valor medio (ogni minuto) della concentrazione	Übermittlung minütlicher Mittelwert an die Leitebene/ Trasmissione del valor medio al livello di controllo	- Aufzeichnen / Speichern der Eingangswerte - viertelstündlicher und acht- stündlicher Mittelwertbildung / - Indicazione / memorizzazione dei dati d'entrata - Indicazione del valore medio su 15 minuti e su 8 ore	- Anzeigen der Eingangswerte in Graphik über letzte 24 Std sowie Mittelwert der letzten 15' gleitend. - Voralarm an KR Si, wenn der viertelstündliche Mittelwert der CO ₂ - Konzentration die 5'000 ppm Grenze überschreitet. / - Hauptalarm an KR Si, wenn der acht- stündliche Mittelwert der CO ₂ Konzentration die 5'000 ppm Grenze überschreitet. / - Visualizzazione dei valori d'entrata in forma grafica sulle ultime 24 ore come pure il valore medio degli ultimi 15 minuti. - Prealarme al calcolatore principale quando il valore medio su 15 minuti della concentrazione di CO ₂ supera 5'000 ppm. - Allarme al calcolatore principale quando il valore medio su 8 ore della concentrazione di CO ₂ supera 5'000 ppm.	- Voralarm an KR Si, wenn der viertelstündliche Mittelwert der CO ₂ - Konzentration die 5'000 ppm Grenze überschreitet. / - Hauptalarm an KR Si, wenn der acht- stündliche Mittelwert der CO ₂ Konzentration die 5'000 ppm Grenze überschreitet. / - Prealarme al calcolatore principale quando il valore medio su 15 minuti della concentrazione di CO ₂ supera 5'000 ppm. - Allarme al calcolatore principale quando il valore medio su 8 ore della concentrazione di CO ₂ supera 5'000 ppm.	- Bei Störung Aufforderung an Operator, auf KR Fehler zu beheben. - Bei Alarm: Alarmierung Personal - In caso di malfunzionamento richiesta all'operatore di avviare al guasto attraverso il calcolatore principale. - In caso di allarme: allarme del personale					
81	Leitstelle / centrale di comando																		
82				Kopfrechner inkl. Peripherien / computer principale inclusi i periferici	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules			Selbstüberwachung, Anzeige Zustand/ Sorveglianza autonoma, stato della visualizzazione	An KR Si/ verso il KR Si - Störung/Ausfall/ - Malfunzionamento / Avaria	- Störung / Ausfall - Malfunzionamento / Avaria						
83				Serverschränke / armadi del server	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules			Selbstüberwachung, Anzeige Zustand/ Sorveglianza autonoma, stato della visualizzazione	An KR Si/ verso il KR Si - Störung/Ausfall/ - Malfunzionamento / Avaria	- Störung / Ausfall - Malfunzionamento / Avaria						
84				Anbindung an Baukomm. Festnetz Collegamento alla comunicazione di cantiere	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules			Selbstüberwachung, Anzeige Zustand/ Sorveglianza autonoma, stato della visualizzazione	An KR Si/ verso il KR Si - Störung/Ausfall/ - Malfunzionamento / Avaria	- Störung / Ausfall - Malfunzionamento / Avaria						
85				Stromversorgung Alimentazione elettrica	Stk. / cad.	2		Baustelle Mauls / cantiere Mules			Selbstüberwachung, Anzeige Zustand/ Sorveglianza autonoma, stato della visualizzazione	An KR Si/ verso il KR Si - Störung/Ausfall/ - Malfunzionamento / Avaria	- Störung / Ausfall - Malfunzionamento / Avaria						