



Str. Nr.

Beilage g1

Nat. Str. II. Kl.

N4

Abschnitt:	Teilstrecke:	km	Bereinigte km	Kantone:
Kt. Grenze ZG/SZ	Ingenbohl	105.010		SZ
		126.370		
Flüelen Süd	Gumpisch	135.270		UR
		141.150		

Effektive Baulänge: ca. 8.9 km

N4 Neue Axenstrasse
Ausführungsprojekt Etappen 1 und 3

Technischer Bericht

Kantonale Behörde:			Eingangsstempel:	Verfasser: INGE Axen    		
Baudepartement Schwyz Baudirektion Uri				Dokument Nr. 6060.1-R-45		
Projekt vom: 01. September 2014				Erstellt: FJ Geprüft: RT Freigabe:		
Index:	2.0	01.09.2014				

<p>INGE AXEN c/o Lombardi AG Winkelriedstrasse 37 CH-6003 Luzern Tel. 041 226 40 50 / Fax. 041 226 40 56</p>				
Index:	Datum:	Erstellt:	Geprüft:	Art der Änderung:
0.1	02.04.2013	FJ	RT	Vorabzug vom 02.04.2013
0.2	01.07.2013	FJ	RT	Ergänzung Entwässerungsstollen Ingenbohl
1.0	21.10.2013	FJ	RT	Überarbeitung Verkehrsführung alte Axenstrasse Ort, FlaMa, Materialbewirtschaftung, diverse kleinere Anpassungen aufgrund Stellungnahmen Kantone, Ergänzung fehlende Kapitel (Löschwasserversorgung, Landerwerb, Rodung, Kosten)
1.1	15.04.2014	FJ	RT	Überarbeitung FlaMa gemäss Dossier FlaMa vom 10.12.2014, diverse Redaktionelle Anpassungen, Aktualisierung Kapitel Landerwerb, Rodung und Kosten
1.2	31.07.2014	FJ	RT	Anpassung Flächenbelegung Ingenbohl, Deponie Schweigacher
2.0	01.09.2014	FJ	RT	Dossier PGV vom 01.09.2014

Inhaltsverzeichnis

0. Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
1.1 Projektgeschichte	2
1.2 Auftrag	3
1.3 Projektziele	3
1.4 Projektperimeter, Projektelemente	4
1.5 Abgrenzung, Schnittstellen	4
1.6 Projektorganisation	5
2. Grundlagen und Randbedingungen	6
2.1 Normen, Richtlinien, Weisungen und Gesetze	6
2.1.1 Gesetze, Verordnungen	6
2.1.2 SIA	6
2.1.3 ASTRA	7
2.1.4 Weitere	8
2.2 Spezifische Projektgrundlagen	8
2.3 Änderungen gegenüber dem Generellen Projekt	9
3. Verkehr	13
3.1 Verkehrsführung und Verkehrstechnik	13
3.1.1 Gesamtsystem	13
3.1.2 Anschluss Ingenbohl	13
3.1.3 Anschluss Ort	14
3.1.4 Anschluss Gumpisch	14
3.2 Signalisation	15
3.2.1 Ausrüstungsgrad der N4 Neuen Axenstrasse	15
3.2.2 Umleitungen im Ereignisfall	16
4. Geologie	20
4.1 Geologischer Überblick	20
4.2 Geotechnik	21
4.2.1 Stabilität	21
4.2.2 Geotechnische Kennwerte	22
4.2.3 Gasführung	22

4.3	Hydrologie	22
4.4	Naturgefahren	26
5.	Flankierende Massnahmen alte Axenstrasse	28
5.1	Grundlagen und Randbedingungen	28
5.2	Massnahmen Verkehr	29
5.2.1	Variantenentscheid Normalprofil Fahrraumgestaltung	29
5.2.2	Konzept der Massnahmen	29
5.3	Massnahmen Aufwertung	30
5.4	Konzeptbeschreibung	30
5.5	Naturgefahren	31
5.6	Landerwerb und Rodungen	31
6.	Projektbeschreibung	32
6.1	Übersicht	32
6.2	Trassierung, Linienführung	33
6.3	Verkehrsführung	34
6.3.1	Verkehrsführung während der Bauphase im Allgemeinen	34
6.3.2	Bewältigung Mehrverkehr aus Baubetrieb	34
6.4	Anschluss Ingenbohl	38
6.4.1	Strassenbau	38
6.4.2	Unterführung Schönenbuchstrasse	40
6.4.3	Stützmauer Werkhof	41
6.4.4	Durchlass Sandbach	42
6.4.5	Durchlass Kilchmatt	42
6.4.6	Abbrüche	42
6.5	Morschacher Tunnel	42
6.5.1	Linienführung	42
6.5.2	Normalprofile	43
6.5.3	Werkleitungskanal mit integriertem Fluchtweg	46
6.5.4	Nebenzuwerke	47
6.5.5	Lüftungszentrale und Tagbautunnel Ingenbohl	48
6.5.6	Mittelzentrale	50
6.5.7	Lüftungszentrale und Zugangsstollen Petersort	51
6.5.8	Tagbautunnel Ort	53
6.5.9	Entwässerungsstollen Ingenbohl	54

6.6	Betriebsanschluss Ort	56
6.6.1	Strassenbau	56
6.6.2	Stützmauern Bergseite	57
6.6.3	Sichtschutzmauern	59
6.6.4	Seeseitige Bauwerke	59
6.6.5	Durchgehender Werkleitungskanal	62
6.7	Sisikoner Tunnel	62
6.7.1	Linienführung	62
6.7.2	Normalprofile	63
6.7.3	Werkleitungskanal mit integriertem Fluchtweg	63
6.7.4	Nebenbauwerke	64
6.7.5	Tagbautunnel Ort	65
6.7.6	Erschliessungsstollen Dorni	65
6.7.7	Lüftungszentrale Ort	67
6.7.8	Mittelzentralen	68
6.7.9	Lüftungszentrale und Zugangsstollen Buggi	69
6.8	Ausfahrtstunnel Gumpisch	70
6.8.1	Linienführung	70
6.8.2	Normalprofil	70
6.8.3	Nebenbauwerke	71
6.8.4	Zentrale Ausfahrtstunnel Gumpisch und Fluchtweg	73
6.9	Anschluss Gumpisch	73
6.9.1	Strassenbau	73
6.9.2	Galerie Gumpisch	74
6.9.3	Abbrüche	78
6.10	Landschaftsgestalterisches Konzept	78
6.10.1	Anschluss Ingenbohl	78
6.10.2	Portal Petersort	80
6.10.3	Betriebsanschluss Ort	81
6.10.4	Lüftungszentrale Ort	82
6.10.5	Erschliessungsstollen Dorni	83
6.10.6	Anschluss Gumpisch	84
6.10.7	Portalzone Buggi	85
6.11	Betriebs- und Sicherheitsausrüstung, Lüftung	87
6.11.1	Energieversorgung	87
6.11.2	Beleuchtung	88

6.11.3	Lüftung	88
6.11.4	Signalisation	89
6.11.5	Überwachungsanlage	90
6.11.6	Kommunikation und Leittechnik	90
6.11.7	Kabelanlagen	91
6.11.8	Nebeneinrichtung	91
6.12	Entwässerung	91
6.12.1	Allgemein	91
6.12.2	Entwässerungskonzept Tunnel	92
6.12.3	Ableitung Portalzone Ingenbohl	92
6.12.4	Petersort	93
6.12.5	Ableitung Portalzone Ort	93
6.12.6	Ableitung Portalzone Dorni	94
6.12.7	Ableitung Portalzone Buggi	94
6.13	Löschwasserversorgung	94
6.13.1	Normative Grundlagen	95
6.13.2	Allgemein	95
6.13.3	Pumpwerk Ingenbohl	96
6.13.4	Druckleitung Morschacher und Sisikoner Tunnel sowie Ausfahrtstunnel Gumpisch	96
6.13.5	Reservoir Antonius	96
6.13.6	Verwurfschacht Buggi	97
7.	Bauausführung	98
7.1	Bauprogramm	98
7.2	Anschluss Ingenbohl	99
7.3	Voreinschnitt und Tagbautunnel Ingenbohl inkl. Lüftungszentrale	100
7.4	Morschacher Tunnel	101
7.4.1	Vortriebskonzept	101
7.4.2	Ausbruchsicherung und Bauhilfsmassnahmen	101
7.4.3	Überquerung mit zukünftigem ATG-Trasse	101
7.4.4	Überquerung SBB-Fronalptunnel	102
7.4.5	Baustellenentwässerung	102
7.4.6	Verkleidung und Innenausbau	103
7.4.7	Rohbau II	103
7.5	Entwässerungsstollen Ingenbohl	104
7.5.1	Voreinschnitt und Baugrube Ingenbohl	104

7.5.2	Zuleitung Ingenbohl	104
7.5.3	Entwässerungsstollen	104
7.5.4	Voreinschnitt und Baugrube Vierwaldstättersee mit Auslaufbauwerk	105
7.5.5	Baustellenentwässerung	105
7.6	Zugangsstollen und Lüftungszentrale Petersort	105
7.7	Betriebsanschluss Ort	106
7.8	Voreinschnitt und Tagbautunnel Ort	106
7.9	Lüftungszentrale Ort	107
7.10	Sisikoner Tunnel	107
7.10.1	Vortriebskonzept	107
7.10.2	Ausbruchsicherung und Bauhilfsmassnahmen	108
7.10.3	Überquerungen SBB	108
7.10.4	Querung Abbaugebiet Lünten	108
7.10.5	Unterquerung Riemenstaldnertal	109
7.10.6	Unterquerung Buggital	109
7.10.7	Überquerung Ausfahrtstunnel Gumpisch	109
7.10.8	Baustellenentwässerung	110
7.10.9	Verkleidung und Innenausbau	110
7.10.10	Rohbau II	110
7.11	Erschliessungsstollen Dorni	110
7.12	Zugangsstollen und Lüftungszentrale Buggi	111
7.13	Ausfahrtstunnel Gumpisch	111
7.14	Anschluss Gumpisch	111
7.14.1	Allgemeiner Bauablauf	111
7.14.2	Hilfsbrücke Gumpisch	112
7.14.3	Galerie Gumpisch	112
7.15	Bauwerksüberwachungen	113
7.16	Baustellenerschliessung und Installationsplätze	114
7.16.1	Ingenbohl	114
7.16.2	Brunnen See	115
7.16.3	Petersort	115
7.16.4	Ort	115
7.16.5	Dorni	116
7.16.6	Buggi	117
7.16.7	Gumpisch	118

7.17	Materialbewirtschaftung	119
7.17.1	Allgemeines	119
7.17.2	Anfallendes Ausbruchmaterial	120
7.17.3	Materialqualität und Wiederverwendbarkeit Ausbruchmaterial	122
7.17.4	Deponiestandorte	124
7.17.5	Bedarf an Beton und Auffüllungen	124
7.17.6	Materialflüsse	127
8.	Umweltverträglichkeit UVB	128
9.	Landerwerb und Rodungen	130
9.1	Landerwerb temporär	130
9.2	Landerwerb definitiv	130
9.3	Rodungen	131
9.3.1	Rodungen temporär	131
9.3.2	Rodungen definitiv	131
9.3.3	Ersatzaufforstung	132
10.	Kostenvoranschlag	133
10.1	Allgemeines und Abgrenzung	133
10.2	Gesamtkosten Bau	133
10.3	Betriebs- und Unterhaltskosten	135
10.4	Kostenabweichungen gegenüber dem Generellen Projekt	135
11.	Weiteres Vorgehen	137
11.1	Rahmenterminprogramm	137

Abkürzungen

AfBN	Amt für Betrieb Nationalstrassen
AP	Ausführungsprojekt
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AT	Ausfahrtstunnel
ATG	AlpTransit Gotthard
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BLE	Betriebsleitebene
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
BMA	Brandmeldefrüherkennungsanlage
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
BZ	Betriebszustand
DfA	Datenbank der festen Anlagen (SBB)
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ENHK	Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWA	Elektrizitätswerk Altdorf AG
EWS	Elektrizitätswerk Schwyz AG
FHB T/G	Fachhandbuch Tunnel/Geotechnik
FlaMa	Flankierende Massnahmen
FOK	Fahrbahnoberkante
Fz	Fahrzeuge
GLU	Gesamtleitungsunterstützung (Gremium)
GNP	Geometrisches Normalprofil
GP	Generelles Projekt
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GUP	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HVS	Hauptverkehrsstrasse
KSR	Kabelschutzrohre
LKW	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlage
LWL	Lichtwellenleiter
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MS	Mittelspannung

MÜLS	Mittelstreifenüberleitsystem
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz
NIV	Niederspannungs-Installationsverordnung
NW	Nennweite
PA	Projektausschuss (oberstes operatives Organ)
PFS	Projektfachsitzung (mit Fachspezialisten ASTRA)
PT	Projektteam (Planer und Fachspezialisten)
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SDR	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SSV	Schweizerische Signalisationsverordnung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TBM	Tunnelbohrmaschine
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VM-CH	Verkehrsmanagement Schweiz
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
WELK	Werkleitungskanal
WV	Wasserversorgung

0. Zusammenfassung

Mit der N4 Neuen Axenstrasse soll die Verfügbarkeit, Funktionsfähigkeit und Verkehrssicherheit der Nord-Süd Transitachse künftig gewährleistet werden und das Dorf Sisikon nachhaltig von Durchgangsverkehr entlastet werden.

Die N4 Neue Axenstrasse wird in Ingenbohl und Gumpisch an die bestehende Nationalstrasse N4 angeschlossen. Dazwischen liegt die Neubaustrecke mit dem 2'889 m langen Morschacher Tunnel, dem 4'442 m langen Sisikoner Tunnel und dem kurzen Abschnitt der Offenen Strecke Ort.

Im Anschluss Ingenbohl wird der Mositunnel mit einem neuen Kreisel an die Schwyzerstrasse angebunden. Die direkte Überfahrt von der bestehenden N4 in den Mositunnel ist nur noch im Falle einer Sperrung des Morschacher Tunnel vorgesehen. Die Offene Strecke in Ort wird als Betriebsanschluss ausgebildet. Bei einer geplanten Sperrung von einem der beiden Tunnels wird der Verkehr von der Neuen auf die alte Axenstrasse und umgekehrt, umgeleitet. In Gumpisch ist neben dem Portal des Sisikoner Tunnels der Ausfahrtstunnel Gumpisch angeordnet. Er hat eine Länge von 426 m und dient als niveaufreier Halbinschluss für die Ausfahrt nach Sisikon von Süden aus. Der Bereich zwischen den Portalen des Sisikoner Tunnel sowie dem Ausfahrtstunnel Gumpisch und dem bestehenden Tunnel Gumpisch Süd wird mit einer Galerie überdacht, damit der Abschnitt vor Naturgefahren geschützt bleibt.

Der Morschacher und der Sisikoner Tunnel verfügen über 1 Röhre und werden im Gegenverkehr betrieben. Zur Rauchabsaugung im Brandfall verfügen die Tunnels über eine Zwischendecke mit Abluftklappen. Bei beiden Portalen resp. in Portalnähe sind jeweils Lüftungszentralen angeordnet. Der Fluchtweg aus dem Tunnel führt über Notausgänge alle 300 m in einen mit Überdruck belüfteten kombinierten Fluchtweg- und Werkleitungskanal unterhalb der Fahrbahn mit Ausgängen im Bereich der Lüftungszentralen Ingenbohl und Petersort (Morschacher Tunnel) sowie Ort und Buggi (Sisikoner Tunnel).

Auf der alten Axenstrasse werden nach Inbetriebnahme der N4 Neuen Axenstrasse flankierende Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Langsamverkehrs sowie zur Steigerung der touristischen Attraktivität realisiert. Es ist eine Fahrbahn von 2 x 3.00 m und ein durchgehender kombinierter Rad-/Gehweg mit einer Breite von 3.00 m auf der Seeseite vorgesehen. Dazu muss der bestehende Verkehrsraum verbreitert werden.

In Ingenbohl ist für die Ableitung der grossen zu erwartenden Bergwassermengen ein separater, 1'231 m langer Entwässerungstollen zum Vierwaldstättersee geplant.

Die Hauptinstallationsplätze für den Tunnelvortrieb sind für den Morschacher Tunnel in Ingenbohl und für den Sisikoner Tunnel in Dorni angedacht. In Ingenbohl ist eine Aufbereitung und Wiederverwertung des Ausbruchmaterials vor Ort geplant, in Dorni wird das Ausbruchmaterial via den Seeweg abtransportiert und für das Projekt Seeschüttung Urnersee wiederverwendet.

Die Bauzeit des Gesamtprojektes beträgt rund 7.5 bis 8 Jahre. Der Sisikoner Tunnel wird vor dem Morschacher Tunnel eröffnet. Massgebend sind die Hauptarbeiten an den beiden Tunnels. Die Bauarbeiten in den Anschlüssen laufen vorwiegend zeitgleich mit denjenigen an den Tunnels.

Die Gesamtkosten für das Projekt betragen 980.270 Mio. CHF inkl. MWSt. (Preisbasis März 2014).

1. Einleitung

1.1 Projektgeschichte

Die bestehende Axenstrasse zwischen Ingenbohl und Gumpisch gehört zur bedeutenden Nord-Süd Verbindung. Sie ist Teil der N4 und heute als Nationalstrasse 3. Klasse deklariert. Nebst der grossen Bedeutung als Nord-Süd-Transitachse hat die Axenstrasse auch den Anforderungen des Regional-, Lokal- und Tourismusverkehrs zu genügen.

Im Jahr 1986 haben der Bund und die Regierungen der Kantone Schwyz und Uri dem Ausbau der Nationalstrasse N4 am Axen zwischen Ingenbohl und Flüelen grundsätzlich zugestimmt und ein Generelles Projekt für den Fronalptunnel von Ingenbohl bis Gumpisch ausgearbeitet.

Zweifel an der Zweckmässigkeit verhinderten ein Weiterkommen über längere Zeit. Um die Situation zu deblockieren wurde im Jahr 2001 eine so genannte Kreativphase durchgeführt. Darin wurden Alternativen zu einem Fronalptunnel untersucht und miteinander verglichen.

Mit Brief vom 12. Februar 2002 hat das Bundesamt für Strassen (ASTRA) das Baudepartement des Kantons Schwyz federführend mit der Ausarbeitung eines Generellen Projekts (GP) für die Etappen 1 und 3, von Ingenbohl bis Gumpisch, auf Basis der Variante 10 „Etappiert Tunnel“ aus der Kreativphase vom November 2001, beauftragt.

Mit der Abgabe des GP „N4 Ingenbohl-Gumpisch, 1. und 3. Etappe“ im April 2007 durch die IG ProAxen, konnte dieser Auftrag erfolgreich abgeschlossen werden.

Im Januar 2009 hat der Bundesrat auf Antrag der Regierungen der Kantone Schwyz und Uri das GP für die Neue Axenstrasse (Etappen 1 und 3) genehmigt. Mit der Genehmigung des GP wurde von Seiten ASTRA für den Morschacher und Sisikoner Tunnel ein durchgehender Werkleitungskanal (WELK) unter der Fahrbahn gefordert.

Im GP 2007 sind die Realisierung des Sisikoner Tunnels in der 1. und die Realisierung des Morschacher Tunnels in der 3. Etappe vorgesehen. Diese zeitliche Staffelung der beiden Tunnels muss nicht mehr eingehalten werden. Der Sisikoner Tunnel soll aber zwingend vor dem Morschacher Tunnel in Betrieb genommen werden.

Aufgrund dieser veränderten Randbedingungen wurde vor der eigentlichen Ausarbeitung das Ausführungsprojekts (AP) im Jahr 2011 ein Variantenstudium durchgeführt, in dem die Vortriebsmethode kritisch hinterfragt wurde. Es wurden die folgenden drei Varianten untersucht:

- Variante 1: GP mit WELK

Ergänzung der GP Lösung (Sprengvortrieb) mit dem Einbau eines durchgehenden WELK in einem unter der Sohle ausgebrochenen Graben. Der Fluchtweg erfolgt über regelmässig angeordnete Querverbindungen und den parallel geführten Sicherheitsstollen (SiSto) ins Freie.

- Variante 2: TBM mit SiSto

Beide Tunnels werden mittels einer Schild-TBM von Ingenbohl Richtung Gumpisch ausgebrochen. Der WELK wird zwischen Fahrbahn und Sohlgewölbe eingebaut. Der

Fluchtweg erfolgt über regelmässig angeordnete Querverbindungen und den parallel geführten SiSto ins Freie.

- Untervariante 2a: TBM-Variante mit WELK aber ohne SiSto

Beide Tunnels werden mittels einer Schild-TBM von Ingenbohl Richtung Gumpisch ausgebaut. Der WELK wird zwischen Fahrbahn und Sohlgewölbe eingebaut. Der Fluchtweg erfolgt über seitlich angeordnete Notausgänge in den WELK. Der WELK dient somit zusätzlich als Fluchtweg; SiSto und Querverbindungen entfallen.

Im Rahmen der Sitzung des Steuerungsausschusses Nr. STA-04 vom 18. November 2011 wurde beschlossen, das AP auf der Grundlage der Variante 1 „GP mit WELK“ auszuarbeiten. Jedoch wird aus Kostengründen darauf verzichtet, zusätzlich zum WELK einen parallelen SiSto aufzufahren.

Der WELK unter der Fahrbahn auch als Fluchtweg zu nutzen ist gemäss den Vorgaben SIA und ASTRA zulässig. Sicherheitsstollen und Fluchtwege im WELK erfüllen denselben Zweck, sie sind den schuttsuchenden Personen vorbehalten und dienen prioritär der Selbstrettung. Sie sind nicht befahrbar auszubilden und nicht als Zugang für Rettungs- und Löschfahrzeuge vorgesehen.

1.2 Auftrag

Im August 2010 wurde die INGE Axen von der Bauherrschaft mit der Ausarbeitung des Ausführungsprojekts und den anschliessenden Planungsphasen sowie der Funktion des Technischen Gesamtleiters (fachliche und zeitliche Koordination der separat beauftragten Fachingenieure) beauftragt. Die Projektorganisation mit den beauftragten Fachingenieuren ist im Kapitel 1.6 ersichtlich.

1.3 Projektziele

Folgende Nutzungsziele sind durch den Bauherrn definiert:

- Die Verfügbarkeit, Funktionsfähigkeit und Verkehrssicherheit der Nord-Süd Transitachse für den motorisierten Individualverkehr künftig und umweltverträglich gewährleisten
- Den Kanton Uri und die Südschweiz an die Wirtschaftsräume in der Zentralschweiz und den Grossraum Zürich anschliessen: attraktiver als heute, nachhaltig, umweltverträglich, und im Einklang mit den raumplanerischen Intentionen (Sachpläne des Bundes, Richtplanungen, Inventare, Schutzzonen)
- Siedlungsgebiet Sisikon nachhaltig vom Durchgangsverkehr entlasten
- Die N4 Neue Axenstrasse vor der Gefährdung durch Naturgefahren schützen
- Den Regional- und Nord-Süd-Durchgangsverkehr auf die N4 Neue Axenstrasse verlagern
- Die Funktionsfähigkeit, Verkehrssicherheit und eine angemessene Verfügbarkeit der alten Axenstrasse je nach Betriebszustand für alle Verkehrsteilnehmer gewährleisten
- Die alte Axenstrasse für Tourismus, Freizeit, Radfahrer und Fussgänger aufwerten
- Impulse geben für eine touristische Weiterentwicklung der Region im Einflussbereich der alten Axenstrasse

- Der Anschluss der Neubaustrecke an die Betriebsleitebene TiNwUr (Gebietseinheit XI) A2 – Stans – Airolo ist vorzusehen. Die Neubautunnel müssen aber auch unabhängig gesteuert werden können.

1.4 Projektperimeter, Projektelemente

Der Abschnitt N4 Neue Axenstrasse erstreckt sich vom Anschluss Ingenbohl (km 126+370) bis zum Anschluss Gumpisch (km 135+270) und beinhaltet folgende Projektelemente:

- Neubautunnels inkl. Anschlüsse: Anschluss Ingenbohl, Morschacher Tunnel, Betriebsanschluss Ort, Sisikoner Tunnel, Anschluss Gumpisch mit Ausfahrtstunnel nach Sisikon
- Löschwasserversorgung Tunnelanlagen
- Entwässerung
- Entwässerungsstollen Ingenbohl
- Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) inkl. Tunnellüftung
- Flankierende Massnahmen längs der alten Axenstrasse zwischen Ingenbohl und Gumpisch

1.5 Abgrenzung, Schnittstellen

Das Ausführungsprojekt N4 Neue Axenstrasse beinhaltet die im Kapitel 1.4 erwähnten Projektelemente.

Es bestehen folgende Schnittstellen zu Dritten bzw. zu Drittprojekten:

- Holcim: Einschränkung Betrieb durch Installationsflächen Ingenbohl auf Areal Holcim sowie durch Endzustand Anschluss Ingenbohl
- Überquerung zukünftige ATG-Axentunnels (Variante Uri-Berg lang) mit Morschacher Tunnel im Bereich Ingenbohl
- Überquerung bestehenden SBB-Fronalptunnel mit dem Morschacher und dem Sisikoner Tunnel im Bereich Ort
- Unterquerung zukünftiges Trasse ATG beim Portal Ingenbohl mit der neuen Bergwasserleitung sowie Unterquerung des bestehenden SBB-Morschachtunnels, der alten Axenstrasse, des best. N4 Mositunnels und des zukünftigen Sicherheitsstollens vom Mositunnel mit dem neuen Entwässerungsstollen im Bereich Anschluss Brunnen Süd
- Sanierung SBB-Seegleis: Ausführungszeitraum 2016 - 2019, Koordination Belegung Installationsplätze Ort und Dorni sowie erforderliche Gleissperrungen
- Querung Kavernenprojekt Lünten mit dem Sisikoner Tunnel
- Geschiebesammler Dorni der SBB im Bereich des Installationsplatzes Dorni
- Murgangschutz Dornirunse: Projekt des Kantons Schwyz im Bereich und oberhalb des Installationsplatzes Dorni (Realisierung vor Baubeginn N4 Neue Axenstrasse)
- Seeschüttung Urnersee: Abgabe Ausbruchmaterial Sisikoner Tunnel zur Wiederverwendung für die 2. Etappe der Seeschüttungen bei Flüelen. Die Anforderungen an Materialmengen, Materialqualitäten, Termine, Preise und Lieferschnittstelle werden in einer separaten Vereinbarung zwischen der Bauherrschaft N4 Neue Axenstrasse und der

Bauherrschaft Seeschüttung 2. Etappe geregelt. Die Möglichkeit zur Ablagerung von Ausbruchmaterial aus dem Morschacher Tunnel ist eine Option und nicht Bestandteil der Vereinbarung mit der Seeschüttung

- Erhaltungsprojekt alte Axenstrasse: Sanierung alte Axenstrasse nach Inbetriebnahme der Neubaustrecke (Bestandteil Etappen 2 und 4, enthält auch die Projektierung und Realisierung der mit dem vorliegenden AP aufgelegten Flankierenden Massnahmen).

1.6 Projektorganisation

Für die Erarbeitung des Ausführungsprojektes gilt folgende Projektorganisation:

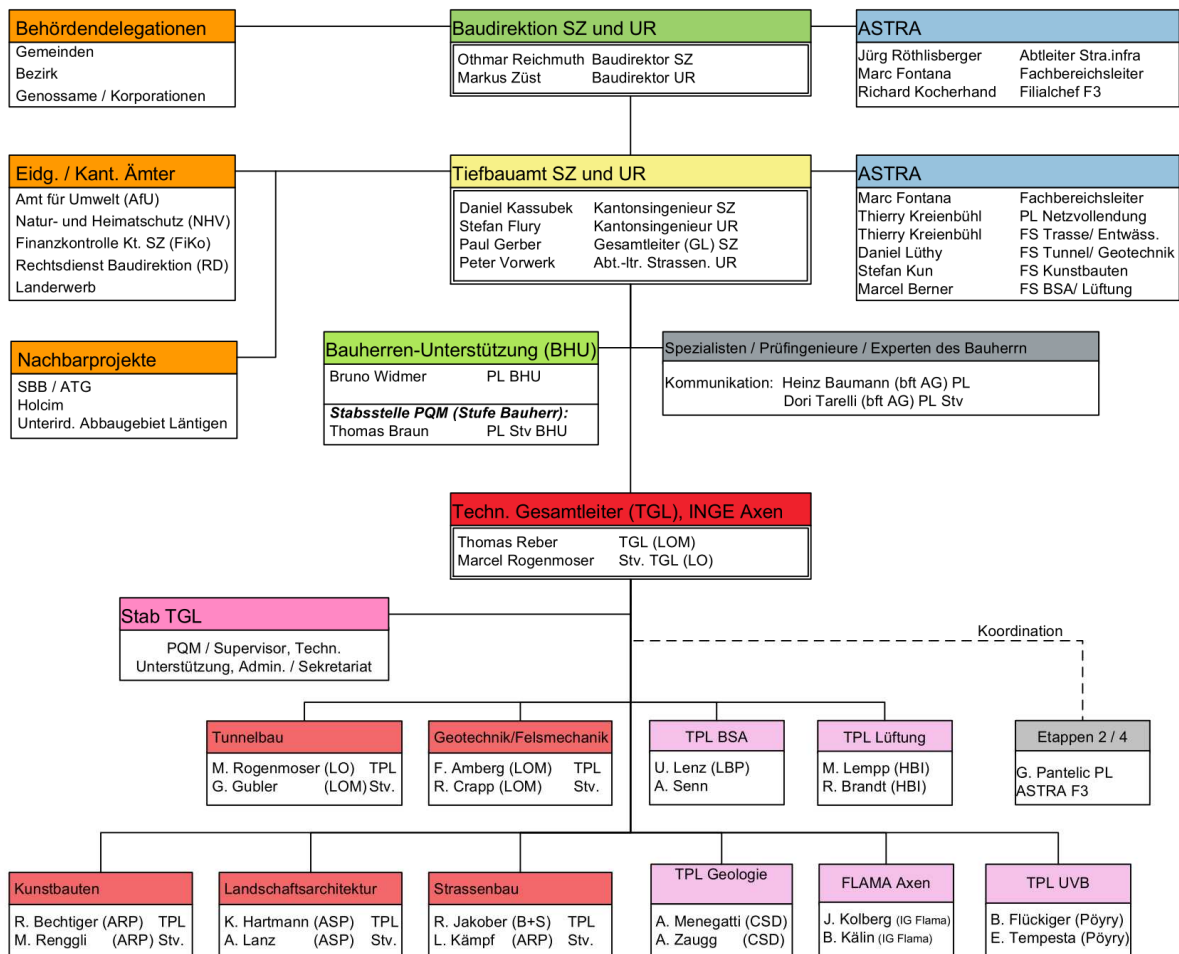


Abbildung 1.1: Projektorganisation Ausführungsprojekt N4 Neue Axenstrasse

2. Grundlagen und Randbedingungen

2.1 Normen, Richtlinien, Weisungen und Gesetze

2.1.1 Gesetze, Verordnungen

Die Richtlinien, Gesetze, Verordnungen und Weisungen sind grundsätzlich anzuwenden. Speziell werden folgende genannt:

- Bundesgesetz über die Nationalstrassen (NSG) vom 08.03.1960
- Nationalstrassenverordnung (NSV) vom 01.01.2008
- Starkstromverordnung (StVo) vom 30.03.1994, Stand 20.01.1998
- Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV) vom 01.01.2010
- Verordnung über Niedererspannungserzeugnisse (NEV) vom 01.07.2010
- Signalisationsverordnung (SSV) vom 01.07.2010
- Eidgenössische Verordnung über die Strassensignalisation vom 5.09.1979, Stand 01.2008
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- Richtlinie Regenwasserentsorgung, VSA 2002
- Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986
- Baulärm-Richtlinien des BAFU vom 2. Februar 2000 (Richtlinien über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms)
- Schweizer Norm SN 640 312a „Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke“ vom April 1992
- DIN 4150-2 „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ vom Juni 1999
- Luftreinhalteverordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985
- Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF) vom 1. Juli 1998
- Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten, Vollzug Umwelt, BAFU 2001
- Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, BAFU 2002.

2.1.2 SIA

Es gelten alle aktuellen Normen, Empfehlungen und Ordnungen des SIA. Insbesondere sind dies:

- Norm SIA 118/198, Allgemeine Bedingungen für Untertagebau, 2007
- Norm SIA 196, Lüftung im Untertagebau, 1998

- Norm SIA 197, Projektierung Tunnel, Grundlagen, 2004
- Norm SIA 197/2, Projektierung Tunnel, Strassentunnel, 2004
- Norm SIA 198, Untertagbau - Ausführung, 2004
- Norm SIA 199, Erfassen des Gebirges im Untertagbau, 1998
- Norm SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, 2003
- Norm SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke, 2003
- Norm SIA 262, Betonbau, 2013
- Norm SIA 263, Stahlbau, 2013
- Norm SIA 267, Geotechnik, 2003
- Norm SIA 269, Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken, 2011
- Norm SIA 269/1, Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen, 2011
- Norm SIA 269/2, Erhaltung von Tragwerken – Betonbau, 2011
- Norm SIA 269/7, Erhaltung von Tragwerken – Geotechnik, 2011
- Norm SIA 272, Abdichtung und Entwässerungen im Untertagbau, 2009
- Norm SIA 469, Erhaltung von Bauwerken, 1997
- SIA Merkblatt 2042, Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat- Reaktion (AAR) bei Betonbauten, 2012

2.1.3 ASTRA

Es gelten alle Richtlinien, Fachhandbücher, Weisungen und Dokumentationen des ASTRA. Speziell werden folgende genannt:

- Richtlinie ASTRA 12 001, Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen, Bern, 2005
- Richtlinie ASTRA 12 002, Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen, 2005
- Richtlinie ASTRA 12 005, Boden- und Felsanker, 2007
- Dokumentation ASTRA 82 007, Berechnung und Bemessung von Tagbautunnels, 1998
- Dokumentation ASTRA 82 009, Verzeichnis normkonforme Ankersysteme, 2004
- Dokumentation ASTRA 82 013, Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR), 2007
- Richtlinie ASTRA 13 001, Lüftung der Strassentunnel, 2008
- Richtlinie ASTRA 13 002, Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln, 2008
- Richtlinie ASTRA 13 004, Branddetektion in Strassentunneln, 2007
- Richtlinie ASTRA 13 005, Videoanlagen, 2012
- Richtlinie ASTRA 13 006, Funksysteme in Strassentunneln, 2007
- Richtlinie ASTRA 13 010, Signalisation der Sicherheitseinrichtungen in Tunneln, 2011
- Richtlinie ASTRA 13 011, Türen und Tore in Strassentunneln, 2009
- Richtlinie ASTRA 13 012, Verkehrszähler, 2009

- Richtlinie ASTRA 13 013, Anlagenkennzeichnungssystem, 2009
- Richtlinie ASTRA 15003, Verkehrsmanagement in der Schweiz VM-CH, verkehrstechnische Vorgaben, 2008
- Richtlinie ASTRA 18005, Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen, 2013
- ASTRA, Fachhandbuch Trasse und Umwelt, 2012
- ASTRA, Fachhandbuch Kunstbauten, 2012
- ASTRA, Fachhandbuch BSA, 2012
- ASTRA, Fachhandbuch Tunnel/Geotechnik, 2012
- Weisung ASTRA 74 001, Sicherheitsanforderungen an Tunnel im Nationalstrassennetz, 2010
- Richtlinie „Risikokzept Naturgefahren Nationalstrassen, Methodik für eine risikobasierte Beurteilung, Prävention und Bewältigung von gravitativen Naturgefahren auf Nationalstrassen“, ASTRA, Ausgabe 2009 V1.30
- Richtlinie „Baulinien Nationalstrassen - Standard - definitiv (M042-1238)“, ASTRA, 2013.

2.1.4 Weitere

- VSS-Normen
- SUVA.

2.2 Spezifische Projektgrundlagen

- [1] RappTrans AG, Bericht Verkehrsgrundlagen Generelles Projekt Etappen 1 und 3, Dokumenten Nr. A4 126.800 – 400, V7.0 vom 24. Februar 2005
- [2] IG Pro Axen, c/o Locher AG Zürich, Abgabedossier GP 2007 inkl. Ergänzungsbericht und Zusatzabklärungen vom 27. April 2007
- [3] Eidgenössische und kantonale Vernehmlassungen zum GP 2007
- [4] Ingenieurgemeinschaft GGRC UBLA, c/o Rothpletz, Lienhard + Cie AG Olten, Vorprojekt Uri-Berg lang – Axen vom 08.07.2010
- [5] DfA und Toporaildaten best. SBB – Fronalptunnel
- [6] Unterlagen bestehenden Bauwerke aus dem ASTRA-Archiv
- [7] Protokolle der GLU-/ PA-/ PT-/ PF-Sitzungen
- [8] INGE Axen, Antrags- und Beschlussliste, Stand 14.02.2014
- [9] Amt für Raumplanung des Kantons Schwyz, Konzession Lünten Stein AG für unterirdischen Abbau und die Aufbereitung von Gesteinsmaterial vom 09.05.2008
- [10] Projekta AG, Auflageprojekt Seeschüttung II Urnersee Etappen 5 bis 7 vom 30. September 2011
- [11] „Plankopie“ Abschnitt Mositunnel
- [12] Bigler AG, Auflageprojekt Geschiebesammler Dornibach vom April 2012
- [13] RMSdata EUROPE AG, Video Befahrung Axenstrasse von 2011

- [14] Gähler und Partner AG, Detailprojekt Sicherheitsstollen Mositunnel, Entwurf vom 31.08.2011.

2.3 Änderungen gegenüber dem Generellen Projekt

Für das Ausführungsprojekt N4 Neue Axenstrasse sind gegenüber dem Generellen Projekt folgende Änderungen / Optimierungen zu verzeichnen:

Änderung / Optimierung	Begründung
Allgemeines	
Nachträgliche Forderung des späteren Betreibers nach einem Werkleitungskanal unter der Fahrbahn	Vorgabe ASTRA FHB T/G 24001 Merkblatt 10404
Wegfall paralleler Sicherheitsstollen mit Querverbindungen an Haupttunnel, Fluchtweg im WELK	Auswirkung aufgrund WELK, damit Kostenobergrenze von GP +10% nicht überschritten wird, Beschluss STA-4 vom 18.11.2011
Etaprierbarkeit nicht mehr zwingend, jedoch muss Sisikoner Tunnel als erster in Betrieb gehen	Vorgabe Bauherr
Einbezug best. Tunnels Stutzegg, Gumpisch Süd und Ausfahrtstunnel Gumpisch in Signalisations- und Lüftungskonzept	Vorgabe ASTRA
Zugänge auf Zwischendecke von Ausstellbucht aus über Treppe	Vorgabe ASTRA FHB T/G 24001 Merkblatt 10202
Breite Ausstellbucht 3.20 statt 3.00 m	Vorgabe ASTRA FHB T/G 24001 Merkblatt 10704
Grösse Stapelbecken 150 m ³	Definition in Zusammenarbeit mit ASTRA Fachunterstützung
Anschluss Ingenbohl	
Anschluss Kilometrierung an best. Achse in Ingenbohl (Anpassung Projekt-km +23.97 m)	Fortlaufende Kilometrierung bis Gumpisch
Lichte Höhe Unterführung Schönenbuchstrasse 4.50 m statt 4.80 m	Beschluss GLU-29 vom 08.08.2012
Wegfall Unterführung Betriebsbahn Holcim	Betriebsbahn wurde inzwischen rückgebaut
Temporärer Kreisel für Baustellenerschliessung östlich der Ausfahrt Ingenbohl	Entlastung Wohnquartier Gätzli vom Baustellenverkehr
Änderung Fahrstreifenregime auf bestehendem Trasse, Projektanfang bis Überfahrt Neue/alte Axenstrasse, Fahrtrichtung Süden	Sicherheit, Entflechtung innerhalb Eingliederungsbereich

Änderung / Optimierung	Begründung
Morschacher Tunnel	
Normalprofil für Ausnahmetransportroute Typ II mit einer Höhe von 4.80 m ohne weiteren Sicherheitszuschlag und $p_{max} = 240 \text{ t}$	Minderkosten aus möglicher Profilreduktion (rund $3 \text{ m}^3/\text{m'}$ weniger Ausbruch)
Optimierung Linienführung (horizontal und vertikal) im Bereich Überquerung mit zukünftigem ATG- und SBB-Trasse	Aufgrund WELK konnten die geforderten minimalen Abstände nicht mehr eingehalten werden
Lichtraumprofil für den Zugangsstollen Petersort B x H = 2.6 x 3.2 m	Zufahrt LKW zur Lüftungszentrale Petersort erfolgt via Tunnel
Zentrale Ingenbohl quer statt längs zum Tunnel angeordnet	Optimierung aufgrund Wegfall Sicherheitsstollen
Mehrgeschossige Ausbildung der Lüftungszentrale Ingenbohl	Reduktion Auflast infolge Einschüttung Bauwerk
Verschieben Lüftungszentrale Petersort um rund 35 m	Vergrösserung Distanz zum SBB-Fronalptunnel
Separater Entwässerungsstollen für Ableitung Bergwasser am Portal Ingenbohl	Aufgrund grossen prognostizierten Wassermengen und grosser Distanz zur Vorflut
Offene Strecke Ort	
Durchgehender WELK in Ort	Beschluss GLU-30 vom 12.09.2012
Oberer Teil der bergseitigen Stützkonstruktion als verankerte Elementwand	Geologie
Ersatz der bestehenden mit permanenten ungespannten Ankern gesicherten Auskragung	Anker nicht kontrollierbar, Bauwerk genügt den neuen Anforderungen nicht mehr
Anhebung Tiefpunkt in Ort um 50 cm	Aufgrund Werkleitungskanal, um die geforderten minimalen Abstände der in der Nähe des Portals liegenden Überquerungen mit dem SBB-Fronalptunnel einzuhalten
Alte Axenstrasse durchgehend 2-spurig (B = 2 x 3.0 m) mit separatem Rad-/Gehweg (B = 3.0 m)	Verkehrssicherheit Langsamverkehr im Ausnahmebetrieb
Auf die vorgesehene Dosierung der alten Axenstrasse in Ort wird vorläufig verzichtet (bis zu einem DTV von 5'400 Fz)	Wird als nicht sinnvoll angesehen
Sisikoner Tunnel	
Normalprofil für Ausnahmetransportroute Typ II mit einer Höhe von 4.80 m ohne weiteren Sicherheitszuschlag und $p_{max} = 240 \text{ t}$	Minderkosten aus möglicher Profilreduktion (rund $3 \text{ m}^3/\text{m'}$ weniger Ausbruch)

Änderung / Optimierung	Begründung
Optimierung Linienführung (horizontal und vertikal) im Bereich Querung mit SBB-Trasse	Aufgrund Werkleitungskanal konnten die geforderten minimalen Abstände nicht mehr eingehalten werden
Zentrale Ort: Erschliessung Sisikoner Tunnel oberirdisch über Brücke	
Zentrale Ort: Änderungen der Dimensionierungsgrössen	Input BSA
Verschiebung des Erschliessungstollens Dorni und somit des Tiefpunktes Sisikoner Tunnel um ca. 90 m Richtung Süden inkl. Optimierung der Linienführung des Sisikoner Tunnels Richtung See	Geologie
Verschiebung Zentrale Buggi um 70 m Richtung Norden und Anpassung Lage Portal Zugangsstollen Buggi	Geologie
Optimierung Linienführung (horizontal und vertikal) im Bereich Unterquerung Riemenstaldnertal	Optimierung aufgrund Geologie und Wegfall Sicherheitsstollen
Lichttraumprofil für den Zugangsstollen Buggi B x H = 2.6 x 3.2 m	Zufahrt LKW zur Lüftungszentrale Buggi erfolgt via Tunnel
Zusätzliche Trafostationen (Mittelzentralen) und Anpassung Anordnung der Ausstellbuchten	Anforderungen BSA, Anordnung in Übereinstimmung mit den regulären Ausstellbuchten alle 900 m (anstelle von Ausstellbuchten alle 750 m im GP)
Gegenvortrieb ab Portal Gumpisch	Optimierung Bauprogramm und Reduktion Bauzeitrisiko aus der Durchörterung der Palfriesmergel
Ausfahrtstunnel Gumpisch	
Breite Standstreifen 3.20 statt 2.50 m	Vorgabe ASTRA FHB T/G 24001 Merkblatt 10201
Vergrösserung Ausbruchsfläche aufgrund Verbreiterung NP (11.65 m statt ca. 9.50 m)	Einhaltung Anhaltesichtweite (Anforderung Trassierung), Verbreiterung Standstreifen
Zusätzliche Zentrale für AT Gumpisch	Anforderungen BSA
Antirezirkulationswand Buggi	Anforderung Lüftung
Anschluss Gumpisch	
Sicherstellung Steinschlagschutz durch Steinschlagschutznetze und Ausbildung der Galerie als leichte Konstruktion (Optimierung der Erstellungskosten) und ohne Mittelabstützung	Resultat aus Naturgefahren, Gefahrenbeurteilung und Risikoanalyse Beschluss GLU-33 vom 28.11.2012

Änderung / Optimierung	Begründung
Verzicht auf das Tirolerwehr	Der Gumpischbach führt nur sporadisch Wasser, zudem verklausen die Wehre in der Regel sehr schnell und führen zu hohem Unterhaltsaufwand
Flankierende Massnahmen	
Verbreiterung Verkehrsraum alte Axenstrasse: Fahrbahn B = 2 x 3.00 m + Rad-/Gehweg mit 3.00 m Breite	Verkehrssicherheit Langsamverkehr im Ausnahmebetrieb

3. Verkehr

3.1 Verkehrsführung und Verkehrstechnik

3.1.1 Gesamtsystem

Der Bau der N4 Neuen Axenstrasse mit dem Morschacher und Sisikoner Tunnel entlastet die alte Axenstrasse vom regionalen und nationalen Durchgangsverkehr, insbesondere auch vom Schwerverkehr. Der Ziel- und Quellverkehr von Sisikon, Riemenstalden und Morschach wird auch zukünftig die alte Axenstrasse benutzen. Dazu kommen der Tourismusverkehr und ein gewisser Anteil an Freizeitverkehr, welcher die attraktive Uferstrasse befahren möchte sowie grundsätzlich alle Fahrzeuge, welche eine Autostrasse nicht benutzen dürfen.

Die Zufahrt auf die alte Axenstrasse erfolgt von Norden her weiterhin am schnellsten über den Mositunnel, von Süden her ab der N4 Neuen Axenstrasse über den geplanten Ausfahrtstunnel Gumpisch.

3.1.2 Anschluss Ingenbohl

Anschlussystem

Der Anschluss Ingenbohl erfährt gegenüber dem Generellen Projekt (GP) eine wesentliche Änderung: Der Fahrstreifenabbau Richtung Süden vor dem Morschacher Tunnel erfolgt neu mittels Fahrstreifensubtraktion im Anschluss. Der rechte Fahrstreifen von Schwyz her wird ca. 450 m vor dem Anschluss Ingenbohl als Ausfahrtsspur signalisiert und auf den Sekundärknoten Schwyzerstrasse Seite Ingenbohl/Brunnen geführt. Der linke Fahrstreifen wird die Fahrspur zum Morschacher Tunnel. Damit ist der Fahrstreifenabbau vollzogen, bevor die Einfahrt von Brunnen/Ingenbohl Richtung Süden mit einem ca. 250 m langen Beschleunigungsstreifen einmündet. Der Anschluss Ingenbohl ist künftig klarer strukturiert und wird bezüglich Verkehrssicherheit verbessert. Mit den prognostizierten Verkehrsströmen sind im Betriebszustand 2025 ausreichende Verkehrsqualitäten gewährleistet.

In der Gegenrichtung Richtung Norden ergeben sich keine wesentlichen Veränderungen gegenüber dem GP. Die Erweiterung auf zwei Fahrstreifen erfolgt kurz vor dem Anschluss Ingenbohl. Danach erfolgt die Ausfahrt mit einem Verzögerungsstreifen von 100 m Länge und schliesslich die Einfahrt von Brunnen/Ingenbohl Richtung Norden mit einem Beschleunigungsstreifen von 250 m Länge.

Sekundärknoten Seite Ingenbohl/Brunnen

Der Sekundärknoten Seite Ingenbohl/Brunnen wird als zweistreifiger Kreisels mit 40 m Durchmesser ausgeführt. Die Einfahrten in den Kreisels von der N4 aus Richtung Norden, aus Richtung Schwyz und aus Richtung Brunnen werden 2-streifig ausgebildet. Für die Einfahrt aus Richtung Mositunnel ist dies nicht notwendig. Im Kreisels dominieren die Ströme aus Brunnen in Richtung Schwyz, die Gegenrichtung und die Ausfahrt der N4 aus Richtung Norden. Für den Betriebszustand 2025 resultiert eine Verkehrsqualitätsstufe B. Das heisst, es sind keine durchschnittlichen Wartezeiten über 15 sec und keine durchschnittlichen Rückstaulängen von über 3 Fahrzeugen zu erwarten. Die Aussagen basieren auf den Verkehrszahlen gemäss dem Bericht Rapp Trans 2005 [1] und auf Knotenstromerhebungen im August 2012.

Sekundärknoten Seite Schwyz

Der Sekundärknoten Seite Schwyz wird in seiner heutigen Form als unregelmäßiger T-Knoten belassen. Für die Bauphase wird jedoch ein Kreisel-Provisorium erstellt. Dabei handelt es sich um einen einstreifigen Kreisel von 28 m Durchmesser. Die Kreiselzufahrten sind 1-streifig, einzig die Zufahrt aus Richtung Brunnen ist 2-streifig mit einem Bypass Richtung N4 ausgebildet. Der Kreisel gewährleistet in der Bauphase die Einfahrt der LKW vom Installationsplatz beim Portal Ingenbohl des Morschacher Tunnels auf die Schwyzerstrasse (und umgekehrt).

3.1.3 Anschluss Ort

Der Anschluss Ort wird als Betriebsanschluss ausgebildet. Im Normalbetrieb kann von der N4 Neuen Axenstrasse nicht auf die alte Axenstrasse übergefahren werden. Die Attraktivität der alten Axenstrasse soll nach der Eröffnung der N4 Neuen Axenstrasse für den motorisierten Verkehr gesenkt werden. Dazu wird der Strassenquerschnitt aus dem Perimeter der flankierenden Massnahmen auch in den Bereich Ort übertagen. So verkehrt der MIV auf einer 6.00 m breiten Fahrbahn, die Velofahrer und Fussgänger auf einem 3.00 m breiten, seeseitigen kombinierten Rad- und Gehweg. Die alte Axenstrasse wird mit einem Duo Rail (Stahlschutzwand) von der N4 Neuen Axenstrasse abgegrenzt.

Folgende zwei Betriebszustände werden mittels LSA geregelt:

1. Überfahrt bei Sperrung Morschacher Tunnel infolge Unterhalt
2. Überfahrt bei Sperrung Sisikoner Tunnel infolge Unterhalt

Die Steuerung der LSA für die jeweiligen Überfahrten erfolgt in jeweils 2 Phasen. Im Falle der Sperrung beider Tunnels wird der Verkehr auf der alten Axenstrasse durchgehend zweistreifig zwischen Ingenbohl und Gumpisch geführt.

Die verschiedenen Betriebsphasen sind im Plan **Beilage b19** ersichtlich.

3.1.4 Anschluss Gumpisch

Der Anschluss Gumpisch wird als Halbanschluss ausgebildet, mit Anschluss an die alte Axenstrasse Richtung Norden. Der Verzögerungstreifen für Ausfahrende Richtung Sisikon beginnt direkt nach dem bestehenden Tunnel Gumpisch Süd und weist eine Länge von 100 m auf. Die Einfahrt von Sisikon in Richtung Flüelen, genau genommen das Zusammenführen mit der Transitachse endet vor dem Tunnel Gumpisch Süd. Die Länge des Beschleunigungstreifens resp. des Manövrierebereichs misst rund 100 m und ist damit minimal. Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass durch das Ende der Autostrasse beim Portal Gumpisch an dieser Stelle auch wieder langsame Fahrzeuge mit ungünstigem Beschleunigungsverhalten (z.B. Landwirtschaftsfahrzeuge etc.) am Verkehr teilnehmen. Aufgrund der eher geringen Auftretenshäufigkeit solcher Fälle, verbunden mit den schwierigen topographischen Verhältnissen und in Anbetracht des geringen Verkehrs im zukünftigen Anschluss Gumpisch, rechtfertigt sich jedoch die dargestellte Minimallösung.

Eine mögliche Massnahme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit der Einfahrt aus Sisikon wäre, diese über eine Rampendosierung zu managen. Dabei würde bei Pulkbildung durch einfahrende Fahrzeuge die Steuerung (LSA) anspringen und durch kurze Grünphasen nur jeweils 1 Fahrzeug auf die Rampe gelassen. Die Zweckmässigkeit ist in der nächsten Projektphase zu prüfen.

3.2 Signalisation

3.2.1 Ausrüstungsgrad der N4 Neuen Axenstrasse

Gemäss Richtlinie 15003 des ASTRA wird für die Tunnelstrecke von insgesamt rund 8 km Länge ein Ausrüstungsgrad der Stufe "Mittel" vorgesehen. In Abhängigkeit vom Tunnelobjekt (Anzahl Brandsektoren etc.) ergeben sich die erforderlichen Betriebszustände (BZ), die in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind. Zudem ist vermerkt, welche BZ gemäss der Richtlinie 15003 (ASTRA) für einen Tunnel im Gegenverkehrsbetrieb bei einem Ausrüstungsgrad der Stufe „Mittel“ erforderlich sind:

Betriebszustand (BZ)	Tunnel			ASTRA
	Morschach	Sisikon	Mosi	15003
Blinken (Warnen), je Fahrtrichtung und beide Seiten	Ja	Ja	Ja	JA
Portal Sperren, je Fahrtrichtung und beide Seiten	Ja	Ja	Ja	JA
BZ Brand, Anzahl Brandsektoren	Ja	Ja	Ja	JA
Wechselverkehr (je Fahrtrichtung)	prüfen	prüfen	prüfen	
Verlängerung Grünphase bei Wechselverkehr	prüfen	prüfen	prüfen	
SOS-Nische	Ja	Ja	Nein (*)	JA
Testbetrieb	Ja	Ja	Ja	
Schleudergefahr / Glätte	Ja	Ja	Ja	

Tabelle 3-1: Betriebszustände Tunnel

(*) nach geplanter Instandsetzung / Erneuerung BSA → ja

Zur Sicherstellung der BZ sind u.a. gemäss Richtlinie 15003 folgende Signalisationsmittel in den Tunneln und ihren Vorzonen erforderlich:

- 3-Kammer-Ampeln an den Portalen und im Tunnel (im Tunnel auch jeweils in Gegenrichtung)
- Wechselsignale Geschwindigkeit
- Wechselsignale zur Vorwarnung Lichtsignal inkl. Blinker
- Wechselsignale zur Anzeige Schleudergefahr (SSV 1.05), allenfalls jeweils mit Vorsignal.

Auf die Signalisation auf Grundlage der SSV wird im vorliegenden Bericht nicht weiter eingegangen. Diese ist aus dem Planwerk Signalisation (Zusatzdossier Beilage z8) ersichtlich. Die Signalisation der Sicherheitseinrichtungen ist durch die Lage der vorgesehenen Ausstellbuchten, Fluchtwegabgängen und SOS-Nischen gegeben.

3.2.2 Umleitungen im Ereignisfall

Neben den Funktionalitäten auf Basis der Richtlinie 15003 und der damit verbundenen Signalisation sind für den Abschnitt weitere Eingriffsmöglichkeiten in den Verkehr geplant, welche Signalisationsmodule erfordern. So sind je nach Ereignisfall folgende Umleitungsmöglichkeiten vorgesehen:

Ereignis	Tunnel			Umleitung
	Morschach	Sisikon	Mosi	
Ereignis ungeplant (Unfall)	X			Mositunnel - alte Axenstrasse - Halbanschluss Gumpisch
		X		Mositunnel - alte Axenstrasse - Halbanschluss Gumpisch
			X	Brunnen (nur Verkehr Mosi)
	<u>X</u>	<u>X</u>	X	Brunnen - alte Axenstrasse - Halbanschluss Gumpisch
Ereignis geplant (Unterhaltsfall)	X			Mositunnel - alte Axenstrasse - Betriebsanschluss Ort
		X		Betriebsanschluss Ort - alte Axenstrasse - Halbanschluss Gumpisch

Tabelle 3-2: Umleitungen im Ereignisfall

In der Tabelle bedeutet ein **fettes X**, dass die betreffende Bedingung erfüllt sein muss, ein unterstrichenes X, dass eine der beiden Bedingungen erfüllt sein muss.

Die LSA in Ort wird nur für Umleitungen im Unterhaltsfall (vgl. Tabelle 3-2 zu den Umleitungen im Ereignisfall) eingesetzt. Der Langsamverkehr wird während allen Verkehrsphasen auf dem seeseitigen Rad- und Gehweg geführt und tangiert dadurch die Verkehrsszenarien auf der Fahrbahn des MIV nicht. Aus dem Plan Offene Strecke Ort, Betriebsphasen (Beilage b19) und dem Plan Signalisation (Beilage z8.5) sind die Regimes ersichtlich.

Im Zusammenhang mit den Umleitungen sind auf der Strecke zwischen Ingenbohl und Gumpisch unter anderem zwei Überleitungsmöglichkeiten erforderlich. Damit der Verkehr über die Überleitung im Bereich Anschluss Ingenbohl ungestört laufen kann, wird die Zufahrt Mositunnel ab dem Anschlusskreisel bei entsprechendem Ereigniseintritt gesperrt und der Verkehr über die Einfahrt auf die N4 in Richtung Altdorf und die anschliessende Überleitung geführt. In Gegenrichtung verlässt der Verkehr aus Richtung Mositunnel via Überleitung und Ausfahrt Ingenbohl (T-Anschluss) die N4.

In der Vorzone des Morschacher Tunnels auf der Seite Brunnen wird die Geschwindigkeit mittels Geschwindigkeitstrichter im Normalzustand von 120 km/h auf 80 km/h gedrosselt, auf der weiteren Tunnelstrecke beträgt die Geschwindigkeit entsprechend 80 km/h. Im Ereignisfall kann die Geschwindigkeit auf 60 km/h reduziert werden (unter anderem auch zur Einrichtung von Umleitungen). In der südlichen Vorzone des Sisikonertunnels beträgt die zulässige Geschwindigkeit im Normalzustand 80 km/h; diese kann im Ereignisfall in der

Vorzone auf 60 km/h reduziert werden. Weiter kann die Geschwindigkeit auf der gesamten Tunnelstrecke (Morschacher und Sisikoner Tunnel) auf 60 km/h herabgesetzt werden.

Der Betriebszustand "Allrot" ist im Konzept der Betriebszustände berücksichtigt.

In Ingenbohl wird im Ereignisfall die Überleitung auf die alte Axenstrasse mittels MÜLS vorgesehen.

Die Umleitungsszenarien sind den folgenden beiden Abbildungen zu entnehmen. Dabei ist die Überleitung im Bereich der Offenen Strecke Ort mit "Ü" gekennzeichnet.

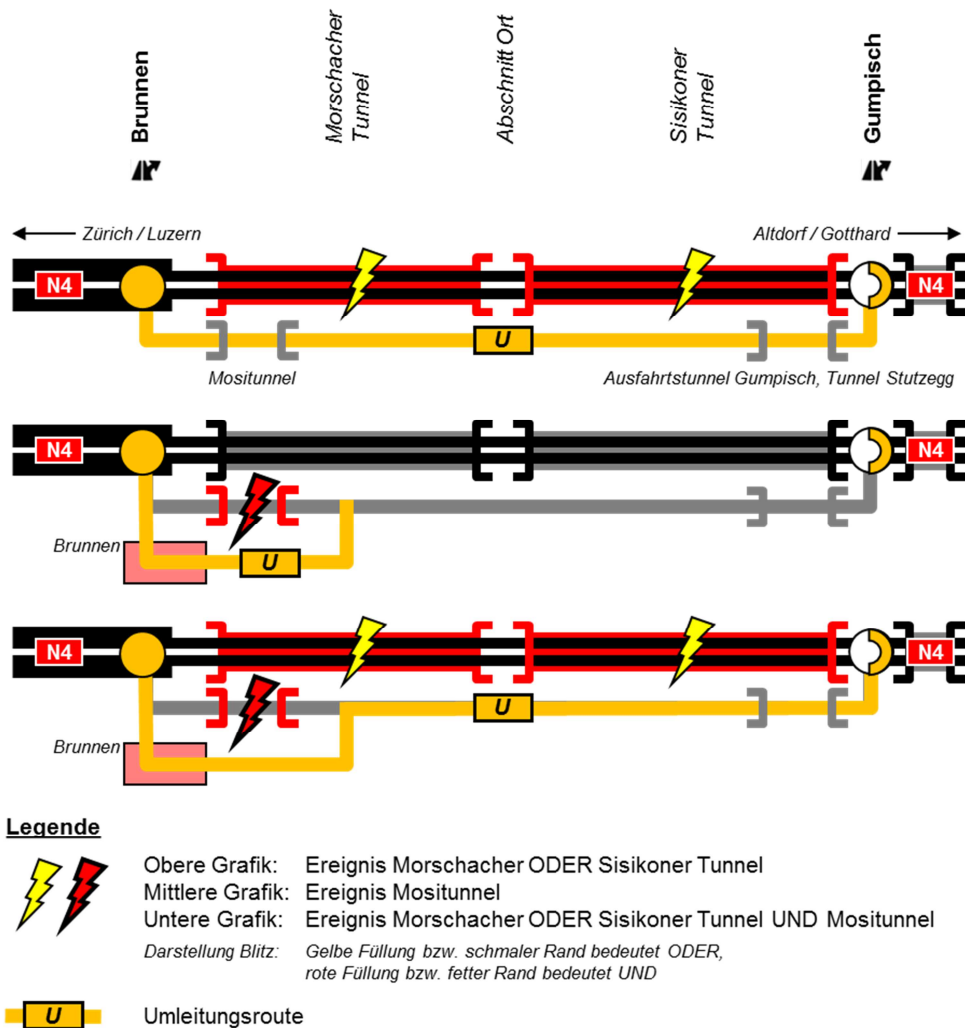


Abbildung 3.1: Umleitungen bei ungeplanten Ereignissen (ganze Strecke zwischen Ingenbohl und Gumpisch)

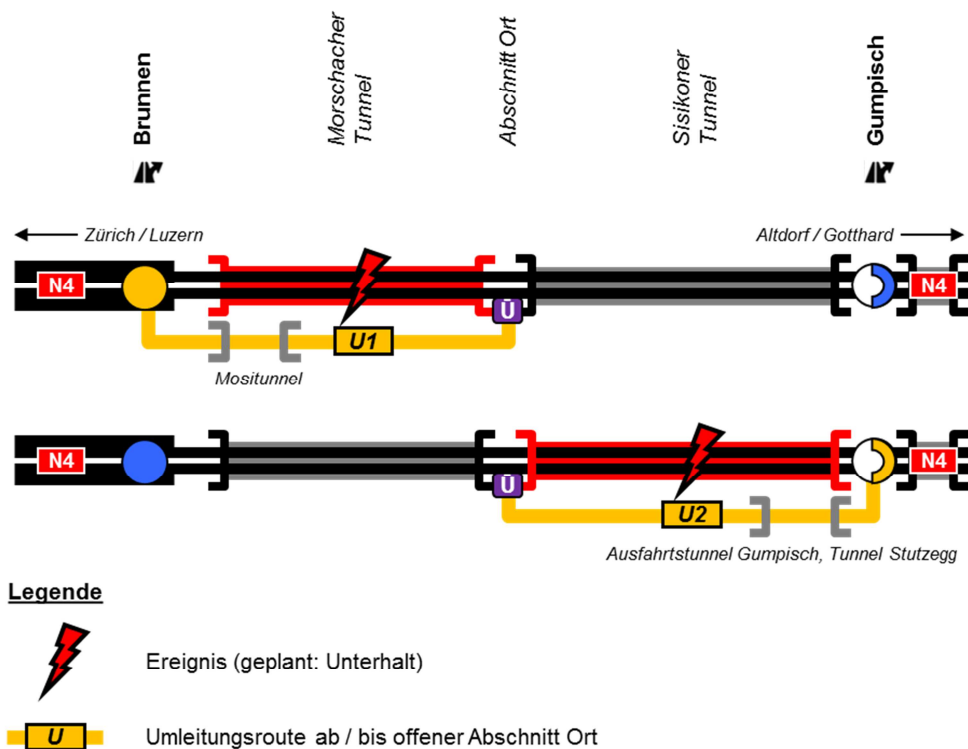


Abbildung 3.2: Umleitungen bei geplanten Ereignissen (Unterhalt) via Offener Abschnitt Ort

Die Verkehrsführungen im Bereich Anschluss Ingenbohl bei Sperrung der N4 Neuen Axenstrasse sind der folgenden Abbildung zu entnehmen. Die dortige Überleitung ist ebenfalls mit "Ü" gekennzeichnet.

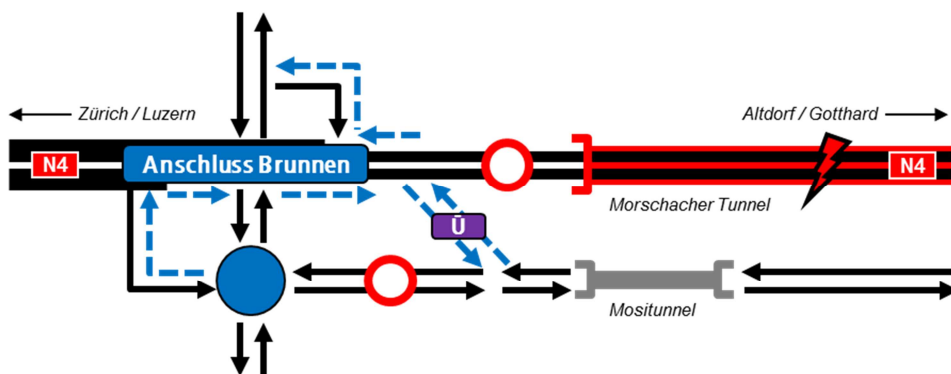


Abbildung 3.3: Umleitungen Verkehr N4 auf alte Axenstrasse und umgekehrt

Bei einer Sperrung des Mositunnels wird der Verkehr der alten Axenstrasse wie heute durch Brunnen umgeleitet.

Die beschriebenen Umleitungen erfordern im Wesentlichen folgende Signalisationsmodule:

- Wechsignale zur Anzeige von Gefahren bzw. als Vorwarnung
- Dynamische Geschwindigkeits-Signalisation
- Wechsignale zur Anzeige von Überleitungen

- Wechselwegweiser zur Anzeige von Sperrungen und entsprechenden Umleitungen (auch auf dem untergeordneten Netz).

Da die Umleitungen via Offene Strecke Ort nach aktuellem Stand nur für geplante Ereignisse eingesetzt werden, sind dort Klappsignale und dynamische Signale vorgesehen. Zudem sind im Anschlusskreisel Ingenbohl und auf dem N4-Trasse Richtung Süden Barrieren für den Fall von Sperrungen erforderlich.

Es gilt, die Vorzonen bei den Anschlüssen Ingenbohl / Brunnen bzw. Gumpisch im Zusammenhang mit den Umleitungen ebenfalls mit Signalisation auszustatten; demnach erstreckt sich der Perimeter für den Teil Signalisation über den eigentlichen Projektperimeter hinaus.

4. Geologie

Die detaillierten Angaben zu Geologie, Hydrologie und Naturgefahren sind der **Beilage g4** „Synthesebericht Geologie und Naturgefahren“ zu entnehmen. Nachfolgend sind die geotechnischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse sowie die Risikoanalyse zu den Naturgefahren zusammengefasst.

4.1 Geologischer Überblick

Der Morschacher Tunnel liegt in den Gesteinen der Helvetischen Drusberg-Decke. Es handelt sich um kieselige Kalke (Kieselkalk), Kalke (Seewer Kalk, Garschella-Formation, Schrattenkalk, Drusberg-Kalk) und Mergel (Drusberg-Mergel). Der Schrattenkalk ist bekannt für die Ausbildung von Karststrukturen. Die Gesteinsabfolge bildet im nördlichen Abschnitt des Morschacher Tunnels eine gewölbeartige Grossstruktur (Axenstein-Antiklinale). Sie besteht aus zwei Aufwölbungen, welche durch eine nur gering ausgebildete Mulde getrennt sind. Die Schichten streichen generell WSW-ENE und liegen mehr oder weniger flach zur Hauptachse des Tunnels. Im zentralen Teil der Axenstein-Antiklinale (im Bereich Morschach) dürften die Schichten nach NE bis SE einfallen. Die Axenstein-Antiklinale ist innerhalb des Projektgebietes von vielen NNE-SSE bis NE-SW-streichenden, meist steil einfallenden, Bruch- und Verwerfungszonen durchsetzt.

Der Entwässerungstollen Ingenbohl durchquert im Nordbereich auf einer kurzen Strecke die Garschella-Formation. Der längste Teil des Stollens wird im Schrattenkalk aufgefahren, es werden mehrere Störzonen durchquert. Der Bereich der Uferzone Vierwaldstättersee befindet sich nahe dem Übergang zu den Drusberg-Kalken. Die Schichten streichen generell WSW-ENE und liegen zur Hauptsache mehr oder weniger flach. Die Ausprägung der Schichtung variiert je nach Gesteinsformation zwischen massig bis schiefrig. Im Bereich des Portals Ingenbohl befindet sich die Lockergesteinsüberdeckung des Felderbodens, die aus Überschwemmungssedimenten, Muota-Schottern und Grundmoräne besteht. Das Portal See liegt in einer steilen Felswand ohne Lockergesteine.

Der Sisikoner Tunnel durchquert im nördlichen Abschnitt ebenfalls die Formationen der Drusberg-Decke. Diese liegen im Norden noch flach, biegen dann aber im Bereich Schifrenegg um und fallen schliesslich steil gegen SSE ein. Im mittleren Abschnitt Sisikon werden bei Sisikon die schiefrigen und lokal stark tektonisch überprägten Palfris-Mergel durchquert. Im Bereich der Unterquerung des Riemenstaldnertals beträgt die Felsüberdeckung oberhalb des Tunnelfirsts mehr als 20 m. Im südlichen Abschnitt durchquert der Sisikoner Tunnel die steil nach NNW einfallenden Schichten der Axen-Decke, welche aus kieseligen Kalken, Kalken und Mergel bestehen.

Im Bereich des Anschlusses Ingenbohl werden die Dammschüttungen und die SABA in der Lockergesteinsüberdeckung des Felderbodens eingebunden, die aus Überschwemmungssedimenten, Muota-Schottern und Grundmoräne besteht. Die Unterquerung Schönenbuchstrasse ist ebenfalls weitgehend in Lockergestein eingebettet; die Sohle des Bauwerks bindet jedoch bereits teilweise in den Fels ein.

Beim Portalbereich Ingenbohl liegt der dünnmächtige Gehängeschutt direkt auf nach Norden einfallenden Seewerkalke und Kalke der Garschella Formation. Aufgrund der im Bereich des Voreinschnittes abgeteuften Bohrungen ist davon auszugehen, dass sämtliche Projektteile (Lüftungszentrale und Voreinschnitt Ingenbohl) in Fels liegen, wobei im östlichen Voreinschnitt-Bereich eine Felssackung nicht auszuschliessen ist.

Der Portalbereich und die Offene Strecke Ort liegen in horizontal geschichtetem Kieselkalk. Der Felsverlauf im Bereich der Stützbauwerke (Offene Strecke) und des Übergangs Tagbau-/ bergmännischer Tunnel ist gegenüber früheren Annahmen viel unregelmässiger und tiefgründiger. Die Lockergesteinsüberdeckung ist bis >6 m mächtig.

Beim Erschliessungstollen Dorni liegt das Portal des Erschliessungstollens zum Sisikoner Tunnel im steil nach SSE einfallenden Diphyoides-Kalk. Der Erschliessungstollen liegt in den ebenfalls steil nach SSE einfallenden Schichten der Drusberg-Decke aus teilweise schiefrigem Kieselkalk und Kalken. Im Bereich des Installationsplatzes Dorni sowie der Verladeanlage auf Schiffe (inkl. Silos) stehen mächtige, lokal setzungsempfindlicher Gehängeschutt und Gehängelehmablagerungen, welche beim tiefen Hanganschnitt im Bereich des Installationsplatzes, Kriecherscheinungen aufweisen könnten. Diese sind bereits heute Gegenstand von Überwachungen mittels Inklinometer-Rohren.

Im Bereich der Unterquerung Buggital beträgt die Überdeckung minimal 13 m oberhalb des Tunnelfirsts. Anhand von Erkundungsbohrungen wurde bestätigt, dass der Sisikoner Tunnel vollständig in Fels verläuft, wobei die Drusberg-Mergel eine schlechte Gebirgsqualität aufweisen.

Bei Gumpisch liegt das Felsportal im Betliskalk der Axen-Decke. Südlich davon werden die Schutzgalerie und Hilfsbrücke in teilweise grobblockigen Felssturz- und Murgangablagerungen erstellt. Die Weiterführung der Überwachung von Deformationen anhand eines bereits im GP eingebauten Inklinometer-Rohrs sowie Beobachtungen an den Pfeilern der bestehenden Gumpisch-Brücke weisen heute nicht auf Kriech- oder Rutschphänomene in der Lockergesteinsüberdeckung des Gumpischtals.

Beim Ausfahrtstunnels (AT) Gumpisch ist die gleiche Gesteinsabfolge wie im südlichen Bereich des Sisikoner Tunnels zu erwarten (von Norden nach Süden: Kieselkalke als Echinodermenbrekzien und Mäuerchenkalke ausgebildet sowie Betliskalke), wobei zwischen dem Nordportal des AT Gumpisch und ca. Projekt-km 134+900 die Raumlage der Schichtung ungünstiger (teilweise parallel zur Tunnelachse) einfällt als beim Sisikoner Tunnel.

4.2 Geotechnik

4.2.1 Stabilität

Der überwiegende Teil der beiden Tunnels liegt in generell kalkigen Gesteinen. Ausserhalb von Störzonen, die eine maximale Mächtigkeit von rund 15 m aufweisen und überwiegend aus gebrochenen Kalken und Mergel bestehen, kann das grundsätzlich als bautechnisch günstig betrachtet werden.

Die Hauptgefährdungsbilder sind:

- Steinfall
- Niederbruch von Kluftkörpern (Schrattenkalk: bis zu einer Höhe von 5 m in Seenähe)

- Wassereinbruch aus Karstsystem
- Antreffen von Karsthohlräumen (leer, wassergefüllt, sedimentgefüllt) / ungleichmässige Bettungsverhältnisse
- Versinterung Drainagesystem
- Quarzstaubbelastung in der Garschella-Formation

Im mittleren Abschnitt des Sisikoner Tunnels werden die schiefrigen Palfris-Mergel auf einer Länge von rund 900 m aufgefahren. Diese verhalten sich üblicherweise stabilitätsmässig gutartig. Möglicherweise auftretende, im Detail nicht prognostizierbare, tektonische Störungen können eine Auflockerung des Gebirgsverbandes zur Folge haben, welche das Tunnelgebirge lokal wesentlich verschlechtern können und entsprechende Massnahmen erforderlich machen. Ferner kann es, bedingt durch Wasseraufnahme, zu Quellerscheinungen des Gebirges kommen. Bei grösserer Überdeckung kann auch plastisches Verhalten auftreten.

Die Gefährdungsbilder sowie die vorgesehenen Sicherungsklassen sind aus der **Beilage g4** zu entnehmen. Im Rahmen der vorliegenden Projektphase wurden keine Laboruntersuchungen ausgeführt. Die getroffenen Annahmen basieren auf Schätzungen aufgrund von Labormessungen und Erfahrungen bei anderen Projekten (Tunnels Axen, Seelisberg, Urmiberg, Sachseln, Giswil, Lungern).

4.2.2 Geotechnische Kennwerte

Die Werte für die geotechnischen Kennwerte: einaxiale Druckfestigkeit, Quarzgehalt und Kohäsion in Schicht und Schieferungsfugen sind Synthesebericht Geologie und Naturgefahren (**Beilage g4**) zusammengestellt.

4.2.3 Gasführung

In allen Gesteinen der Helvetischen Decken ist mit einer gewissen Gasführung zu rechnen. Vor allem in den schiefrigen, Organika-reichen Formationen kann es zur Ausgasung mit einer kurz- bis teilweise längerfristigen Überflutungsgefahr kommen (**siehe Synthesenbericht und geologische Längenprofile Beilage g4**).

4.3 Hydrologie

Bergwasseranfall

Mit der Ausnahme der Palfris-Mergel, die als Grundwasser-Hemmer gelten und vom Sisikoner Tunnel im Bereich der Unterquerung Riemenstaldnertal durchörtert werden, durchqueren beide Tunnel Gesteine, die ausgedehnte Karst- und/oder Kluftaquifere bilden.

Gemäss **Beilage z9.13** lassen sich die Arten des Wasseranfalls in einmalig, episodisch und kontinuierlich unterscheiden.

Alle drei Arten treten beim Ausbruch auf und sind rasch zu entwässern, um den Vortrieb zu gewährleisten. Relevant für die Massnahmen während der Bauphase sind die möglichen Strecken mit erwartetem, relevantem Wasseranfall sowie mit allfälligen Hohlräumen und Sedimentfüllungen. Die grössten Ereignisse können bis 2'000 l/s Wasser für einige Tage und bis 2'000 m³ Material verursachen. Massnahmen gehen aus von der Risikominderung (z.B. Risikoszenarien aufzeichnen und darauffolgende Sicherheitsverhalten, Bereitschaft

und Alarmorganisation, Vorauserkundung und Flexibilität der Vortriebsmethode) bis zur Bewältigung dieser Schwierigkeiten (z.B. Sicherung des Ausbruchs, temporäre Ableitungsmassnahmen, Abdichtungsmassnahmen).

Der Wasseranfall im Betriebszustand ist sowohl kontinuierlich als auch episodisch. Das Ausmass bei episodischen Phänomenen oder bei Strecken mit kontinuierlich hoher Wasserführung hängt von der Art der getroffenen Massnahmen (Wiedereinleitung in Berg, Abdichtung oder Drainage / Ableitung) ab.

Bei kontinuierlichem Wasseranfall – insgesamt ca. 200 l/s beim Morschacher und 150 l/s beim Sisikoner Tunnel - handelt es sich um verhältnismässig kleine Mengen, die mit den vorgesehenen Entwässerungsleitungen im Betriebszustand abzuführen sind. Bei Ingenbohl kann jedoch das Ableiten dieser Menge in die nahe Vorflut (Klosterbach) schon zu Kapazitätsengpässen führen.

Relevant für die Dimensionierung der Entwässerung sind die Überlegungen zum episodischen und erhöhten Wasseranfall. Obwohl Zonen mit der Wahrscheinlichkeit eines erhöhten Wasseranfalls erkennbar sind, ist die konkrete Gefahr aufgrund der räumlichen Begrenzung und des Zusammenhangs sowohl mit den Niederschlägen als auch mit den Wasserwegsamkeiten im Untergrund nicht im Voraus mit Sicherheit ermittelbar. Schliesslich bleiben das Antreffen einer Karststruktur in einem Tunnel sowie deren hydraulisches Verhalten weitgehend zufällig. Es ist zu bemerken, dass selbst wichtige Wasserwegsamkeiten auch lange Zeit nach der Inbetriebnahme eines Tunnels aktiviert werden können (z.B. Gäsihöhle im Kerenzerbergtunnel, Quelle bei km 121.856 im Seelisbergtunnel). Allerdings lassen die vorliegenden Schätzungen Folgendes erkennen:

- Erfahrungsgemäss ist aus dem Morschacher Tunnel mit einer wahrscheinlich zu erwartenden Wassermenge von insgesamt 1 m³/s zu rechnen. Da die Möglichkeit in beiden Entwässerungsrichtungen des Tunnels – aber insbesondere in Richtung Ingenbohl - besteht, ist an beiden Portalen mit dieser Menge zu rechnen.
- Erfahrungsgemäss ist aus dem Sisikoner Tunnel mit einer am wahrscheinlichsten zu erwartenden Wassermenge von insgesamt 2 m³/s zu rechnen. In allen drei Entwässerungsrichtungen des Tunnels besteht die Möglichkeit eines Wasserandrangs von je 1 m³/s, jedoch in der kurzen Strecke Richtung Ort am geringsten. Daher ist am Portal Ort mit dieser und beim Zwischenangriff Dorni mit der doppelten Menge (je 1 m³/s aus Süden und Norden) zu rechnen.
- Diese Mengen (Erwartungswert) sollten mit dem vorgesehenen Entwässerungskonzept bewältigt werden können, bei Ingenbohl jedoch gestaltet sich die Ableitung in die nahe Vorflut als problematisch.
- Im Weiteren bestehen begründete Hinweise, wonach diese Mengen um ein 1.2- bis 1.6-faches (Sisikoner bzw. Morschacher Tunnel) höher liegen könnten. Von einer Dimensionierung der Entwässerung auf dieser hypothetischen Basis für Extremfälle sei aber im heutigen Zeitpunkt abgeraten. Stattdessen sollen technischen Möglichkeiten für die Bewältigung von solch hohen Wassermengen konzeptionell durchdacht werden:
 - Sicherstellung des erforderlichen Platzbedarfs im Tunnel für einen möglichen ggf. nachträglichen Ausbau der Entwässerung aufgrund des tatsächlichen Befunds
 - Massnahmen zur Erhöhung der Ablaufkapazität an den Portalen

- Möglichkeiten zur Verdrängung des extremen Bergwassers und Anwendbarkeit von Abdichtungsmassnahmen
- Überwachung der Abflüsse und des Bergwasserdrucks im Betriebszustand zwecks Erkennbarkeit von solchen Ereignissen und Lieferung der notwendigen Grundlagen zur Massnahmenfindung.

Generell und bei normalen Verhältnissen ist beim Anfahren von Karstformationen mit einem Bergwasserspiegel unter Projektniveau zu rechnen, d.h. die Wasserinfiltrationen erfolgen im Bauwerk, nach entleeren von Wassertaschen, drucklos. Bei Niederschlagsereignissen kann der Bergwasserspiegel entlang einzelner wasserführender Strukturen temporär über die Kote von 500 m ü.M. ansteigen. Auch bei einer teilweisen Drainierung des Karstwassers durch den Tunnel (es ist bei einzelnen Karststrukturen mit einem Zufluss beim Antreffen im Ausbruch grösser als die Abflusskapazität des Tunnels zu rechnen), ist mit einem zeitweise noch relativ hoch ansteigenden Bergwasserspiegel zu rechnen, welcher sich entlang definierter Strukturen auf das Bauwerk temporär auswirkt. Die meisten verbleibenden Wassereintritte sollen jedoch als drucklose mit frei fallendem Wasser wirken.

Bei Kluftaquifere ist ebenfalls im „normalen“ Zustand ein tieferer ggf. leicht über den Tunnelfirst liegender Bergwasserspiegel - jedoch mit sehr raschen Druckveränderungen - zu erwarten. Einzig beim Mäuerchenkalk (Kieselkalk, Strecke ca. km 132+300 bis 132+700) bei Lünten wurde ein Bergwasserspiegel zwischen 524 m ü.M. (seeseitig) und 576 m ü.M. (bergseitig) gemessen. Dieser, an wasserführenden Schicht- oder Kluft-Fugen gebundene Druck nimmt nach Norden rasch ab, da die Bohrung in der anschliessenden Echindermienbrekzien und Knolligen Kieselkalke (ca. km 132+000 bis 132+300) wasserfrei war, bzw. Spülungsverluste zeigte (Wasserspiegel unter 558 m ü.M.). Durch die drainierende Wirkung des Tunnels werden die Kluftaquifere normalerweise um den Tunnelbereich vollumfänglich entwässert (Zufluss zum Ausbruchbereich kleiner als Abfluss durch den Tunnel), so dass langfristig kein permanenter erhöhter Wasserdruck wirken kann.

Bei wasserhemmenden Formationen wie der Palfris-Mergel ist aufgrund der niedrigen Durchlässigkeit und der praktisch fehlenden Wasserzirkulation beim Ausbruch mit einem wassergesättigten Fels zu rechnen. Der ungestörte Wasserdruck liegt daher deutlich über dem Tunnelfirst. Durch die drainierende Wirkung des Tunnels werden diese Formationen vollumfänglich entwässert.

Quellen, Grundwasser

Insgesamt wurden 103 Quellen im möglichen Einzugsgebiet der beiden Tunnels geprüft (Bericht Konzept der Quellüberwachung Anhang Beilage i). Ein Grossteil davon (33 Quellen) ist aufgrund des Abstandes, der Einzugsgebiete des gefassten Wassers und der Natur der Quelle nicht oder nur geringfügig gefährdet, d.h. es ist keine wesentliche Abnahme der Schüttung zu erwarten, welche die sonstigen witterungsbedingten Schwankungen übersteigen würde. Drei privaten Quellfassungen sind zerstört und eine Messung ist nicht mehr möglich.

Bei 3 Fassungen ist eine Trockenlegung aus hydrogeologischen Überlegungen möglich. Es handelt es sich um 2 Quellen von privaten Gruppenversorgungen (Trink- und Brauchwasser) im Gebiet Lünten-Schächli (MOR042, MOR043) und um die Karstbohrung für Brauchwassernutzung des Swiss Holiday Parks in Morschach (Ax). Aufgrund deren aktuel-

ler Nutzung ist neben einer intensiven Überwachung auch Handlungsbedarf (Notwasser / Ersatzwasser) bei den 2 Quellen im Gebiet Lüntigen-Schächli angebracht, wobei Alternativen aus nicht oder nur gering gefährdeten Wasserbezugsorten in der Umgebung vorliegen. Bei den potentiell gefährdeten 10 Quellen von öffentlichen Wasserversorgungen wurden die Quellen Tannen (WV Axenfels, MOR45) sowie die Ägerli- und die Hangquellen (WV Sisikon, SIS01 bzw. SIS02) einer detaillierten Prüfung unterzogen, weil sie direkt über dem Trasse des Sisikoner Tunnels liegen. Eine Gefährdung dieser Lockergesteinsquellen wird aufgrund fehlendem darunter liegendem gesättigtem Fels (Tannen), oder der darunter liegenden wasserhemmenden Formationen (Ägerli- und die Hangquellen), als wenig wahrscheinlich angesehen. Allerdings ist infolge der unvorhersehbaren Auswirkungen des Sprengvortriebs eine Beeinflussung nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Aus diesem Grund werden die Quellen intensiv vor und während der Bauarbeiten überwacht, und ein Not- bzw. Ersatzwasserkonzept (Beilage z9.16) ist erstellt worden.

Für 3 weiteren Quellen der öffentliche Wasserversorgung Axenfels/Axenstein (MOR68, MOR73, MOR74) in der Gemeinde Morschach sowie 8 privat genutzten Quellen (MOR01, MOR44, MOR69, MOR70, MOR71, MOR72, MOR79, MORAB) wurde eine gleichwertige, mässige Beeinflussungsgefahr ermittelt. Die Quellen MOR01, MOR69, MOR70, MOR71, MOR72, MOR79 sind dementsprechend vor und während der Bauarbeiten zu überwachen. Ein Not- bzw. Ersatzwasserkonzept liegt vor. Für MOR44 und MORAB reicht es Messungen während einem Jahr.

Für die restlichen 49 Quellen - einschliesslich 4 Quellen der öffentlichen Wasserversorgung - wird aufgrund der niedrigen Gefährdung empfohlen, die Schüttungscharakteristika, wenn nicht bereits genügend Daten vorliegen, während einem Jahr zu messen, um so eine ausreichende Datenbasis für allfällige künftige Beanstandungen zu erschaffen.

Zuzüglich zu den Quellen wurde die Gefährdung der 6 Seewasserfassungen bei den Portalen Ort und Gumpisch geprüft.

Diese Beweissicherung wird bei allen Quellen der öffentlichen Wasserversorgung sowie bei der Seewasserfassung im Bereich der Portale Ort und Gumpisch, auch durch die Erfassung der chemischen und bakteriologischen Eigenschaften vor Beginn der Ausbrucharbeiten begleitet.

Eine hydrogeologische Überwachung in grösserem Rahmen, um die Zusammenhänge der Grund- bzw. Bergwasserzirkulation sowie die Wechselwirkung mit den Bauwerken besser zu verstehen, ist für folgende Punkte empfohlen:

- Grundwasserspiegel im Bereich des Anschlusses Ingenbohl und Abfluss des Klosterbachs (die Einbauten im Grundwasser führen voraussichtlich zu keinen nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser des Felderbodens)
- Quellen im Riemenstaldnertal für die Ersatzwasserversorgung
- Weiterführung der privaten Abflussmessstation beim Riemenstaldnerbach
- Bergwasserspiegel in den abzuteufenden Karstbohrungen sowie Abflussmessungen aus dem SBB-Tunnel Axenberg
- Überwachung der einzelnen Wasseraustrittsstellen und Gesamtabflussmessungen im Morschacher und Sisikoner Tunnel.

4.4 Naturgefahren

Im Abschnitt „**Portal Ingenbohl**“ (vgl. Beilage z9.7) sind Gefahrenquellen für Sturzprozesse, deren Wirkungsräume den Portalbereich Ingenbohl und somit die Strasse betreffen können, relevant. Aufgrund der zahlreichen Phänomene und der Disposition für Rutschprozesse muss mit Hangmuren aus der geringmächtigen Lockergesteinsdecke gerechnet werden. Für einen wirkungsvollen Objektschutz des Lüftungskamins sowie des Portals Ingenbohl werden die Sicherung eines Einzelblocks und Steinschlagschutznetze / Hangmurenbarrieren von 500 kJ vorgesehen.

Im Abschnitt „**Portal Petersort**“ (vgl. Beilage z9.8) überlagern sich oberhalb des Portals Petersort und dem Abluftbauwerk Lüftungszentrale Petersort mehrere Gefahrenquellen für Sturzprozesse. Aufgrund der mittleren Hangneigung von 33-38°, der geringmächtigen Lockergesteinsdecke und mehreren Förderfaktoren muss im Weiteren mit flachgründigen Hangmuren gerechnet werden. Eine Disposition für Geschiebeumlagerungsprozess mit Murgang ist auch vorhanden. Für den Bereich der Portalzone Petersort ist die direkt angrenzende künstliche Felsböschung mittels eines eng anliegenden Felsabdeckungsnetzes (gegebenenfalls inkl. Sekundärgeflecht) zu sichern. Das Abluftbauwerk Lüftungszentrale Petersort kann mit einem Spaltkeil resp. Ablenkdammbauwerk von rund 4 m Höhe und einer Aufnahmekapazität von 3'000 kJ geschützt werden. Eine solche Objektschutzmassnahme kann auch die erwarteten Intensitäten für Hangmuren aufnehmen.

Oberhalb des Abschnittes „**Offene Strecke Ort**“ (vgl. Beilage z9.9) überlagern sich mehrere Gefahrenquellen für Sturz- und Hangmurenprozesse. Zum Schutz gegen Sturzprozesse wird ein ca. 150 m langes und 4 m hohes Steinschlagschutznetz mit einem zertifizierten Energieaufnahmevermögen von 2'000 kJ oberhalb der Stützmauer und Berme entlang der Offenen Strecke Ort vorgesehen. Ein zweites, 3 m hohes, zu einer Hangmurenbarriere modifiziertes Steinschlagschutznetz mit einer Energieaufnahmekapazität von min. 2'000 kJ dürfte ausreichen, um Hangmuren mit mittleren Intensitäten aufzuhalten. Der Installationsplatz ist nur während der Bauphase gefährdet.

Aufgrund der bestehenden Gefährdungen durch Sturz-, Rutsch- und Murgangprozesse wird im Bereich des **Zwischenangriffs Dorni** (vgl. Beilage z9.10) beabsichtigt, die Portalzone und den Installationsplatz gegen die relevanten Naturgefahren zu schützen. Massnahmen gegen Murgangprozesse im Dornibach und in der Dornirunse sind Gegenstand bereits geplanter und vom Bund genehmigter Massnahmenprojekte, deren Baustart für 2013/2014 geplant ist. Da sowohl das Portal des Erschliessungstollens als auch der Installationsplatz praktisch nur für die Bauphase genutzt werden, sind die Massnahmen lediglich für 5 bis maximal 10 Jahre erforderlich. Zusätzlich zu den temporär montierten Massnahmen sind geeignete organisatorische Massnahmen für den Ereignisfall auszuarbeiten. Alternativ oder begleitend zu diesen Massnahmen könnte auch die Pfahlwand (Baugrubenabschluss Installationsplatz) um ca. 2 m erhöht werden. Im Portalbereich ist eine vorgängige Felsreinigung vorzusehen, im oberen, aufgelockerten Felsbereich eine Felsabdeckung mit Spritzbeton. In den unteren Felsbereichen sind grössere potentielle Sturzkörper mit Felsnägeln zu sichern. Zwischen Felswand und Portal wird ein temporäres Steinschlagschutznetz mit einer Höhe von mindestens 3 m und einem Energieaufnahmevermögen von 1'500 kJ erforderlich.

In der **Portalzone Buggi** (vgl. Beilage z9.12) ist wegen der bestehenden Gefährdung durch Sturz- Rutsch- und Murgangprozesse beabsichtigt, den Bereich sowohl während der Bauphase, als auch im Betriebszustand zu schützen. Ein modifiziertes 2'000 kJ Steinschlagschutznetz, welches zu einer Hangmurenbarriere und im Bereich der Runse zu einer Murgangbarriere auszubauen ist, bietet die meisten Vorteile. Mit diesem modifizierten Netz lassen sich prinzipiell gleich alle Schutzanforderungen abdecken.

Aufgrund der bestehenden Gefährdung durch Sturz-, Rutsch- und Murgangprozesse muss auch der Abschnitt **Gumpisch** (vgl. Beilage z9.11) sowohl während der Bauphase, als auch im Betriebszustand zuverlässig gegen Naturgefahren geschützt werden. Die Galerie über die N4 Neue Axenstrasse dient in erster Linie zur Überführung der Wasser- und Murgangprozesse sowie von Lawinen. Zum Schutz gegen Sturzprozesse werden bergseitig der Galerie Steinschlagschutznetze erstellt, welche ein 100-jährliches Sturzereignis aufhalten.

Generell sind entlang aller Abschnitte zur Risikoverminderung während der Bauphase neben temporären Massnahmen (z.B. temporäre Steinschlagschutznetze) noch zusätzlich organisatorische Massnahmen zu treffen und Notfall- und Evakuationskonzepte zu erstellen.

5. Flankierende Massnahmen alte Axenstrasse

5.1 Grundlagen und Randbedingungen

Die „Flankierenden Massnahmen alte Axenstrasse (FlaMa)“ dienen insbesondere der verbesserten Führung des Langsamverkehrs und der Erhöhung dessen Sicherheit auf der alten Axenstrasse.

Im Rahmen des Neubauprojektes des Morschacher und des Sisikoner Tunnels wird auch das Projekt der FlaMa öffentlich aufgelegt. Die Umsetzung der FlaMa erfolgt im Rahmen der Instandsetzung der alten Axenstrasse (Etappen 2 und 4) nach Eröffnung der beiden neuen Tunnels. Die Erarbeitung des Erhaltungsprojektes alte Axenstrasse unter Federführung des ASTRA Zofingen ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gestartet. Da die erforderlichen Erhaltungsmassnahmen u.U. auch Auswirkungen auf das Projekt FlaMa haben können, werden in dessen Rahmen neben Festlegung der Fahrbahngestaltung mögliche technische Lösungen zur Umsetzung der FlaMa aufgezeigt. Diese sind Gegenstand des weiteren Projektbeschreibs. Die Detailprojektierung der FlaMa erfolgt im Rahmen des Erhaltungsprojektes und ist u.U. gewissen Anpassungen unterworfen, welche wiederum neu aufgelegt würden.

Der Projektperimeter der FlaMa umfasst den Strassenraum der alten Axenstrasse vom Südportal des Mositunnels bis zum Anschluss Gumpisch.

Die gesamte Axenstrasse befindet sich im Bereich des BLN-Gebietes (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) Nr. 1606 Vierwaldstättersee mit Kernwald und Rigi. Zusätzlich sind Abschnitte im Gebiet Petersort sowie die Strecke Sisikon - Gumpisch im Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz aufgeführt.

Für die FlaMa gelten folgende Ziele:

- Das Siedlungsgebiet Sisikon ist nachhaltig vom Durchgangsverkehr zu entlasten
- Die Dörfer Morschach, Sisikon und Riemenstalden sind zu erschliessen
- Der Ausnahmebetrieb, d.h. Umleitung des Nord-/ Südverkehrs auf die alte Axenstrasse bei Sperrung der N4 Neuen Axenstrasse, ist zu gewährleisten
- Die Umstellung von Normal- auf Ausnahmebetrieb bei plötzlichen Ereignissen auf der N4 Neuen Axenstrasse ist möglich
- Wirtschaftliche Lösung
- Die alte Axenstrasse ist für Tourismus und Erholung aufzuwerten
- Sichere und attraktive Anlage für Langsamverkehr (Radfahrer und Fussgänger) Impulse für eine touristische Weiterentwicklung der Region
- Grösstmögliche Schonung des BLN-Gebietes.

5.2 Massnahmen Verkehr

5.2.1 Variantenentscheid Normalprofil Fahrraumgestaltung

Für die Gestaltung des Fahrraumes der alten Axenstrasse wurde ein Vergleich folgender Varianten durchgeführt:

- Variante 1: Schmalfahrbahn
- Variante 2: Kombifahrbahn (bergseits Radstreifen Richtung Norden markiert, seeseits kombinierter Rad-/ Gehweg von 2.60 m Breite)
- Variante 3: kombinierter Rad-/Gehweg (seeseits, 3.00 m Breite)
- Variante 4: kombinierter Rad-/Gehweg (seeseits, 3.00 m Breite) mit Reduktion der Fahrbahnbreite auf 6.00 m.

Die Variante "kombinierter Rad-/Gehweg mit Reduktion der Fahrbahnbreite" wurde insbesondere aufgrund der konsequenten Trennung des Langsamverkehrs vom MIV (motorisierter Individualverkehr) als Bestlösung zur Weiterbearbeitung bestimmt. Sie sieht vor:

- Die Höchstgeschwindigkeit wird abschnittsweise auf 60 km/h reduziert, Durchfahrt Sisikon 50 km/h resp. 30 km/h in Kernzone
- Die heutigen Fahrbahnbreiten werden auf 6.00 m (+ Kurvenverbreiterung) reduziert. Seeseitig wird ein durchgehender kombinierter Rad- und Gehweg von 3.00 m Breite angeordnet. Bei Abschnitten mit bereits bestehenden Rad-/Gehwegen auf der Seeseite sind keine baulichen Massnahmen erforderlich
- Die Strasse wird mit einem Lastwagen- und SDR-Fahrverbot belegt. Der Zubringerdienst bleibt gestattet
- Im Dorf Sisikon ist eine Mischfahrbahn analog der heutigen Situation vorgesehen. Bei den Dorfeingängen werden entsprechende Querungshilfen für nordwärts fahrende Radfahrer realisiert
- Sisikon – Gumpisch (ca. 1'000 m): keine verkehrstechnischen Anpassungen, weil bereits ausgebaut für Langsamverkehr mit kombiniertem Rad-/ Gehweg auf der Seeseite.

5.2.2 Konzept der Massnahmen

Durch die Reduktion der Fahrbahnbreite wird die Fahrgasse für Fahrzeuge verschmälert und dadurch der Verkehr grundsätzlich verlangsamt. Durch die konsequente Entflechtung des Langsamverkehrs vom MIV mittels der separaten Führung auf einem kombinierten Rad- und Gehweg, durch das geringere Verkehrsaufkommen auf der alten Axenstrasse nach Eröffnung der beiden neuen Tunnels sowie durch die abschnittsweise Herabstufung der Höchstgeschwindigkeit kann die Zielsetzung, eine sichere und attraktive Anlage für den Langsamverkehr (Radfahrer und Fussgänger) zu schaffen, erfüllt werden. Dadurch wird die alte Axenstrasse ihrem Anspruch als wichtige Radwegverbindung im gesamten Schweizer Velo-Wanderwegnetz gerecht. Mit der Minimalbreite von 6.00 m wird die Befahrbarkeit der alten Axenstrasse im Ausnahmebetrieb (gesperrte Tunnel) gewährleistet.

Der seeseitig durchgehende kombinierte Rad-/Gehweg gewährleistet den Fussgängern ein bequemes und sicheres Begehen des Wegs auf der gesamten Strecke. Die alte

Axenstrasse tritt nun als bedeutungsvoller Panorama-Fussweg in Erscheinung, welcher zugleich in das bestehende Wanderwegenetz integriert wird (z.B. Querverbindungen zum Weg der Schweiz).

Entlang der alten Axenstrasse gibt es verschiedene touristisch interessante Stellen (Teilobjekte und Erlebnisorte): Anschluss Mosi, Wolfsprung, Petersort mit Franziskus- und Lautunnel, Ort "Chänzeli", Schiferenegg, Dorni, Dorf Sisikon sowie die historische Strecke Sisikon - Gumpisch mit Kleine Galerie, Buggital, Stutzegg und Gumpisch Süd. Diese Erlebnisorte werden nicht neu erschlossen. Es handelt sich um bereits existierende Aufenthaltsbereiche entlang der Axenstrasse.

Die verkehrstechnischen Massnahmen an der alten Axenstrasse beinhalten insbesondere die beschriebenen Massnahmen und die Reduktion der Fahrbahnbreite. Mit Zusatzmassnahmen wie z.B. Redimensionierung von Knoten oder Querungshilfen mit Pfortnerfunktion wird die Attraktivität der alten Axenstrasse als Transitroute weiter verringert und der Komfort für den Langsamverkehr erhöht.

5.3 Massnahmen Aufwertung

Im Rahmen der Projektierungsarbeiten wurde ein übergeordnetes Konzept für die gestalterische Aufwertung des gesamten Strassenabschnittes bzw. der spezifischen Erlebnisorte erarbeitet. Diese Massnahmen der Aufwertung sind nicht Bestandteil des vorliegenden Ausführungsprojekts N4 Neue Axenstrasse.

5.4 Konzeptbeschreibung

Der nachfolgende Konzeptbeschreibung beschränkt sich auf die wichtigsten baulichen Massnahmen für die Umsetzung der Flankierenden Massnahmen. Der ausführliche Beschreibung des Konzeptes bzw. der daraus erforderlichen möglichen Massnahmen sind dem detaillierten Technischen Bericht zu den Flankierenden Massnahmen zu entnehmen (Beilage g3).

Strecke Mosi - Sisikon (km 0.000 - km 6.580)

- Durchgehender kombinierter Rad- und Gehweg auf der Seeseite bei entsprechenden Verbreiterungen wo erforderlich.

Anschluss Mositunnel (km 1.970 - km 2.450)

- Einbau Mittelinsel als Querungshilfe und Pfortner für reduzierte Fahrbahnbreiten
- Verschwenkung der Fahrbahn im Bereich der Brücke Wasi.

Wolfsprung (km 2.630 - km 2.800)

- Reduktion der Breiten der Fahrstreifen und Abbruch Mittelinsel bei Linksabbiegespur in Richtung Morschach um Verkehr zu verlangsamen
- Bau eines Radweges entlang der alten Axenstrasse mit Vortritt bei der Ein- und Ausfahrt des Rastplatzes
- Markierung der Parkfelder für PW, Bus und Fahrräder sowie Abstellplätze für Fahrräder.

Petersort (km 3.270 - km 1.3.510)

- Markierung der Parkfelder für PW und Abstellplätze für Fahrräder

- Aufweitung Franziskus-Tunnel
- Auf historischer Axenstrasse: Instandstellen Belagsflächen und Absturzsicherung auf Stützmauern.

Ort / "Chänzeli" (km 3.950 - km 4.185)

- Markierung der Parkfelder für PW und Fahrräder auf der Fläche zwischen der alten Axenstrasse und dem SBB-Gleis und Anpassen der dortigen Belagsflächen
- Bau eines Gehwegs entlang der neuen Lüftungszentrale Ort, Erstellen eines Fussgängerstreifens
- Fahrradabstellplätze im Bereich "Chänzeli".

Schiferenegg (km 5.360 - km 5.710)

- Markierung Parkfelder nördlich des Tunnels Schiferenegg bergseits in der bestehenden Ausstellbucht
- Auf dem seeseitigen Platz südlich des Tunnels: Verbesserung der Markierung der Parkplätze, Erstellen Fahrradabstellplätze, Verbesserung Einfahrt in alte Axenstrasse.

Dorni (km 6.120 - km 6.220)

- Separate Führung des kombinierten Rad- und Gehweges um den Felssporn Dorni herum mittels Brückenbauwerk
- Erstellen Abstellplätze für Fahrräder auf der Seeseite
- Drittprojekt: Wanderweg entlang des Sees vom Campingplatz Sisikon bis Dorni und Renaturierung Delta Dorni-Bach.

Dorf Sisikon (km 6.2200 - km 6.580)

- Führung der Fahrräder im Mischverkehr durch das Dorf Sisikon
- Querungshilfen für Radfahrer Richtung Norden am nördlichen und südlichen Ende des Dorfes

Historische Strasse Sisikon - Gumpisch

- Instandstellen der bestehenden Schutznetze gegen Steinschlag (z.B. Kleine Galerie)
- Felsreinigen bei steilen Felspartien und Montieren weiterer Schutznetze bei Bedarf
- Kontrolle und Instandsetzen der Absturzsicherungen.

5.5 Naturgefahren

Die Thematik Naturgefahren wird im Zusammenhang mit dem Erhaltungsprojekt alte Axenstrasse (Etappen 2 und 4) behandelt.

5.6 Landerwerb und Rodungen

Mit der seeseitigen Verbreiterung wird stellenweise Land von Dritten zu erwerben sein. Insgesamt werden von Dritten 1'220 m² permanent zu erwerben sein. Die temporäre Beanspruchung beträgt 8'965 m².

Für die seeseitigen Verbreiterungen sind 775 m² definitive Rodungen erforderlich. Temporär sind 3'465 m² zu roden.

6. Projektbeschreibung

6.1 Übersicht

(vgl. Beilage a)



Abbildung 6.1: Übersicht Projektperimeter

Der Abschnitt N4 Neue Axenstrasse beinhaltet folgende Teilabschnitte:

- Anschluss Ingenbohl
- Morschacher Tunnel
- Entwässerungstollen Ingenbohl
- Offene Strecke Ort
- Sisikoner Tunnel
- Anschluss Gumpisch mit Ausfahrtstunnel (AT) Gumpisch
- Flankierende Massnahmen auf der alten Axenstrasse.

In Ingenbohl wird die Neue Axenstrasse an die bestehende Nationalstrasse N4 angebunden.

Der Morschacher Tunnel hat eine Länge von 2'889 m und der Sisikoner Tunnel misst 4'442 m. Sie umfassen je 1 Röhre und werden im Gegenverkehr betrieben. Zur Rauchabsaugung im Brandfall verfügen die Tunnels über eine Zwischendecke mit Abluftklappen. Die Lüftungszentralen mit Abluftkamin sind jeweils bei den beiden Portalen resp. in Portalnähe angeordnet. Weitere bauliche Sicherheitselemente sind Notausgänge (Fluchtwegabgänge) alle 300 m, gegenüberliegende Ausstellbuchten alle 900 m sowie SOS- und Hydrantennischen alle 150 m. Die Fluchtwegabgänge führen durch den mit Überdruck belüfteten kombinierten Fluchtweg- und Werkleitungskanal unterhalb der Fahrbahn zu den Ausgängen im Bereich der Zentralen Ingenbohl und Petersort (Morschacher Tunnel) bzw. Ort und Buggi (Sisikoner Tunnel). Der Werkleitungskanal (WELK) wird durchgehend von Ingenbohl bis Gumpisch erstellt.

Die Offene Strecke Ort wird als Betriebsanschluss ausgebildet. Bei einer geplanten Sperrung einer der beiden Tunneln wird der Verkehr von der Neuen auf die alte Axenstrasse, und umgekehrt, umgeleitet.

Der Morschacher Tunnel überquert im Portalbereich Ingenbohl die zukünftige ATG-Linie (Variante Uri-Berg lang) und im Portalbereich Ort den bestehenden SBB-Fronalptunnel mit geringem Abstand.

Der Sisikoner Tunnel überquert den bestehenden SBB-Fronalptunnel im Norden und den neuen AT Gumpisch im Süden ebenfalls mit geringem Abstand. Das Riemenstaldnertal wird mit einer minimalen Scheiteldeckung von ca. 35 m unterfahren. Zusätzlich wird nördlich des Tiefpunktes Dorni das Abbaugebiet Lüntigen durchörtert.

Der AT Gumpisch hat eine Länge von 426 m und dient als niveaufreier Halbinschluss Richtung Sisikon. Er schliesst in Buggi an die alte Axenstrasse an. Im Bereich Gumpisch wird die Neue Axenstrasse wiederum an die bestehende Nationalstrasse N4 angebunden.

Auf der alten Axenstrasse werden nach Inbetriebnahme der Tunneln flankierende Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Langsamverkehrs sowie zur Steigerung der touristischen Attraktivität realisiert. Es ist eine Fahrbahn von 2 x 3.00 m und ein durchgehender, kombinierter Rad-/ Gehweg mit einer Breite von 3.00 m auf der Seeseite vorgesehen. Dazu muss der bestehende Verkehrsraum verbreitert werden. Die Höchstgeschwindigkeit wird künftig abschnittsweise mit 60 km/h signalisiert sein.

Beim Portal Ingenbohl leitet ein separater, rd. 1.2 km langer Entwässerungstollen das anfallende Bergwasser vom Portal des Morschacher Tunnels zum Vierwaldstättersee bei Brunnen ab.

6.2 Trassierung, Linienführung

(vgl. Beilagen b, c)

Die Linienführung entspricht grösstenteils dem Trasse des Generellen Projekts. Wegen dem neu geforderten Werkleitungskanal unter der Tunnel-Fahrbahn musste die Linienführung für die Überquerung des zukünftigen ATG-Trasse, den SBB-Fronalptunnel und den Ausfahrtstunnel Gumpisch optimiert werden. Das minimale Längsgefälle beträgt 1.0% und berücksichtigt die grossen zu erwartenden Wassermengen. Das maximale Längsgefälle ist mit 4.0% festgelegt.

Die Trassierung basiert auf der Ausbau- und Projektierungsgeschwindigkeit von 80 km/h. Eine geringe Abweichung ergibt sich im Bereich des Anschlusses Gumpisch: der gefundene horizontale Radius $R = 220$ m weicht 20 m von der Norm ab. Eine Erhöhung des Radius auf $R = 240$ m hätte massive bauliche Anpassungen auf den bestehenden Tunnel Gumpisch Süd zur Folge; die verbundenen Kosten würden in keinem Verhältnis zum erreichten Nutzen stehen.

Beim Anschluss Gumpisch mündet die Einfahrt von Sisikon her kommend an die Stammstrecke. Die Bemessung der geometrischen Elemente basiert auf einer Projektierungsgeschwindigkeit von 60 km/h, weil eine Auslegung auf 80 km/h wiederum zu massiven baulichen Auswirkungen auf den Tunnel Gumpisch Süd führen würde.

Die Überfahrten bei Ingenbohl zwischen alter und N4 Neuer Axenstrasse, die Einfahrt von Sisikon beim Anschluss Gumpisch sowie der Ausfahrtstunnel Gumpisch können mit 60 km/h befahren werden. Die Trassierung des Betriebsanschlusses Ort erfüllt die Randbedingung, dass die Überfahrt auf die alte Axenstrasse bei geplanter Sperrung des Morschacher oder Sisikoner Tunnels ebenfalls mit 60 km/h befahrbar ist, jedoch aufgrund der Lichtsignalanlage auf 40 km/h signalisiert wird.

Die Sichtweiten sind überall gewährleistet, was unter anderem durch die Gestaltung der Bankettbreiten erreicht wurde.

6.3 Verkehrsführung

6.3.1 Verkehrsführung während der Bauphase im Allgemeinen

Der Verkehr bleibt während dem Bau der N4 Neue Axenstrasse auf der alten Axenstrasse. Bei den Baustellen Ingenbohl, Ort und Gumpisch sowie beim Erschliessungstollen Dorni und im Portalbereich Buggi wird der Verkehr lokal umgeleitet oder über Provisorien geführt (siehe Kapitel 7, Bauausführung).

Nach der prioritären Eröffnung des Sisikoner Tunnels verläuft der Verkehr zwischen Ort und Gumpisch in beide Richtungen durch den neuen Tunnel. Radfahrer und andere nicht für die Nationalstrasse berechnete Verkehrsteilnehmer benutzen die alte Axenstrasse. Die Regelung des Verkehrs am Anschluss Ort erfolgt mittels LSA.

Nach der Eröffnung des Morschacher Tunnels fährt schliesslich der gesamte Transitverkehr ab Ingenbohl bis Gumpisch auf der N4 Neuen Axenstrasse. Die Verkehrsführung im Betriebszustand ist dem Kapitel 3 Verkehr zu entnehmen.

6.3.2 Bewältigung Mehrverkehr aus Baubetrieb

Verkehrsaufkommen DWV (durchschnittlicher Werktagsverkehr)

Aus der unten angefügten Abbildung kann entnommen werden, dass in den am stärksten belasteten Abschnitten 280-290 LKW pro Tag aus dem Baubetrieb zu erwarten sind, an Spitzentagen kann sich die LKW-Menge um ca. 30% erhöhen (380 LKW pro Tag). Bei einem durchschnittlichen Werktagsverkehr auf der Axenstrasse von 13'000 Fz pro Tag (2010) ist das eine Zunahme um maximal 3%. Diese Zunahme ist vergleichbar mit den Tagesschwankungen der Verkehrszahlen.

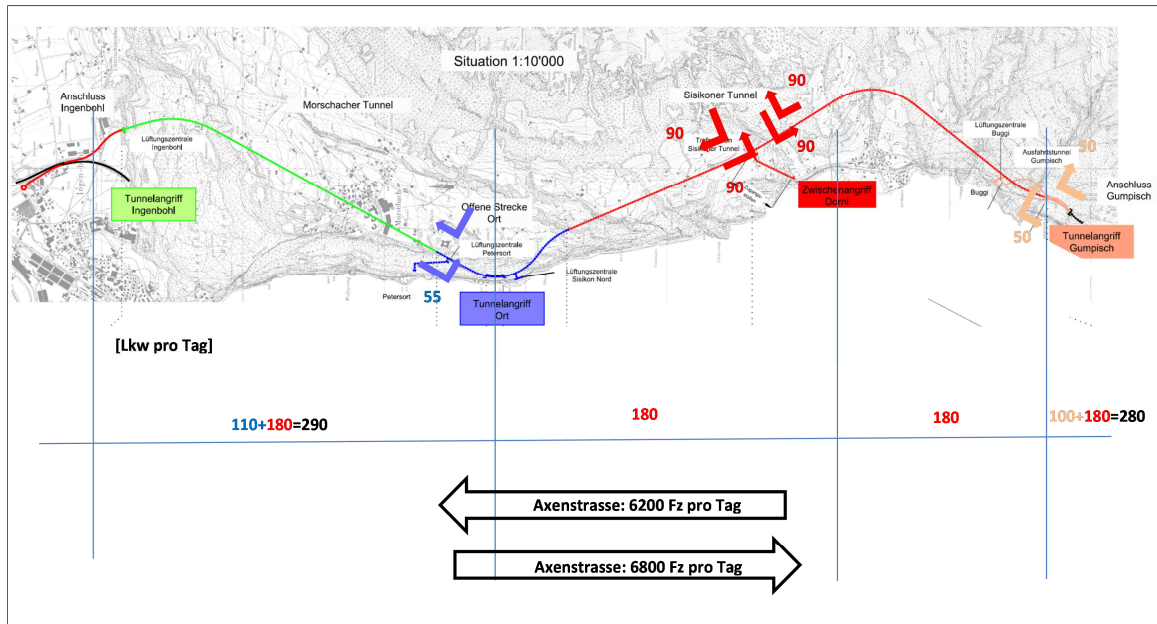


Abbildung 6.2: Mehrverkehr alte Axenstrasse durch Bauverkehr

Verkehrsaufkommen Tagesgang

Die Verhältnisse an einem durchschnittlichen Werktag bezüglich Verkehr auf der Axenstrasse sind in Abbildung 6.3 ersichtlich. Dabei wurde der Einfachheit halber der Baustellenverkehr für einen Baustellenspitzen tag gleichmässig auf die 15 Betriebsstunden (06:00 bis 21:00 Uhr) verteilt. Es handelt sich je nach Querschnitt um 8 bis 13 LKW pro Richtung und Stunde.

Der Verkehr auf der Axenstrasse ist über die Monate und Wochentage Schwankungen unterworfen. Saisonal sind beim DWV die folgenden Schwankungen zu verzeichnen:

- Durchschnittsmonat: 100%
- Tiefster Monat (Januar): 75%
- Höchster Monat (August): 130%

Im Wochengang schwankt der Verkehr folgendermassen:

- Durchschnittstag: 100%
- Tiefster Tag (Dienstag): 85%
- Höchster Tag (Freitag): 125%

Die nachfolgend dargestellte durchschnittliche Tagesganglinie kann somit je nach Wochentag und Monat angepasst werden.

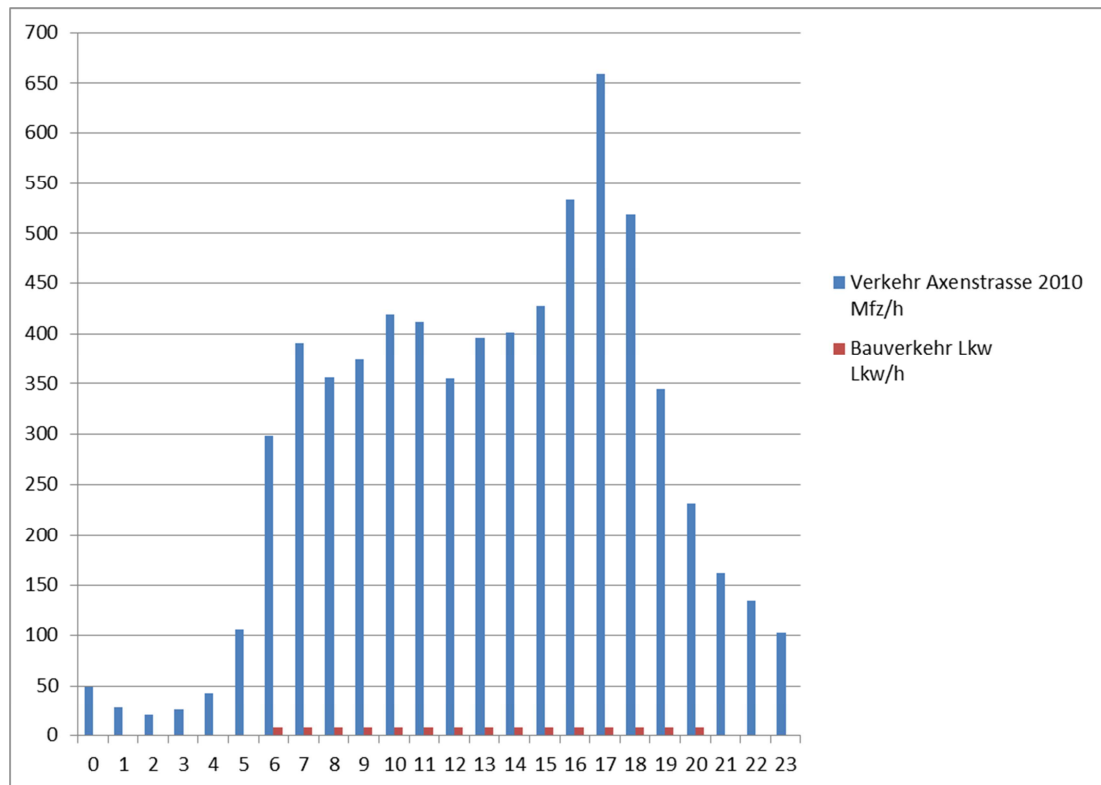
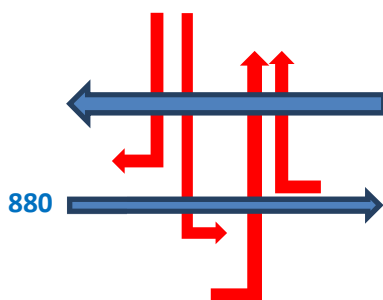


Abbildung 6.3: Tagesgang Brunnen - Flüelen, Richtung Flüelen

Verkehrsqualität

Eine Betrachtung der Verkehrsqualität an den Knoten (Zu- und Wegfahrt bei den Installationsplätzen ab der Axenstrasse) sieht folgendermassen aus:

- Der Tunnelangriff Ort ist relativ unkritisch, da hier ein relativ tiefes LKW-Aufkommen erwartet wird und kein Linkseinbiegen ab dem Installationsplatz auf die Axenstrasse stattfindet
- Beim Tunnelangriff Gumpisch ist ein vergleichbares Aufkommen zu erwarten wie in Ort, jedoch müssen die LKW links auf die Axenstrasse einbiegen
- Am kritischsten ist der Zwischenangriff (ZA) Dorni. Hier besteht ein deutlich höheres LKW-Aufkommen und es muss links eingebogen wie auch links abgebogen werden. Quantitativ stellt sich hier die folgende Situation dar:



Wird für einen Spitzentag von einem um 30% höheren Aufkommen ausgegangen als in der Abbildung 6.2 angegeben, so ergeben sich 117 LKW pro Tag pro Zu- und Wegfahrtrichtung. Bei 15 Betriebsstunden (6:00 bis 21:00) liegt die durchschnittliche Stunde bei 6.6%, für die tägliche Spitzenstunde wird von 8% ausgegangen. Daraus resultieren rund 9 LKW pro Stunde und Zu- und Wegfahrtrichtung. Die Verteilung in alle Richtungen kann ungefähr gleichmässig angenommen werden.

Eine Überprüfung der Verkehrsqualität am Knoten nach Norm SN 640 022 (Knoten ohne Lichtsignalanlage) ergibt für den Linksabbieger beim ZA Dorni eine Verkehrsqualitätsstufe A (Wartezeiten unter 10 sec). Für den Linkseinbieger (allenfalls im Mischstrom mit dem Rechtseinbieger) auf die Axenstrasse ergibt sich eine VQS C mit durchschnittlichen Wartezeiten von 20-25 sec.

Massnahmen

- Für den ZA Dorni sind Massnahmen zu treffen. Die Ausgestaltung des Knotens mit Abbiegestreifen gemäss Plan Beilage b31, Installationsplatz Dorni kann konzeptionell so umgesetzt werden. Als ergänzende Massnahme ist eine LSA vorzusehen. Diese sollte im Bedarfsfall bei auf die Axenstrasse linkseinbiegenden LKW (Fahrtrichtung Süden) auf der Axenstrasse auf Rot schalten. Der Linksabbieger (von Norden kommend) kann unregelmässig laufen
- Für von der Axenstrasse linksabbiegende LKW (in Ort und Dorni) ist ein minimaler Abbiegestreifen (für 1-2 LKW) zu schaffen, auch wenn dies rechnerisch nicht zwingend notwendig ist
- Für den Linkseinbieger auf die Axenstrasse in Gumpisch (Fahrtrichtung Süden) ist ebenfalls eine LSA zu prüfen, auch wenn der LKW-Verkehr gegenüber Dorni geringer ist. Die Notwendigkeit hängt auch von den örtlichen Verhältnissen ab, so z.B. vorhandene Sichtweiten und Neigungsverhältnisse bei der Wegfahrt von der Baustelle.
- Der Baustellenlogistik wird in Bezug auf Anlieferungen und Abtransporte ein spezielles Augenmerk gewidmet, ebenso auf die Güter die von und zu den Installationsplätzen transportiert werden. So werden zum Beispiel Anlieferungen, welche eine längere Abladezeit verlangen in Zeitfenstern vorgenommen, die vom Transitverkehr nicht oder nur geringfügig tangiert werden. Die Aufenthaltszeit von Transportmitteln auf den Installationsplätzen wird so optimiert, dass auf Warteräume entlang der bestehenden Axenstrasse verzichtet werden kann.
- Im Rahmen des Detailprojekts wird geprüft, ob eine Entlastung der bestehenden Axenstrasse durch Umleiten des Schwerverkehrs über Luzern, eine Verbesserung hinsichtlich des zusätzlich anfallenden Baustellenverkehrs bewirkt.

6.4 Anschluss Ingenbohl

6.4.1 Strassenbau

Linienführung Trassierung

(vgl. Beilagen b1, c1)

Vom Projektbeginn (km 126+358) bis zum km 127+141 bleibt die heutige Linienführung der N4 bestehen, es werden lediglich Anpassungen am Fahrstreifenregime vorgenommen (siehe Kapitel 3 Verkehr). Ab km 127+141 biegt die neue Strecke mit einer linksgerichteten S-Kurve mit dem Radius $R = 240$ m vom Bestand ab. Die neue Verbindung vom Anschluss Ingenbohl zum Nordportal Morschacher Tunnel ist ca. 400 m lang und fällt grösstenteils mit 0.5%. Kurz vor dem Morschacher Tunnel befindet sich eine Wanne ($R_v = 3'500$ m), anschliessend steigt die Strecke mit 1.87% zum Tunnel an.

Die Überfahrten von der Neuen auf die alte Axenstrasse, welche im Unterhalts- und Störfall befahren werden, sind für eine Geschwindigkeit von 60 km/h ausgelegt. Die Radien erfüllen mit $R = 250$ m die Norm. Vor dem Nordportal des Morschacher Tunnels befinden sich beidseitig Nothaltebuchten mit einer Länge von je 70 m. Über die seeseitige Nothaltebucht ist die Zufahrt für Sattelschlepper zur Lüftungszentrale Ingenbohl möglich (Spezialanlieferungen). Für den Normalfall ist die Lüftungszentrale über eine separate Zufahrt ab der Schönenbuchstrasse, unabhängig von der N4, erschlossen.

Normalprofil

(vgl. Beilage d1)

In Anlehnung an die Tunnels sind die Fahrstreifen im offenen Streckenbereich analog mit einer Breite von 2×3.875 m festgelegt. Die seitlichen Bankette messen auf dem neuen Autobahndamm in Ingenbohl je 2.00 m. Diese Breite ermöglicht, Installationen für die BSA (z.B. Rohrblöcke, Signalportalfundamente, etc.) parallel zur Fahrbahn, trotz Fahrzeugrückhaltesystem und Zaunanlage. Die lichte Höhe über der Fahrbahn beträgt 4.80 m.

Seitlich bildet ein Stellstein, mit einem Anschlag von 7 cm, den Abschluss des Fahrbahnrandes. Entlang dieses Randabschluss wird das Oberflächenwasser gesammelt.

Der Belagsaufbau wurde für die prognostizierte Verkehrsmenge (Klasse T5) dimensioniert und ist auf den offenen Strecken wie folgt festgelegt:

- Foundationsschicht aus Kiesgemisch 0/45, Stärke 40 cm
- Foundationsschicht KMF 22, Stärke 7 cm
- Tragschicht ACT 22 H, Stärke 11 cm
- Binderschicht ACB 22 H, Stärke 8 cm
- Deckbelag AC MR 8 ASTRA, Stärke 3 cm.

Der Damm, auf dem das neue Teilstück realisiert wird, soll mit aufbereitetem Ausbruchsmaterial aus dem Morschacher Tunnel geschüttet werden. Die Abmessungen dieses Damms sind infolge der topografischen Verhältnisse in Höhe und Breite unterschiedlich. Aufgrund des schlecht tragfähigen Untergrundes ist eine Vorschüttung notwendig.

Fahrzeugrückhaltesystem

Als Fahrzeugrückhaltesystem wurde der Typ 64 Pfostenabstand 2.00 m aus der ASTRA Richtlinie gewählt. Dieses System erfüllt die Aufhaltestufe H1, die sich aus dem über

3.00 m hohen Damm ergibt. Die heute bestehenden Fahrzeugrückhaltesysteme werden innerhalb vom Projektperimeter durch aktuelle Systeme ersetzt. An den Fahrbahnrandern werden die Systeme vom Typ 64 eingebaut, als Richtungstrennung in der Fahrbahnmitte werden festmontierte Vario-Guard eingesetzt. Im 75 m langen Überfahrtsbereich von der Neuen auf die alte Axenstrasse (siehe Kapitel 3 Verkehr) wird ein mobiles Fahrzeugrückhaltesystem (MÜLS) eingebaut. Diese besteht aus zwei 50 Meter langen Flügeln.

BSA Tiefbau

Im Ausfahrtsbereich der bestehenden N4-Abfahrt Brunnen, Richtung Norden, wird eine neue elektrische Verteilkabine erstellt. Über einen Rohrblock ist diese mit der Lüftungszentrale Ingenbohl verbunden. Sämtliche Wechselsignale, Signalportale, LSA, etc. sind mit Rohrblocken erschlossen. Elektrische Zuleitungen und Steuerkabel werden in separaten Rohranlagen geführt. Die Rohranlagen sind so konzipiert, dass mit dem Hierarchiewechsel der alten Axenstrasse, die Anpassung der best. Steuerungselemente entsprechend vorgenommen werden kann.

Zäune und Tore

Der Damm der N4 Neuen Axenstrasse wird eingezäunt. Im Bereich der seeseitigen Nothaltebucht wird der Zaun von einer Barriere unterbrochen. Innerhalb des Projektperimeters werden die bestehenden Zäune ersetzt. Die genaue Lage der Tore wird in der nächsten Projektphase zusammen mit den zuständigen Gremien festgelegt. Nebst dem Trasse der Nationalstrasse wird auch der Vorplatz der Lüftungszentrale Ingenbohl eingezäunt.

Zufahrt Lüftungszentrale Ingenbohl

Neben der Zufahrt zur Lüftungszentrale Ingenbohl über die seeseitige Nothaltebucht der N4 Neuen Axenstrasse besteht die Möglichkeit, die Lüftungszentrale unabhängig von der Nationalstrasse anzufahren. Die separate Erschliessung erfolgt über die Schönenbuchstrasse und eine neue Zufahrt nach der Unterführung. Die Fahrbahnbreite der Zufahrt misst 5.0 m, seeseitig ist ein Bankett mit 0.5 m vorgesehen. Das Bankett zwischen der Zufahrt Lüftungszentrale Ingenbohl und der Neuen N4 beträgt rund 3.50 m.

Der Vorplatz bietet genügend Raum für vier PW-Parkplätze. Zudem können hier Sattelschlepper wenden und rückwärts Material in die Lüftungszentrale anliefern. Die Zufahrt zur Lüftungszentrale Ingenbohl wird nicht eingezäunt.

Kreisel Schwyzerstrasse und Einfahrt alte Axenstrasse

Der Kreisel Schwyzerstrasse ist ein doppelstreifiger Kreisel mit einem Aussendurchmesser von 40 m (siehe Kapitel 3 Verkehr). Durch die neue Anbindung der alten Axenstrasse an die Schwyzerstrasse muss die alte Einfahrtsrampe Richtung Süden verbreitert werden. Nach diesem Ausbau beträgt die Fahrbahnbreite neu 7.50 m.

Anschluss alte Axenstrasse / Mositunnel

Für die Teilstrecke zwischen dem Anschluss Ingenbohl und dem Mositunnel sind keine weiteren Massnahmen geplant.

Baulinien

Die Baulinien sind dem Situationsplan Anschluss Ingenbohl (Beilage b1) zu entnehmen. Grundsätzlich liegen die Baulinien parallel im Abstand von 25 m zur Hauptachse. Bei Nebenanlagen liegen diese 10 m vom äusseren Rand des jeweiligen Objekts entfernt.

6.4.2 Unterführung Schönenbuchstrasse

(vgl. Beilagen f1, f2)

Die Unterführung Schönenbuchstrasse besteht aus einer ca. 131 m langen Grundwasserwanne mit einer integrierten Rahmenkonstruktion für die Überleitung der N4 Neuen Axenstrasse. Die Überleitung – im Gegenverkehr betrieben – weist eine lichte Breite zwischen den Konsolköpfen von 7.75 m auf. Auf den Konsolköpfen sind als Absturzsicherung Leitschranken des Typs 64 gemäss der ASTRA-Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme vorgesehen. Hinter den Wannenwänden wird eine Umzäunung erstellt. Das ganze Bauwerk ist monolithisch als weisse Wanne mit Dichtigkeitsklasse 2 konzipiert. Zum Schutz vor Chloriden soll die Bodenplatte auf der Oberseite mit einem Hessensiegel versehen werden. Die Brückenplatte der Überleitung der N4 Neuen Axenstrasse wird auf der Oberseite mit einem Hessensiegel und aufgeflämmten Polymerbitumendichtungsbahnen abgedichtet. Der Belagsaufbau besteht aus 2 Lagen Gussasphalt (Schutz- und Binderschicht) sowie einer Deckschicht aus Walzasphalt. Beidseitig der Brückenplatte sind im Fahrbahnbereich der N4 Neuen Axenstrasse Schleppplatten vorgesehen, um zu erwartende Setzungen auszugleichen.

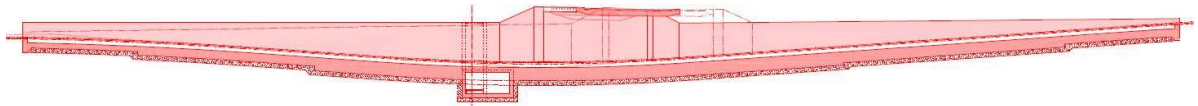


Abbildung 6.5: Längsschnitt Wanne Schönenbuchstrasse

Der Grundwasserspiegel liegt im Normalfall ca. 1.5 bis 2.0 m unter Terrain, während Nässeperioden kann der Grundwasserspiegel aber bis OK Terrain ansteigen. Daher ist die Bodenplatte der Wanne genügend dick dimensioniert und ragt beidseitig des Bauwerks 1.50 m über die Aussenwände hinaus, um die Hinterfüllung für die Auftriebssicherung zu aktivieren. Im Fahrbahnbereich innerhalb der Wanne wird ein Kieskoffer eingebaut, allfälliges Sickerwasser innerhalb des Koffers wird gefasst und abgeleitet. An den Wannenenden verhindert eine Aufbordnung bis UK Belag das Eindringen von Grundwasser in den Kieskoffer der Wanne. Die Fahrbahnentwässerung innerhalb der Wanne erfolgt über Schlitzrinnen. Sowohl das Sickerwasser aus dem Koffer wie auch das Fahrbahnwasser werden am Tiefpunkt der Wanne gefasst und gemeinsam mit dem Wasser aus der SABA in ein Pumpwerk geführt. Das Pumpwerk ist so dimensioniert, dass das anfallende Wasser bei einem Stromausfall von bis zu 20 Minuten gestapelt werden kann. Das Sammelbecken des Pumpwerks dient gleichzeitig als Ölabscheider (Abtrennung vom Pumpenraum mit einer Tauchwand). Es ist je eine Öffnung über dem Sammelbecken und eine über dem ausserhalb der Wanne angeordneten Pumpschacht vorgesehen. Das gesammelte Wasser wird über zwei Tauchpumpen, welche alternierend eingesetzt werden, zum Entwässerungstollen Ingenbohl gepumpt, welcher auch das Bergwasser des Morschacher Tunnels ableitet.



Das Bauwerk muss aufgrund des Grundwassers in einer geschlossenen Baugrube erstellt werden. Gemäss den geologischen Aufschlüssen liegt die Felsoberfläche zwischen 6.5 und 12 m tief unter Terrain. Die durchlässigen Schichten des Grundwasserleiters reichen bis knapp über die Felsoberfläche. Daher muss für die Baugrube eine Spundwand mit vorgängigen Lockerungsbohrungen in den Fels eingebunden werden. Die Einbindestrecke der Spundwände im Fels muss mit Fussinjektionen abgedichtet werden. Werkleitungen im Bereich der Baugrube sind vorgängig umzulegen, der Düker für den Anschluss des Strassenabwassers an die SABA wird innerhalb der Baugrube zusammen mit der Wanne erstellt.

Die Stützmauer Werkhof sichert den Strassendamm der Neuen Axenstrasse gegen das Gebäude Ass. Nr. 1623 des Werkhofs Ingenbohl. Die Winkelstützmauer ist entlang der N4 Neuen Axenstrasse auf einer Länge von ca. 7.5 m mit einem Konsolkopf ausgerüstet. Auf dem Konsolkopf wird eine Leitschranke des Typs 64 versetzt. Die beiden Flügel der Stützmauer sind schiefwinklig zum Strassendamm und parallel zum Werkhofgebäude angeordnet. Die Winkelstützmauer wird flach fundiert.

Der Bau der Stützmauer Werkhof erfolgt unmittelbar vor dem Bau des Strassendamms der N4 Neuen Axenstrasse in einer offenen Baugrube. Die offene Wasserhaltung erfolgt mit mobilen Pumpen.

6.4.4 Durchlass Sandbach

(vgl. Beilage f3)

Der bestehende Durchlass Sandbach quert ca. zwischen km 126+930 und 126+950 die bestehende N4. Im Zusammenhang mit dem Bau der N4 Neuen Axenstrasse wird der Anschluss Brunnen umgebaut. Neu wird die heutige Einfahrt in Fahrrichtung Süden auf eine Rampe mit der alten Axenstrasse im Gegenverkehr umgestaltet. Dies hat zur Folge, dass der bestehende Damm der Einfahrt verbreitert werden muss, was ein Anpassen der Wände des Auslaufbauwerks Sandbach auf die neue Dammgeometrie erfordert (lokale Erhöhung in Stahlbeton).

6.4.5 Durchlass Kilchmatt

(vgl. Beilage f4)

Der bestehende Durchlass Kilchmatt quert bei km 127+240 die bestehende Axenstrasse. Auf Grund der Verzweigung der Neuen und alten Axenstrasse muss hier der Strassendamm verbreitert werden. Dies hat zur Folge, dass der heutige Wellstahldurchlass einlaufseitig um 6 m verlängert werden muss. Die Verlängerung erfolgt mit einem analogen Wellstahlprofil, verlegt in eine Magerbetonhinterfüllung. Im Bereich des Einlaufs wird ein neues Einlaufbecken aus Stahlbeton erstellt. An dieses Einlaufbecken wird beidseitig der verlegte Sickergraben zur Fassung von Grundwasseraufstößen sowie der Ableitung der SABA angeschlossen (Anschluss eines HDPE-Rohrs).

Der Bau der Verlängerung des Durchlasses Kilchmatt inklusive dem neuen Einlaufbauwerk erfolgt zusammen mit dem Bau des Strassendamms der N4 Neuen Axenstrasse.

6.4.6 Abbrüche

Im Rahmen des Projektes N4 Neue Axenstrasse müssen im Bereich Anschluss Ingenbohl 5 Gebäude und eine Garage abgebrochen werden (vgl. Plan Beilage b1).

6.5 Morschacher Tunnel

6.5.1 Linienführung

(vgl. Beilagen b2 - b5, b42, c2 - c7, c22)

Nach einem kurzen geraden Stück im Portalbereich Ingenbohl biegt der Morschacher Tunnel mit einer Rechtskurve mit $R = 600$ m ab und geht anschliessend in eine lange Gerade von ca. $L = 1'640$ m über. Die Tunnelausfahrt gegen das Portal Ort liegt in einer Linkskurve mit $R = 1'000$ m.

Ab dem Portal Ingenbohl beginnt der Morschacher Tunnel anfänglich mit 1.87% auf knapp 90 m zu steigen und geht dann auf den anschliessenden 510 m auf eine Steigung von 4.0% über, bis das geplante ATG-Trasse (Uri-Berg-Lang) überquert ist. Die künftige Felsbrücke zwischen Sohle WELK und First ATG-Tunnel misst mindestens 8 m. Nach der Überwerfung steigt der Tunnel noch auf 1'700 m weiter mit 1.0% bis zum Hochpunkt an. Von dort fällt der Tunnel auf den restlichen 690 m bis zum Portal in Ort mit 4.0% und überquert beim km 130+344 den bestehenden SBB-Fronalptunnel mit geringem Abstand (Abstand Sohle WELK zu First SBB-Tunnel ca. 4.3 m).

Längs dem bergmännischen Teil des Morschacher Tunnels (L = 2'842 m) kommen 4 verschiedene Normalprofile zur Ausführung:

- Normalprofil mit Zwischendecke, $L = 2'491 \text{ m}$
- Normalprofil ohne Zwischendecke, $L = 187 \text{ m}$ beim Portal Ort
- Normalprofil mit gegenüberliegenden Ausstellbuchten, $L = 3 \times 41 \text{ m}$
- Normalprofil mit Ausstellbucht einseitig, $L = 41 \text{ m}$ bei der Lüftungszentrale Petersort.

- Lichtraumprofil 2-spuriger Tunnel: 7.75 x 4.50 m
- Lichtraumprofil mit Ausstellbuchten: 3.20 x 4.50 m (beidseitig an das 2-spurige Lichtraumprofil angeschlossen)
- Lichtraumprofil Ausnahmetransportroute Typ II: 5.00 x 4.80 m ohne zusätzlichen Sicherheitszuschlag
- Lichtraumprofil auf Bankett: 0.70 x 2.00 m
- Querschnitt Abluftkanal über der Zwischendecke mind. 11 m², min. Höhe 1.80 m
- Bautechnischer Nutzraum 10 cm
- Sicherheitsabstände, Raum für Signalisation und Betriebs- und Sicherheitsausrüstung gemäss nachfolgender Abbildung:

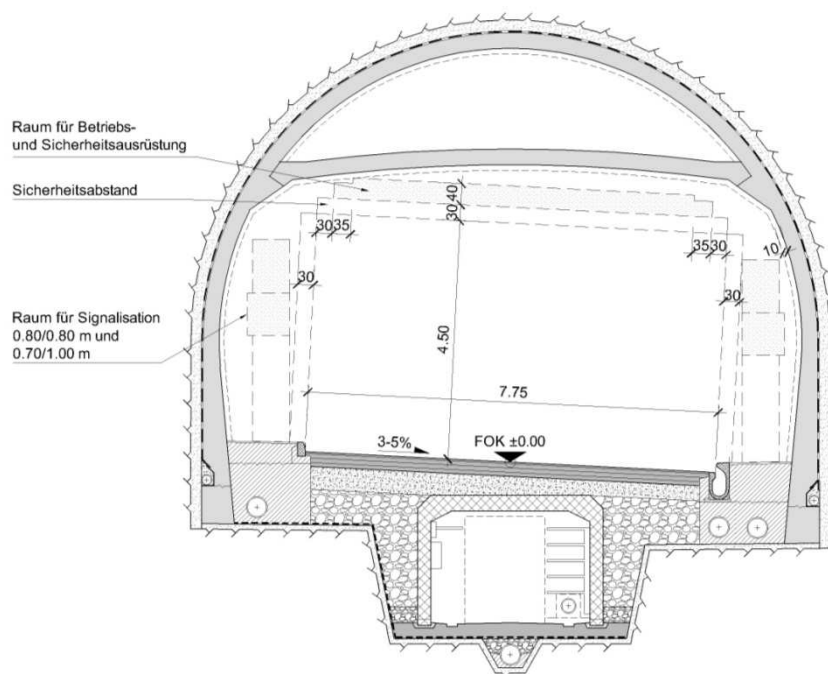


Abbildung 6.7: Geometrisches Normalprofil Tunnel

Die Normalprofile beinhalten folgende Hauptelemente:

- Ausbruchquerschnitt 2-spuriger Tunnel (mit / ohne Zwischendecke): 113 m² (theoretisch)
- Ausbruchquerschnitt mit gegenüberliegenden Ausstellbuchten: 176 m² (theoretisch)
- Ausbruchquerschnitt mit einseitiger Ausstellbucht (Lüftungszentrale Petersort): 147 m² (theoretisch)
- Zweischaliger Ausbau bestehend aus Ausbruchsicherung, Abdichtungssystem und Verkleidung aus Ortbeton
- Bankette in Ortbeton
- Schlitzrinne und Randstein aus Polymerbeton
- Strassenentwässerungsleitung unter der Schlitzrinne NW 400 mm
- Fassung Drainagewasser in Sickerleitungen an den Gewölbefüssen NW 200 mm und Ableitung in Bergwasserleitungen NW min. 400 mm in den Banketten
- Werkleitungskanal (WELK) unter der Fahrbahn mit Kabelanlagen und Hydrantenleitung NW 250 mm. Der WELK dient gleichzeitig als Fluchtweg
- Fassung Drainagewasser in Sickerleitung unter WELK NW 400 mm
- Auffüllung Tunnelsohle resp. Hinterfüllung WELK mit ungebundenem Gemisch
- Foundationsschicht Fahrbahn und Belag mit einer Gesamtstärke von min. 55 cm mit folgendem Belagsaufbau:
 - Foundationsschicht inkl. Planie aus ungebundenem Gemisch, Korngrösse 0/63 mm, Stärke min. 28 cm
 - Foundationsschicht KMF oder ACF 22, Stärke 8 cm
 - Tragschicht AC EME 22 C2, Stärke 8 cm
 - Binderschicht AC EME 22 C1, Stärke 8 cm
 - Deckbelag AC MR 8, Stärke 3 cm
- Bankette mit 3 cm Gussasphalt.

Die Innenschale aus Ortbeton weist eine minimale Stärke von 30 cm (2-spuriger Tunnel) bzw. 40 cm (Ausstellbuchten) auf und ist im Normalfall unbewehrt. Im Bereich der Auflagerkonsolen für die Zwischendecke ist eine lokale Bewehrung vorgesehen. In Zonen mit ungünstigen geologischen Verhältnissen (Störzonen, grössere lokale Kluftkörper) muss die Innenschale bewehrt werden. Alle 50 m gewährleisteten Kabelaufstiege aus dem WELK mit jeweils 4 Kabelschutzrohren \varnothing 80/92 mm die elektrische Erschliessung des Fahrtraumes und des Abluftkanals.

Es ist eine Abdichtung nach dem Ableitkonzept vorgesehen. Zwischen der Ausbruchsicherung und der Innenschale wird ein Abdichtungssystem eingebaut, dieses besteht aus:

- Drainagematte mit Vlieskaschierung einseitig (min. 500 g/m²)
- Kunststoffdichtungsbahn (KDB) \geq 2mm
- Allfällige Schutzschicht (\geq 2mm) im Bereich von bewehrten Bauteilen.

Das Abdichtungssystem leitet das dem Hohlraum zufließende Bergwasser drucklos entlang des Gewölbes in die im Widerlagerbereich angeordneten Gewölbedrainagen (Sickerleitungen) ab.

Im Morschacher Tunnel wird mit Ausnahme der letzten 202 m auf der gesamten Länge eine Zwischendecke benötigt. In der Zwischendecke sind im regelmässigen Abstand von 100 m Öffnungen für Brandklappen ausgespart. Die Abmessungen betragen 2.0 x 3.0 m. Die Zwischendecke ist bewehrt und weist eine Stärke von 30 cm auf (40 cm in der Mitte der Ausstellbucht aufgrund der aufgehängten Strahlventilatoren); sie ist in Tunnellängsrichtung fugenlos, mit durchgehender Längsbewehrung ausgebildet. Im Bereich von Profilwechseln (zweispurig / Ausstellbucht) und im Bereich der aufgehängten Strahlventilatoren in der Mitte der Ausstellbucht sind zur Vermeidung von Zwängungen aufgrund des unterschiedlichen Deformationsverhaltens Dilatationsfugen in der Zwischendecke vorgesehen.

Die Zwischendecke ist leicht gekrümmt (Radius 30 m). Das statische System der Zwischendecke ist ein einfacher Balken, ohne Berücksichtigung einer Bogenwirkung. Im Bereich der Ausstellbucht muss die Zwischendecke gegenüber der Normallage um 75 cm angehoben werden, um den erforderlichen Platz für die in der Mitte der Ausstellbucht aufgehängte Strahlventilatorengruppe (3 Ventilatoren mit Aussendurchmesser 0.95 m) zu garantieren. Die Zwischendecke wird nur im Bereich der Ventilatoren auf einer Breite von 6.35 m und auf einer Länge von 8.20 m angehoben. In diesem Bereich wird die Zwischendecke zusätzlich durch Aufhängestangen (System „Schweizer Riegel“) aus rostfreiem Stahl aufgehängt. Der Übergang der Lage der Zwischendecke erfolgt nicht sprunghaft sondern allmählich, über eine Länge von 8.20 m (entsprechend der Länge eines Gewölbeblockes in der Ausstellbucht).

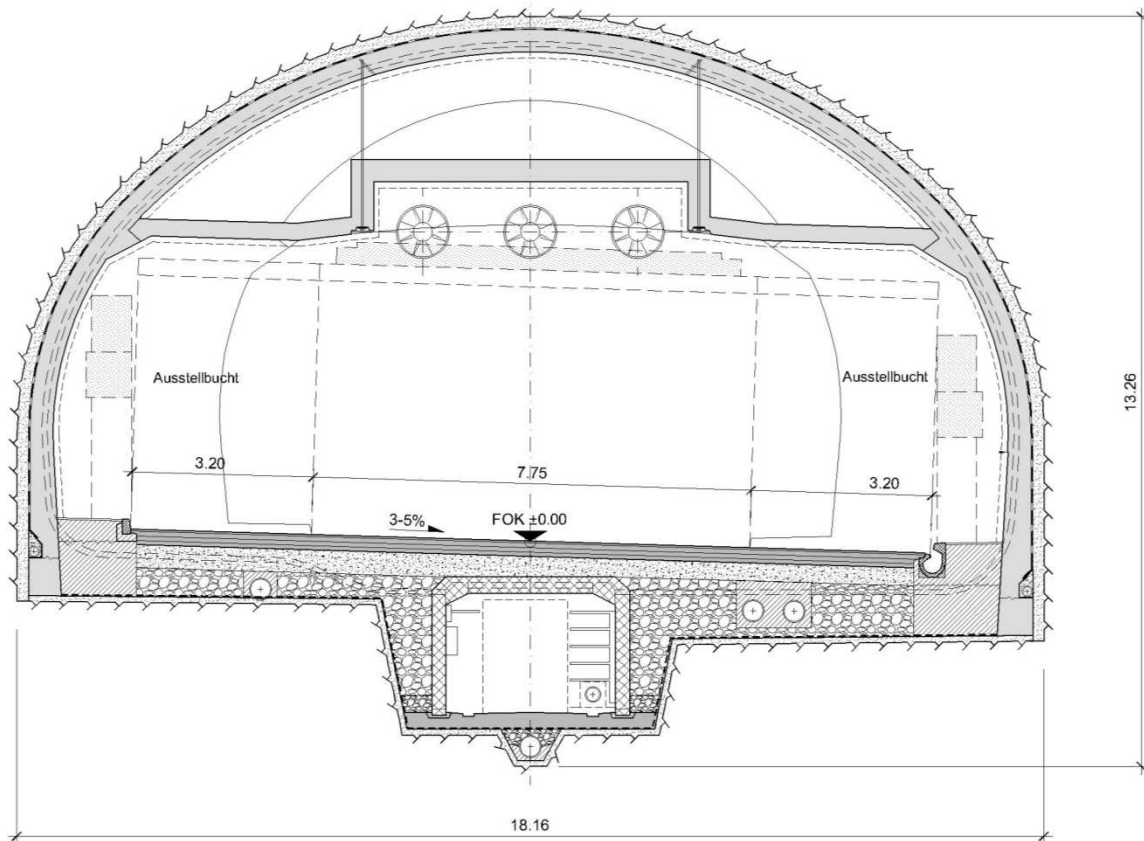


Abbildung 6.7: Doppelseitige Ausstellbucht mit Ventilatorengruppe

6.5.3 Werkleitungskanal mit integriertem Fluchtweg

Der Werkleitungskanal (WELK) wird ca. 3 m unter der FOK angeordnet und weist eine lichte Breite von 3.00 und eine lichte Höhe von 2.10 m auf. Er dient der Aufnahme eines Grossteils der Werkleitungen sowie als Fluchtweg zur Selbstrettung mit einem Lichtraumprofil von 1.50 m x 2.10 m. Es sind keine physische Trennungen oder Schutzvorkehrungen zwischen den Werkleitungen und dem Fluchtweg vorgesehen. Gegenüber dem Generellen Projekt 2007 resultiert somit ein um etwa 16% grösserer Ausbruchquerschnitt von ca. 113 m². Der WELK ist nicht befahrbar, der Zugang an den Portalen (im Bereich der Lüftungszentralen) erfolgt über Treppen.

Die Strassenentwässerungsleitung darf nicht im WELK angeordnet werden und verbleibt deshalb seitlich im Bankett.

Die Hydrantenleitung mit NW 250 mm wird aufgrund der bergseitig angeordneten Fluchtwegabgänge seeseitig im WELK unterhalb der Kabelpritschen geführt. Alle 150 m erfolgt ein Anschluss von der Hydrantenleitung zu einem Hydrant, welcher sich im Tunnel in einer seitlich vom Bankett angeordneten Nische befindet.

Der WELK besteht aus vorgefertigten, U-förmigen Stahlbetonbauteilen mit einer Länge von ca. 2 bis 2.5 m. Die Deckenstärke des WELK beträgt 30 cm, die Wandstärke 25 cm. Die Ecken werden voutenartig ausgebildet. In Übereinstimmung mit den Kabelaufstiegen sind in der Decke beidseitig Aussparungen für das Einziehen der Kabel vorgesehen.

Der WELK wird auf eine Dichtigkeitsklasse 2 ausgelegt. Beidseitig sind Sickerpackungen an den Füßen angeordnet, welche über regelmässig angeordnete Aussparungen in den Seitenwänden in den WELK entwässern und beidseitig in offenen Rigolen gefasst werden. Der WELK wird aufgrund seiner Funktion als Fluchtweg mit Überdruck belüftet.

6.5.4 Nebenbauwerke

(vgl. Beilagen f9, f10, z4.1, z5.1)

Längs dem Morschacher Tunnel sind verschiedene Nebenbauwerke angeordnet:

- gegenüberliegende Ausstellbuchten alle 900 m
- Notausgänge mit Fluchtwegabgängen in den WELK alle 300 m
- SOS- und Hydrantennischen alle 150 m.

Im Tunnel sind 3 beidseitige Ausstellbuchten für Pannenfahrzeuge vorgesehen. Die Ausstellbuchten haben je eine Breite vom 3.20 m und eine Länge von 41 m, die gesamte Fahrbahnbreite beträgt 14.15 m. In jeder Ausstellbucht wird eine Gruppe von 3 Strahlventilatoren platziert; dafür ist die Zwischendecke in diesem Bereich anzuheben.

Bei jeder Ausstellbucht ist neben dem Fluchtwegabgang in den Werkleitungskanal (WELK) auch ein Treppenaufstieg auf die Zwischendecke vorhanden. Der WELK ist im Bereich der Ausstellbucht zusätzlich über eine Montageöffnung zugänglich (B x L = 1.0 x 4.0 m). Am Ende der Ausstellbuchten liegt pro Seite jeweils eine SOS-Kabine.

Die Fluchtwegabgänge sind durchwegs auf der Bergseite angeordnet und führen über einen Treppenabgang in den WELK unter der Fahrbahn. Die innere Breite der Fluchtwegabgänge beträgt 3.50 m. Den Abschluss zwischen dem Tunnel-Fahrraum und dem Fluchtwegabgang bildet eine Schiebetür mit der lichten Breite von 1.25 m (sog. Notausgangstüre). Zwischen dem Treppenabgang und dem WELK ist eine weitere Schiebetüre angeordnet.

Die SOS-Nischen sind wechselseitig angeordnet; jene Nischen auf der Seeseite sind mit einer Hydrantennische kombiniert. Die Nischen sind gegen den Fahrraum mit einer Türe abgeschlossen und weisen die Abmessungen B x T x H = 1.80 x 2.10 x 2.40 m auf. Die elektrische Versorgung der SOS-Kasten erfolgt mittels Kabelschutzrohren aus dem WELK. Die Hydrantennischen liegen durchwegs auf der Seeseite. Die Abmessungen der Nische betragen B x T x H = 1.70 - 2.20 x 0.70 x 1.90 m. Die Hydranten sind mit Stichleitungen an die Hydrantenleitung im WELK angeschlossen und können bei Bedarf einfach ersetzt werden. Der Einstieg in den dazu erforderlichen Schacht erfolgt ab dem Bankett.

An den beiden Portalen werden zusätzliche SOS-Kasten und Hydranten angeordnet.

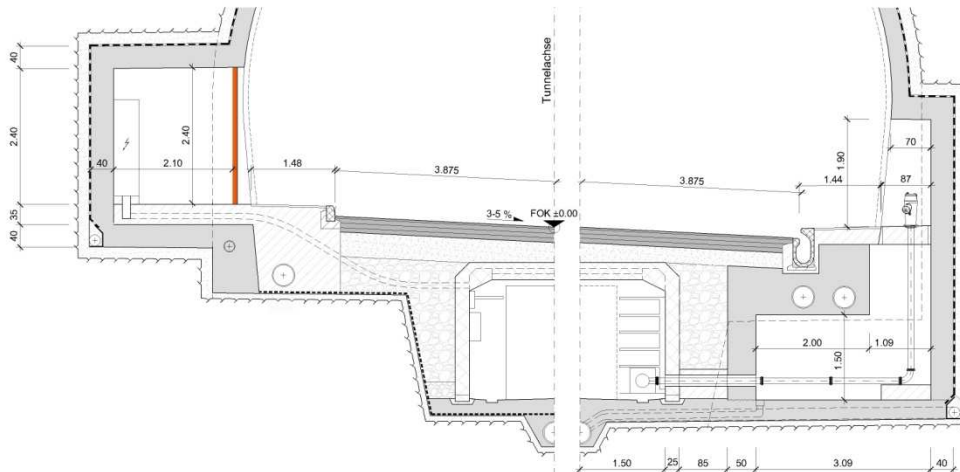


Abbildung 6.8: Querschnitt SOS-Nische (links) und Hydrantennische (rechts)

Alle Nebenbauwerke sind zweischalig ausgebaut; zwischen der Ausbruchsicherung und der bewehrten Innenschale liegt eine Kunststoffabdichtung. Die Gewölbedrainageleitungen werden alle 75 m bei den Gewölbedrainagenischen an die Bergwasserleitungen des Tunnels angeschlossen.

6.5.5 Lüftungszentrale und Tagbautunnel Ingenbohl (vgl. Beilagen f6, f7)

Die Lüftungszentrale Ingenbohl ist seitlich und über dem Tagbautunnel Ingenbohl angeordnet. Für die Lüftungszentrale und den Tagbautunnel ergibt sich ein rund 23'500 m³ grosser Voreinschnitt mit einer Höhe von bis zu 30 m. Der Voreinschnitt liegt praktisch vollständig im Fels.

Der Tagbautunnel erstreckt sich über eine Länge von ca. 32 m und wird als Rechteckprofil mit einer Wand-/ Deckenstärke von 1.10 m ausgebildet. Die Unterkante der Decke liegt 5.70 m über FOK, dies ergibt sich, aufgrund des vorzusehenden Platzes von 30 cm für spätere bauliche Massnahmen (Lärmschutzelemente). Der WELK unter der Fahrbahn beginnt / endet beim Portal.

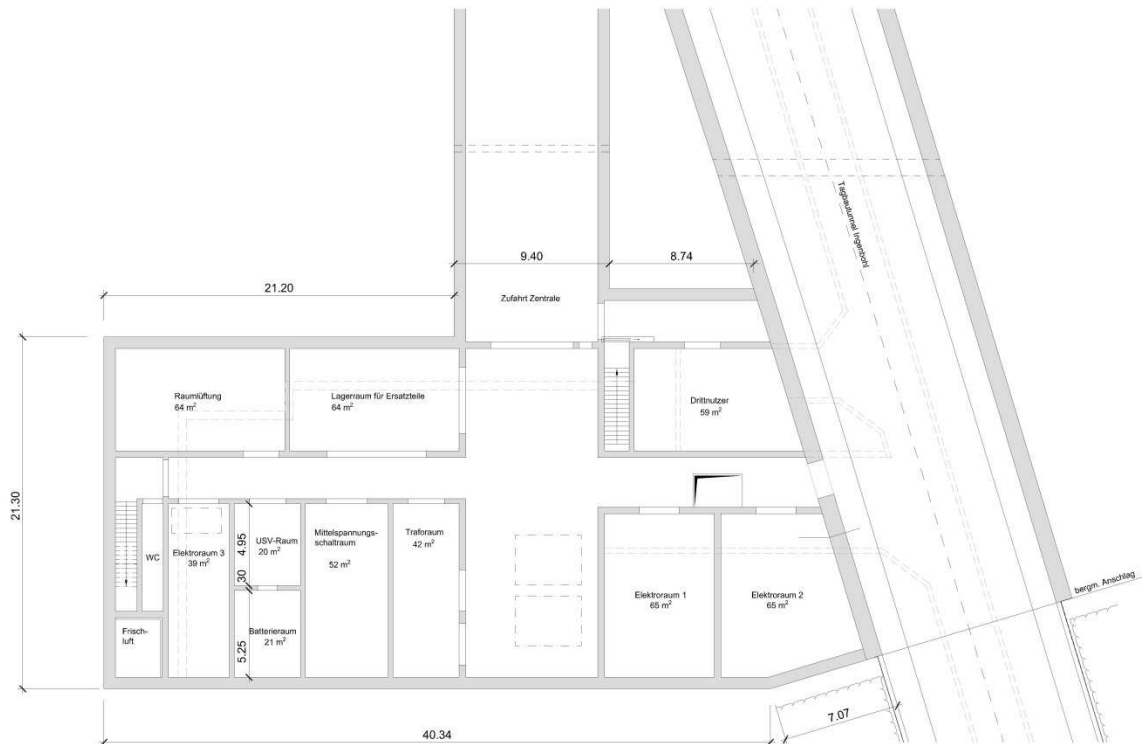


Abbildung 6.9: Grundriss EG, Lüftungszentrale Ingenbohl

Die Lüftungszentrale Ingenbohl erstreckt sich über 4 Geschosse, ist rund 40 m lang und 21 m breit:

- Im Untergeschoss befinden sich der 2 m hohe Kabelkeller, der Frischluftkanal für die WELK- und Raumlüftung, der Ventilator für die WELK-Lüftung und der Fluchtwegausgang aus dem WELK
- Das Erdgeschoss steht für drei Elektroräume, den Traforaum, den Mittelspannungsschaltstraum, den USV- und Batterieraum, die Raumlüftung, die Ventilatorenhalle sowie Räume für Ersatzteile und Drittnutzer zur Verfügung
- Im 1. Obergeschoss sind die Axialventilatoren angeordnet, welche die Abluft aus dem Tunnel absaugen und über den Lüftungskamin ausstossen
- Das 2. Obergeschoss dient als Reserve. Es wird vorderhand nicht ausgerüstet. Dank diesen Räumen kann die Auflast bei der Einschüttung der Lüftungszentrale reduziert werden.

Alle vorgeschriebenen Flächenreserven sind in den Räumen im EG und im 1. OG enthalten. Die elektrische Erschliessung der Lokale erfolgt im EG über den Kabelkeller, im 1. OG ist im Korridor und im 2. OG in allen Räumen ein Doppelboden geplant.

Der Kamin, über welchen die Abluft aus dem Tunnel ausgestossen wird, ist kombiniert mit einem zweiten Kanal, welcher die Zentrale und den WELK mit Frischluft versorgt. Die Ansaugöffnung des Frischluftkanals von 11.5 m² Grösse ist seitlich, 3.0 m unterhalb der Ausstossöffnung des Kamins angeordnet. Der Frischluftkanal ist gegenüber den übrigen Zentralenräumen isoliert auszubilden. Am Kamin wird aussen eine Polycom-Funkantenne installiert.

Der Fluchtweg aus dem WELK in Ingenbohl erfolgt via die Lüftungszentrale. Vom Niveau WELK führt der Ausgang über eine Treppe auf den Vorplatz der Lüftungszentrale. Die Treppenverbindung wird als Schleuse ausgebildet und ist ausgestattet mit Schiebetüren.

Die Lüftungszentrale und der Tagbautunnel werden mit einer Böschung von 2:3 komplett eingeschüttet. Einzig das Tunnelportal, die Zufahrt zur Lüftungszentrale sowie der Kamin werden von aussen einsehbar sein.

Die Lüftungszentrale hat eine von der Nationalstrasse unabhängige Zufahrt via die Schönenbuchstrasse und eine neu zu erstellende Erschliessungsstrasse (vgl. Kapitel 6.4.1). Für Spezialfahrzeuge (z.B. Anlieferung Abluftventilatoren) bietet sich an, über die Nationalstrasse bzw. die Ausstellbucht vor dem Portal des Morschacher Tunnels direkt auf den Vorplatz der Lüftungszentrale zu gelangen. Für diesen Fall muss die Autobahn kurzzeitig gesperrt werden. Das Zufahrtstor der Lüftungszentrale hat eine Breite von 5 m und eine Höhe von 4.60 m; die Zufahrt führt direkt in die Ventilatorenhalle.

Zum Schutz des Portalbereichs und der Lüftungszentrale Ingenbohl wird oberhalb ein Steinschlagschutznetz mit einem Energieaufnahmevermögen von 500 kJ erforderlich. Die Länge beträgt ca. 70 m, die Nutzhöhe ist 3 m.

6.5.6 Mittelzentrale

(vgl. Beilage f11)

Aufgrund der Länge des Morschacher Tunnels ist ungefähr in Tunnelmitte eine zusätzliche Elektrozentrale erforderlich. Sie liegt bei der Ausstellbucht 02 (seeseitig) und wird 2-geschossig (Ebene Fahrbahn, Untergeschoss) ausgeführt. Die Mittelzentrale verfügt über separate Räume für einen Trafo, die Mittelspannung, die Batterien, die USV, die Raumlüftung, für weitere Elektroinstallationen sowie ein WC (Trocken-WC). Die elektrische Erschliessung erfolgt aus dem WELK in den Kabelkeller bzw. in den Doppelboden der Elektroräume. Ebenfalls auf Niveau des Kabelkellers befindet sich der Raum für Drittnutzer. Die Treppenverbindung aus dem Kabelkeller in die Zentrale auf Fahrbahnebene wird als Schleuse ausgebildet.

Die Zentrale hat eine Länge von 38.5 m und eine Breite von rund 11 m. Der Ausbau der Zentrale ist zweischalig: die Abdichtung ist analog dem Tunnel als Regenschirmabdichtung vorgesehen, die Innenschale ist bewehrt und hat eine Stärke von min. 40 cm.

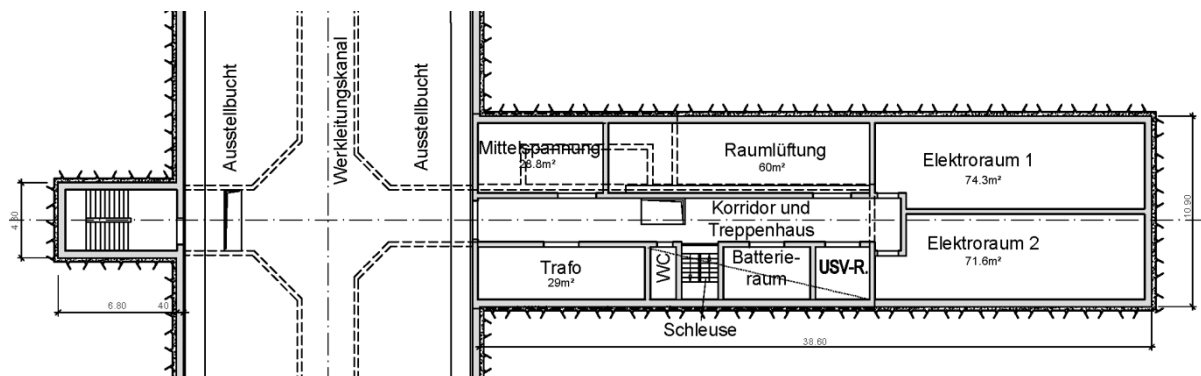


Abbildung 6.10: Grundriss Mittelzentrale

6.5.7 Lüftungszentrale und Zugangsstollen Petersort (vgl. Beilagen f12, f13, f14)

Die Lüftungszentrale Petersort wird in einer unterirdischen Kaverne rund 340 m vor dem Portal Ort erstellt. Sie ist über eine einseitige Ausstellbucht, direkt vom Morschacher Tunnel aus sowie über den ca. 171 m langen Zugangsstollen Petersort ab der alten Axenstrasse erreichbar.

Der Zugangsstollen ist mit den lichten Massen $B \times H = 2.60 \times 3.20$ m auf eine Befahrbarkeit mit Lieferwagen ausgelegt. Der Zu- und Abtransport der Abluftventilatoren und weiterer grosser Anlageteile mit LKW ist über den Tunnel vorgesehen. Der Ausbau des Zugangsstollens ist einschalig, ohne Abdichtungsfolie. Allfällige Tropfstellen werden mittels Halbschalen und oder Noppenfolien auf der Ausbruchsicherung gefasst. Das gesammelte Bergwasser wird zu den seitlichen Rigolen zugeführt und regelmässig in die Sammelleitung NW 250 mm in der Sohle entlastet. In der Sohle des Zugangsstollens sind auch 6 Kabelschutzrohre $\varnothing 150/163$ mm enthalten. Das anfallende Bergwasser wird in Richtung Portal Petersort abgeleitet, dort in den Bach und anschliessend in den Vierwaldstättersee abgegeben. Das Längsgefälle des Zugangsstollens beträgt 2.8%. Der Stollen dient auch als Fluchtweg aus dem Werkleitungskanal (WELK). Die erforderliche Schleuse ist im Bereich der Zentrale angeordnet. Das Stollenportal wird mit einem Gittertor verschlossen, welches die Frischluftzufuhr zur WELK- und Raumlüftung via den Zugangsstollen ermöglicht.

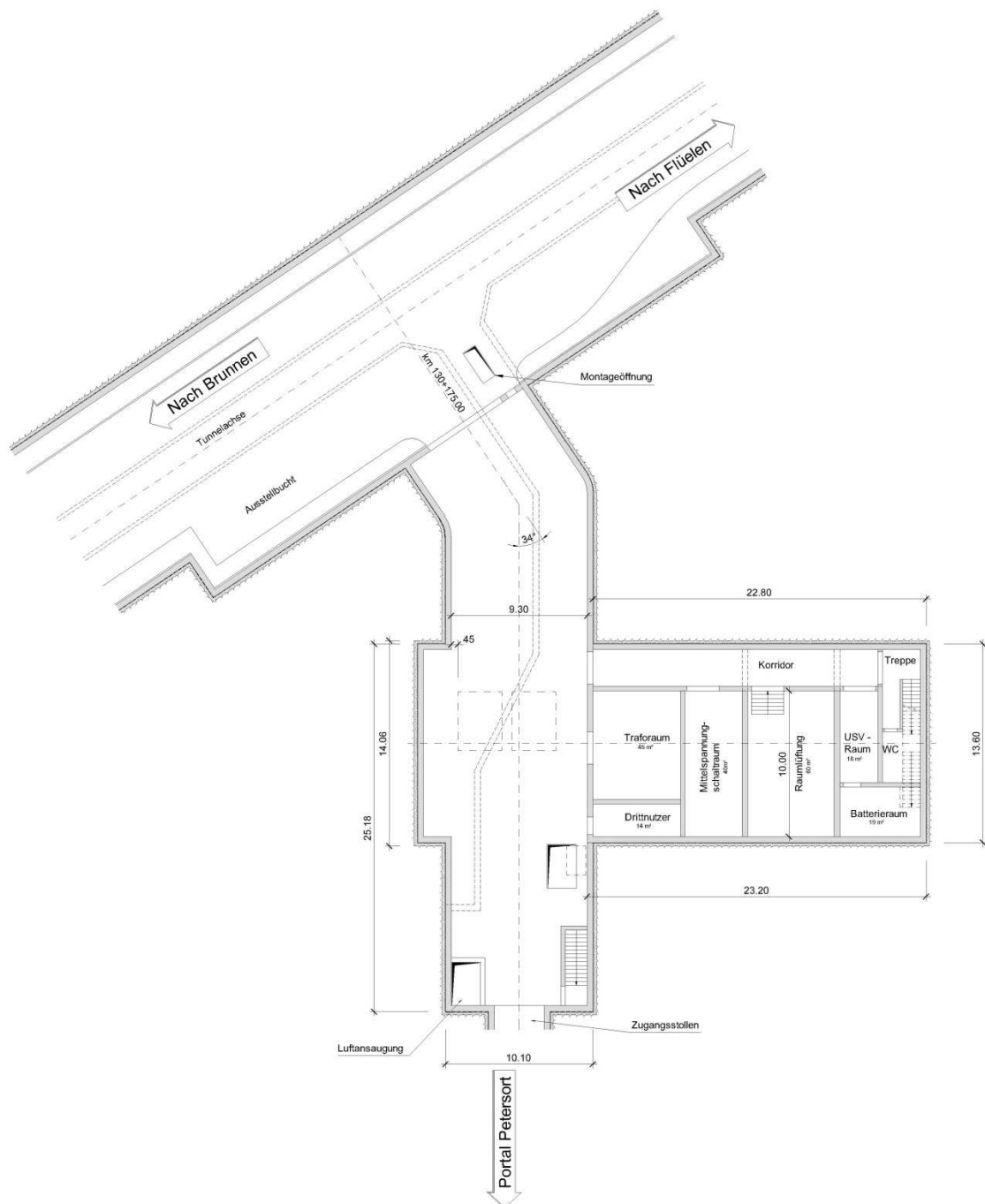


Abbildung 6.8: Grundriss Erdgeschoss Lüftungszentrale Petersort

Die Lüftungszentrale erstreckt sich über 4 Geschosse. In der Verlängerung des Zugangsstollens liegt die Ventilatorenhalle und darüber der Abluftkanal mit den Axialventilatoren. Quer dazu ist die eigentliche Elektrozentrale mit einer Breite von ca. 14 m und einer Länge von rund 23 m angeordnet. Im Untergeschoss befinden sich der Kabelkeller, der Fluchtwegabgang aus dem Tunnel sowie die Anlagen für die WELK-Lüftung mit Personenschleuse. Im Erdgeschoss (EG) finden die Räume für Trafo, Mittelspannung, die Lüftung, für Drittnutzer, die USV und Batterien Platz. Im 1. Obergeschoss (OG) sind drei Elektroräume sowie die beiden Abluftventilatoren angeordnet. Das 2. OG bleibt für Reserveräume vorbe-

halten. Die elektrische Erschliessung der Elektrozentrale erfolgt wie üblich aus dem WELK in den Kabelkeller unter dem EG. Im 1. OG und im 2. OG ist in allen Räumen ein Doppelboden vorhanden. Der Ausbau der Zentrale erfolgt zweischalig mit Regenschirmabdichtung. Anfallendes Bergwasser wird in die Bergwasserleitung unter dem WELK und dann Richtung Tunnelportal Ort abgeleitet.

Die abgesaugte Abluft aus dem Tunnel wird durch einen rund 32 m langen Abluftstollen mit einem Querschnitt von 13.6 m^2 und anschliessend über einen rund 33 m hohen Abluftschacht mit einem Querschnitt von 10.2 m^2 ins Freie ausgestossen. Der eigentliche Kamin kommt im Wald oberhalb von Petersort zu liegen; er ragt mind. 5 m über das Terrain hinaus. Der Kamin wird aus gestalterischen Gründen quadratisch gestaltet. Der Ausbau von Abluftschacht und Abluftstollen erfolgt analog dem Zugangsstollen einschalig. Das anfallende Bergwasser von Kamin und Abluftstollen wird zur Zentrale abgeleitet.

Als (Anprall)Schutz des Kamins vor Naturgefahren soll unmittelbar bergseits davon ein 4 m hoher Erdkeil erstellt werden (vgl. Plan Beilage f13).

6.5.8 Tagbautunnel Ort

(vgl. Beilage d5)

Im Bereich Ort ist beim Morschacher Tunnel zwischen dem bergmännischen Anschlag und dem Portal ein Tagbautunnel von 15 m Länge vorzubauen. Die Konstruktion wird als Rechteckprofil ausgebildet. Die Deckenstärke beträgt im Mittel ca. 1.3 m, die Wandstärke variiert zwischen 1.10 m und 0.9 m. Das Normalprofil basiert auf denselben Randbedingungen wie die bergmännischen Normalprofile (vgl. Kapitel 6.5.2). Zusätzlich ist seitlich auf einer Höhe zwischen 1.00 m bis 5.00 m über Bankett sowie an der Decke der Raum für eine Lärmschutzverkleidung bis 30 cm Stärke eingeplant.

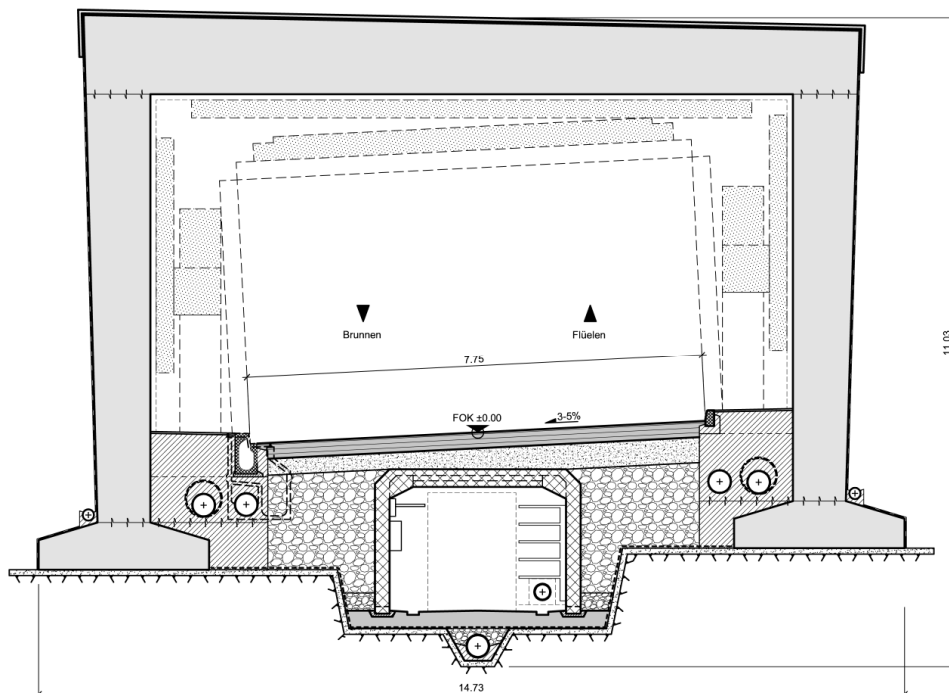


Abbildung 6.9: Normalprofil Tagbautunnel Ort

6.5.9 Entwässerungsstollen Ingenbohl

(vgl. Beilagen b41, c21, d10, e11, f54-f57)

Der Entwässerungsstollen Ingenbohl inkl. Zu- und Ableitungen weist eine totale Länge von rund 1'430 m auf und beinhaltet folgende Elemente:

- Ableitung Bergwasserzuflüsse aus Morschacher Tunnel bis in den Bereich Vorplatz Portal Ingenbohl
- Vereinigungsschacht Bergwasserleitungen
- Zulauf Entwässerungsstollen zwischen Vereinigungsschacht und Entwässerungsstollen
- Portalbauwerk Ingenbohl
- Entwässerungsstollen
- Auslaufbauwerk beim Ufer des Vierwaldstättersees
- Auslauf in Vierwaldstättersee

Auf den ersten ca. 20 m ab Portal Ingenbohl werden die drei einzelnen Bergwasserleitungen des Morschacher Tunnels bis zum Vorplatz der Lüftungszentrale Morschacher Tunnel verlängert. Von dort führen diese in einen Vereinigungsschacht mit Auslauf in eine gemeinsame Rohrleitung NW 1'000 mm. Die Leitung verläuft anfänglich längs dem Hangfuss und unterquert dabei das zukünftige ATG-Trasse, bevor sie schliesslich abbiegt und bei Tm 72 in den Entwässerungsstollen einmündet. Das Gefälle der Rohrleitung beträgt 0.71%. Der eigentliche Entwässerungsstollen zwischen dem Portalbauwerk Ingenbohl und dem Auslaufbauwerk am Ufer des Vierwaldstättersees untertunnelt den Bergausläufer auf einer Länge von 1'231 m. Der Auslauf in den Vierwaldstättersee ist wiederum eine Rohrleitung NW 1'000 mm von 20 m Länge. Die Ableitung ist auf einen prognostizierten Bergwasseranfall von 1 m³/s bemessen. Der Stollenquerschnitt misst aufgrund von baulegitimierten Randbedingungen 3.50 m im Durchmesser und kann auch deutlich grössere Wassermengen ableiten. Es besteht somit zukünftig auch die Möglichkeit, das anfallende Bergwasser aus den geplanten ATG-Tunnels „Uri-Berg lang“ durch den Stollen abzuleiten.

Der Entwässerungsstollen folgt der Linienführung des bestehenden N4 Mositunnels und liegt in einer S-Kurve, mit Radien $R = 680$ m. Beim Südportal unterquert er den N4 Mositunnel, dessen geplanten Sicherheitsstollen, den best. SBB-Morschachtunnel und die alte Axenstrasse. Der Stollen weist grösstenteils ein Längsgefälle von 0.34% auf.

Vereinigungsschacht

Die drei Bergwasserleitungen aus dem Morschacher Tunnel werden bis zum Vorplatz der Lüftungszentrale Ingenbohl verlängert und in einem Vereinigungsschacht zusammengeführt. Dort ist es möglich, den Auslauf mit einem Schieber abzuschliessen und den Entwässerungsstollen für Unterhaltszwecke trockenulegen. Ebenfalls in den Vereinigungsschacht eingeleitet wird das durch die SABA gereinigte Strassenabwasser des Anschlusses Ingenbohl. Aus dem Vereinigungsschacht wird eine einzige Leitung NW 1'000 mm in Richtung Entwässerungsstollen weitergeführt.

Portalbauwerk Ingenbohl

Ab dem Vereinigungsschacht führt die Ableitung NW 1'000 mm entlang des Hangfusses in einen weiteren Schacht und zweigt dann in den Berg ab, wo sie beim Tm 72 mit dem Entwässerungsstollen zusammentrifft. Die Zusammenführung von Leitung und Stollen er-

streckt sich auf einer Länge von rund 140 m mit Anpassungen in der Sohle des Stollens. Die Zusammenführung der Leitung und des Stollens erfolgt untertage, um den Voreinschnitt beim Portal des Stollens massiv reduzieren zu können. Nach der kurzen Tagbaustecke von rund 9 m Länge fällt der Stollen auf den ersten 130 m mit 3%, um den Höhenunterschied zwischen dem Vorplatz und bis zur Zusammenführung mit der Leitung zu überwinden. Das Portal des Entwässerungsstollens ist befahrbar und dient als Zugang zum Stollen. Es ist vom Vorplatz der Lüftungszentrale aus über eine rund 140 m lange, 3 m breite, unbefestigte Zufahrt erreichbar.

Normalprofil

Das Normalprofil des Entwässerungsstollens Ingenbohl basiert auf folgenden Randbedingungen:

- Hydraulik (Planungswert von $1 \text{ m}^3/\text{s}$, schadlose Ableitung von max. $3 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Baulogistik (Vortrieb, Transport und Lüftung)
- Befahrbarkeit im Unterhaltsfall (Lichtraumprofil $B \times H = 2.00 \times 2.00 \text{ m}$).

Das Normalprofil beinhaltet folgende Hauptelemente:

- Ausbruchquerschnitt: $\varnothing_a 3.50 \text{ m}$, 9.62 m^2 (theoretisch)
- Ausbruchsicherung: wo möglich nur Kopfschutz, sonst einschalig mittels Netzen, Ankern und Spritzbeton
- Innenausbau: Befahrbare Betonsohle mit Trockenwasserrinne, Verkleidungsspritzbeton in den Portalbereichen, im Unterquerungsbereich mit der SBB und im Bereich von Störzonen. Wo es die geologischen Verhältnisse zulassen, bleibt der Stollen roh.

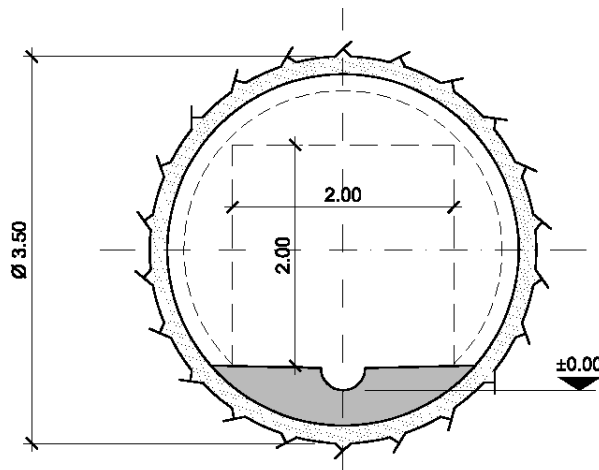


Abbildung 6.10: Normalprofil Entwässerungsstollen

Auslaufbauwerk Vierwaldstättersee

Der Auslauf des Entwässerungsstollens kommt im Uferbereich des Vierwaldstättersees südlich von Brunnen zu liegen. Der Uferstreifen zeichnet sich durch sehr enge Platzverhältnisse und eine begrenzte Zugänglichkeit aus. Die einzige Möglichkeit mit geringfügigen Platzreserven bietet die Uferfläche unterhalb der Felsnase des Mythensteintunnels (Axenstrasse).

Das Portal des Entwässerungsstollens kommt demnach unter das bestehende Terrain der Uferwiese an einer steilen Felswand zu liegen und ist im Endzustand von aussen nicht einsehbar. Direkt anschliessend an das Portal wird ein Schacht, welcher als Personenzugang zum Stollen dient, angeordnet. Die Auslaufleitung zum See (NW 1'000 mm) hat eine Länge von rund 20 m und wird eingeschüttet. Der Auslauf in den See ist in das bestehende Landschaftsbild integriert und kaum erkennbar.

6.6 Betriebsanschluss Ort

6.6.1 Strassenbau

Trassierung Linienführung

(vgl. Beilagen b6, c8)

Die Offene Strecke Ort zwischen dem Morschacher und dem Sisikoner Tunnel verläuft im Wesentlichen auf einem Radius $R = 350$ m mit beidseitig anschliessenden Klothoiden mit Parameter $A = 250$. Diese Geometrie erlaubt eine Geschwindigkeit von 80 km/h. Gleichzeitig beschreibt die vertikale Linienführung beim Betriebsanschluss Ort eine Wanne $R_v = 3'500$ m, mit ankommendem Gefälle bzw. abgehender Steigung von je 4.0%. Der Tiefpunkt liegt bei km 130+616, die FOK liegt dort 457.881 m ü.M. Die Linienführung wurde gegenüber dem Generellen Projekt in Lage und Höhe derart optimiert, damit der SBB-Fronalptunnel vom Morschacher und vom Sisikoner Tunnel mit einem bautechnisch minimal benötigten Abstand von rund 4.3 m überquert werden kann.

Da die N4 Neue Axenstrasse beim Betriebsanschluss Ort an die alte Axenstrasse übergeleitet werden kann (und umgekehrt), muss das Längenprofil des bestehenden Trasse im Bereich der Überfahrt lokal leicht angepasst werden.

Normalprofil

(vgl. Beilage d4)

Die Fahrspuren der N4 Neuen Axenstrasse sind analog dem Tunnelquerschnitt mit einer Breite von 2×3.875 m festgelegt. Bergseitig beträgt die Bankettbreite aufgrund der benötigten Sichtweite 1.70 m. Seeseitig ist ein variabler Trennstreifen mit einer minimalen Breite von 1.50 m vorhanden. Die lichte Höhe über Fahrbahn beträgt 4.80 m.

Das Normalprofil der alten Axenstrasse besteht im Bereich Offene Strecke Ort aus 2 Fahrstreifen von je 3.00 m Breite und einem seeseitigen, kombinierten Rad-/ Gehweg von 3.00 m Breite. Das Normalprofil ist an die künftige Fahrbahn der alten Axenstrasse angeglichen (siehe Kapitel 5, Flankierende Massnahmen alte Axenstrasse).

Bergseitig wird die Schlitzrinne am Kurveninnenrand zwischen den beiden Tunnels durchgezogen. Seeseitig wird ein Randabschluss analog im Tunnel eingebaut, welcher im Bereich der Überfahrt Neue / alte Axenstrasse unterbrochen ist. Der Belagsaufbau ist identisch mit dem Aufbau in Ingenbohl (siehe Kapitel 6.4.1), die Foundationsschicht auf der alten Axenstrasse weist eine Stärke von 40 cm auf.

Der Werkleitungskanal unter der Sohle der beiden Tunnels wird auch im Bereich der Offenen Strecke Ort eingebaut und verbindet so den Morschacher mit dem Sisikoner Tunnel (vgl. auch Kapitel 6.6.5).

Fahrzeugrückhaltesystem

Zwischen der Neuen und der alten Axenstrasse wird auf einer Länge von ca. 120 m ein Duo Rail® aufgestellt. Dieses gesteckte Fahrzeugrückhaltesystem im Überfahrtsbereich ist schnell demontierbar und erfüllt die Aufhaltestufe H1.

Auf der alten Axenstrasse wird im Neubaubereich des kombinierten Rad-/Gehweges see-seitig die Sicherheit mit einem Fahrzeugrückhaltesystem gewährleistet. Die Montage erfolgt auf dem Konsolkopf.

BSA Tiefbau

Die Lüftungszentrale Ort wird vom Unterwerk Ingenbohl aus angespiesen: die Mittelspannungsleitung führt von dort über ein teilweise bestehendes / teilweise neu zu erstellendes Kabelrohrtrasse von Ingenbohl, via Mositunnel und alte Axenstrasse zur Lüftungszentrale Ort. Ab der Zentrale werden im Bereich Offene Strecke Ort sämtliche Wechselsignale, Signalportale, Lichtsignalanlagen, etc. mittels Kabelrohrblöcken erschlossen.

Zäune und Tore

Bergseitig ist keine Umzäunung erforderlich. Seeseitig ist eine Stahlschutzwand Typ Duo-Rail® vorgesehen.

Baulinien

Die Baulinien sind der Situation Offene Strecke Ort (Beilage b6) zu entnehmen. Grundsätzlich liegen die Baulinien parallel im Abstand von 25 m zur Hauptachse, längs der alten Axenstrasse liegen die Baulinien 5 m vom Fahrbahnrand entfernt. Zudem wurden die Baulinien bei angrenzenden Bauten der SBB angepasst (Spezialfälle).

6.6.2 Stützmauern Bergseite

(vgl. Beilagen f16, f17, f18)

Bergseitig der Offene Strecke Ort wird eine in der Höhe zweiteilige um 5:1 geneigte Mauer mit dazwischen liegender Berme erstellt. Die Mauerkrone des über der Berme liegenden Mauerteils folgt der Schnittlinie des Böschungsanschnitts mit der bestehenden Terrainoberfläche. Aufgrund der relativ grossen Mächtigkeit von Lockergesteinen muss die Mauer als permanent verankerte Elementwand erstellt werden. Die vorgespannten Anker reichen bis in den Fels. Die Wand, welche bis zum Schnitt der Wiedereinfüllung im Bereich der Tagbautunnelstrecken mit dem bestehenden Terrain erstellt wird, wird nach Abschluss der Tunnelbauarbeiten mit Natursteinen aus Kalk oder Kalksandstein verkleidet. Die Ankerköpfe bleiben zugänglich, die dafür erforderlichen Nischen werden mit demontierbaren Deckeln verschlossen. Im Bereich des Voreinschnitts der Tagbautunnelstrecken und der Offenen Strecke Ort wird die obere Mauer bis auf die Felsoberfläche geführt, die Elementwand bildet hier auch den Baugrubenabschluss des Voreinschnitts. Im Bereich der über den Voreinschnitt hinausragenden Mauerteile wird die verankerte Elementwand bei ca. 1.5 m unter Terrain fundiert. Anker in wieder aufgefüllten Bereichen (Fussbereich der oberen Mauer) werden nach Möglichkeit entspannt, wo dies nicht möglich ist, werden Schächte für die Begehrbarkeit der Ankerköpfe erstellt. Im Fussbereich der Elementwand ist bergseitig eine spülbare Sickerleitung zu erstellen. Zwischen der provisorischen Sicherung aus Spritzbeton und der Elementwand wird eine Filtermatte verlegt. Die Spritzbetonsicherung muss perforiert werden, sodass allfälliges Hangwasser in die Sickerleitung gelangen kann.

Oberhalb der Mauer wird eine Absturzsicherung mit einer Ledgeway (Seilsicherungssystem) eingerichtet, so kann auf Zäune respektive Geländer auf der Mauerkrone verzichtet werden.

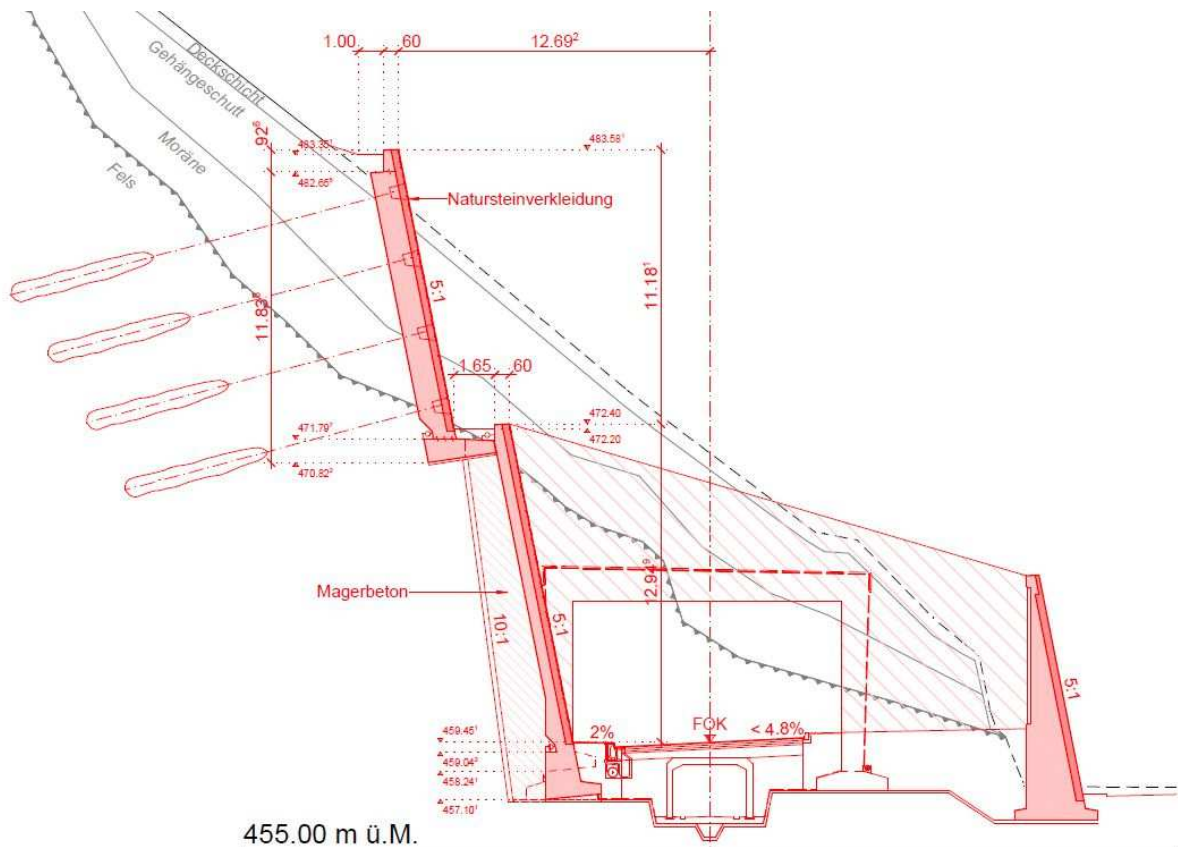


Abbildung 6.11: Schnitt durch die bergseitigen Stützmauern und die Sichtschutzmauer unmittelbar vor dem Portal des Morschacher Tunnels

Die unter der Berme liegende Futtermauer verkleidet den bergseitigen Felsanschnitt im Bereich der Offenen Strecke Ort, die Mauer wird ebenfalls aus Kalk oder Kalksandstein verkleidet. Beidseitig schliesst die um 5:1 geneigte Wand an die Portalwände der Tunnel an. Der Hanganschnitt im Fels wird mit Spritzbeton und wo erforderlich mit Nägeln gesichert. Allfällige Störzonen (ungünstige Lage der Klüfte, Keilausbrüche etc.) sind zu sichern oder auszuräumen, sodass die angeschnittene Felswand ohne Stützwirkung der Futtermauer dauerhaft stabilisiert ist. Lokale Wasseraustritte sind zu fassen und abzuleiten. Die so gesicherte Felsböschung dient als Baugrubensicherung des Voreinschnitts während den Bauarbeiten an den Tunnels. Die Futtermauer wird erst nach der Erstellung der Tagbaustrecken der beiden Tunnels und dem durchgehenden WELK erstellt. Im Fussbereich der Futtermauer wird bergseitig eine spülbare Sickerleitung erstellt. Früher gefasste lokale Wasseraustritte werden an die Sickerleitung angeschlossen. Zwischen der Sicherung aus Spritzbeton und der Futtermauer wird eine Filtermatte verlegt. Die Spritzbetonsicherung muss perforiert werden, sodass allfälliges Hangwasser in die Sickerleitung entlastet werden kann.

Zwischen der unten liegenden Futtermauer und der oben liegenden Elementwand wird eine durchgehende Berme von ca. 1.70 m ausgebildet. Die Berme bricht die insgesamt sehr

hohe Mauerkonstruktion und dient zudem als Unterhaltszugang zum Mauerfuss der oben liegenden Elementwand und den permanenten Ankern (Möglichkeit ausserhalb des Verkehrsbereichs ein Mauergerüst zu erstellen). Die Berme kann auf Grund der klimatischen Bedingungen nicht bepflanzt werden, auch ist eine Bepflanzung im Hinblick auf den Bauwerksunterhalt nicht erwünscht. Im Bereich der Berme wird entlang dem Mauerkopf der Futtermauer eine Entwässerungsrinne eingerichtet und Regenwasser am Tiefpunkt über Sammler gefasst und abgeleitet. Im Bereich der Berme ist eine Absturzsicherung mit einer Ledgeway (Seilsicherungssystem) geplant.

Oberhalb der Stützmauern werden über die ganze Länge Steinschlagschutznetze zur Aufnahme von bis zu 100-jährlichen Ereignissen erstellt. Die Schutznetze werden im Bereich der Runse so modifiziert, dass sie auch als Hangmurenbarriere wirken und bis zu 100-jährliche Ereignisse aufzunehmen vermögen.

6.6.3 *Sichtschutzmauern*

Im Bereich beider Tunnelportale ist gegen die alte Axenstrasse hin je eine Sichtschutzmauer vorgelagert. Die Mauern werden flach fundiert; im Bereich der Hinterfüllung in den Tagbauabschnitten der Tunnel tragen sie als Schwergewichtsmauern. Die Seeseite sowie die Stirnseiten der beiden Mauern werden mit Natursteinen aus Kalk oder Kalksandstein verkleidet.

Die Sichtschutzmauer des Morschacher Tunnels kragt um ca. 17 m über die Portalwand des Tunnels in die Offene Strecke Ort hinaus. In diesem Bereich weist die Mauer eine Höhe von ca. 9.0 m auf. Gegen Norden hin wird die Mauer abgesenkt, sodass bergseitig der Mauer ein Treppenaufgang als Zustieg zur Berme der bergseitigen Stützmauern und zum heute bestehenden Weg erstellt werden kann.

Die Sichtschutzmauer des Sisikoner Tunnels kragt um ca. 6 m über die Portalwand des Tunnels in die Offene Strecke Ort hinaus. In diesem Bereich weist die Mauer eine Höhe von ca. 9.0 m auf. Gegen Süden hin, im Bereich des Voreinschnitts erfolgt die Anpassung an die bestehenden Mauerverkleidungen respektive an die freiliegende Felswand.

6.6.4 *Seeseitige Bauwerke*

(vgl. Beilagen f19, f20, f21)

Im Bereich der Offene Strecke Ort muss die alte Axenstrasse auf einer gesamten Länge von ca. 190 m in Lage und Höhe angepasst werden (vgl. Kapitel 6.6.1). Der betroffene Abschnitt beginnt ca. 55 m nördlich des Tunnelportals des Morschacher Tunnels und reicht bis zur bestehenden Brücke über die Bahnlinie der SBB. Die heute bestehende Leitmauer auf der Stützmauer zwischen der alten Axenstrasse und dem SBB-Trasseee vermag keine Anprallkräfte aufzunehmen. Um den Absturz von Fahrzeugen zu verhindern und die Anpassung der Linienführung zu ermöglichen, wird entlang dieses Abschnitts seeseits der alten Axenstrasse eine Abfolge von 3 neuen Kunstbauten erstellt. Von Nord nach Süd sind dies eine Auskragung, eine Stützmauer mit integriertem Stapelbecken sowie das Ersatzbauwerk für eine bestehende Auskragung unmittelbar nördlich der Brücke über die SBB-Gleise. Der seeseitige Abschluss all dieser Bauwerke wird mit einem durchgehenden, konstant hohen Konsolkopf gebildet. Als Absturzsicherung wird über die ganze Länge eine Leitschranke des Typs 66 gemäss der ASTRA-Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme

versetzt. In den Bereichen, wo der Sicherheitsabstand zu der SBB unterschritten wird, ist auf dem Konsolenkopf zusätzlich ein 1.80 m hohes, undurchdringbares, engmaschiges Gitternetz anzubringen. Der elektrische Sicherheitsabstand von 2.25 m wird auf einer Länge von rund 112 m unterschritten.

Im nördlichen Bereich muss für die angepasste Trassierung eine als Gegengewichtskonstruktion ausgebildete Auskragung bis maximal 1.1 m, erstellt werden. Das ganze Bauwerk weist eine Länge von ca. 90 m auf. Die Ortbetonkonstruktion wird im Sinne der Minimierung des Unterhalts monolithisch ausgebildet. Seeseitig wird auf der bestehenden Stützmauer zwischen der SBB und der alten Axenstrasse ein durchgehendes Band aus Sichtbeton mit Höhe von 1.20 m sichtbar sein (Höhe Konsolkopf 0.60 m und Plattenstirn 0.60 m). Am Nordende schliesst das Bauwerk nahtlos an ein identisch auszubildendes Bauwerk an, welches im Rahmen der Flankierenden Massnahmen (vgl. Kapitel 5) erstellt wird. Am Südende wandert die Konstruktion allmählich über die Mauerkrone der Stützmauer der SBB nach hinten, bis der Übergang zur eigenständigen Stützmauer möglich wird. Im nördlichen Teil, wo der Plattenrand tatsächlich über die bestehende Stützmauer SBB hinausragt, wirkt eine massive Fundamentplatte als Gegengewicht. So können die Anprallkräfte aus den Leitschranken ohne massgebliche Einwirkungen auf die untenliegende Stützmauer der SBB aufgenommen werden. Im südlichen Teil, wo der Plattenrand über oder hinter der Mauerkrone liegt, entfällt das Gegengewicht. Die Oberseite der Fundamentplatte sowie das Vertikalteil werden mit einem Hessensiegel und einer Polymerbitumendichtungsbahn abgedichtet. In den leicht gegen die alte Axenstrasse geneigten Flächen wird die Abdichtung mit einer Schutzschicht aus Gussasphalt geschützt, entlang der Aufbordnung erfolgt dies mit einer Gummischrotmatte. Auf dieser Konstruktion folgen dann ein Kieskoffer und der normale Belagsaufbau für die alte Axenstrasse.

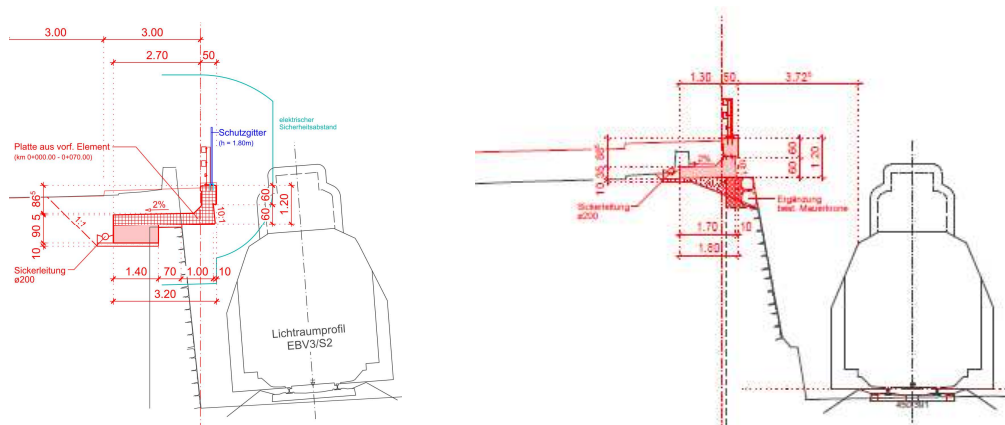


Abbildung 6.12: Schnitte durch die Auskragung

Im mittleren Abschnitt wird der seeseitige Abschluss durch eine flach fundierte Stützkonstruktion gebildet. Der nördliche Teil wird von einer Winkelstützmauer gebildet, im südlichen Teil ist hinter der Mauer das Stapelbecken zur Aufnahme des Tunnelwassers integriert. Die beiden Bauwerksteile sind in sich monolithisch konzipiert, zwischen der Mauer und dem Stapelbecken werden Dilatationsfugen ausgebildet. Der obere Wandabschluss wird über die ganze Länge durch einen Konsolkopf mit einer Höhe von 0.60 m ausgebildet. Die Oberseite der Decke des Stapelbeckens sowie das Vertikalteil des Maueranschlusses

im Bereich des Stapelbeckens werden mit einem Hessensiegel und einer Polymerbitumendichtungsbahn abgedichtet. In den leicht gegen die alte Axenstrasse geneigten Flächen wird die Abdichtung mit einer Schutzschicht aus Gussasphalt geschützt, entlang der Aufbordnung erfolgt dies mit einer Gummischrotmatte. Auf dieser Konstruktion folgen dann ein Kieskoffer und der normale Belagsaufbau für die alte Axenstrasse.

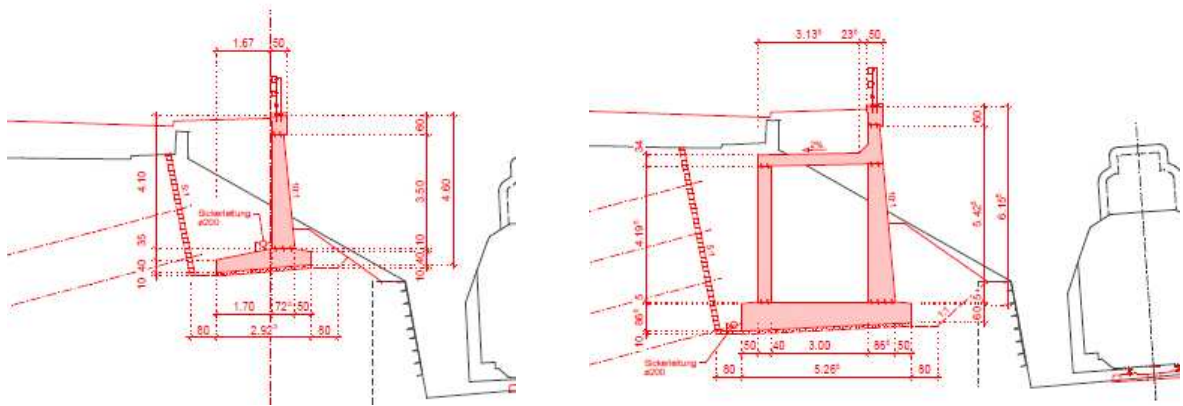
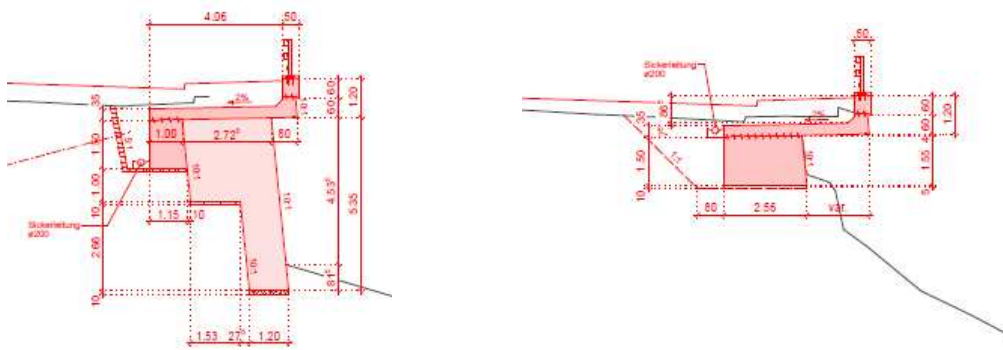


Abbildung 6.13: Schnitte durch die Stützmauer und das Stapelbecken seeseits der Axenstrasse

Das 1977 erstellte bestehende Bauwerk „Auskrangung Nord“ unmittelbar nördlich der Brücke über das SBB-Seegleis besteht heute aus einer alle 8 m dilatierten und mit nicht überwachbaren Dywidag-Permanentankern gesicherten Stahlbetonkonstruktion. Diese soll durch eine neue Auskrangung in Form einer monolithischen Schwergewichtskonstruktion in Ort beton ersetzt werden. Seeseitig wird der neue äussere Bauwerksrand mit einem durchgehenden Band in Sichtbeton mit Höhe von 1.20 m sichtbar gebildet (Höhe Konsolkopf 0.60 m und Plattenstirne 0.60 m). Am Nordende der neuen Auskrangung, wo sie an die Stützmauer anschliesst, wird die weit auskragende neue Platte über eine Strecke von ca. 25 m auf Vertikalrippen abgestützt. Diese stehen im Abstand von 4.0 m und sind auf dem anstehenden Fels fundiert. Die Vorderkante der Rippen ist hinter dem Konsolkopf um 0.8 m zurückversetzt. Im übrigen Bereich wird die Auskrangung analog zum Bauwerk im nördlichen Bereich ohne Rippen, aber mit einem massiven Fundament als Gegengewicht ausgebildet. Am Südende bildet ein Querschott den Abschluss des neuen Bauwerks gegen die bestehende Brücke hin. Auf diese Art kann die unterschiedliche Konsolkopfhöhe zwischen den neuen Bauwerken und der bestehenden Brücke gestalterisch überbrückt werden. Die Oberseite der Fundamentplatte und der Auskrangung sowie das Vertikalteil werden mit einem Hessensiegel und einer Polymerbitumendichtungsbahn abgedichtet. In den leicht gegen die alte Axenstrasse geneigten Flächen wird die Abdichtung mit einer Schutzschicht aus Gussasphalt geschützt, entlang der Aufbordnung erfolgt dies mit einer Gummischrotmatte. Auf dieser Konstruktion folgen dann ein Kieskoffer und der normale Belagsaufbau für die alte Axenstrasse. Die bestehende Lärmschutzwand entlang der Auskrangung wird demontiert, instandgesetzt und nach dem Bau der neuen Auskrangung wieder montiert.



6.6.5 Durchgehender Werkleitungskanal

6.7 Sisikoner Tunnel

(vgl. Beilagen b7 - b14, b43, c9 – c18, c23)

Ab dem Portal Ort steigt der Sisikoner Tunnel über 570 m mit 4.0% an, damit der SBB-Fronalptunnel mit einer bautechnisch genügenden Überdeckung (min. 4 m) überquert werden kann. Danach fällt der Sisikoner Tunnel mit einem Minimalgefälle von 1.0% bis zum Tiefpunkt, wo der Erschliessungstollen des Zwischenangriffs Dorni anschliesst. Von dort steigt der Tunnel mit 1.0% bis nach der Unterquerung des Riemenstaldnertals an und weiter mit 2.155% bzw. 0.856% bis zum Anschluss Gumpisch.

Bei der Festlegung der horizontalen und vertikalen Linienführung musste demnach den gegebenen Portallagen, der Entwässerung, den bestehenden und künftigen Tunnels sowie den topografischen Zwangspunkten (Unterquerung Täler / Bäche) Rechnung getragen werden. Im Weiteren galt es die Kreuzung zwischen Sisikoner Tunnel und Ausfahrtstunnel Gumpisch gebührend zu berücksichtigen.

6.7.2 Normalprofile

(vgl. Beilagen d3, d6, d7)

Im bergmännischen Abschnitt des Sisikoner Tunnels ($L = 4'432 \text{ m}$) kommen 6 verschiedene Normalprofile zur Ausführung:

- Normalprofil ohne Zwischendecke, $L = 86 \text{ m}$ beim Portal Ort
- Normalprofil mit Zwischendecke, $L = \text{ca. } 3'216 \text{ m}$
- Normalprofil mit Zwischendecke und mit Sohlgewölbe, $L = \text{ca. } 884 \text{ m}$
- Normalprofil mit beidseitigen Ausstellbuchten, 3 Stück, $L = 41 \text{ m}$
- Normalprofil mit beidseitigen Ausstellbuchten und mit Sohlgewölbe, 1 Stück, $L = 41 \text{ m}$
- Normalprofil mit Ausstellbucht einseitig (auf Seeseite), 2 Stück, $L = 41 \text{ m}$ beim Anschluss Erschliessungstollen Dorni und bei der Lüftungszentrale Buggi.

Die Normalprofile basieren auf denselben Randbedingungen und beinhalten dieselben Hauptelemente wie das Normalprofil des Morschacher Tunnels (vgl. Kapitel 6.5.2).

Auf dem Streckenabschnitt im Palfris-Mergel (ca. km 132+800.00 bis km 133+725.00) ist ein Sohlgewölbe erforderlich, da mit Quellerscheinungen gerechnet werden muss. Die Ausstellbucht 04 sowie die Mittelzentrale 3 (km 133+321.72), welche ebenfalls in diese Gesteinsformation zu liegen kommen, verfügen ebenfalls über ein Sohlgewölbe.

Die Innenschale aus Ortbeton weist eine minimale Stärke von 30 cm (2-spuriger Tunnel mit/ohne Sohlgewölbe) bzw. 40 cm (Ausstellbuchten mit / ohne Sohlgewölbe) auf und ist im Normalfall (ohne Sohlgewölbe) unbewehrt. In Zonen mit ungünstigen geologischen Verhältnissen (Störzonen, grössere lokale Kluftkörper) muss die Innenschale bewehrt werden. Weitere Bauteile, welche bewehrt werden müssen sind: der Abschnitt mit Sohlgewölbe inkl. Widerlagerbereich sowie Auflagerkonsolen der Zwischendecke. Alle 50 m sind Kabelaufstiege aus dem WELK mit jeweils 4 Kabelschutzrohren $\varnothing 80/92 \text{ mm}$ für die elektrische Erschliessung des Fahrraumes und des Abluftkanals geplant.

Es ist eine Abdichtung nach dem Ableitkonzept vorgesehen, analog dem Normalprofil des Morschacher Tunnels (vgl. Kapitel 6.5.2).

Im Sisikoner Tunnel ist mit Ausnahme der ersten 86 m auf der gesamten Länge eine Zwischendecke erforderlich. Die Zwischendecke ist bewehrt und 30 cm stark (40 cm in der Mitte der Ausstellbucht aufgrund der aufgehängten Strahlventilatoren). In der Zwischendecke sind in regelmässigem Abstand von max. 100 m Öffnungen für den Einbau von Brandklappen ausgespart. Die Zwischendecke wird analog jener im Morschacher Tunnel ausgeführt (vgl. Kapitel 6.5.2).

6.7.3 Werkleitungskanal mit integriertem Fluchtweg

Der Werkleitungskanal wird analog jenem des Morschacher Tunnels ausgeführt (vgl. Kapitel 6.5.3, Werkleitungskanal mit integriertem Fluchtweg).

6.7.4 Nebenbauwerke

(vgl. Beilagen f9, f10, z4.2, z5.1)

Längs dem Sisikoner Tunnel kommen folgende Nebenbauwerke zu liegen:

- gegenüberliegende Ausstellbuchten alle 900 m
- Fluchtwegabgänge alle 300 m
- SOS- und Hydrantennischen alle 150 m.

Im Sisikoner Tunnel sind 4 beidseitige Ausstellbuchten geplant. Sie haben eine Breite von 3.20 m und eine Länge von 41 m, die gesamte Fahrbahnbreite beträgt 14.15 m. In jeder Ausstellbucht wird eine Gruppe von 3 Strahlventilatoren platziert, dafür ist die Zwischendecke lokal anzuheben.

Bei jeder Ausstellbucht ist neben dem Fluchtwegabgang in den Werkleitungskanal (WELK) auch ein Treppenaufstieg auf die Zwischendecke vorhanden. Der WELK ist im Bereich der Ausstellbucht zusätzlich auch über eine Montageöffnung, $B \times L = 1.0 \times 4.0$ m, erschlossen. Am Ende der Ausstellbuchten liegt pro Seite jeweils eine SOS-Kabine.

Die beidseitigen Ausstellbuchten sind mit den erforderlichen Elektrozentralen zur elektrischen Feinverteilung kombiniert (sog. Mittelzentralen).

Beim Anschluss des Erschliessungsstollens Dorni an den Sisikoner Tunnel und bei der Lüftungszentrale Buggi ist zusätzlich eine einseitige Ausstellbucht notwendig.

Die Tunnel-Notausgänge mit Fluchtwegausstieg sind durchwegs auf der Bergseite angeordnet und führen über eine Treppe in den WELK unter der Fahrbahn. Die innere Breite der Fluchtwegabgänge beträgt 3.50 m. Den Abschluss zwischen dem Tunnel-Fahrraum und dem Fluchtwegabgang bildet eine Schiebetür mit der lichten Breite von 1.25 m (sog. Notausgangstüre). Zwischen dem Treppenabgang und dem WELK ist eine weitere Schiebetüre angeordnet.

Die SOS-Nischen werden wechselseitig angeordnet, die Nischen auf der Seeseite sind mit Hydrantennischen kombiniert. Die Nischen sind gegen den Fahrraum mit einer Türe abgeschlossen. Die elektrische Versorgung der SOS-Kasten erfolgt mittels Kabelschutzrohren aus dem WELK.

Die Hydrantennischen sind durchwegs auf der Seeseite angeordnet. Die Abmessungen der Nische sind dieselben wie im Morschacher Tunnel (vgl. Kapitel 6.5.4, Nebenbauwerke). Die Hydranten werden mit Stichleitungen an die Hydrantenleitung im WELK angeschlossen, welche bei Bedarf ausgetauscht werden können. Der Einstieg in den dazu erforderlichen Schacht erfolgt ab dem Bankett.

An den beiden Portalen werden zusätzliche SOS-Kasten und Hydranten angeordnet.

Alle Nebenbauwerke sind zweischalig ausgebaut; zwischen der Ausbruchsicherung und der bewehrten Innenschale von 40 cm Stärke liegt eine Kunststoffabdichtung. Die Gewöl-

bedrainageleitungen werden alle 75 m bei den Gewölbedrainagenischen an die Bergwasserleitungen des Tunnels angeschlossen.

6.7.5 Tagbautunnel Ort

(vgl. Beilage d5)

Im Bereich Ort ist beim Sisikoner Tunnel zwischen dem bergmännischen Anschlag und dem eigentlichen Portal ein 10 m langer Tagbautunnel vorzubauen. Die Konstruktion wird als Rechteckprofil ausgebildet. Die Deckenstärke beträgt im Mittel ca. 1.3 m, die Wandstärke variiert zwischen 1.10 m und 0.9 m. Das Normalprofil basiert auf denselben Randbedingungen wie die übrigen Normalprofile (vgl. Kapitel 6.5.2). Zusätzlich ist seitlich auf einer Höhe zwischen 1.00 m bis 5.00 m über Bankett sowie an der Decke der Raum für eine allfällige Lärmschutzverkleidung bis 30 cm Stärke vorgesehen.

6.7.6 Erschliessungstollen Dorni

(vgl. Beilage f28, 29)

Der Sisikoner Tunnel wird im Wesentlichen vom Installationsplatz Dorni aus und über den Erschliessungstollen realisiert (für Bau und Ausrüstung BSA). Die Länge des Stollens beträgt knapp 280 m; er steigt vom Portal mit 1% bis 7% gegen den Sisikoner Tunnel an. Die Grösse des Stollenprofils ist so festgelegt, damit in der Bauphase die Baulüftung, der Baustellenverkehr, zwei Förderbänder sowie die Strom- und Wasserversorgung Platz finden, so dass ein unabhängiger, gleichzeitiger Vortrieb des Sisikoner Tunnels in Richtung Nord (gegen Portal Ort) und in Richtung Süd (gegen Portal Gumpisch) erfolgen kann.

Das Normalprofil basiert auf den Randbedingungen:

- Lichtraumprofil für Baufahrzeuge: 6.20 x 4.20 m in Bauphase, 6.20 x 4.50 m im Betriebszustand
- Lichtraumprofil über Bankett für Fussgänger: 1.00 x 2.35 m
- Anordnung von 2 Lutten mit Durchmesser von ca. 2.20 m im Firstbereich
- Bautechnischer Nutzraum 10 cm
- Anordnung von 2 leistungsfähigen Förderbändern seitlich, Kabelkonsolen seitlich
- Getrennte Ableitung von Bergwasser und Baustellenabwasser in der Bauphase
- Getrennte Ableitung von Bergwasser und Fahrbahnwasser während dem Betrieb.

Daraus resultiert ein Ausbruchprofil von ca. 62 m². Der Stollen wird einschalig ausgebaut.

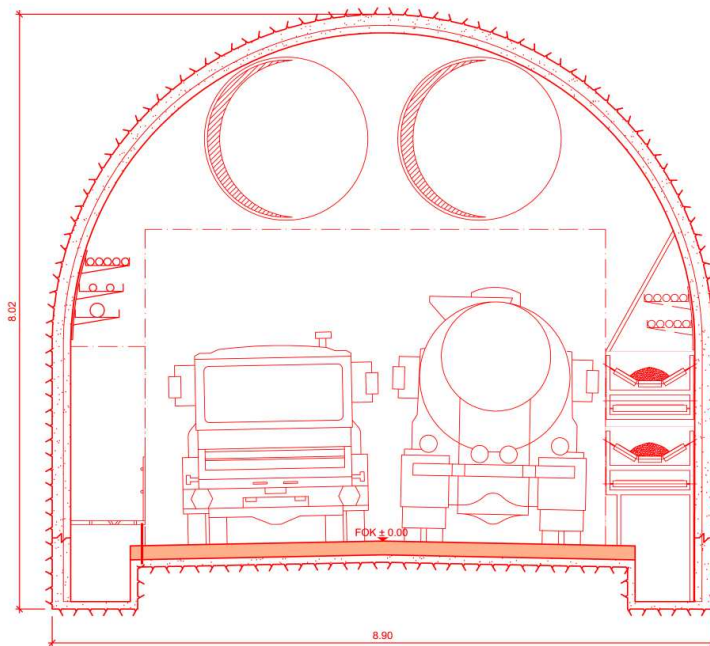


Abbildung 6.15: Normalprofil Erschliessungstollen Dorni

Im Betriebszustand übernimmt der Stollen folgende Funktionen:

- Befahrbarer Zugang zum WELK-Ventilator, der beim Anschluss an den Sisikoner Tunnel den Fluchtweg mit Frischluft versorgt
- Frischluftzufuhr für die Lüftung WELK
- Ableitung des Fahrbahn- und Bergwassers aus dem Tiefpunkt des Sisikoner Tunnels.

Der Erschliessungstollen Dorni dient nicht als Fluchtweg und wird dementsprechend nicht als Notausgang signalisiert.

Damit die bergseitig liegenden Entwässerungsleitungen (Bergwasserleitungen und Fahrbahnentwässerung) den Sisikoner Tunnel im Tiefpunkt den WELK queren können, muss dieser im Bereich des Anschlusses des Erschliessungstollens an den Sisikoner Tunnel lokal abgesenkt werden. Er wird auf einer Länge von 15 m in beide Richtungen mit 8% abgesenkt. Somit entsteht zwischen Oberkante WELK und FOK ein grösserer Zwischenraum für die Leitungsquerungen.

Gegen Naturgefahren wird im Portalbereich der obere Teil des Dornisporns mittels eines eng anliegenden Felsabdeckungsnetzes gesichert (Fläche ca. 1'350 m²). Ausserdem sind Felsanker zur Sicherung von Einzelblöcken sowie ein Steinschlagschutznetz der Energieklasse 6 notwendig (Länge ca. 35 m, Nutzhöhe 3 m).

6.7.7 Lüftungszentrale Ort

(vgl. Beilagen f23, f24, f25)

Die Lüftungszentrale Ort kommt im Aussenbereich Ort zwischen der alten Axenstrasse und der SBB-Linie (Seegleis) zu liegen und besteht aus einer Ortbetonkonstruktion. Die Lüftungszentrale verfügt über eine Aussendämmung und eine hinterlüftete Fassade aus Cortenstahl. Das Flachdach wird extensiv begrünt.

Die Lage sowie die geometrische Ausbildung der Zentrale sind auf der Bergseite durch den minimal einzuhaltenden Abstand zur SBB-Linie (5 m) begrenzt. Auf Seite alte Axenstrasse gilt es die Mindestsichtweite für den Strassenverkehr zu berücksichtigen.

Die Lüftungszentrale Ort ist 2-geschossig, rund 60 m lang und 12 m breit. Die Höhe ab Geländeoberfläche bis Gebäudedach beträgt bis 10 m. Im mittleren Bereich der Lüftungszentrale liegt die Ventilatorenhalle, deren Decke das übrige Gebäudedach um 4.5 m überragt. In der südlichen Ecke ist der auskragende Abluftkamin angeordnet, welcher ebenfalls um 4.5 m höher baut als das übrige Gebäudedach.

Im Untergeschoss finden der Raum für Dritte und der Raum für die EWA Platz (Ersatzräumlichkeiten für die abgebrochene Trafostation Ölbergtunnel). Im Erdgeschoss befinden sich drei Elektroräume und der USV- und Batterieraum. Im Obergeschoss sind Räume angeordnet für weitere Elektroinstallationen, die Trafos, die Mittelspannung, die Raumlüftung sowie die Halle mit den Abluftventilatoren. Der Platz unter der Ventilatorenhalle ist frei, damit die Abluftventilatoren ausgetauscht werden können. Die Elektroräume sind mit einem Doppelboden ausgestattet.

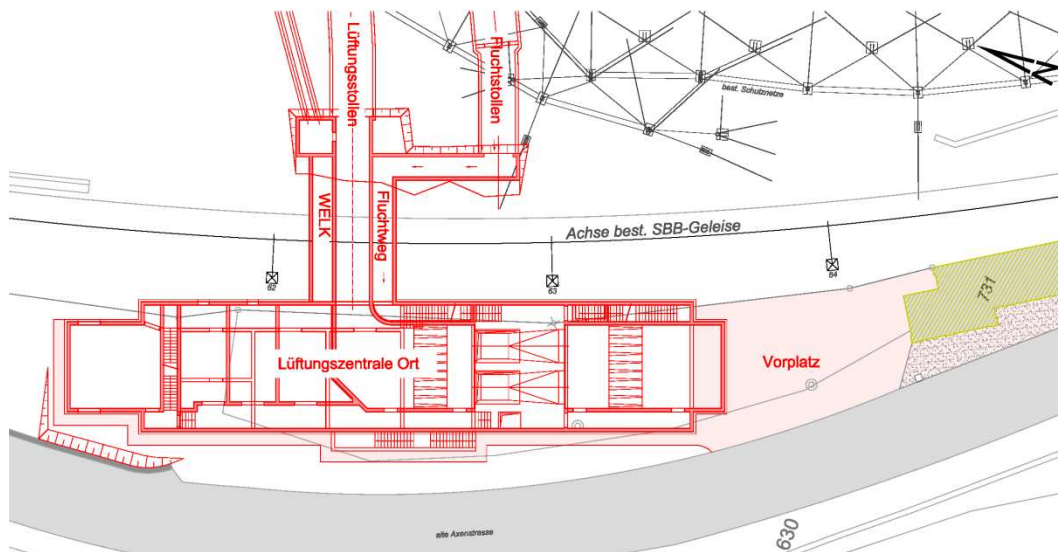


Abbildung 6.16: Grundriss Erdgeschoss Lüftungszentrale Ort

Auf der Bergseite wird die Lüftungszentrale über einen Abluft- und einen Fluchtstollen an den Sisikoner Tunnel angeschlossen. Die zwei Stollen weisen eine Länge von je ca. 25 m auf und verlaufen parallel mit 10 m Abstand zueinander. Der Lüftungsstollen mündet in den Abluftkanal über der Zwischendecke des Tunnels. Der Fluchtstollen reicht an den WELK in der Tunnelsohle; er ist mit einer Schleuse in Stollenmitte ausgerüstet.

Der Fluchtstollen weist ein hufeisenförmiges Querprofil mit einer Breite von 3.6 m und einer Höhe von 3.7 m auf. Der Lüftungsstollen ist ebenfalls hufeisenförmig mit einer Breite von 4.1 m und einer Höhe von 4.4 m (Innenfläche 11 m²). Der Ausbau der beiden Stollen ist einschalig. Zur Entwässerung wird beidseitig in der Sohle eine Rigole mit Fliessrichtung Tunnel (Fluchtstollen) bzw. Zentrale (Lüftungsstollen) angeordnet.

Auf Seite Lüftungszentrale und bergseitig vom SBB-Gleis wird in einem vorgängig erstellten Voreinschnitt das Portalbauwerk realisiert. Im Portalbauwerk werden Fluchtweg und Abluftkanal miteinander verbunden. Das SBB-Gleis wird mit einer Brückenkonstruktion in Beton überquert; sie schliesst im OG der Lüftungszentrale Ort an. Die Brücke über das SBB-Gleis weist ein rechteckiges Profil für den Abluftkanal mit beidseitig einer überdachten Auskragung für den Fluchtweg auf der Südseite und für die Kabelerschliessung auf der Nordseite auf.

Der Fluchtweg aus der Lüftungszentrale Ort führt über einen Korridor und eine Treppe auf den Vorplatz der Zentrale.

Die elektrische Erschliessung zwischen Sisikoner Tunnel und den Zentralenräumen erfolgt im Doppelboden im OG und die Bahnüberquerung bis in den Ortbetonschacht auf der Bergseite vom SBB-Gleis bzw. auf der Nordseite des Abluftkanals. Ab diesem Schacht wird die Erschliessung zum WELK mit 4 verrohrten Bohrungen im Fels und mit je 5 Kabelschutzrohre \varnothing 120/132 mm ausgerüstet.

Die Zufahrt zur Lüftungszentrale erfolgt auf der südlichen Stirnseite des Gebäudes, ab der alten Axenstrasse. Zur Erstellung der Zufahrt sowie des Vorplatzes der Zentrale muss vorgängig das bestehende Gebäude des ASTRA, welches u.a. Anlagen der EWA für die Versorgung des bestehenden Ölbergtunnels beinhaltet, abgebrochen werden. Die elektrischen Anlagen finden in einem neuen und separat zugänglichen Raum (4 m x 5 m) im Untergeschoss der neuen Lüftungszentrale Ort Platz. Die Kabelerschliessung wird durch den Bau eines neuen Kabelrohrblocks sichergestellt.

6.7.8 Mittelzentralen

(vgl. Beilagen f11, f27)

Aufgrund der Länge des Sisikoner Tunnels sind vier zusätzliche Elektrozentralen (sog. Mittelzentralen 1 bis 4) bei der Ausstellbucht 01, 02, 04 und 05 erforderlich. Diese werden in unterirdischen Kavernen auf der Seeseite des Tunnels erstellt. Die Zentralen verfügen über folgende Räume: für die Trafos, die Mittelspannung, die Batterien, die USV, zwei Elektrolokale, ein WC und für die Raumlüftung. Die elektrische Erschliessung erfolgt aus dem WELK in den Kabelkeller resp. in den Doppelboden unter den Elektroräumen. Ebenfalls auf Niveau des Kabelkellers befindet sich der Raum für Drittnutzer. Die Treppenverbindung aus dem Kabelkeller auf Niveau EG (Tunnelfahrbahn) der Zentrale wird als Schleuse ausgebildet.

Die Zentralen haben eine Länge von 38.5 m und eine Breite von rund 11 m. Der Ausbau der Zentrale erfolgt zweischalig, die Abdichtung ist analog dem Tunnel als Regenschirmabdichtung vorgesehen, die Innenschale ist bewehrt und hat eine Stärke von min. 40 cm.

Die Mittelzentrale 3 im Sisikoner Tunnel kommt in den Palfris-Mergel zu liegen. In diesem geologischen Abschnitt ist mit Quelldrücken zu rechnen, weshalb ein bewehrtes Sohlgewölbe erforderlich wird.

6.7.9 Lüftungszentrale und Zugangsstollen Buggi

(vgl. Beilagen f31, f32)

Die Lüftungszentrale Buggi wird in einer unterirdischen Kaverne, 447 m vor dem Portal Gumpisch erstellt. Sie ist über eine einseitige Ausstellbucht aus dem Sisikoner Tunnel sowie über den 109 m langen Zugangsstollen Buggi ab der alten Axenstrasse erreichbar.

Der Zugangsstollen ist auf ein Lichtraumprofil für Lieferwagen von $B \times H = 2.60 \times 3.20$ m ausgelegt. Der Zu- und Abtransport der Abluftventilatoren und weiterer grosser Anlageteile hat über den Tunnel zu erfolgen. Der Ausbau des Zugangsstollens ist einschalig. In der Sohle kommen die Sammelleitung des Bergwassers NW 250 mm sowie 6 Kabelschutzrohre $\varnothing 150/163$ mm zu liegen. Das anfallende Bergwasser wird fallend mit 11.7% in Richtung Portal Buggi abgeleitet, dort in den Buggibach und anschliessend in den Vierwaldstättersee entlastet. Neben der Tunnel-unabhängigen Zufahrt zur Lüftungszentrale dient der Stollen als Fluchtweg aus dem Sisikoner Tunnel. Die Schleuse wird unmittelbar im Portalbereich des Zugangsstollens angeordnet und kommt sowohl in den Tagbauteil als auch in den bergmännischen Bereich des Stollens zu liegen. Im Bereich der Schleuse muss das bergmännische Profil des Stollens aufgeweitet werden.

Die Lüftungszentrale Buggi besteht aus der Ventilatorenhalle in der Verlängerung des Zugangsstollens, darüber der Abluftkanal mit den Axialventilatoren. Quer dazu liegt die eigentliche Elektrozentrale mit einer Länge von rund 22 m und einer Breite von ca. 12 m.

Die Kavernen erstrecken sich bis über 4 Geschosse:

- Im Untergeschoss befinden sich der Kabelkeller, der Fluchtwegabgang aus dem Tunnel, der Raum für Drittnutzer sowie die Anlagen für die Lüftung des Werkleitungskanal (WELK) inkl. Schleuse
- Im Erdgeschoss (EG, auf Ebene Tunnelfahrraum) befinden sich neben der Zufahrt zu den Ventilatoren der Traforaum, der Mittelspannungsraum und die Raumlüftung
- Im 1. OG sind zwei Elektroräume, der USV-Raum, der Batterieraum sowie der Ventilatorenraum für die Abluftventilatoren angeordnet
- Im 2. OG werden zwei weitere Elektroräume sowie ein Reserveraum erstellt. Die elektrische Erschliessung der Elektrozentrale erfolgt aus dem WELK über den Kabelkeller für die Räume im EG.

In den Elektroräumen im 1. OG und im 2. OG ist ein Doppelboden vorhanden. Der Ausbau der Zentrale erfolgt zweischalig. Die Abdichtung ist analog dem Tunnel als Regenschirmabdichtung vorgesehen, das anfallende Bergwasser wird in die Bergwasserleitung unter dem WELK in den Tunnel abgeleitet.

Die Abluft aus dem Tunnel wird über einen rund 25 m hohen Vertikalschacht mit einem Querschnitt von 10.2 m^2 ausgestossen. Das Bauwerk ist kombiniert mit einem abgetrennten Kanal als Frischluftzufuhr für den WELK und die Raumlüftung in der Elektrozentrale. Die Höhe des rechteckig gestalteten Kamins misst bergseitig 6.5 m; es kommt in den Wald oberhalb Buggi zu liegen. Die Frischluftfassung liegt einige Meter unter der Kaminmündung.

dung. Der Ausbau von Abluftschacht und Abluftstollen erfolgt einschalig. Das anfallende Bergwasser von Kamin und Abluftstollen wird zur Zentrale abgeleitet und schliesslich der Tunnel-Bergwasserleitung zugeführt.

Oberhalb des Portalbereichs Buggi werden drei Steinschlagschutznetze (Energieaufnahmevermögen 2'000 kJ) versetzt angeordnet. Die Längen betragen ca. 2 x 35 m und 1 x 40 m, die Nutzhöhe ist 5 m.

6.8 Ausfahrtstunnel Gumpisch

6.8.1 Linienführung

(vgl. Beilagen b14, c20)

Der 426 m lange Ausfahrtstunnel (AT) Gumpisch beginnt ab dem Portal in Gumpisch mit einer Rechtskurve von R=150 m (in Fahrtrichtung gesehen) und wechselt anschliessend in eine Linkskurve mit R=150 m. Der Ausfahrtsbereichs des Tunnels liegt wiederum in einer Rechtskurve mit R=120 m.

Ab dem Portal Gumpisch fällt der gleichnamige Ausfahrtstunnel mit 5.0% bis nach der Unterquerung des Sisikoner Tunnels. Danach reduziert sich das Gefälle auf 0.5% und geht kurz vor dem Portal Buggi auf 2.086% über.

6.8.2 Normalprofil

(vgl. Beilage d9)

Auf der gesamten Länge des bergmännischen Teils (L=406 m) kommt ein einziges Normalprofil zur Ausführung. Dieses basiert auf folgenden Randbedingungen:

- Lichtraumprofil 1-spuriger Tunnel: 7.10 x 4.50 m, wobei die Breite des Fahrstreifens inkl. der erforderlichen Kurvenverbreiterung 3.90 m beträgt und jene des Standstreifens 3.20 m
- Lichtraumprofil auf Bankett: 0.70 x 2.00 m
- Bautechnischer Nutzraum 10 cm
- Raum für Signalisation: 0.80 x 0.80 m
- Raum für Betriebs- und Sicherheitsausrüstung und Wechselsignale ist im Firstbereich vorhanden.

Das Normalprofil beinhaltet die Hauptelemente:

- Ausbruchquerschnitt 1-spuriger Tunnel mit Standstreifen bergseitig: 77 m² (theoretisch)
- Zweischaliger Ausbau bestehend aus Ausbruchsicherung, Abdichtungssystem und Verkleidung aus Ortbeton
- Bankette in Ortbeton
- Schlitzrinne und Randstein aus Polymerbeton
- Strassenentwässerungsleitung unter der Schlitzrinne NW 400 mm

- Fassung Drainagewasser in Sickerleitungen an den Gewölbefüssen NW 200 mm und Ableitung in Bergwasserleitungen NW 400 mm in den Banketten
- Rohrblöcke im Bankett mit 2 Kabelschutzrohre \varnothing 150/163 mm + 6 \varnothing 120/132 mm (bergseitig), 4 \varnothing 120/132 mm (seeseitig) und Kabelschächte alle 100 m sowie alle 50 m Rohraufstiege
- Foundationsschicht Fahrbahn und Belag mit einer Gesamtstärke von min. 55 cm
- Hydrantenleitung NW 250 mm im seeseitigen Bankett.

Im AT Gumpisch ist keine Zwischendecke erforderlich.

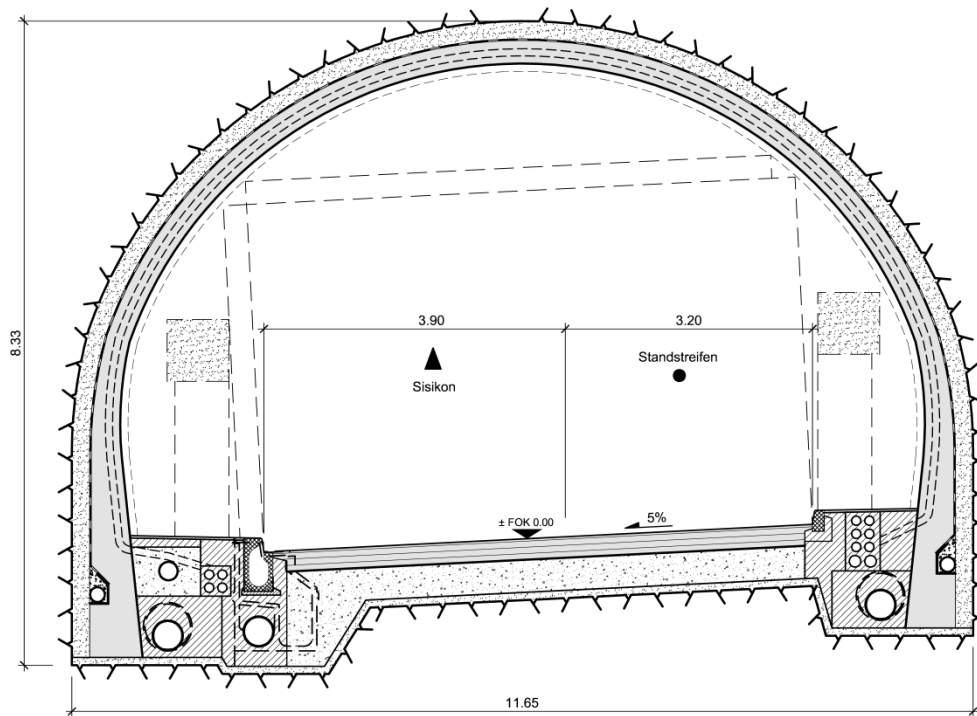


Abbildung 6.9: Normalprofil Ausfahrtstunnel Gumpisch

Die Innenschale aus Orbeton weist eine minimale Stärke von 30 cm auf und ist unbewehrt. Es ist eine Abdichtung nach dem Ableitkonzept vorgesehen. Zwischen der Ausbruchsicherung und der Innenschale wird ein Abdichtungssystem eingebaut, dieses besteht aus:

- Drainagematte mit Vlieskaschierung einseitig (min. 500 g/m²)
- Kunststoffdichtungsbahn (KDB) ≥ 2mm.

Das Abdichtungssystem leitet das dem Hohlraum zufließende Bergwasser drucklos entlang des Gewölbes in die im Widerlagerbereich angeordnete Gewölbedrainage (Sickerleitung) ab.

6.8.3 Nebenbauwerke

(vgl. Beilagen f37, f38, z4.3)

Längs dem AT Gumpisch sind folgende Nebenbauwerke angeordnet:

- ein Fluchtwegabgang

- SOS- und Hydrantennischen alle ca. 110 m.

Im Tunnel sind keine Ausstellbuchten für Pannenfahrzeuge geplant, da im Notfall der Standstreifen zum Abstellen genutzt werden kann.

Die SOS-Nischen sind auf der Seite Standspur (Bergseite) angeordnet. Sie sind gegen den Fahrraum mit einer Türe abgeschlossen und weisen die üblichen Abmessungen auf. Die elektrische Versorgung der SOS-Kasten erfolgt mittels Kabelschutzrohren aus dem Kabelrohrblock.

Die Hydrantennischen sind auf der Seeseite angeordnet. Die Abmessungen der Nische sind dieselben wie im Sisikoner Tunnel.

An den beiden Portalen werden SOS-Kasten und Hydranten angeordnet.

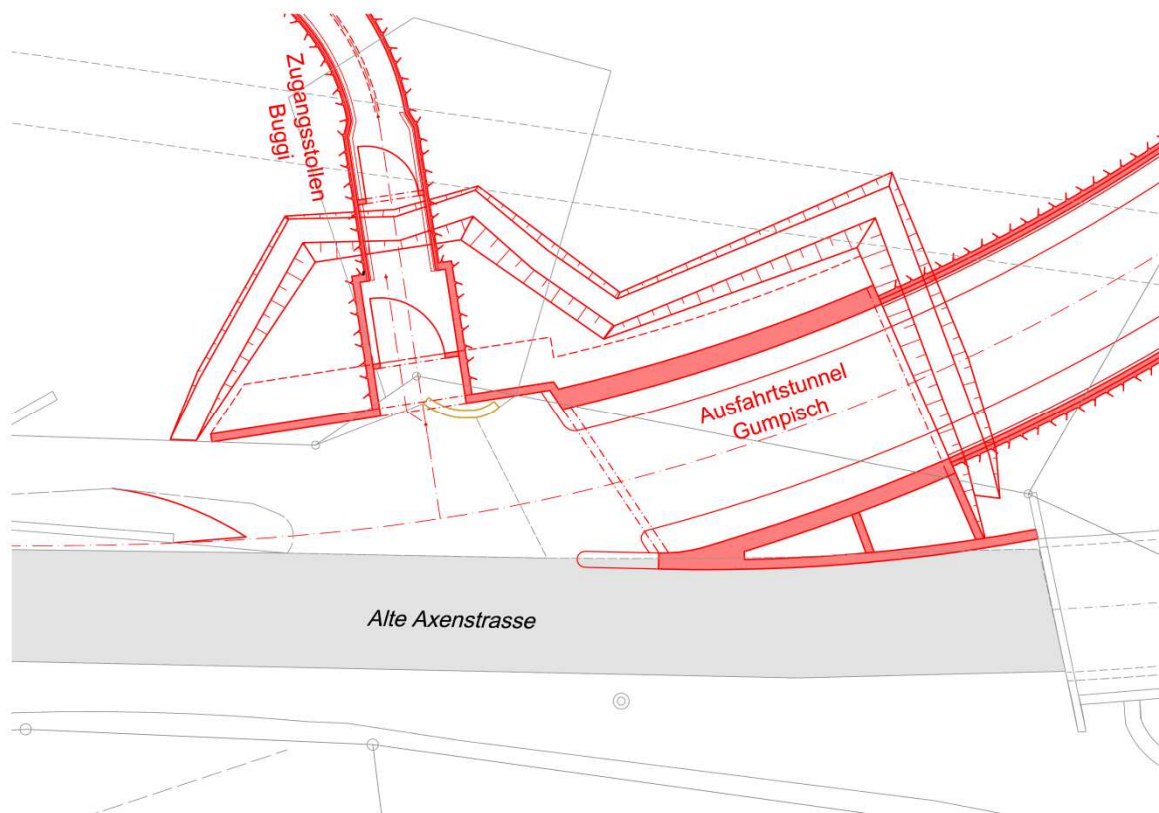


Abbildung 6.20: Situation Portalbereich Buggi

Im Portalbereich Buggi des AT Gumpisch wird zwischen dem neuen Portal und dem bestehenden Portal des Tunnels Stutzegg eine rund 23 m lange Antirezirkulationswand erforderlich, um im Ereignisfall einen Lüftungskurzschluss zwischen den beiden Tunnels zu verhindern. Die Antirezirkulationswand ist im Grundriss leicht gekrümmt und nimmt in Richtung Tunnel Stutzegg leicht an Höhe zu. Mit der gewählten Geometrie kann die alte Axenstrasse im Fall einer Sperrung des Sisikoner Tunnels oder des AT Gumpisch ohne Einschränkung des seeseitigen kombinierten Rad- und Fussweges zweispurig befahren werden.

6.8.4 Zentrale Ausfahrtstunnel Gumpisch und Fluchtweg

(vgl. Beilage f38)

Aufgrund der Tunnellänge wird im AT Gumpisch eine unterirdische Elektrozentrale erforderlich. Sie liegt ungefähr in Tunnelmitte, in der Nähe der Kreuzungsstelle mit dem Sisikoner Tunnel. Die Kaverne hat eine Länge von 38.5 m und eine Breite von rund 11 m. Sie liegt auf der Bergseite (Seite Standspur) des AT Gumpisch. Der Ausbau erfolgt zweischalig, die Abdichtung ist analog dem Tunnel als Regenschirmabdichtung vorgesehen. Die Zentrale verfügt über verschiedene Räume für: Trafo, Mittelspannung, Batterien, USV, zwei Elektrolokale, WC und Raumlüftung. Die elektrische Erschliessung erfolgt vom Tunnel aus in den Doppelboden unter den Elektroräumen. Der Traforaum ist direkt ab Tunnel mit einer Türe zugänglich.

Die Lage des einzigen Notausgangs längs dem AT Gumpisch ist mit dem Zugang in die Elektrozentrale kombiniert. Die Zentralenräume sind über den gemeinsamen Korridor des Fluchtwegs erschlossen und mit einer Schleuse mit 2 Schiebetüren vom Fluchtweg abgetrennt. Der Fluchtweg führt weiter in einen 11 m hohen Treppenschacht, worüber der sichere Werkleitungskanal (WELK) des Sisikoner Tunnels erreicht werden kann. Das Lichtraumprofil des Fluchtwegs beträgt 1.50 x 2.20 m, die lichte Treppenbreite 1.50 m. Zwischen dem Treppenschacht und dem WELK ist eine Zwischentüre angeordnet. Der Treppenschacht ist mit Überdruck aus dem WELK belüftet.

6.9 Anschluss Gumpisch

6.9.1 Strassenbau

Trassierung Linienführung

(vgl. Beilagen b15, c19)

Der (Halb-) Anschluss Gumpisch liegt zwischen dem Südportal des Sisikoner Tunnels und dem bestehenden Tunnel Gumpisch Süd. Er wird gänzlich von einer Galerie überdacht. Die ca. 190 m lange offene Strecke liegt im Wesentlichen auf einem in km-Richtung rechtsgerichteten Kreisbogen mit dem Radius $R = 220$ m. Die Minimalradien der Einfahrt aus Sisikon in Richtung Süden weisen 120 m auf, die Abzweiger in den Ausfahrtstunnel Gumpisch erfolgt aus einem Radius $R = 150$ m. Die Hauptachse steigt in Richtung Süden mit 0.8% an und geht kurz vor dem Tunnel Gumpisch Süd auf 2.9% über.

Die Projektierungsgeschwindigkeit der Ein- und Ausfahrt beträgt 60 km/h. Die Bogenelemente auf der Stammstrecke erfüllen ganz knapp die Anforderungen für eine Projektierungsgeschwindigkeit von 80 km/h nicht, was aber in Anbetracht der witterungsgeschützten Strecke zu relativieren ist.

Normalprofil

(vgl. Beilage d8)

Die Fahrspuren der N4 Neuen Axenstrasse sind mit einer Breite von 2×3.875 m festgelegt. Die Breite der Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen beträgt ebenfalls 3.875 m, die lichte Höhe misst 4.80 m. Das Bankett auf der Bergseitig ist 1.35 m breit, das seeseitige 0.5 m. Seeseitig vom Beschleunigungstreifen der Einfahrt von Sisikon schliesst die

Leitmauer der Stützenreihe der Galerie an. Ausserhalb dieser Leitmauer verläuft der kombinierte Rad- und Gehweg mit einer Breite von 3.00 m.

Den Randabschluss der Fahrbahn bildet bergseitig ein Stellstein bzw. seeseitig eine durchgehende Schlitzrinne.

Der Belagsaufbau ist auf die prognostizierte Verkehrsmenge dimensioniert und entspricht dem ASTRA-Fachhandbuch; er ist analog zu jenem im Bereich Anschluss Ingenbohl (siehe Kapitel 6.4.1).

Fahrzeugrückhaltesystem

Auf der Seite des Beschleunigungsstreifens übernimmt die Leitmauer der Galerie Gumpisch die Rückhaltefunktion. Der Rad- und Gehweg wird von einem Geländer gesichert.

BSA Tiefbau

Die elektrische Erschliessung sämtlicher BSA-Komponenten erfolgt ab der Zentrale Gumpisch, über Kabelrohrblöcke im bergseitigen Bankett.

Zäune und Tore

Beim Anschluss Gumpisch sind keine Zäune vorgesehen.

Baulinien

Die Baulinien verlaufen 25 m parallel zu den Hauptachsen. Im Bereich Gumpisch entsprechen diese den Achsen der Ein- und Ausfahrten. In Gumpisch sind keine Nebenanlagen mit Baulinien eingegrenzt.

6.9.2 Galerie Gumpisch

(vgl. Beilagen f33 – f36)

Die Galerie Gumpisch liegt zwischen dem bestehenden Tunnel Stutzegg im Norden und dem bestehenden Tunnel Gumpisch Süd im Süden. Sie besteht auf der Achse der alten Axenstrasse aus einer ca. 225 m langen und auf der Achse der N4 Neuen Axenstrasse aus einer ca. 195 m langen Galerie. Basierend auf den Untersuchungen zu den Naturgefahren ist die Ausbildung einer Steinschlaggalerie aus wirtschaftlichen Aspekten nicht angebracht. Folgende Gründe sprechen jedoch für die Ausführung der Galerie Gumpisch:

- Der Strassenabschnitt bei Gumpisch liegt im BLN-Gebiet. Die Aufnahme eines Objekts ins BLN besagt, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerte Erhaltung oder jedenfalls die grösstmögliche Schonung verdient. Mit einer offenen Linienführung mit Stützkonstruktionen und separater Überleitung des Gumpischbachs würde ein massiver Eingriff ins Landschaftsbild mit grossem Hanganschnitt vorgenommen. Im Vergleich dazu kann bei einer Galerie der Hang renaturiert, das Galeriedach überschüttet und die gesamte Fläche begrünt werden. Ausserdem werden dadurch auch die Tunnelportale sowie der rollende Verkehr "kaschiert".
- Für das Ausführungsprojekt (AP) gilt, das Generelle Projekt (GP) so wenig wie möglich zu verändern. Ein Verzicht auf die Galerie würde eine beträchtliche Änderung zum GP darstellen, wodurch das ganze Bauvorhaben in Frage gestellt werden könnte und sich Angriffsflächen für Einsprachen im Rahmen des AP ergeben könnten.
- Die Galerie dient als Verbindung zwischen zwei Tunneln. Die Lichtadaption Tunnel – offene Strecke – Tunnel gestaltet sich schwieriger als Tunnel – Galerie – Tunnel und stellt

ein erhöhtes Unfallrisiko dar. Dieser Punkt ist speziell zu beachten, da die Einspurstrecke in Gumpisch von der alten auf die N4 Neue Axenstrasse in Fahrrichtung Süden kürzer als gemäss VSS-Normen ausgeführt werden muss.

- Die Galerie verbindet die alte mit der N4 Neuen Axenstrasse, wodurch gestalterisch ein einheitliches Bauwerk erstellt und keine Trennung zwischen alt und neu ersichtlich ist.
- Der Betrieb würde durch eine offene Strecke zwischen Sisikoner Tunnel und Tunnel Gumpisch Süd aufwändiger (z.B. Schneeräumung). Im Bereich des Gumpischbachs müsste auch bei einer offenen Streckenführung eine Überleitung des Bachs über die Strasse erstellt werden. Eine Zufahrt zum oben liegenden Gelände für den Unterhalt wäre aus topographischen Gründen auf dem kurzen Abschnitt praktisch nicht ausführbar.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen im Zusammenhang mit den Naturgefahren haben aufgezeigt, dass die insgesamt günstigste Variante die Kombination aus einer möglichst leichten Galerie als Überdeckung mit bergseitig angeordneten, für Murgänge modifizierte Steinschlagschutznetze ist.

Im Falle eines Sturzereignisses von grösserer Intensität als den in der Bemessung berücksichtigten 100-jährlichen Ereignissen ist von einer beträchtlichen Beschädigung des Bauwerks auszugehen. Ein 300-jährliches Sturzereignis könnte zu einem Teileinsturz der Galerie-riedecke führen.

Der Felsuntergrund in der Portalzone Gumpisch des Sisikoner Tunnels gehört noch zum Nordlappen der Axendecke. Die Schichten fallen steil gegen NNW ein. Am Südportal des bestehenden Tunnels Stutzegg ist Betliskalk aufgeschlossen und im Untergrund der Gumpisch-Runse stehen Palfris-Mergel an. Auf der südlichen Seite der Runse liegen oberhalb der bestehenden Strasse Gesteine der Öhrli-Formation. In der Runse selbst hat sich der Gumpischbach in die wenig erosionsresistenten Palfris-Mergel eingetieft. Darüber liegt eine gut 20 m mächtige Lockergesteinsfüllung aus Runsenschutt vermischt mit Block- und Felssturzablagerungen (Blöcke aus Kalk bis 8 m Durchmesser). Bereits beim Bau der heutigen Axenstrasse und der Gumpischbachbrücke war unklar, ob diese Lockergesteinsfüllung Kriechbewegungen aufweist. Die bestehende Gumpischbachbrücke wurde mit doppelwandigen Schächten auf dem Fels in der Gumpischbachrunse fundiert. Dabei wurde die äussere Schachtwand so ausgebildet, dass Kriechbewegungen aufgenommen werden könnten und diese im untersten Bereich bei potentiellen Gleitebenen durch Absätze sichtbar sein müssten. Eine Begehung der Schächte im Herbst 2012 hat aufgezeigt, dass sich seit der Inbetriebnahme der Gumpischbachbrücke im Jahr 1986 keine Deformationen eingestellt haben. Messungen eines Inklinometers über die letzten 8 Jahre bestätigen die Stabilität des Hanges. Daher werden im aktuellen Projekt keine erhöhten Erddrücke auf Grund von Kriechbewegungen berücksichtigt. Es ist jedoch sicherzustellen, dass durch eine zusätzliche Verankerung solche Kräfte aufgenommen werden könnten.

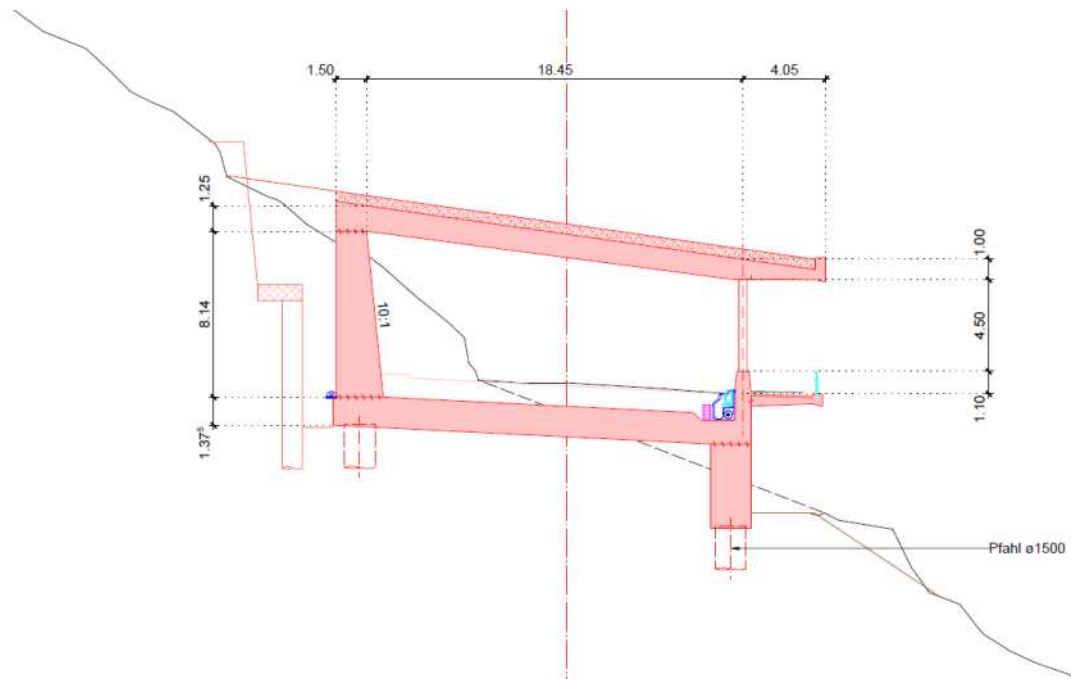


Abbildung 6.21: Querschnitt Galerie Gumpisch (Normalschnitt)

Die Galerie Gumpisch ist als monolithisches Bauwerk in Massivbauweise konzipiert. Unterhalb der Verkehrsfläche der alten und der N4 Neuen Axenstrasse ist vollflächig eine Bodenplatte mit Dicke von 1.50 m vorgesehen. Das Bauwerk wird in Bereichen mit anstehendem Fels auf Fundationsniveau direkt mit der Bodenplatte flach fundiert. Die restlichen Bereiche werden mit Grossbohrpfählen mit Durchmesser 1.50 m unterhalb der Rückwand und dem talseitigen Pfahlriegel im Fels fundiert. Das Galeriedach ist von der Rückwand bis zur talseitig auf einer Leitmauer angeordneten Stützenreihe frei gespannt. Im Bereich der neuen Tunnelportale des Sisikoner Tunnels und des Ausfahrtstunnels Gumpisch sind Mittelabstützungen vorgesehen. Dabei handelt es sich zwischen den beiden neuen Tunnelportalen um eine Betonscheibe und zwischen dem Portal des Sisikoner Tunnels und der Galerieverlängerung bis zum Tunnel Stutzegg um zwei Stützenreihen auf einer Leitmauer. Der talseitig verlaufende Rad- und Gehweg wird über eine Kragplatte unterhalb des auskragenden Galeriedachs angeordnet. Als Absturzsicherung ist ein auf dem Konsolkopf verankertes feingliedriges Staketengeländer vorgesehen. Im GP war für die Querung des Gumpischbachs ein Tirolerwehr geplant. Da die Erfahrungen mit solchen Wehren nicht überzeugend sind (Verklausungen bei Hochwasser mit Geschiebe) und der Gumpischbach nur sporadisch Wasser führt, soll auf das Wehr und die Bachunterführung verzichtet werden. Das Gerinne des Gumpischbachs wird daher über das Galeriedach geführt. Die Breite und die Höhe der Bachüberführung sind so ausgelegt, dass Murgänge entlang dem Gumpischbach über die Galerie geführt werden.

Die Oberseite der Bodenplatte der Galerie Gumpisch sowie die Kragplatte des Rad- und Gehwegs werden vollflächig mit einem Hessensiegel und einer aufgeflämmten Polymerbitumendichtungsbahn (PDB) abgedichtet. Der Schutz der Abdichtung wird mit einer zusätzlichen Schicht aus Gussasphalt sichergestellt. Das Strassentrassee innerhalb der Galerie wird mit einer Fundamentalschicht und dem normalen Belagsaufbau der N4 Neuen A-

enstrasse ausgebildet (vgl. Kapitel 6.4.1). Das Strassenabwasser aus dem Fahrraum wird in Schlitzrinnen gefasst. Für den auskragenden Rad- und Gehweg ist als Belagsaufbau ein 3-lagiger Aufbau mit Gussasphalt vorgesehen. Das Galeriedach und die Rückwand der Galerie Gumpisch werden auf der Aussenseite mit einer PDB abgedichtet. Diese wird in flachen Bereichen mit einer Gussasphaltschutzschicht und in vertikalen Bereichen mit einer Gummischrotmatte geschützt. Das Galeriedach wird ausserhalb der Überleitung des Gumpischbachs mit 50 cm Erdmaterial eingedeckt. Auf der Rückseite der Galerie Gumpisch wird über die ganze Länge eine spülbare Sickerleitung erstellt.

Zur Aufnahme der Horizontalkräfte aus dem Erddruck und Einwirkungen aus den Naturgefahren wird die Galerie über die ganze Länge mit permanenten, vorgespannten Ankern im Fels gesichert. Die Anker sind in der Rückwand der Galerie so angeordnet, dass auch nach der Erstellung des Galeriedachs innerhalb des Bauwerks weitere Anker gebohrt werden können (Reservestandorte für Anker, zusätzliche Anker für den Fall von Hangkriechen).

Das Galeriedach muss südlich der Überleitung des Gumpischbachs befahrbar ausgebildet werden (Zugang für Unterhalt und Kontrolle). Um auf das Galeriedach gelangen zu können, wird ab der Fedierkurve bei der Umfahrung des Rad- und Gehwegs um den Tunnel Gumpisch Süd eine ca. 55 m lange und 12% steile Zufahrtsrampe erstellt. Entlang des Rad- und Gehwegs wird das Trasse der Rampe durch eine Stützmauer mit Blocksteinverkleidung gesichert. Hangseitig der Rampe sichert eine Blocksatzmauer den erforderlichen Hanganschnitt im Bereich einer kleinen Geländerippe.

Zum Schutz vor Naturgefahren werden hangseitig, oberhalb der Galerie über die ganze Länge Steinschlagschutznetze zur Aufnahme von 100-jährlichen Ereignissen versetzt. Die Galerie dient nur noch als Überführung von Wasser- und Murgangprozessen sowie von Lawinen. Das Gerinne für die Überleitung des Gumpischbachs wird daher so ausgelegt, dass ein 300-jährliches Murgangereignis über die Galerie geführt werden kann.

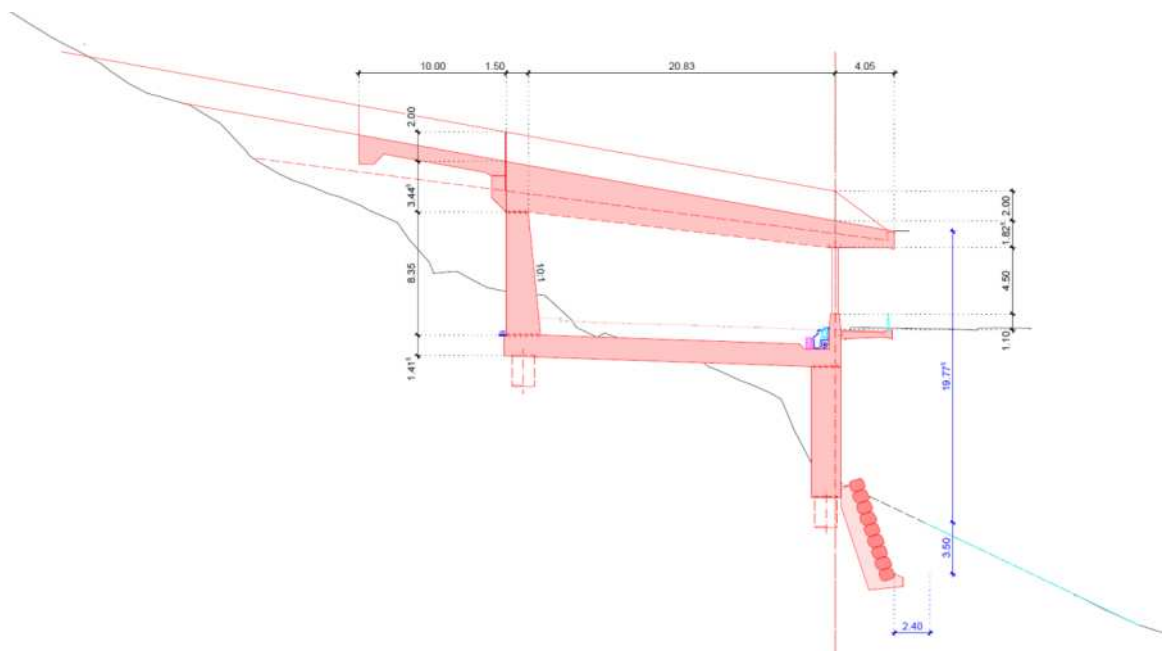


Abbildung 6.22: Querschnitt Galerie Gumpisch im Bereich der Bachüberleitung

Die Galerie Gumpisch wird nach dem Rohbau des Ausfahrtstunnels Gumpisch konventionell, in Etappen innerhalb des Voreinschnitts für den Tunnelbau erstellt. Insbesondere die Anschlüsse an den Tunnel Stutzegg und den Tunnel Gumpisch Süd erfolgen in kleinen Etappen und teilweise mit einstreifig geführtem Verkehr.

6.9.3 Abbrüche

Auf dem Abschnitt Gumpisch müssen für den Bau der N4 Neuen Axenstrasse Teile der bestehenden talseitigen Stützkonstruktionen sowie die Gumpischbachbrücke abgebrochen werden. Der Abbruch der Stützkonstruktionen erfolgt mit dem Fortschritt der Aushubarbeiten für den Voreinschnitt. Der Abbruch der vorgespannten Gumpischbachbrücke, ein Einfeldträger mit 64 m Spannweite über den Gumpischbach, erfordert für die Umsetzung der Arbeiten ein Schutzgerüst. In einem ersten Schritt werden die auskragenden Teile der Brückenkonstruktion beidseitig des massiven zentrischen Brückenträgers in Etappen abgetrennt und abgeführt. Der verbliebene vorgespannte, zentrische Hauptträger wird anschliessend in der Brückenmitte geschnitten. Die Lasten des Trägers müssen dann vom Schutzgerüst getragen werden. Der restliche Abbruch des massiven Trägers erfolgt durch Zerschneiden in kurze Stücke und das Herausheben und Abtransportieren der abgetrennten Trägeteile. Die Endquerträger der Gumpischbachbrücke müssen ebenfalls gesichert, in heraushebbare Stücke geschnitten und abtransportiert werden. Die Widerlager und die im Fels fundierten Schachtfundationen werden bis ca. 1 m unter das künftige Terrain abgebrochen. Die im Boden verbleibenden Schächte werden verfüllt und überdeckt.

6.10 Landschaftsgestalterisches Konzept

6.10.1 Anschluss Ingenbohl

Das Trasse der N4 Neuen Axenstrasse quert im Bereich Ingenbohl auf einem s-förmigen ca. 3 m hohen Damm den offenen Talboden bevor es in den Morschacher Tunnel mündet. Parallel dazu wird die Zufahrt zur Lüftungszentrale Ingenbohl geführt. Diese Zufahrtstrasse endet in einem Vorplatz, welcher für den Unterhalt Wende- und Parkmöglichkeiten bietet.

Kunstabauten

Die beiden neuen Strassen münden in zwei Portale. Die rechteckigen Rahmen der beiden Portale befinden sich in leicht erhöhter Lage und sind parallel im, zur Morschacher Geländeterrasse aufgehenden, Talhang angeordnet. Ihre Oberflächen sind aus Sichtbeton gefertigt. Dieses Portal-Paar, von gleicher Gestalt, unterscheidet sich auf Grund ihrer jeweiligen unterschiedlichen Funktion jedoch in der Grösse. Die grössere Öffnung stellt die Einfahrt zum neuen Morschacher Tunnel dar, über das kleinere Portal ist die, in den Hang integrierte Lüftungszentrale Ingenbohl erreichbar.

Der rechteckige Abluftkamin der Lüftungszentrale ragt knapp 10 m über die Oberfläche hinaus. Er befindet sich leicht nach Westen versetzt im Wiesenhang.

Der Zugang zum Entwässerungsstollen liegt zwischen den Tunnelportalen des bestehenden Mositunnels und der N4 Neuen Axenstrasse. Eingebettet in den Hang und verdeckt durch Pflanzen ist er kaum einsehbar.

Landschaftsräumlicher Kontext

Das neue Trasse der N4 Neue Axenstrasse und die zugehörigen Kunstbauten im Bereich Ingenbohl befinden sich im offenen Talkessel des Felderbodens. Im Süden begrenzt der aufstrebende Hangbereich der Gelände- und Sonnenterrasse von Morschach das Tal. Der Talhang ist durch einen Wechsel von Wiesen und unterschiedlich breiten Gehölzbändern geprägt. Teilweise bedecken auch grössere Waldzonen die sanft abfallenden Flanken.

Gestalterische Einbindung

Der Landschaftsraum der Ebene und des angrenzenden Talhangs soll in seiner Eigenheit und Ausprägung beibehalten werden. Um die sichtbaren Eingriffe so gering wie möglich zu halten, wird das gesamte Bauwerk der Lüftungszentrale Ingenbohl in den Hang integriert. Die einzigen an der Oberfläche wahrnehmbaren Elemente sind dadurch das Zugangsportal und der Abluftkamin der Lüftungszentrale sowie der Strassendamm der N4 Neue Axenstrasse mit der Tunnelzufahrt in den Morschacher Tunnel.

Die Dammböschungen der N4 Neuen Axenstrasse sollen mit Misch-Hecken bepflanzt werden. Dadurch wird die Fahrbahn von der Ebene aus teilweise abgeschirmt; es wird eine gestalterische Einheit mit dem bestehenden Damm der Zufahrtsstrasse zum Mositunnel angestrebt.

Die Rahmen der beiden neuen Portale liegen bündig in der umgebenden Hangneigung von 2:3 der Morschacher Geländeterrasse. Dadurch integrieren sich die Öffnungen subtil in die Landschaft.

Generell fügen sich die rechteckigen schlichten Portalrahmen und der kubische Lüftungskamin mittels ihrer einfachen Formensprache möglichst unauffällig in das oberhalb des Wiesenhangs verlaufende Gehölzband ins Landschaftsbild ein. Vor der dunklen Baumkulisse sind sie weit weniger sichtbar als vor sattgrünen Wiesen. Zusätzlich verdeckt ein teilweise um den Kamin umlaufendes bestehendes Hecken- und Gehölzband die Sicht von der alten Trasse der N4 und dem Ortsbereich Ingenbohl aus.



Abbildung 6.23: Portalbereich Ingenbohl

6.10.2 Portal Petersort

Kunstbauten

Das Portal des Zugangsstollens zur Lüftungszentrale Petersort liegt an einer bestehenden Ausweichstelle der alten Axenstrasse im Bereich Petersort-Nord. Der rechteckige senkrechte Portalrahmen ist der umgebenden fast vertikalen Felswand vorgesetzt. In der Materialisierung übernimmt er die Vorgaben des Portals Ingenbohl. Der Abluftkamin befindet sich um die 40 m oberhalb in abschüssigem Gelände. Ein keilförmiger Erdwall schützt den Kamin vor Naturgefahren. Der Böschungswinkel ist zwecks Volumen-, und Flächenoptimierung im Verhältnis 4:1 vorgesehen. Die dafür notwendigen Böschungssicherungen werden mit geschichteten Blöcken aus Alpenkalk oder mit Drahtschotterkörben aus dem selbigen Material errichtet.

Landschaftsräumlicher Kontext

Die Kunstbauten im Bereich Petersort liegen im, steil zum Ostufer des Urnersees abfallenden, Hangbereich der Morschacher Geländeterrasse. Der Hang ist dicht bewaldet und von schroffen Felswänden durchzogen.

Gestalterische Einbindung

Auf Grund der exponierten Lage im gut einsehbaren Landschaftsraum, und um den empfindlichen Berghang möglichst wenig zu beeinträchtigen, wird die Lüftungszentrale Petersort in den Berg gebaut. Sichtbar sind damit nur das Portal des Zugangsstollens und das Abluftkamin.

Durch die Position seitlich im Bogen der Ausweichstelle, ist das Portal nur für die von Brunnen kommenden Nutzer der alten Axenstrasse ersichtlich. Vom Urnersee aus ist das Portal ebenfalls nur aus Richtung Brunnen vollständig erkennbar. In der direkten Draufsicht vom See aus, kann nur der schräge Anschnitt der Front aus der Ferne wahrgenommen werden.

Die gesamte nähere Umgebung ist bereits heute stark durch Brücken und Tunnelportale des SBB-Trasse, Brückenbauwerke der alten Axenstrasse und durch das harte Gerinne des Bachs geprägt. Das neugebaute Zugangsportal gliedert sich somit selbstverständlich in die Reihe der bereits vorhandenen Kunstbauten ein.

Hinsichtlich der Gestaltung der Kunstbauten wird das Grundprinzip der Umgebung mit ihren Stützmauern und den bestehenden Tunnelportalen übernommen.



Abbildung 6.24: Ansicht Portal Zugangsstollen Petersort

Durch die relativ geringe Höhe von ca. 5 m über der Oberfläche, ragt der rechteckige Abluftkamin nicht über die Bäume der näheren Umgebung hinaus. Er fügt sich unauffällig in die Landschaft ein und ist vom Urnersee und vom gegenüberliegenden Ufer aus fast nicht zu sehen.

6.10.3 Betriebsanschluss Ort

Linienführung Erschliessung

Die Offene Strecke Ort zwischen dem Morschacher und Sisikoner Tunnel verläuft neben der bestehenden Axenstrasse ungefähr auf gleicher Höhe in einem Hanganschnitt.

Kunstabauten

Die Offene Strecke wird hangseits auf gesamter Länge mit einer neuen Stützmauer begrenzt. Diese Mauer wird fast mittig durch eine Berme unterbrochen. In der mit Sträuchern bewachsenen Böschung oberhalb der oberen Mauerkrone wird ein Steinschlagschutznetz als Schutz vor Geröll und als Absturzsicherung angebracht. Zusätzlich zur uferseitigen Auskragung mit Stützmauer und zwei Blocksteinmauer-Abschnitten, fängt eine mit Strauchvegetation bepflanzte Böschung den Bereich zur tieferliegenden Zufahrtsstrasse zu den Privatgrundstücken ab.

Die rechteckigen Tunnelportale sind durch Flügelmauern verdeckt und sind vom See aus nicht erkennbar.

Landschaftsräumlicher Kontext

Im Bereich Ort schliessen oberhalb der Strasse die dicht bewaldeten, mit steilen Felswänden durchzogenen Hangbereiche der Morschacher Geländeterrasse an. In diesem Bereich findet der Übergang zu den nahezu senkrechten Felsfluren der Flanken des Fronalpstocks statt.

Gestalterische Einbindung

Die Offene Strecke Ort liegt sehr exponiert und ist vom Urnersee und vom gegenüberliegenden Ufer aus sichtbar.

Die neuen Mauern werden analog zu den, mit ortstypischem Alpenkalk verkleideten, Stützmauern der Umgebung gestaltet. Das gestalterische Thema der bestehenden Stützmauern wird weitergeführt.

Die Bepflanzung der Böschungsbereiche mit ortstypischer Vegetation stellt eine optische Verbindung zur umgebenden Hangvegetation her.

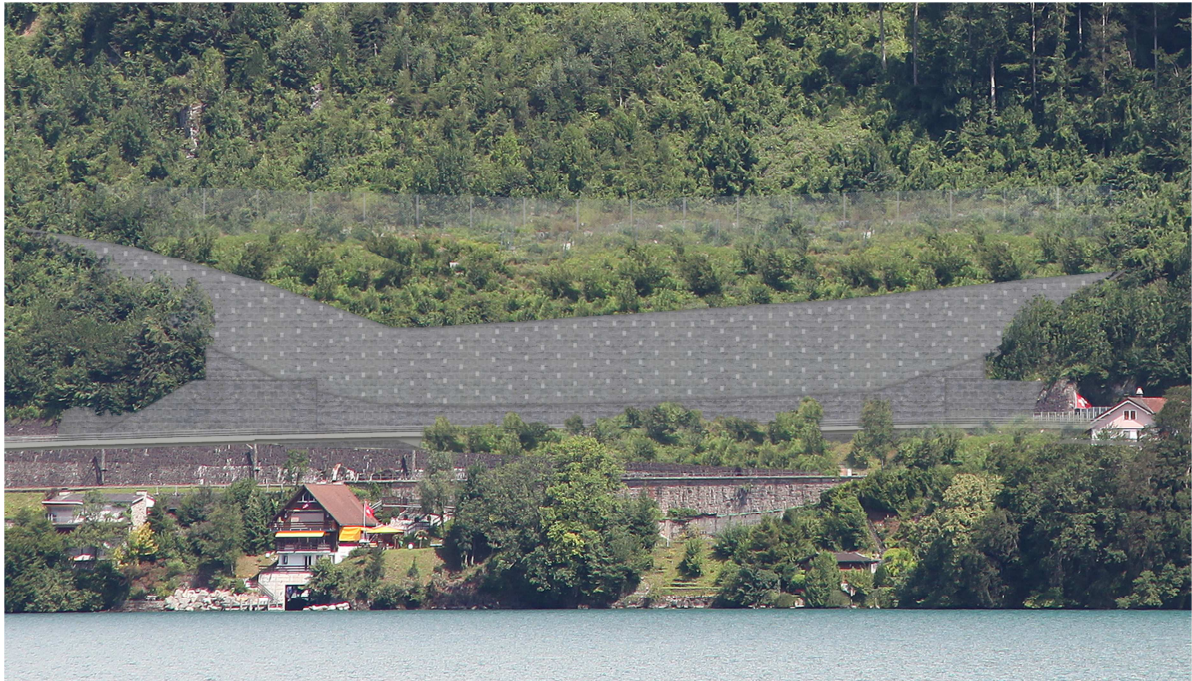


Abbildung 6.25: Visualisierung Offene Strecke Ort mit bergseitiger Stützkonstruktion, Tunnelportalen und seeseitiger Auskragung

6.10.4 Lüftungszentrale Ort

Kunstbauten

Die zweigeschossige Lüftungszentrale Ort hat eine Höhe von bis zu 10 m von der Geländeoberfläche bis zum Gebäudedach. Im Bereich des Ventilators und des Kamins ragt das Bauwerk um ein drittes Geschoss auf und überragt das übrige Gebäudedach um 4.5 m. Bergseitig der Lüftungszentrale wird auf Höhe des Obergeschosses ein Voreinschnitt im Hang notwendig. Er nimmt die bergmännischen Öffnungen des Lüftungsstollens und des Fluchtstollens für den Sisikoner Tunnel auf. In Verlängerung des Lüftungsstollens führt eine ca. 8 m breite, teilweise geschlossene Brücke den Lüftungskanal und einen Fluchtweg über das SBB-Trasse hinweg. Die Brücke ist aus Sichtbeton gefertigt.

Die Lüftungszentrale verfügt funktionsbedingt über eine geschlossene fensterlose Fassade. In der Gestaltung stellen erdige Farbtöne den Bezug zur umgebenden Landschaft her. Im Dialog mit der ENHK wurde eine Verkleidung mittels Cortenstahl gewählt.

Landschaftsräumlicher Kontext

Die Lüftungszentrale Ort befindet sich direkt hinter dem Aussichtsfelsen „Chänzeli“, auf einer Restfläche zwischen der Fahrbahn der alten Axenstrasse und dem tieferliegenden Trasse des SBB-Seegleis. Auf der dem Berg zugewandten Seite der Gleise steigt der vegetationsbestandene Hang der Morschacher Geländeterrasse an. Eine hochaufragende steile Felswand begrenzt den Landschaftsraum im Süden.

Gestalterische Einbindung

Das markante Bauwerk der Lüftungszentrale tritt als gebauter Fremdkörper in der Landschaft in Erscheinung. Durch die Lage hinter dem Felsen Chänzeli und der davorliegenden dichten Baumkulisse des seeseitigen Hangwaldes, ist der Baukörper jedoch vom See aus kaum zu sehen. Über die Baumkronen ragen einzig die höchsten Teilbereiche der Lüf-

tungszentrale hinaus. Nur für die Nutzer der alten Axenstrasse ist die Lüftungszentrale Ort in ihrer vollen Dimension sichtbar. Durch die hochwertige Fassadengestaltung kann das Bauwerk den bereits stark ingenieurstechisch überformten Freiraum jedoch sogar aufwerten: die Lüftungszentrale Ort wird zu einem markanten Punkt an der Axenstrasse.



Abbildung 6.26: Lüftungszentrale Ort, Ansicht Nord

6.10.5 Erschliessungsstollen Dorni

Linienführung Erschliessung

Das Portal des Erschliessungsstollens Dorni liegt einige Meter über dem Fahrbahnniveau der alten Axenstrasse. Die SBB erstellen zur Sicherung ihrer Anlage einen Geschiebesammler für den Dornibach. Dazu wird bergseitig der Axenstrasse ein Erddamm errichtet. Die Zufahrt führt in Serpentina zum Auffangraum. Auf der Dammkrone führt eine Abzweigung über die neue Dornibach-Brücke direkt zum Portal des Erschliessungsstollens.

Kunstbauten

Der rechteckige Portalrahmen wirkt wie in den Berg hineingeschoben. Die Konstruktion besitzt einen vertikalen geraden Abschluss und ragt somit über die geneigte Hangkante hinaus. Der gestalterische Ansatz mit einer einfachen Formensprache und Materialisierung kommt, analog der Gestaltung im Bereich Ingenbohl, auch an dieser Stelle wieder zur Anwendung.

Landschaftsräumlicher Kontext

Im Bereich Dorni liegt der Zugangsbereich zum Erschliessungsstollen oberhalb des Gerinnes des Dornibachs, eingebettet in einen bewaldeten Steilhang. Südseitig des Dornibachs grenzt eine landwirtschaftlich genutzte steile Bergwiesenlandschaft an.

Gestalterische Einbindung

Die neue Zufahrtsstrasse wird zur alten Axenstrasse hin mit einer Wiesenböschung gestaltet. Hangseits fangen kleinere Stützmauern die stark geneigte bestehende Topographie ab. Die neue Zufahrtsstrasse passt sich so in den steilen Wiesenhang ein.

Die Reduktion der Öffnung auf den möglichst klein gehaltenen Portalrahmen stellt den minimalen, notwendigen Eingriff dar. Durch die Lage seitlich am Hang, ist nur eine Flanke des Portals vom See und vom gegenüberliegenden Ufer aus zu sehen. Für die von Sisikon kommenden Nutzer der alten Axenstrasse ist der Portalzugang voll einsehbar. Durch die

möglichst gering gehaltene Grösse, ordnet sich das Portal aber der, in direkter Nähe befindlichen, Steinschlag-Galerie vor dem Tunnel Dorni unter.



Abbildung 6.27: Portal Erschliessungstollen Dorni

6.10.6 Anschluss Gumpisch Linienführung Erschliessung

Der Strassenabschnitt zwischen dem neuem Südportal des Sisikoner Tunnels und dem Nordportal des bestehenden Tunnels Gumpisch Süd verläuft in einem sanften Kreisbogen und schmiegt sich bergseitig an den Hang an. Eine Abzweigung beim Südportal des bestehenden Tunnels Stutzegg schliesst die alte Axenstrasse aus Richtung Sisikon an das neue Trasse an.

Kunstabauten

Die gesamte neue Strassenstrecke ist von einer durchgehenden Galerie überdeckt. Die bergseitige Galeriewand fängt auf der gesamten Länge den bestehenden Berghang ab. Das schräge Dach der Galerie liegt hangseits auf der Stützwand auf und wird seeseitig von einem durchlaufenden Band aus runden Betonpfeilern abgestützt. Die Pfeiler sitzen auf einer etwa hüfthohen durchgehenden Betonmauer. Diese trennt den Fahrbahnbereich vom, auf einer Auskragung verlaufenden, Geh- und Radweg ab. Das Galeriedach ragt über die Stützenreihe hinaus, so dass der Geh- und Radweg ebenfalls überdacht und vor Naturgefahren geschützt sind. Alle Bauteile der Galerie bestehen aus Sichtbeton.

Der Nordbereich der Galerie mündet in zwei neue Tunnelportale. Ein Portal stellt den Zugang zum Sisikoner Tunnel dar, das zweite nimmt die Abbiegespur zur Ortschaft Sisikon auf (Ausfahrtstunnel Gumpisch).

Der bei Starkregen ansteigende Gumpisch-Bach wird über das Galeriedach geleitet und durch zwei 2 m hohe Mauerscheiben geführt.

Landschaftsräumlicher Kontext

Der Bereich Gumpisch ist landschaftlich durch das schroffe Tal des Gumpisch-Bachs geprägt. Eingebettet in dicht bewaldete Berghänge und steile Felswände verläuft der Bach vom Buggigrat hinunter zum Ostufer des Urnersees und mündet dort in ein verhältnismässig breites Delta.

Gestalterische Einbindung

Die Gestaltung der neuen Galerie ist an die bestehende Galerie auf der Nordseite des Tunnels Stutzegg angelehnt.

Der Neubau der Galerie erfordert kleinere Eingriffe in die bestehende Topographie. Sie wird schonend in das vorhandene Geländeprofil eingebettet. Der natürliche Hangverlauf geht direkt in die Neigung des Galerie-Dachs über. Oberhalb der Galerie sind keine sichtbaren Eingriffe in den Hang notwendig. Nach der wiedererfolgten Bestockung des talseitigen Einschnittes, liegt die Galerie hinter einer Baumkulisse und ist so vom Urnersee aus nicht sichtbar. Die beiden neuen Tunnelportale sind in die Galerie integriert und sind somit für das Landschaftsbild nicht massgeblich.



Abbildung 6.28: Galerie Gumpisch

6.10.7 Portalzone Buggi

Linienführung

Im Bereich Buggi, in unmittelbarer Nachbarschaft zum bestehenden Tunnel Stutzegg entstehen zwei neue Tunnelbauwerke: neben dem bestehenden Tunnel Stutzegg wird daneben der neue Ausfahrtstunnel Gumpisch gebaut. Diese beiden Tunnels stellen für Sisikon den Anschluss an die N4 Neue Axenstrasse dar.

Beim zweiten neuen Bauwerk handelt es sich um einen Zugangsstollen zur unterirdischen Lüftungszentrale Buggi.

Kunstbauten

Die beiden rechteckigen Portale der zwei neuen Tunnels stehen in einem Winkel von 115° zueinander. Das weitaus grössere Portal des Ausfahrtstunnels Gumpisch weist einen breiten Rahmen aus Ortbeton auf, und verläuft schräg zur Tunnelachse. Eine Antirezirkulationswand zur Verhinderung eines Lüftungskurzschlusses verbindet den neuen Strassen-

tunnel seeseitig mit dem Portal des bestehenden Tunnels Stutzegg. Eine zweite Mauer mit schräger Abschlusskante schliesst das Portal zum Hang hin ab. In diese Mauer eingebettet liegt die kleinere Portalöffnung des Zugangsstollens. Oberhalb der Portalzone Buggi wird zur Abwendung der Naturgefahren ein Steinschlagnetz errichtet.

Der Lüftungskamin der unterirdischen Lüftungszentrale Buggi tritt weiter oben am Hang im Bergwald zu Tage. Er ist in seiner Grundfläche rechteckig, hat jedoch zwei unterschiedlich hohe Öffnungen über die einerseits die Zuluft und andererseits die Abluft transportiert wird.

Landschaftsräumlicher Kontext

Die Kunstbauten im Bereich Buggi liegen im Hang des Buggiwaldes. Dieser dicht bewaldete Steilhang zieht sich vom Ostufer des Urnersees hinauf zur Bergkette. Schroffe Felswände gliedern den Bergwald.

Gestalterische Einbindung

Durch die vorgesetzte Flügelmauer ist das Portal des neuen Ausfahrtstunnels Gumpisch vom See aus nicht sichtbar. Durch die Lage in diesem vorhandenen Geländeeinschnitt müssen nur geringfügige Eingriffe in die direkt anschliessende Hang-Topographie getätigt werden. Oberhalb der Hangmauer sind keine grösseren Veränderungen im Bergwald sichtbar. Die Portale und die Axenstrasse sind durch die dichte und hohe vorgelagerte Baumkulisse vom Urnersee aus nicht sichtbar. Durch den direkten baulichen Anschluss der beiden Portale an das bestehende Portal des Tunnels Stutzegg entsteht eine gestalterische Einheit.

Aufgrund der maximalen Höhe von 10 m über der Oberfläche, befindet sich die Kaminmündung etwa auf der Höhe der umgebenden Bäume. So durch die Baumkulisse verdeckt, ist der Kamin nur schwach im laublosen Zustand erkennbar.



Abbildung 6.29: Portalbereich Buggi

6.11 Betriebs- und Sicherheitsausrüstung, Lüftung

Die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen sowie die Lüftung sind in separaten Berichten (Zusatzdossier, Beilagen z6, z7) detailliert beschrieben. Im nachfolgenden Kapitel sind die Hauptelemente zusammengefasst.

6.11.1 Energieversorgung

Die Energieversorgung aller Zentralen erfolgt ab dem 50/15 kV Unterwerk Ingenbohl (Elektrizitätswerk Schwyz AG) und ab dem Unterwerk Flüelen (Elektrizitätswerk Altdorf AG). Im Morschacher Tunnel werden in den drei Tunnelzentralen Ingenbohl, Mitte, Petersort und im Sisikoner Tunnel die sechs Tunnelzentralen, Ort, die Mittelzentralen 1, 2, 3, 4, Buggi und im Ausfahrtstunnel die Zentrale Ausfahrtstunnel Gumpisch mit Trafostationen ausgerüstet. Alle diese Zentralen werden über eine neue 15 kV Kabelleitung 3 x 1 x 150 mm² erschlossen, die bestehende Zentrale Stutzegg wird eingeschlaucht.

Die Kabelführung erfolgt in den beiden neuen Tunnels sowie im bestehenden Flüelen-Tunnel über den Werkleitungskanal. Auf der offenen Strecke geschieht dies über die vorhandenen Trassen, welche teilweise noch zu ergänzen sind. Rohrtrasse-Ergänzungen müssen im Speziellen zwischen den beiden Tunnels Tellsplatte und Zingel sowie im Bereich von Sisikon erfolgen. Falls sich die Erstellung des Morschacher Tunnels terminlich stark verzögern sollte, müsste zur Erfüllung der Bedingung „zwei unabhängige Einspeisungen pro Tunnel (SIA 197)“, eine Kabelrohranlage zwischen dem bestehenden Mositunnel und der neuen Zentrale Ort erstellt werden.

Die Energiemessung erfolgt jeweils in den Lüftungszentralen Nord und Süd der beiden Tunnels. Der Planungswert der gesamten Anschlussleistung für die ganze Tunnelanlage beträgt ca. 7.1 MW. Davon entfallen ca. 2.7 MW auf den Morschacher Tunnel, ca. 3.6 MW auf den Sisikoner Tunnel, ca. 0.6 MW auf den Ausfahrtstunnel Gumpisch und ca. 0.2 MW auf den bestehenden Tunnel Stutzegg. Alle Trafostationen werden mit gekapselten, luftisolierten MS-Schaltanlagen und Verteilnetztransformatoren mit manueller Stufenschaltung zur Spannungsregulierung ausgestattet. Das Schutzkonzept wird gemäss den Vorgaben der EVU ausgeführt. Für die Versorgung der SABA beim Anschluss Ingenbohl wird ab der TS Wendelstübli ein 150 kW Niederspannungsanschluss benötigt.

Niederspannung-Hauptverteilungen NS-HV / Unterverteilungen NS-UV

Die NS-HV sowie die Trafo-Sekundärschalter werden als typengeprüfte Schaltgerätekombination (TSK) und die NS-UV / US-UV als partiell-typengeprüfte Schaltgerätekombination (PTSK) in allen Zentralen installiert.

Unterbruchsfreie Stromversorgung

Alle sicherheitsrelevanten Verbraucher wie Not-, Brandnot- und Fluchtwegbeleuchtung, Signalisationsmittel, das Polycom Funksystem, das Kommunikationsnetz und alle Steuerungen usw. werden mittels USV-Anlagen und Batterien ohne Unterbruch mit Energie versorgt. Die Autonomiezeit beträgt rund 1 Stunde.

Baustromversorgung

An vier Standorten ist Bedarf für Baustrom ausgewiesen:

- 2.8 MW am Nordportal Ingenbohl des Morschacher Tunnels
- 1.5 MW im Bereich der Zentrale Ort

- 2.0 MW beim Erschliessungstollen Dorni
- 1.0 MW am Südportal Gumpisch des Sisikoner Tunnels.

Teilweise werden dafür neue Kabelleitungen in bestehende, respektive zu ergänzende Kabelrohrtrassen wie vom bestehenden Tunnel Stutzegg bis Ausgangs Sisikon, Sisikon und Dorni verlegt. Die MS-Leitung zum Erschliessungstollen Dorni wird nach der Bauphase als zweite Einspeisung des Morschacher Tunnels via den Erschliessungstollen verwendet.

6.11.2 Beleuchtung

Für alle Portale wurde die Leuchtdichte der Annäherungsstrecke (L20) gemessen. Da bei allen Portalen der Himmelanteil entfällt, sowie nur seeseitig ein zu berücksichtigender Geländewinkel gemessen wird, ergibt sich ein relativ tiefer L20 Wert bei 90% Summenhäufigkeit (cd/m^2).

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| – Morschacher Tunnel: | Nord 2'300 cd/m^2 | Süd 1'800 cd/m^2 |
| – Sisikoner Tunnel: | Nord 2'200 cd/m^2 | Süd 1'800 cd/m^2 |
| – Ausfahrtstunnel Gumpisch: | Nord (nicht gemessen) | Süd 1'800 cd/m^2 . |

Die Adaptionsbeleuchtung wird gemäss diesen Werten ausgelegt und mittels Messung der Aussenhelligkeit geregelt. Für die Durchfahrtsbeleuchtung, Beleuchtung Werkleitungskanal (WELK) sowie Fluchtwegabgänge, Beleuchtung Abluftkanal über Zwischendecke, Brandnotleuchten und die optischen Leiteinrichtung werden LED-Leuchten eingesetzt. In den beiden langen Tunnels wird im speziellen auf die Monotonie und den Flickereffekt (Flimmerfrequenzen $< 4 \text{ Hz} < f < 15 \text{ Hz}$ dies entspricht bei 80 km/h einem Leuchtenabstand $> 5.50 \text{ m}$ oder $< 1.5 \text{ m}$) geachtet. Es wurde deshalb ein Leuchtenabstand von 9.70 m für die Durchfahrtsbeleuchtung sowie eine Aufhellung in Bereichen der Ausstellbuchten gewählt. Im WELK wird ein Leuchtenabstand von 8.0 m und für die Beleuchtung des Abluftkanals über der Zwischendecke ein Abstand von 50 m mit Leuchten bei den Rohraufstiegen und den Brandschutzklappen vorgeschlagen. Bei der Offene Strecke Ort, sowie im Portalbereich Ingenbohl des Morschacher Tunnels und im Portalbereich Buggi des Ausfahrtstunnels Gumpisch werden Kandelaber zur Beleuchtung der Ein- bzw. Ausleitung installiert.

6.11.3 Lüftung

Tunnellüftung

Die Lüftungskonzepte für die im Gegenverkehr betriebenen Morschacher und Sisikoner Tunnel sind identisch. Sie bestehen aus einem Abluftsystem für den Normal- und den Ereignisbetrieb und einer Längslüftung mit Strahlventilatoren für die Kontrolle der Längsströmung im Ereignisfall.

Aufgrund der Längen und des Betriebs im Richtungsverkehr ist für den bestehenden Tunnel Stutzegg und den Ausfahrtstunnel Gumpisch im Normalbetrieb keine Lüftung vorgesehen. Im Ereignisbetrieb werden sie mit Strahlventilatoren längsbelüftet.

In der Galerie Gumpisch wie auch im bestehenden Tunnel Gumpisch Süd werden keine Lüftungskomponenten installiert. Sie werden indirekt durch die an die Galerie anschliessenden Tunnel (Sisikoner Tunnel, Tunnel Stutzegg und Ausfahrtstunnel Gumpisch) längsgelüftet.

Die kurze, Offene Strecke in Ort zwischen dem Morschacher und Sisikoner Tunnel bedingt, dass bei einem Ereignis in einem der beiden Tunnel in vielen Fällen die Sperrung beider Tunnel erforderlich ist, um die Rauchausbreitung kontrollieren zu können.

Im Bereich der Galerie Gumpisch mit dem Sisikoner Tunnel, Tunnel Stutzegg, Ausfahrtstunnel Gumpisch und der Galerie Gumpisch besteht die Gefahr von Rezirkulation. Durch die mechanischen Längslüftungen in den Tunnels kann eine gezielte Beeinflussung der Strömungen erfolgen, sobald ein Ereignis detektiert wird.

Es ist eine Lüftungsstation in jeder der 4 Lüftungszentralen geplant. Pro Lüftungsstation sind 2 Abluftventilatoren mit je ca. 2 m Laufraddurchmesser und einer elektrischen Anschlussleistung von ca. 350 kW vorgesehen. In der Zwischendecke sind alle 100 m Abluftklappen installiert. An den Enden des Abluftkanals sind Punktabsaugungen mit drei eng beieinander liegenden Abluftklappen angeordnet. Die minimale Absaugmenge im Ereignisbetrieb über 3 offene Abluftklappen beträgt ca. 230 m³/s. Die Ansteuerung der Klappen erfolgt über LWL-Verbindungen zum dazugehörigen Automatisierungsgerät. Der Laufraddurchmesser der Strahlventilatoren im Morschacher Tunnel (12 Stück), Sisikoner Tunnel (16 Stück), Tunnel Stutzegg (4 Stück) und Ausfahrtstunnel Gumpisch (10 Stück) beträgt 0.71 m, bei einer elektrischen Anschlussleistung von ca. 33 kW und ca. 676 N Schub.

Mit Ausnahme der 4 Strahlventilatoren im Tunnel Stutzegg mit 3 x 400 V Normalspannung werden alle anderen Ventilatoren für die Tunnellüftung mit 3 x 690 V betrieben.

Zur Regulierung der Längsströmungsgeschwindigkeit und der Kontrolle der Luftqualität werden im Fahrraum Strömungs- und Sichttrübmessgeräte installiert.

WELK-Lüftung (Fluchtweglüftung)

Vom Portal Ingenbohl bis an die Galerie Gumpisch wird ein durchgehender Werkleitungskanal (WELK) erstellt. Der durch eine Schiebetüre bei der Offene Strecke Ort aerodynamisch getrennte WELK dient als Fluchtweg aus dem Morschacher und Sisikoner Tunnel. Der Fluchtweg aus dem Ausfahrtstunnel Gumpisch wird ebenfalls durch eine Verbindung in den WELK des Sisikoner Tunnels gewährleistet.

Auf niedriger Betriebsstufe im Normalbetrieb hält die WELK-Lüftung den WELK unter permanentem Überdruck, womit das Eindringen von Staub verhindert und im Ereignisbetrieb eine erste Sicherheit gegen das Eindringen von Rauch gewährleistet wird. Der Betrieb bei Volllast im Ereignisbetrieb stellt sicher, dass der WELK auch bei bis zu 3 offenen Notausgangstüren rauchfrei bleibt.

Zusätzlich wird die Zuluft der total 6 bergmännischen Mittelzentralen über den WELK bzw. die WELK-Ventilatoren bedient.

Für die beiden WELK-Abschnitte sind je 2 Ventilatorenstationen mit je einem WELK-Ventilator von ca. 1.6 m Laufraddurchmesser und einer elektrischen Anschlussleistung von ca. 60 kW vorgesehen.

6.11.4 Signalisation

Es werden durch den Verkehrsingenieur festgelegte Signalstandorte und Signaltypen installiert. Die Ansteuerung mittels Verkehrsrechner und Anlagensteuerung pro Tunnel sowie Lokalsteuerungen berücksichtigt den entsprechenden Signaltyp wie Prismawechsel signal, LED-Signal, Ampel, innenausgeleuchtete Signale etc. Für den Ereignisfall werden der

Steuerung vordefinierte Betriebszustände softwaremässig hinterlegt und mittels Reflexen automatisch oder manuell ausgeführt. Mit Ausnahme der Anlagenteile in den Vorzonen, welche der Wegweisung dienen, sind alle Verbraucher ab dem USV-Netz versorgt. Pro Tunnel wird je eine Verkehrsdatenerfassung vorgesehen und in Ingenbohl für die Umleitung durch den Mositunnel entsprechende Unterflurbeleuchtung und MÜLS installiert.

6.11.5 Überwachungsanlage

Brandmeldeanlage

Im Fahrraum und im Werkleitungskanal (WELK) wird eine Brandmeldeanlage (BMA) für Hitze- und Schwelbranderkennung installiert. Die BMA für den Normalbrand erfolgt über ein lineares wärmeempfindliches System. Für die Rauchdetektion werden Kaltrauchdetektoren im Abstand von 100 m im Fahrraum bei den Brandschutzklappen sowie im WELK bei den Notausgängen installiert.

Verkehrsfernseh-Anlage

Die Verkehrskameras werden zur Überwachung des Verkehrsflusses / Ereignis alle 150 m sowie bei jeder Ausstellbucht installiert. Die Verkabelung erfolgt über Cu / LWL-Kombikabel ab dem nächsten Kommunikationsschwerpunkt.

Glatteisfrühwarnsystem

Im Bereich der Offene Strecke Ort, zwischen dem Morschacher und Sisikoner Tunnel, wird ein Glatteisfrühwarnsystem installiert.

6.11.6 Kommunikation und Leittechnik

Kommunikationsnetzwerk

Innerhalb der einzelnen Tunnel, d.h. Zentrale – Zentrale, sowie Tunnel übergreifend, wird ein Gigabit-Ethernet Netzwerk installiert. Als Übertragungsmedium dienen Singlemode Lichtwellenleiter-Verbindungen. Vom Kommunikationsnetz der beiden Neubautunnels zum übergeordneten Netzwerk der Gebietseinheit XI, wird eine Verbindung realisiert.

Leittechnik

Alle Anlagesteuerungen werden via Abschnittsrechner in die Leitebene der Gebietseinheit XI eingebunden.

Funk und Einsprechanlage:

Pro Tunnel wird eine Polycom-Anlage installiert. Das Senden und Empfangen ist im Fahrraum und Werkleitungskanal (WELK) möglich. Für den Ereignisfall wird eine Einsprache Möglichkeit ab der zugeordneten Polizeizentrale / Unterhaltsdienst mit freien Einschaltungen und Textkonserven via Radiofrequenz installiert.

NT und Telefonanlage:

Bei den SOS-Stationen (alle 150 m), bei den Ausstellbuchten (alle 900 m) und bei den Treppenhausabgängen zum WELK (alle 300 m) sowie bei den Tunnelportalen werden Notruftelefone installiert. Bei Betätigung des Verbindungsknopfes wird automatisch eine Verbindung zur Einsatzleitzentrale (GE XI in Flüelen resp. Brunnen) erstellt. Auf der Grundlage des AKS (Anlagekennzeichnung) wird die entsprechende Zentrale automatisch angewählt.

In den Räumen der Zentralen werden diverse Telefonrufstellen installiert. Der Verbindungsaufbau zum allgemeinen Telefonnetz erfolgt über die Notrufzentrale.

6.11.7 Kabelanlagen

Ein spezielles Augenmerk wird der EMV-Problematik im Bereich der Zentrale Ort, Querung SBB gewidmet. Hier müssen neben den NIV-Vorschriften auch die SBB-Erdungsrichtlinien beachtet werden. Kabel für sicherheitsrelevante Anlagen werden einen Isolationserhalt von FE180 aufweisen und sind für den Funktionserhalt E30 zu installieren.

6.11.8 Nebeneinrichtung

Alle Installationen in den Zentralräumen richten sich nach den Vorgaben des Fachhandbuchs ASTRA.

Raumlüftung

Die Luftqualität und Lufttemperaturen der 4 Lüftungszentralen in Portalnähe und die total 6 bergmännischen Mittelzentralen werden durch die Raumlüftungen gemäss den Vorgaben und Richtlinien sichergestellt.

Die Lüftungszentralen in Ingenbohl, Ort und Buggi benötigen dafür die Installationen einer mechanischen Kühlung, während die Lüftungszentrale Petersort und die bergmännischen Mittelzentralen des Morschacher Tunnels, Sisikoner Tunnels und des Ausfahrtstunnels Gumpisch nur mit Leerteilen ausgerüstet werden.

Die Luftfassung aller Lüftungszentralen erfolgt autonom von aussen, die Zuluft aller Mittelzentralen erfolgt über den Werkleitungskanal.

6.12 Entwässerung

Die Entwässerung in der Betriebsphase ist im separaten Entwässerungskonzept (Beilage h) detailliert beschrieben. Nachfolgend wird zusammenfassend auf die Hauptelemente eingegangen.

Das Entwässerungskonzept während der Bauphase wird ausschliesslich im UVB (Beilage i) dargestellt.

6.12.1 Allgemein

Auf der N4 Neuen Axenstrasse werden gemäss DTV-Prognosewert ca. 14'000 Fahrzeuge mit einem Schwerverkehrsanteil von 10% erwartet. Nach der BAFU Wegleitung "Gewässerschutz bei Entwässerung von Verkehrswegen" muss demnach das Strassenabwasser behandelt werden, bevor dieses in einen Vorfluter eingeleitet werden darf. Auf dem gesamten Streckenabschnitt ist keine Versickerung möglich, hingegen kann das Strassenabwasser nach erfolgter Behandlung in die Vorflut geleitet werden.

Für das Tunnelwaschwasser und Havarieflüssigkeiten, muss vor jedem Portal ein genügend grosses Speichervolumen zur Verfügung stehen. Dieses wird bei allen Standorten (Ingenbohl, Ort, Dorni und Buggi) auf 150 m³ ausgelegt, falls mehr Löschwasser anfällt, dienen die Leitungen als Retention und zusätzlich werden organisatorische Massnahmen eingeleitet (absaugen, überlaufen in Kanalisation).

Das anfallende Bergwasser wird separat aus den Tunnelportalen geführt und in einen Vorfluter geleitet. Da im Projektperimeter erhebliche Abflussmengen auftreten können, gestaltet sich die Ableitung zum Teil schwierig.

6.12.2 Entwässerungskonzept Tunnel

Ableitung Fahrbahnwasser

Das Fahrbahnwasser im Tunnel wird in der Schlitzrinne gesammelt und gelangt von dort alle 50 m in einen Siphonschacht. Im Siphonschacht unterströmt das Wasser eine Tauchwand und gelangt anschliessend in die Strassenentwässerungsleitung NW 400 mm, die unter der Schlitzrinne angeordnet ist. Die Tauchwand verhindert, dass Sauerstoff in die Strassenentwässerungsleitung eindringen kann und somit das Weiterbrennen von Flüssigkeiten. Die Strassenentwässerungsleitung selbst ist in den Portalbereichen ebenfalls zu siphonieren.

Im Morschacher Tunnel wechselt die Schlitzrinne aufgrund des Quergefällewechsel rund 450 m vor dem Portal Ort, vom seeseitigen zum bergseitigen Bankett. Der Überlappungsbereich der Schlitzrinnen beträgt 50 m. Wegen dem Werkleitungskanal (WELK) unter der Fahrbahn kann die Strassenentwässerungsleitung die Fahrbahn nicht queren und verläuft ab dem Quergefällewechsel beidseitig bis zum Portal Ort. Auf dieser Strecke sind daher längs dem Bankett auf der Seeseite alle 75 m Kontroll-/ Spülschächte vorzusehen.

Im Sisikoner Tunnel ergeben sich aus der horizontalen Linienführung mehrere Quergefällewechsel. Mit Ausnahme von einer rund 1'200 m langen Strecke ab dem nördlichen Hochpunkt in Richtung Tiefpunkt Dorni ist auf der ganzen Tunnellänge beidseitig eine Strassenentwässerungsleitung erforderlich.

Der Ausfahrtstunnel Gumpisch enthält keinen WELK und die Strassenentwässerungsleitung quert bei einem Quergefällewechsel die Fahrbahn.

Ableitung Bergwasser

Einsickerndes Bergwasser wird an den Paramentfüssen in den Gewölbedrainageleitungen NW 200 mm gefasst und alle 75 m über Gewölbedrainagenischen in die Bergwasserleitung NW 400 mm in den Banketten abgeleitet. Anfallendes Bergwasser unterhalb der Paramentfüsse wird in die Sickerleitung NW 400 mm unterhalb der Sohle des WELK zugeführt. Zur Spülung der Leitung sind alle 75 m Schächte in der Sohle des WELK erforderlich.

In den Banketten ist genügend Platz für eine Bergwasserleitung bis NW 630 mm (anstelle einer Leitung NW 400 mm) vorhanden, falls eine grössere Kapazität aus höheren Bergwasserzuflüssen erforderlich wird. Je nach anfallender Wassermenge und Gegebenheiten sind für die Fassung / Ableitung solcher Fälle Speziallösungen zu studieren. Konzeptionelle Überlegungen sind im Abdichtungskonzept (Beilage z3) dargestellt.

6.12.3 Ableitung Portalzone Ingenbohl

Ableitung Fahrbahnwasser

Die anfallende Wassermenge der offenen Strecke wird in einer Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) gereinigt, bei der Unterführung Schönenbuchstrasse in ein Pumpwerk geleitet, danach über eine Pumpleitung zum Vereinigungsschacht des Bergwassers gepumpt und schliesslich über den Entwässerungstollen Ingenbohl in den Vierwaldstätter-

see eingeleitet. Die SABA besteht aus einem Absetzbecken und einem Retentionsfilterbecken mit bewachsenem Sandfilter.

Von der Unterführung Schönenbuchstrasse fällt zusätzlich Wasser an. Dieses wird am Tiefpunkt der Unterführung im Pumpwerk gesammelt und zusammen mit dem gereinigten Strassenabwasser via Entwässerungsstollen Ingenbohl abgeleitet.

Beim Vorplatz der Zentrale Ingenbohl findet ein Stapelbecken Platz, in welches Tunnelwaschwasser und Havarieflüssigkeiten eingeleitet und aufgefangen werden können.

Ableitung Bergwasser

Beim Portal Ingenbohl sind sehr grosse Bergwassermengen aus dem Morschacher Tunnel prognostiziert (Planungswert $1\text{m}^3/\text{s}$). Im Portalbereich fehlen jedoch die Möglichkeiten solch grosse Wassermengen direkt in eine nahe Vorflut abzuleiten. Der Klosterbach weist eine zu geringe Kapazität auf und die Muota ist sehr weit entfernt; das Wasser müsste während der gesamten Betriebszeit gepumpt werden. In einem vorgängig erstellten Variantenstudium (Beilage z5.3) wurde als Bestlösung ein separater Entwässerungsstollen vom Portalbereich Ingenbohl in den Vierwaldstättersee eruiert. Diese Lösung ist im vorliegenden Ausführungsprojekt dargestellt (vgl. Kapitel 6.5.9). Sollten sich die prognostizierten grossen Wassermengen nicht bestätigen, ist die Situation nach Abschluss der Vortriebsarbeiten aus Sicht der Wirtschaftlichkeit neu zu beurteilen. Evtl. würde der Entwässerungsstollen entfallen und eine der weiteren untersuchten Lösungen könnte zur Anwendung kommen (Pumpen in Muota oder pumpen via Morschacher Tunnel nach Ort / Urnersee).

6.12.4 Petersort

Ableitung Fahrbahnwasser

In den Zugangsstollen eingeschlepptes Meteorwasser läuft in seitlichen Rigolen ab, wird am Portal über einen Schlammfang geleitet und in den nahe gelegenen Bach entlastet.

Ableitung Bergwasser

Anfallendes Bergwasser aus dem Zugangsstollen wird zusammen mit dem Meteorwasser in den nahe gelegenen Bach abgeleitet.

6.12.5 Ableitung Portalzone Ort

Ableitung Fahrbahnwasser

Das anfallende Strassenabwasser der Offene Strecke in Ort wird mittels eines 3P-Filterschachts gereinigt und anschliessend in die bestehende Entwässerung der alten Axenstrasse abgegeben. In der Stützmauer der alten Axenstrasse wird das Stapelbecken platziert, in welches Tunnelwaschwasser und Havarieflüssigkeiten eingeleitet werden können. Das Stapelwasser aus dem Becken kann durch ein Saugfahrzeug abgesaugt und anschliessend der ARA zugeführt werden. Falls der Morschacher und der Sisikoner Tunnel zur selben Zeit gesperrt sind und der gesamte Verkehr über die alte Axenstrasse verläuft, kann das Saugfahrzeug auf der N4 Neuen Axenstrasse der Offene Strecke Ort platziert werden und über einen Absaugstutzen das Stapelbecken entleeren.

Ableitung Bergwasser

Die Bergwasserleitungen werden alle in einem Vereinigungsschacht zusammengeführt. Dieser Vereinigungsschacht hat aufgrund der grossen geschätzten Wassermengen (2

m³/s) Abmessungen von 3.0 x 3.5 m. Zudem liegt er aufgrund der Sickerleitungen unter dem Werkleitungskanal (WELK) relativ tief unter dem Terrain. Vom Vereinigungsschacht werden drei 600 mm Leitungen durch Bohrungen mittels Imlochhammer unter dem SBB-Trasse verlegt und bis zum Urnersee geführt. In diesem steilen Gelände, mit den vielen Stützmauern und verschiedenen Häusern, eignet sich diese Methode gut, da weder die Anwohner, noch die SBB gross tangiert werden. Beim Auslauf in den Urnersee werden Blocksteine vorgesehen, um Erosionen an der Böschung zu verhindern.

6.12.6 Ableitung Portalzone Dorni

Ableitung Fahrbahnwasser

In Dorni fällt eingeschlepptes Meteor- oder Schmelzwasser aus dem Sisikoner Tunnel an. Dieses wird mit einem 3P-Filterschacht gereinigt und anschliessend in den Dornibach abgegeben. Tunnelwaschwasser und Havarieflüssigkeiten werden in einem Stapelbecken aufgefangen, welches bergseitig der alten Axenstrasse, im Bereich der Zufahrt zum Erschliessungstollen Platz findet.

Ableitung Bergwasser

Das Bergwasser wird vom Portal des Erschliessungstollens durch eine offene Rigole direkt in den Dornibach geleitet. Die anfallende Wassermenge ist mit 2 m³/s prognostiziert. Der Dornibach hat eine hartverbaute Bachsohle, so dass das einleitende Bergwasser keinen Einfluss auf den Geschiebetrieb und die Gewässerökologie hat.

6.12.7 Ableitung Portalzone Buggi

Ableitung Fahrbahnwasser

Aus dem Ausfahrtstunnel Gumpisch kann beim Portal Buggi Schleppwasser anfallen, welches mittels eines 3P-Filterschachts gereinigt und in den Buggibach eingeleitet wird. Das Stapelbecken, in welchem Tunnelwaschwasser und Havarieflüssigkeiten aufgefangen werden, wird vor der Lawingalerie Buggi platziert.

In den Zugangstollen eingeschlepptes Meteorwasser läuft in seitlichen Rigolen ab, wird am Portal über einen Schlammfang geleitet und in den nahegelegenen Bach entlastet.

Ableitung Bergwasser

Das Bergwasser aus dem Ausfahrtstunnel Gumpisch, der Zentrale Buggi und dem Zugangstollen Buggi wird über eine offene Rigole in den Buggibach abgeleitet.

6.13 Löschwasserversorgung

Das Konzept der Löschwasserversorgung ist im separaten Bericht (Beilage z2) detailliert beschrieben. Im vorliegenden Bericht ist lediglich die Zusammenfassung des Konzepts dargestellt. Die Bestvariante wurde in einem vorgängigen Variantenstudium eruiert.

6.13.1 Normative Grundlagen

ASTRA

Entnahmemengen - Einzelhydrant - 2 Hydranten - 3 Hydranten - Total	40 l/s 2 x 30 l/s 3 x 25 l/s 75 l/s
Minimaler Druck - Statisch - Dynamisch	6.0 bar 3.5 bar
Maximaler Druck	Keine Angaben
Austausch (Qualitätsanforderung SVGW)	100% in 48 h für Trinkwasser, mind. 1 l/min für Brauchwasser
Löschwasserreserve Reservoir Vmin	250 m ³
Auffülldauer Löschwasserreserve	6 – 8 h

Tabelle 6-1: Anforderungen an Löschwasserversorgung basierend auf Merkblatt M24 001-10701

- Die von der SIA-Norm 197/2 verlangte Löschwasserreserve von mindestens 250 m³ ist ausschliesslich für den Tunnel bestimmt und ist betrieblich klar von weiteren Löschwasserreserven zu trennen. Die tatsächlich erforderliche Löschwasserreserve ist unter Einbezug der Ereignisdienste sowie des Sicherheitsbeauftragten zu definieren.
- Die Löschwasserreserve von mindestens 250 m³ kann gleichzeitig für mehrere Nationalstrassentunnel zur Verfügung stehen, unter der Voraussetzung, dass im Ereignisfall alle von der gleichen Löschwasserreserve abhängigen Tunnel für den Verkehr gesperrt werden.
- Die Löschwasserreserve ist dauernd sicherzustellen, das heisst auch bei Unterhalts- und Revisionsarbeiten am Reservoir. In diesem Sinne eignen sich Reservoirs mit mehreren Kammern, die unabhängig voneinander betrieben und unterhalten werden können. In Absprache mit den Fachstellen ASTRA kann die Löschwasserreserve im Falle von Unterhaltsarbeiten auf 175 m³ reduziert werden, somit ist ein Reservoir mit 2 Kammern à je 175 m³ Fassungsvermögen ausreichend.

SIA

Aus der Norm SIA 197/2 kann die Angabe des maximalen Drucks entnommen werden: 15 bar.

6.13.2 Allgemein

Die Löschwasserversorgung besteht aus folgenden Anlageteilen.

- Pumpwerk Ingenbohl
- Druckleitung Morschacher Tunnel
- Reservoir Antonius mit Verbindungsleitung zu den Tunnelanlagen
- Druckleitung Sisikoner Tunnel

- Druckleitung Ausfahrtstunnel Gumpisch
- Verwurfschacht Buggi

Im Morschacher Tunnel und im Reservoir Antonius weist das Wasser Trinkwasserqualität auf, im Sisikoner Tunnel Brauchwasserqualität. Die Anlagen der Löschwasserversorgung werden über eine Fernwirkanlage weitgehend automatisch gesteuert.

6.13.3 Pumpwerk Ingenbohl

Der Standort für das neue Pumpwerk Ingenbohl liegt im Gebiet der neu geplanten SABA im Dreieck zwischen der alten und Neuen Axenstrasse. Das Bauwerk wird knapp nördlich der bestehenden Unterführung Schönenbuchstrasse halb in den Damm der bestehenden Axenstrasse integriert.

Im Pumpwerk wird das Wasser ab einer Ringleitung der Wasserversorgung Brunnen gefasst und über eine neue Wasserleitung NW 250 mm entlang der N4 Neuen Axenstrasse und durch den Morschacher Tunnel ins Reservoir Antonius (Wsp. 600 m ü.M.) gepumpt.

Die Pumpen sind so ausgelegt, dass einerseits die vom ASTRA geforderte Auffülldauer der Löschreserve (6 Stunden / ca. 12 l/s) und andererseits bei "Normalbetrieb" mit einer Pumpe die hygienetechnische Verbrauchs-/ Verwurfsmenge von 380 m³/d (8 Stunden / ca. 18 l/s) gefördert werden kann. Die exakte Pumpendimensionierung findet nach der Definition der Bedarfswassermengen von Morschach statt.

6.13.4 Druckleitung Morschacher und Sisikoner Tunnel sowie Ausfahrtstunnel Gumpisch

Die Druckwasserleitung in den Tunnel liegt im Werkleitungskanal (WELK) unterhalb der Kabelpritschen. Der Durchmesser beträgt 250 mm und genügt einer Bezugsmenge von 75 l/s bei mind. 6 bar statischem Druck. Von der Hauptleitung im WELK zweigen zur Versorgung der Tunnel-Hydranten im Abstand von 150 m Stichleitungen mit einem Durchmesser von 100 mm ab. Die Stichleitungen zu den Hydranten können mittels Schieber an der Hauptleitung abgekoppelt werden.

Im Ausfahrtstunnel Gumpisch wird die Hydrantenleitung seeseitig unterhalb des Banketts des Fahrtstreifens angeordnet. Der Durchmesser beträgt ebenfalls 250 mm. Alle 150 m zweigt eine Stichleitung zum Tunnelhydrant ab, welche mittels eines Schiebers von der Hauptleitung abgekoppelt werden kann.

6.13.5 Reservoir Antonius

Das neue Reservoir soll einerseits die Löschwasserversorgung für den Morschacher und den Sisikoner Tunnel sicherstellen und andererseits die Wasserversorgungen Axenfels und Schwyzerhöhe (WV Morschach) bei Versorgungsengpässen mit Trinkwasser versorgen.

Die Wasserbeschaffung erfolgt wenn immer möglich durch Einspeisung von Überschusswasser der WV Schwyzerhöhe und Axenfels (an durchschnittlich 240 Tagen im Jahr können bis zu 300 m³ Wasser pro Tag bezogen werden). Zur Ergänzung des Morschacher Wassers wird zusätzlich Wasser ab dem Netz der WV Brunnen bezogen.

Aufgrund der hydraulischen Anforderung (Wsp. 600 m ü.M.) wird das Reservoir im unteren (südlichen) Bereich des Grundstücks Parzelle 831 südlich des Bildungszentrums „Antoniushaus Mattli“ erstellt.

Das Reservoir soll eine angemessene Brauchreserve von 175 m³ für die Abgabe von Wasser an die WV's Morschach beinhalten. Dazu kommt die Tunnel Löschreserve von 2 x 175 m³, was ein Volumen von total 525 m³ ergibt. Im Schieberhaus sollen die Armaturen für die Zuleitung, Ableitung und die Auslösung der Löschreserve integriert werden. In einem räumlich abgetrennten Bereich des Schieberhauses ist das Stufenpumpwerk zur Versorgung der WV Axenfels via Reservoir Fruttli (Wsp. 745 m ü.M.) untergebracht.

Die Zu- und Ableitung des Löschwassers für die Tunnels der N4 Neuen Axenstrasse erfolgt je über eine neu zu erstellende Wasserleitung NW 250 mm, welche über Schrägbohrungen von Ort bis zum Reservoir Antonius verlegt werden.

6.13.6 Verwurfschacht Buggi

Mit dem Verwurfschacht Buggi wird der Verwurf der hygienetechnischen Fehlmenge sichergestellt. Der Verwurfschacht wird am Nordende des Ausfahrtstunnels Gumpisch angeordnet. Die Ableitung des Verwurfwassers erfolgt über ein neu zu erstellendes, offenes Gerinne zur Ableitung des Strassenabwassers in Buggi.

7. Bauausführung

7.1 Bauprogramm

(vgl. Beilage g2)

Für das Projekt N4 Neue Axenstrasse wird heute eine Gesamtbauzeit von 7.5 bis 8 Jahren veranschlagt. Die Gesamtbauzeit wird vor allem durch die Tunnelbauten bestimmt. Je nach Beginn der Bauarbeiten für den Morschacher Tunnel verkürzt sich die Gesamtbauzeit um wenige Monate oder verlängert sich bis einige Jahre.

Die ausgewiesene Dauer der Bauarbeiten für den Tunnelbau basieren auf einem 2-Schichtbetrieb von 6-22 Uhr (lärmige Arbeiten Übertag 7-19 Uhr) während 5 Tagen die Woche. Unter Berücksichtigung von Betriebsferien und Feiertagen ergeben sich 220 AT/Jahr (11 Monate à 20 AT/Monat). Aus Platzgründen und Berücksichtigung der Örtlichkeiten ist je 1 Hauptangriffsstelle pro Tunnel vorgesehen: der Morschacher Tunnel ab dem Portal Ingenbohl und der Sisikoner Tunnel ab dem Zwischengriff in Dorni. Zur Reduktion der Bauzeitrissen werden ab dem Portal Ort in beide Richtungen sowie ab dem Portal Gumpisch kurze Gegenvortriebe ausgeführt. Der Ausfahrtstunnel Gumpisch wird ebenfalls ab der separaten Baustelle beim Portal Gumpisch vorgetrieben.

Die Bauarbeiten am Sisikoner Tunnel beginnen mit der Baustellenerschliessung, dem Voreinschnitt und den Installationen der Baustelle am Zwischenangriff Dorni. Dafür werden rund 1½ Jahre benötigt. Parallel zum Einrichten des Installationsplatzes wird der Erschliessungstollen Dorni während rund 4 Monaten ausgebrochen und anschliessend wird mit dem Hauptvortrieb des Sisikoner Tunnels gleichzeitig in Richtung Nord und Süd gestartet. Für den Rohbau des Sisikoner Tunnels werden rund 5 Jahre und für die Montage der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) sowie die Inbetriebsetzungsphase anschliessend ca. 1 Jahr benötigt.

Gleichzeitig werden in Ort die Vorbereitungsarbeiten in Angriff genommen (Schutztunnels über SBB, Verlegung alte Axenstrasse auf Schutztunnel, Voreinschnitt bergseitig der Axenstrasse). In der Folge werden die Gegenvortriebe zuerst für den Sisikoner und dann für den Morschacher Tunnel ausgeführt (450 m bzw. 343 m lang). Diese Arbeiten benötigen rund 4 Jahre. Nach weiteren ca. 2½ Jahren werden schliesslich auch die Arbeiten in der Lüftungszentrale Petersort und Ort sowie die Stütz- und Kunstbauten im Offenen Bereich Ort abgeschlossen.

Auch beim Portal Gumpisch sind umfassende Vorbereitungsarbeiten erforderlich (Erstellung Hilfsbrücke, Abbruch best. Gumpischbrücke, Hanganschnitt bergseitig Axenstrasse). Diese beginnen gleichzeitig mit den Baustellen in Dorni und Ort und dauern rund 2¾ Jahre bevor die Tunnelarbeiten starten können. Der 468 m lange Gegenvortrieb des Sisikoner Tunnels, der Bau der Lüftungszentrale Buggi sowie die Realisierung des Ausfahrtstunnels Gumpisch erstrecken sich über etwa 2½ Jahre. Der anschliessende Bau der Galerie Gumpisch nimmt nochmals rund 2 Jahre in Anspruch.

Der allgemeine Baubeginn in Ingenbohl ist rund ein halbes Jahr später als bei den übrigen Portalbereichen vorgesehen. Die Bauzeit für die Erstellung der Erschliessung zum Installationsplatz Ingenbohl, der Erschliessung und des Herrichtens der Ersatzflächen Holcim, das

Einrichten der Bauinstallationen und des Voreinschnitts Ingenbohl wird mit ca. 1¼ Jahr abgeschätzt. Für den Rohbau des Morschacher Tunnels werden rund 4¾ Jahre und für die Montage der BSA sowie die anschliessende Inbetriebsetzungsphase etwa 1¼ Jahre vorangeschlagen. Mind. 1 Jahr vor Baubeginn sind in Ingenbohl die zwei geplanten Ersatzbiotope zu erstellen.

Der Entwässerungsstollen Ingenbohl wird vom Installationsplatz Ingenbohl aus aufgefahren; es wird eine Gesamtbauzeit von rund 1½ Jahren veranschlagt. Die Bauarbeiten beginnen mit dem Umbau des Installationsplatzes Ingenbohl und dem Voreinschnitt für das Ansetzen der TBM. Für den Stollenvortrieb werden rund vier Monate benötigt, für Verkleidung und Sohle rund 3 Monate. Es folgen die Erstellung des Portalbauwerks Ingenbohl und des Stollenauslaufs sowie der Rückbau sämtlicher Installationen.

Der Bau des Entwässerungsstollens Ingenbohl wird erst nach dem Durchschlag des Morschacher Tunnels in Angriff genommen, wenn die tatsächlichen Bergwassermengen, deren Ort und Dauer des Anfalls bekannt sind. Die Realisierung soll in einer niederschlagsarmen Zeit, nach heutigem Bauprogramm im Winter des 7./8. Baujahrs erfolgen.

Der Bau des Reservoirs Antonius für die Löschwasserversorgung wird rund 8 Monate dauern und ist im Laufe des 3. Baujahres geplant.

7.2 Anschluss Ingenbohl

(vgl. Beilagen b33, b34 und g2)

Die Bauabläufe für den Bereich Ingenbohl sind dem Bauprogramm und dem Bauphasenplan zu entnehmen. Die Zufahrten zu den Installationsplätzen werden im Kapitel 7.15, Baustellenerschliessung und Installationsflächen behandelt.

Die Umsetzung des Bauvorhabens kann grob in 4 Phasen aufgeteilt werden:

- (I) Vorbereitungsarbeiten (Dauer ca. 16 Mte): Vorzeitiges Erschliessen / Einrichten Ersatzflächen Holcim, Kreiselprovisorium Schwyzerstrasse Seite Schwyz, Erschliessung der Baustelle sowie der Installationsplätze, Erschliessungsstrasse Unterschönenbuch, Bau Kreisel Schwyzerstrasse, Abbruch von Gebäuden
- (II) Realisierung Morschacher Tunnel (Dauer ca. 45 Mte): Vortrieb und Ausbau, Dammschüttung der neuen N4 gegen Ende des Tunnelausbruchs, gleichzeitig erstellen der Kunstbauten, Rohbau der Lüftungszentrale
- (III) Trassebau (Dauer ca. 16 Mte): Arbeiten am neuen Trassee, Fertigstellung und Ausrüstung Morschacher Tunnel inkl. Lüftungszentrale, Bau Entwässerungsstollen Ingenbohl
- (IV) Rückbau (Dauer ca. 8 Mte): Erstellung SABA, Anbringen Markierung und Signalisierung, Renaturierung Installationsplätze.

Bauablauf der Unterführung Schönenbuchstrasse (Phase II), Dauer ca. 1½ Jahre: Erstellung in einer geschlossenen Baugrube aus Spundwänden, wozu Vorbohrung bis ca. 1.5 m in den Fels einzubinden und Fussinjektionen zur Abdichtung zu ergreifen sind. Das Pumpwerk, die Bodenplatte, die Wannenwände und die Brückenplatte sind noch vor dem Dammbau der N4 Neuen Axenstrasse zu erstellen. Der Ausbau innerhalb der Wanne so-

wie die Hinterfüllung, die Schleppplatten sowie Abdichtung und Belag auf der Brückenplatte erfolgen in Koordination mit den Arbeiten am Damm und dem Trasse der N4 Neuen Axenstrasse.

Für den Bau des Kreisels Schwyzerstrasse (Phase I) muss der Verkehr auf der Kantonsstrasse verschoben werden. Gleiches gilt für den provisorischen Kreisel bei der Schwyzerstrasse. Von den beiden Rampen für die Einfahrt Richtung Süden soll immer eine Rampe für den Verkehr freibleiben.

Über die Dauer der Bauzeit des Morschacher Tunnels wird der Verkehr auf der Schönenbuchstrasse via die Mosistrasse über die Gätzlistrasse umgeleitet. Weitere Arbeiten ausserhalb der bestehenden N4 verlangen keine Massnahmen für die Verkehrsführung. Dies betrifft vor allem den Bau des neuen Autobahndamms. Für die Erschliessung von den Liegenschaften in Unterschönenbuch wird östlich des Unterwerks vom EW Schwyz eine separate Zufahrt ab der Gätzlistrasse erstellt.

Die Arbeiten, für den Anschluss Ingenbohl werden Verkehrsumlegungen auf der N4 nach sich ziehen. Bei Arbeiten auf der bestehenden Stammachse im Bereich vom Anschluss Ingenbohl wird der Verkehr einspurig geführt und je nach Bauphase mittig rechts oder links geführt. Rampen müssen für die Belagserneuerung kurzzeitig gesperrt werden.

7.3 Voreinschnitt und Tagbautunnel Ingenbohl inkl. Lüftungszentrale

Der Voreinschnitt in Ingenbohl liegt praktisch vollständig im Fels. Er wird mit einer Böschungsneigung von 10:1 in mehreren Aushubetappen erstellt. Die Sicherung der Felswand mit Nägeln, Bewehrungsmatten und Spritzbeton folgt sukzessive dem Aushubfortschritt. Das Lösen des Felsens ist je nach Härte mit Abbauhammer möglich oder es kommen Lockerungssprengungen zum Einsatz. Aufgrund der Nähe zur Holcim sind beim Sprengen aus Sicherheitsgründen Abdeckungen mit Matten gegen Schleuderwurf notwendig.

Für den Bau von Voreinschnitt, Lüftungszentrale und Tagbautunnel ist folgender Bauvorgang vorgesehen:

- Voreinschnitt Tagbauten bis auf Höhe Sohle UG Lüftungszentrale
- Erstellen Bergwasserableitung vom Tunnelportal bis zum Rückhaltebecken auf dem Installationsplatz
- Schütten Zufahrtsrampe zwischen Höhe Installationsplatz und Tunnelsohle
- Portalanschlag und Vortrieb Morschacher Tunnel
- Nach Erreichen der Losgrenze in Ort Beginn geschossweises schalen, bewehren und betonieren der Lüftungszentrale während den Ausbauarbeiten im Morschacher Tunnel
- Abdichtung Zentrale und Tagbautunnel, Reinigung Räumlichkeiten, Übergabe an Folgeunternehmer
- Rohbau II (Malerarbeiten, Metallbauarbeiten, Türen und Tore, usw.), Übergabe Räumlichkeiten an Folgeunternehmer
- Installation BSA- und Lüftungsanlagen

- Seitliches Hinterfüllen und Eindecken Lüftungszentrale und Tagbautunnel sowie Geländegestaltung.

7.4 Morschacher Tunnel

7.4.1 Vortriebskonzept

Der Morschacher Tunnel wird im Sprengverfahren ausgebrochen, vom Portal Ingenbohl in Richtung Ort. Von Portal Ort aus startet ein rund 350 m langer Gegenvortrieb bis zur Überquerung mit dem SBB-Fronalptunnel bzw. bis zur Lüftungszentrale Petersort (ebenfalls sprengtechnisch).

Der Vortrieb erfolgt im Vollausbuch bis auf Höhe der Fahrbahnsohle während 4 Arbeitstagen (AT) pro Woche. Am 5. AT wird das Grabenprofil für den Werkleitungskanal (WELK) gesprengt und der Tunnelbrust nachgezogen, jedoch nicht geschüttet; dies erfolgt in einem separaten Arbeitsschritt, zusammen mit dem Einbau des WELK. Beim Antreffen von Zonen mit schlechten Felseigenschaften (Störzonen) kann auf einen Teilausbruch Klotte / Strosse übergegangen werden. Zur Erkundung des anstehenden Gebirges und vor allem auch als Drainage von wassergefüllten Karstsystemen sind systematische Vorauserkundungsbohrungen zwingend.

Aufgrund der Ausbruchbreite von mehr als 18 m sind die Ausstellbuchten in mehreren Arbeitsgängen auszubereiten. Die Aufweitung des Tunnelquerschnitts auf die volle Profilgrösse erfolgt im rückwärtigen Bereich.

Die SOS- und Hydrantennischen, die Notausgänge und die Mittelzentrale werden ebenfalls während den Hauptvortriebsarbeiten im rückwärtigen Bereich sprengtechnisch ausgebrochen und gesichert.

7.4.2 Ausbruchsicherung und Bauhilfsmassnahmen

Die Ausbruchsicherung des ausgebrochenen Hohlraums besteht aus Ankern, Netzen und Spritzbeton. Im Bereich von Störzonen kommen zusätzlich Spiesse als vorausseilende Sicherung zum Einsatz sowie Stahlbogen. Bei den Portalanschlüssen in Ingenbohl und Ort ist ein Rohrschirm vorgesehen.

Die zu erwartenden Sicherungsklassen für den Tunnel sind im geologisch-geotechnischen Längenprofil (Beilage g4) eingetragen. Das gelöste Grabenprofil des WELK verhält sich in der geotechnisch günstigen Geologie standfest.

7.4.3 Überquerung mit zukünftigem ATG-Trasse

(vgl. Beilage f8)

Bei km 128+217 und 128+267 überquert der Morschacher Tunnel zuerst die Ost- und dann die Weströhre des zukünftigen Trasses der ATG-Axentunnels. Der Abstand zwischen der Sohle WELK des Morschacher Tunnels und der Firste der geplanten ATG-Axentunnels beträgt ca. 8.0 m (Oströhre) bzw. 8.9 m (Weströhre).

Beim Bau des Morschacher Tunnels werden keine besonderen Massnahmen im Überquerungsbereich ergriffen, der von der ATG geforderte Minimalabstand von 6.0 m ist eingehalten.

7.4.4 Überquerung SBB-Fronalptunnel

(vgl. Beilage f15)

Bei km 130+344 überquert der Morschacher Tunnel den bestehenden SBB-Fronalptunnel mit einem Abstand Sohle WELK zu First SBB-Tunnel von ca. 4.3 m.

Für den Vortrieb im Überquerungsbereich sind folgende Massnahmen vorgesehen:

- Zustandsaufnahme im SBB-Tunnel vor Baubeginn Morschacher Tunnel, Kernbohrungen zur Erkundung der Felsqualität
- Ev. Ertüchtigungsmassnahmen im Überquerungsbereich vom Bahntunnel aus (Injektionen und / oder Vernagelung der Felsbrücke)
- Installation Überwachungsanlage und permanente Messung der Sprengerschütterungen bereits im Annäherungsbereich zur Kreuzungsstelle
- Reduzierung der Lademengen pro Zündstufe und der Abschlagslängen im Annäherungsbereich, Unterteilung des Profilquerschnittes
- Ev. Sprengungen nur in vorgesehenen Zeitfenstern zwischen zwei Zugsdurchfahrten
- Ev. Ausfräsen des Grabenprofils WELK im unmittelbaren Kreuzungsbereich (je nach Felshärte) oder hydraulisches Spalten mit Dardagerät
- Auswertung der Überwachungskontrolle und ggf. anpassen des Bohr- und Sprengschema.

7.4.5 Baustellenentwässerung

Der Tunnel kann ab Ingenbohl grösstenteils steigend ausgebrochen werden und das anfallende Baustellenwasser läuft im freien Gefälle in einer Baurigole Richtung Portal Ingenbohl ab. Auf den letzten 375 m bis zum Durchschlag in Ort fällt der Tunnel Richtung Süden und es müssen Pumpen eingesetzt werden.

Während der Bauphase erfolgt die Entwässerung im Mischsystem. Im Normalfall ist mit einem kontinuierlichen Wasseranfall (Bergwasser und Brauchwasser) von 10 - 200 l/s zu rechnen. Aufgrund der prognostizierten Geologie besteht jedoch das Risiko, dass der Bergwasseranfall durch das Anfahren eines episodisch wasserführenden Karstsystems sehr stark ansteigen kann. Es wird ein Planungswert von 1'000 l/s angenommen. Die Initiauzuflüsse können noch höhere Werte erreichen, was spezielle organisatorische Massnahmen auf der Baustelle erforderlich macht. Im Portalbereich Ingenbohl ist die Ableitkapazität der nahe gelegenen Vorflut ungenügend. Wasserzuflüsse müssen deshalb in die weiter weggelegene Vorflut gepumpt werden. Um auch einen grossen Wasseranfall bewältigen zu können, wird in Portalnähe ein grosszügig dimensioniertes Auffangbecken von 120 x 30 m und mit einer Tiefe von 2 m erstellt, wo sich mitgeführte / aus einem Karst ausgeschwemmte Sedimente absetzen können. Zudem wird im Auffangbecken eine Ölsperre eingebaut. Nach dem Durchlaufen des Auffangbeckens wird das Wasser in Richtung Muota abgepumpt und im Bereich Grüt in den Fluss eingeleitet. Die Pumpleitung NW 600 mm wird entlang des best. Autobahndammes der N4 auf Konsolen verlegt; sie weist eine Länge von rund 1'800 m auf (siehe Plan Beilage b26).

Beim Antreffen eines wassergefüllten Karstes wird das Wasser rasch möglichst direkt bei der Eintrittsstelle gefasst und mit einer separaten, stets nachgezogenen Leitung zum Portal

bzw. in das Rückhaltebecken abgeführt. Dieses läuft bei einem Anfall von 1'000 l/s nach 2 Stunden voll und überläuft in die Pumpstation. Das Becken wird direkt an die Hangböschung beim Portal Ingenbohl gebaut, für die Randabschlüsse werden Erddämme mit gebrochenem Ausbruchmaterial aus dem Voreinschnitt Ingenbohl angeschüttet. Es weist zwei befahrbare Kammern auf und wird mit einem Belag befestigt, damit die abgesetzten Stoffe periodisch mit einer Ladeschaufel ausgeräumt werden können.

Das normal aus dem Tunnel anfallende Baustellenwasser wird am Portal vorbehandelt (Ölabscheider, Absetzbecken, Neutralisationsanlage, Ausfällung) und bis max. 20 l/s in den Klosterbach abgeleitet (in Abstimmung mit dem aktuell herrschenden Abfluss des Klosterbachs). Grössere Wassermengen ≥ 20 l/s werden in die Muota gepumpt.

Das Abwasser von Werkstatt und Waschplatz wird über einen Koaleszenzabscheider geführt und zusammen mit dem häuslichen Abwasser an die Gemeindekanalisation abgegeben.

Nach dem Durchschlag wird anfallendes Wasser ab dem Hochpunkt 725 m vor dem Portal Ort in freiem Gefälle in Richtung Ort abgeleitet und dort gemeinsam mit dem anfallenden Baustellenwasser aus dem Sisikoner Tunnel vorbehandelt und in den Urnersee abgeleitet.

7.4.6 Verkleidung und Innenausbau

Das Schuttern und der Einbau des WELK ist in einem separaten Arbeitsgang, nach Abschluss der Vortriebsarbeiten vorgesehen. Das Schuttern vollzieht sich von Ingenbohl in Richtung Ort, rückwärtig folgt in einer Linienbaustelle das Verlegen der untersten Entwässerungsleitung, das Betonieren der Sohle, das Versetzen des vorfabrizierten WELK's, das Erstellen der Anschlüsse an den WELK und das Hinterfüllen desselben. Das Ausbruchmaterial aus dem Graben fällt in Ort an.

Die weiteren Verkleidungs- und Innenausbauarbeiten beginnen ab dem Portal Ingenbohl, wenn der WELK-Einbau praktisch abgeschlossen ist. Sie sind in einer weiteren Linienbaustelle organisiert. Folgende Arbeiten werden hintereinander resp. gleichzeitig ausgeführt:

- Aufbringen Abdichtungsträger, Verlegen Gewölbedrainage und Abdichtung
- Betonieren Sockel, Innengewölbe und Zwischendecke
- Fertigstellungsarbeiten: Verlegen Randsteine, Schlitzrinne und Betonieren Bankette.

Der Ausbau von SOS- und Hydrantennischen, Notausgängen und der Zentrale Mitte erfolgt noch vor der Durchfahrt der Gewölbeschulung Tunnel.

7.4.7 Rohbau II

Nach Abschluss des Banketteinbaus beginnen die Belagsarbeiten mit dem Einbau von Fundation, Trag- und Binderschicht. Der Deckbelags wird zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut.

Anschliessend an die Belagsarbeiten erfolgt die Tunnelbeschichtung bestehend aus Grob- und Feinspachtel sowie dem eigentlichen Farbanstrich. Die Tunnelbeschichtung wird bis unter die Auflagnocken der Zwischendecke aufgebracht, die Untersicht der Zwischendecke wird mit einer Hydrophobierung versehen.

7.5 Entwässerungsstollen Ingenbohl

7.5.1 Voreinschnitt und Baugrube Ingenbohl

Für den Start des TBM-Vortriebs ist in Ingenbohl ein Voreinschnitt mit einer Höhe von bis zu 8 m zu erstellen. Die temporäre Böschungssicherung erfolgt mittels Nägeln und Spritzbeton. Die Baugrubensohle für die Installation der TBM liegt auf Kote 441 m ü.M. und somit über dem Normal-Grundwasserspiegel des Felderboden.

7.5.2 Zuleitung Ingenbohl

Die Zuleitung ab dem Vorplatz beim Portal Ingenbohl folgt anfänglich dem Hangfuss und wird in einem offenen Graben erstellt. Der Abschnitt der Bergwasserleitung vom Vereinigungsschacht bis zum Entwässerungsstollen (L = 105 m) kommt in den Berg zu liegen; diese Strecke wird mittels Microtunneling ausgeführt. Dazu ist am Hangfuss eine Baugrube zu erstellen. Die Baugrube sowie auch der Graben der Zuleitung liegen im Grundwasser und müssen entsprechend abgedichtet werden.

Im Übergangsbereich, in welchem die Zuleitung mit dem Entwässerungsstollen zusammengeführt wird, ist die Sohle des Stollens im Sprengvortrieb anzupassen.

Unterquerung zukünftiges ATG-Trasse

Rund 50 m nach dem Vereinigungsschacht auf dem Vorplatz beim Portal Ingenbohl unterquert die Zuleitung zum Entwässerungsstollen das zukünftige ATG-Trasse „Uri-Berg lang“, sowie das dazugehörige Bahntechnikgebäude. Der Abstand zwischen dem Unterbau der neuen ATG-Gleise resp. dem Tagbautunnel und der einbetonierten Leitung beträgt nur wenige cm.

7.5.3 Entwässerungsstollen

Die gesamte Felsstrecke wird mittels einer offener Hartgesteins-TBM von Ingenbohl fallend in Richtung Brunnen See aufgefahren.

Die Ausbruchssicherung besteht aus Ankern, Netzen und Spritzbeton. Wo geologisch / statisch möglich, wird lediglich ein Kopfschutz ausgeführt, ansonsten wird der Fels roh belassen. Bereiche von Störzonen und Verkarstungen sind mit Stahlbogen zu verstärken.

Wo ein Ausbau erforderlich wird, ist dieser einschalig ohne Abdichtung. Spritzbetonverkleidung als Ergänzung der Ausbruchssicherung ist einzig in den Portalbereichen, im Bereich der Unterquerung SBB und im Bereich von Störzonen geplant. Die Betonsohle wird nach Abschluss der Vortriebsarbeiten rückbauend von Brunnen See in Richtung Ingenbohl erstellt.

Unterquerung SBB-Morschachtunnel

Ca. 45 m vor dem bergmännischen Portal beim Vierwaldstättersee unterquert der Entwässerungsstollen den unter Betrieb stehenden SBB-Morschachtunnel fast rechtwinklig, auf einer Länge von ca. 10 m. Der minimale Abstand zwischen Bahntunnel und Entwässerungsstollen beträgt rund 2.4 m. Der SBB-Tunnel wurde im Jahre 2007 saniert und besitzt über grosse Strecken ein gemauertes Gewölbe.

Der gefräste Ausbruch des Entwässerungsstollens stellt bezüglich Erschütterungsproblematik und Auflösung des Felsverbandes eine günstige Vortriebsmethode dar. Mit einer Be-

einträchtigung des SBB-Tunnels muss in den vorherrschenden günstigen Felsverhältnissen (Drusberg-Kalk) nicht gerechnet werden.

Für den Vortrieb im Unterquerungsbereich sind folgende Massnahmen vorgesehen:

- Zustandsaufnahme im SBB-Tunnel frühzeitig vor Baubeginn, Kernbohrungen zur Erkundung der Felsqualität / Sondierung eines eventuell vorhandenen Sohlgewölbes
- Ev. Ertüchtigungsmassnahmen im Unterquerungsbereich vom Bahntunnel aus (Injektionen und / oder Verstärkung der Sohle)
- Installation Überwachungsanlage und permanente Messung der Erschütterungen bereits im Annäherungsbereich der Kreuzungsstelle.

7.5.4 Voreinschnitt und Baugrube Vierwaldstättersee mit Auslaufbauwerk (Beilage f55)

Im Voreinschnitt am Vierwaldstättersee wird der Bohrkopf der TBM demontiert. Die restliche Vortriebsausrüstung wird nach Ingenbohl zurückgezogen. Die Baugrube liegt unmittelbar an der steilen Felswand, im Bereich der geschütteten Uferlage. Sie liegt teilweise im Grundwasser und ist somit mittels Spundwänden und wasserdichter Betonsohle abzuschliessen.

Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten werden der Zugangsschacht in Stahlbeton und der Auslauf als Rohrleitung in den Vierwaldstättersee erstellt. Der Zugangsschacht zum Entwässerungstollen ist im Betriebszustand über den Uferweg erschlossen.

7.5.5 Baustellenentwässerung

Der Vortrieb ab Ingenbohl erfolgt fallend; das anfallende Baustellenwasser muss Richtung Portal Ingenbohl abgepumpt werden.

Während der Bauphase erfolgt die Entwässerung im Mischsystem. Im Normalfall ist mit einem kontinuierlichen Wasseranfall (Bergwasser und Brauchwasser) von < 20 l/s zu rechnen. Durch die Wahl der Bauzeit während den Wintermonaten kann das Risiko für einen grösseren Bergwasseranfall während dem Vortrieb stark reduziert werden. Die Ableitung im Portalbereich Ingenbohl erfolgt analog dem Morschacher Tunnel und ist im Kapitel 7.4.5 beschrieben.

7.6 Zugangsstollen und Lüftungszentrale Petersort

Der Zugangsstollen und die Lüftungszentrale Petersort werden mit Ausnahme des Portalanschlags (ca. 5 m) vom Morschacher Tunnel her ausgebrochen, nach dem Durchschlag mit dem Gegenvortrieb ab dem Portal Ort. Aufgrund der grossen Abmessungen ist der Ausbruchquerschnitt der Zentrale zu unterteilen. Als Ausbruchsicherung werden vorwiegend Felsanker, Netze und Spritzbeton eingesetzt. Der Ausbruch von Zugangsstollen und Abluftstollen erfolgt im Vollausbuch. Der Abluftschacht wird entweder im Aufbruchverfahren von unten nach oben ausgebrochen oder von oben her, im Raise-Drill-Verfahren. Das Ausbruchmaterial fällt somit am Schachtfuss an und wird über das Portal Ingenbohl abtransportiert.

Der arbeitsintensive Ausbau der Lüftungszentrale liegt auf dem terminkritischen Weg und beginnt so rasch als möglich, unabhängig von den Bauarbeiten im Tunnel.

7.7 Betriebsanschluss Ort

Vorgängig zu den Bauarbeiten im Bereich Offene Strecke Ort wird ein ca. 220 m langer Schutztunnel über das bestehende SBB-Gleis gebaut. Bis zur fertigen Erstellung des Voreinschnittes führt der seeseitige Fahrstreifen der Axenstrasse zusammen mit dem Rad-/Fussweg über diesen Schutztunnel. So liegt in einer ersten Phase die bestehende Axenstrasse seeseitig frei und kann in diesem Bereich erneuert werden. In dieser Phase werden das Stapelbecken unterhalb der Axenstrasse und die seeseitigen Kunstbauten erbaut, soweit wie die Platzverhältnisse mit dem temporären Schutztunnel dafür ausreichen. Im verbleibenden Bereich von insgesamt 80-90 m Länge werden die Kunstbauten zu einem späteren Zeitpunkt erstellt.

In der Folge wird der bergseitige Fahrstreifen der bestehenden Axenstrasse auf die umgebaute Axenstrasse seeseitig verlegt, und der Voreinschnitt sowie die Stützbauwerke auf der bergseitigen Fahrbahnseite gebaut. Sobald diese fertiggestellt worden sind, steht genügend Installationsfläche zur Verfügung sodass der Gegenvortrieb beider Tunnels und deren Tagbaubereiche sowie die Flügelmauern ausgeführt werden können. Anschliessend beginnt der nächtliche Rückbau des Schutztunnels über den SBB-Gleisen und seiner Anschlüsse. Parallel dazu werden die noch verbleibenden seeseitigen Kunstbauten erstellt. Dafür wird der Verkehr wieder auf die Bergseitige umgelegt und im Baustellenbereich mittels Lichtsignalbetrieb einstreifig geführt. Zum Schluss wird das Trasse der Axenstrasse definitiv fertiggestellt, und beide Fahrstreifen können auf der umgebauten Axenstrasse betrieben werden.

7.8 Voreinschnitt und Tagbautunnel Ort

Der Voreinschnitt in Ort wird nach der Erstellung des Schutzes gegen Naturgefahren (Steinschlagschutznetze, teilweise zur Aufnahme von Murgängen modifiziert), des Schutztunnels über der SBB und den seeseitigen Stützbauwerken erstellt. Im Gebiet des Voreinschnitts ist der Kieselkalk teilweise von mächtigen Lockergesteinsschichten überlagert. Im Bereich der Lockergesteine wird daher in Etappen eine verankerte Elementwand mit Neigung 5:1 als Baugrubensicherung erstellt. Nach Abschluss der Bauarbeiten wird die Wand mit Natursteinen verkleidet und bildet das endgültige Stützbauwerk. Im unteren, im Fels liegenden Teil des Voreinschnitts hat die Baugrube Böschungsneigungen von 10:1. Die Sicherung der Felsoberfläche mit Nägeln, Bewehrungsmatten und Spritzbeton folgt sukzessive dem Aushubfortschritt. Auf Grund der Nähe zur Axenstrasse, der Bahnlinie sowie von Liegenschaften entlang dem Seeufer sind beim Sprengen aus Sicherheitsgründen Abdeckungen mit Matten gegen Schleudwurf notwendig, und wegen dem Sprengknall muss der Verkehr auf der Axenstrasse jeweils kurz vor einem Abschlag angehalten werden.

Für den Bau von Voreinschnitt, Tagbautunnel und bergseitige Stützkonstruktionen ist nach Fertigstellung der talseitigen Stützkonstruktionen folgender Bauvorgang vorgesehen:

- Erstellung Rohbau Elementwand bis auf Felsoberfläche

- Fertigstellung Voreinschnitt bis auf Niveau Foundation der Tagbautunnel und der Futtermauer
- Gegenvortriebe Sisikoner Tunnel und Morschacher Tunnel
- Erstellung der Tagbautunnel und des WELK zwischen den beiden Portalen in Ort
- Parallel zur Erstellung der Tagbautunnel Erstellung des Rohbaus der Futtermauer und der Flügelmauern
- Erstellung der Natursteinverkleidungen der Elementwand, der Futtermauer und der Flügelmauern
- Umgebungsarbeiten.

7.9 Lüftungszentrale Ort

Die Realisierung der Lüftungszentrale Ort erfolgt im Wesentlichen in drei Etappen:

- Nach dem Bau des SBB-Schutz隧nels über die Gleisanlage werden der Flucht- und der Abluftstollen im Sprengvortrieb ausgebrochen
- Im Anschluss wird die eigentliche Zentrale als Hochbau errichtet. Abschliessend kann das überquerende Bauwerk über die SBB erstellt werden
- Am Schluss erfolgt die Abdichtung Dach, Erstellung der Fassade und der Umgebung.

Die Ausrüstung der Zentrale inkl. Werkleitungen erfolgt in Koordination mit dem Innenausbau des Sisikoner Tunnels.

7.10 Sisikoner Tunnel

7.10.1 Vortriebskonzept

Der Vortrieb des Sisikoner Tunnels erfolgt im Sprengvortrieb vom Ende des Erschliessungstollens Dorni aus, gleichzeitig in Richtung Norden (gegen das Portal Ort hin) sowie in Richtung Gumpisch (Süd). Von Ort aus ist ein rund 450 m langer Gegenvortrieb bis kurz vor den Hochpunkt geplant. Zusätzlich erfolgt ab dem Voreinschnitt Gumpisch ein ca. 475 m langer Gegenvortrieb Richtung Norden bis zur Lüftungszentrale Buggi.

Der Vortrieb erfolgt im Vollausbuch mit Ausnahme des Ausbruchs für den Werkleitungskanal (WELK) sowie in den Bereichen mit Sohlgewölbe (Palfris-Mergel). Der WELK wird im Tunnelprofil mit flacher Sohle gesprengt, jedoch nicht geschuttert, dies erfolgt erst unmittelbar vor dem Einbau des WELK. In der Strecke mit Sohlgewölbe (Palfris-Mergel) wird der Ausbruchquerschnitt unterteilt in einen Kalottenausbruch mit regelmässigem Nachziehen von Strosse / Sohle. Beim Antreffen von Zonen mit schlechten Felseigenschaften kann ebenfalls auf einen Teilausbruch Kalotte / Strosse übergegangen werden. Zur Erkundung des anstehenden Gebirges sind systematische Vorauserkundungsbohrungen zwingend, welche zusätzlich auch als Drainage von wassergefüllten Karstsystemen dienen.

Die SOS- und Hydrantennischen sowie die Ausstellbuchten mit Notausgängen der Zentrale Mitte werden während den Hauptvortriebsarbeiten im rückwärtigen Bereich ausgebrochen und gesichert.

7.10.2 Ausbruchsicherung und Bauhilfsmassnahmen

Die Ausbruchsicherung des Gewölbes besteht überwiegend aus Ankern, Netzen und Spritzbeton. Im Bereich von Störzonen kommen Spiesse als vorausseilende Sicherung sowie Stahlbogen zum Einsatz.

Im Bereich Ort wird auf einer Strecke von ungefähr 30 m Lockergestein im First- und Kämpferbereich erwartet, weshalb der Vortrieb unter dem Schutze eines vorausseilenden Rohrschirmes im Teilausbruch Kalotte / Strosse geplant ist.

7.10.3 Überquerungen SBB

(vgl. Beilage f26)

Bei km 130+932 überquert der Sisikoner Tunnel den bestehenden SBB-Fronalptunnel mit einem Abstand Sohle WELK zu First SBB-Tunnel von ca. 4.5 m.

Für den Vortrieb des Überquerungsbereiches sind folgende Massnahmen vorgesehen (vgl. auch Kapitel 7.4.4, Überquerung SBB-Fronalptunnel mit Morschacher Tunnel):

- Ertüchtigungsmassnahmen Überquerungsbereich vom Bahntunnel aus
- Reduzierung der Lademengen pro Zündstufe und der Abschlagslängen beim Ausbruch des Sisikoner Tunnels
- Unterteilung des Profilquerschnitts
- Ev. Sprengungen nur in vorgesehenen Zeitfenstern zwischen zwei Zugsdurchfahrten
- Erschütterungsmessungen während den Vortriebsarbeiten
- Überwachungs- und Kontrollmessungen vor, während und nach den Vortriebsarbeiten.

Weiter quert der Sisikoner Tunnel beim km 134+465 das Berggleis des SBB-Stutzeck-Axenbergtunnels mit einem Abstand Sohle WELK zu First SBB-Tunnel von rund 27 m. Für den Vortrieb im Überquerungsbereich sind voraussichtlich keine weiteren Ertüchtigungsmassnahmen im Überquerungsbereich erforderlich, der Ausbruchquerschnitt wird ggf. unterteilt und der Bahntunnel überwacht.

7.10.4 Querung Abbaugebiet Lünten

Der Sisikoner Tunnel quert zwischen ca. km 131+900 und 132+510 das Projekt „Abbaugebiet Lünten“. Während den nächsten Jahrzehnten soll hier ca. 4.25 Mio. m³ Gestein unterirdisch abgebaut und vermarktet werden.

Im betroffenen Bereich sind seitens Sisikoner Tunnel eine Ausstellbucht und eine Mittelzentrale geplant. Das Projekt „Abbaugebiet Lünten“ sieht einen Zugangsstollen vor, welcher den Sisikoner Tunnel mit knappem Abstand überquert und der geplanten Ausstellbucht mit Mittelzentrale durch eine geeignete Linienführung ausweicht. Der Zugangsstollen wird vorgängig erstellt, später sind hinter dem Sisikoner Tunnel Kavernen für den Steinabbau geplant.

Gemäss heutigem Wissensstand dürfte der Sisikoner Tunnel vorgängig zum Abbaugebiet Lünten realisiert werden, bevor dort die Gesteinsgewinnung auf den oberen Ausbruchsflächen stattfindet; im Strassentunnel sind in diesem Zusammenhang keine zusätzlichen Baumassnahmen geplant.

Das Abbaugebiet Lüntigen (und somit auch der Sisikoner Tunnel in diesem Bereich) liegt im Kieselkalk (Mäuerchenkalk und knolliger Kieselkalk). Der Kieselkalk weist bautechnisch günstige felsmechanische Eigenschaften auf und ist demzufolge für einen bergmännischen Vortrieb sehr gut geeignet. Dafür ist in diesem Gestein die Ausbreitung von Erschütterungen und Körperschall aufgrund der Gesteinshärte ungünstig.

Bei der späteren unterirdischen Steingewinnung müssen durch das Projekt „Abbaugebiet Lüntigen“ verschiedene Anforderungen für den Bau und den Betrieb der Anlagen eingehalten werden, welche in einer Vereinbarung zwischen der Bauherrschaft und dem Abbaugebiet Lüntigen festzuhalten sind.

7.10.5 Unterquerung Riemenstaldnertal

Bei km 133+589 unterquert der Sisikoner Tunnel das Riemenstaldnertal und den Riemenstaldnerbach mit einer minimalen Überdeckung von 35 m. Da sich in diesem Bereich gefasste Quellen und Grundwasserschutzzonen befinden, sind in diesem Bereich spezielle Massnahmen vorzusehen.

Die Beurteilung der Situation, die Risikoabschätzung, der Nachweis der hydraulischen Unbedenklichkeit, sowie die Schlussfolgerungen und Empfehlung werden in der Aktennotiz Unterquerung der Grundwasserschutzzonen S2 und S3 im Bereich Riemenstaldnertal (vgl. **Beilage i**) erläutert. Die folgenden Massnahmen sind u.a. vorgesehen:

- Vortriebsmassnahmen: schonender Vortrieb, Abdichtungsmassnahmen
- Überwachungsmassnahmen: Überwachung der Quellen, Alarmdispositiv
- Ersatzwasserbeschaffung: Notfall- und Ersatzwasserkonzept.

7.10.6 Unterquerung Buggital

Bei km 134+522 wird das Buggital mit einer minimalen Überdeckung von ca. 13 m unterquert. Laut geologischem Bericht ist in diesem Bereich standfester Fels zu erwarten. Darum sind keine weiteren speziellen Massnahmen während dem Vortrieb und im Betriebszustand vorgesehen.

7.10.7 Überquerung Ausfahrtstunnel Gumpisch

Bei km 134+808 wird der Ausfahrtstunnel (AT) Gumpisch mit einem Abstand Sohle WELK im Sisikoner Tunnel zu First AT Gumpisch von nur ca. 1.10 m überquert. Der AT Gumpisch wird nachträglich zum Gegenvortrieb Sisikoner Tunnel ausgebrochen.

Im Kreuzungsbereich der beiden geplanten Tunnels sind folgende Massnahmen vorgesehen:

- Grabenausbruch WELK im Sisikoner Tunnel bis auf die künftige Kalotte des AT Gumpisch
- Ausbildung der Sohle WELK im Sisikoner Tunnel als massive Brückenplatte
- Schonender Ausbruch der Kalotte AT Gumpisch und Stützung der unterfahrenen WELK-Sohle mit sukzessivem Einbau von Stahlbögen
- Innenverkleidung AT Gumpisch über drei Gewölbeblöcke bewehrt
- Überwachungs- und Kontrollmessungen vor, während und nach den Vortriebsarbeiten.

7.10.8 Baustellenentwässerung

Das im Tunnelvortrieb anfallende Baustellenabwasser und einsickerndes Bergwasser fliesst durch den Erschliessungstollen ab und wird auf dem Installationsplatz Dorni in einer Kompaktanlage behandelt. Das geklärte Wasser wird dem Dornibach bzw. dem Urnersee zugeleitet. Bei grösserem Wasseranfall wird die Eintrittsstelle möglichst rasch gefasst und mit einer separaten, stets nachgezogenen Leitung direkt der Vorflut zugeführt.

7.10.9 Verkleidung und Innenausbau

Das bewehrte Sohlgewölbe in der Strecke im Palfris-Mergel (südlich vom Fusspunkt des Erschliessungstollens an den Sisikoner Tunnel) wird noch während den laufenden Vortriebsarbeiten eingebaut. Dazu sind vom Unternehmer spezielle organisatorische Massnahmen zu treffen um gegenseitige Behinderungen Vortrieb / Sohlensausbau zu vermeiden.

Das Schuttern und der Einbau des WELK erfolgt in einem separaten Arbeitsgang nach Abschluss der Vortriebsarbeiten. Das Schuttern erfolgt von Dorni in Richtung Gumpisch für den südlichen Teil des Sisikoner Tunnels, und von Ort in Richtung Dorni für den nördlichen Teil. Das Ausbruchmaterial fällt demnach beim Portal Gumpisch bzw. beim Zwischenangriff Dorni an. Der Abschnitt „Gegenvortrieb Ort“ wird von Ort aus geschuttern. In einer rückwärtigen bzw. separaten Linienbaustelle erfolgt der Einbau des WELK, analog im Morschacher Tunnel (vgl. Kapitel 7.4.6).

Die Verkleidungs- und Innenausbauarbeiten starten ab dem Zwischenangriff Dorni in beide Richtungen (bis Portal Ort und Portal Gumpisch). Praktisch nach Abschluss des WELK-Einbaus werden folgende Arbeiten in Linienbaustellen hintereinander resp. gleichzeitig ausgeführt:

- Aufbringen Abdichtungsträger, Verlegen Gewölbedrainage und Abdichtung
- Betonieren Sockel, Gewölbe und Zwischendecke
- Fertigstellungsarbeiten: Verlegen Randsteine, Schlitzrinne und Betonieren Bankette.

Der Ausbau von SOS- und Hydrantennischen, Notausgängen und Mittelzentralen beginnt noch vor der Durchfahrt der Gewölbeschulung Tunnel.

7.10.10 Rohbau II

Nach Abschluss des Banketteinbaus beginnen die Belagsarbeiten mit dem Einbau von Foundation, Trag- und Binderschicht. Der Deckbelag wird zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut.

Anschliessend an die Belagsarbeiten erfolgt die Tunnelbeschichtung bestehend aus Grob- und Feinspachtel sowie dem eigentlichen Farbanstrich. Die Tunnelbeschichtung wird bis unter die Auflagnocken der Zwischendecke aufgebracht, die Untersicht der Zwischendecke wird mit einer Hydrophobierung versehen.

7.11 Erschliessungstollen Dorni

Auch der Erschliessungstollen Dorni wird sprengtechnisch, im Vollausschub vorgetrieben. Beim Antreffen von Zonen mit schlechter Felseigenschaft kann auf einen Teilausschub Klotze / Strosse übergegangen werden.

Die Fertigstellung mit Spritzbeton-Innengewölbe und definitiver Sohle reiht sich an die Ausbauarbeiten im Sisikoner Tunnel. Der Bau der Portalkonstruktion gegen am Ende der Arbeiten vollendet den Erschliessungstollen Dorni.

7.12 Zugangstollen und Lüftungszentrale Buggi

Der Zugangstollen und die Lüftungszentrale werden vom Portal Gumpisch, durch den Gegenvortrieb Sisikoner Tunnel, ausgebrochen. Die Lüftungszentrale Buggi liegt auf dem terminkritischen Weg. Dank dem Gegenvortrieb ab Gumpisch wird die Stabilität und Flexibilität des Bauprogramms massiv erhöht. Der Lüftungsschacht wird konventionell von oben nach unten abgeteuft. Der aufwändige Ausbau der Lüftungszentrale beginnt sofort im Anschluss an den Ausbruch.

7.13 Ausfahrtstunnel Gumpisch

Der Ausfahrtstunnel (AT) Gumpisch wird im Sprengvortrieb von Gumpisch nach Buggi ausgebrochen. Der Vortrieb erfolgt fallend im Vollausbuch. Beim Antreffen von Zonen mit schlechten Felseigenschaften kann auf einen Teilausbruch Kalotte / Strosse übergegangen werden. Zur Erkundung des anstehenden Gebirges sind systematische Vorauserkundungsbohrungen vorgesehen, welche zusätzlich auch als Drainage von wassergefüllten Karstsystemen dienen.

Die Nischen, der Notausgang zum Sisikoner Tunnel sowie die Zentrale AT Gumpisch mit Fluchtverbindung zum Sisikoner Tunnel werden sofort nach Abschluss des Tunnelvortrieb ausgebrochen.

Der Ausbau und die Fertigstellung des AT Gumpisch ist unabhängig vom Ausbau des Sisikoner Tunnels möglich und erfolgt ab dem Portal Gumpisch.

Im Portalbereich Buggi quert der AT Gumpisch den bestehenden SBB-Stutzeck-Tunnel mit einem Abstand First – Sohle von rund 26 m. Für den Vortrieb im Überquerungsbereich sind voraussichtlich keine weiteren Ertüchtigungsmassnahmen im Überquerungsbereich erforderlich, der Ausbruchquerschnitt wird unterteilt und der Bahntunnel überwacht.

7.14 Anschluss Gumpisch

7.14.1 Allgemeiner Bauablauf

Die N4 Neue Axenstrasse im Bereich Anschluss Gumpisch muss in mehreren Phasen erstellt werden. Im Überblick handelt es sich dabei um folgende Phasen:

- Phase 0: Ausführung Vorbereitungsarbeiten -> Steinschlagschutznetze zum Schutz der Baustelle gegen Naturgefahren (definitive Ausführung des Steinschlagschutzes auch für den Betrieb der Axenstrasse) und Hilfsbrücke für die provisorische Verkehrsführung
- Phase 1: Baugrubenaushub und laufende Baugrubensicherung für den Voreinschnitt. Im Verlauf dieser Arbeiten ist der Gumpischbach in eine provisorische Bachunterführung zu verlegen

- Phase 2: Gegenvortrieb Sisikoner Tunnel und Bau des Ausfahrtstunnels (AT) Gumpisch (Vortrieb, Ausbau, Innenausbau). Schliesslich folgt der Rückbau der Gumpischbachbrücke
- Phase 3: Etappierte Erstellung der Galerie Gumpisch. Die Fertigstellung des AT Gumpisch inkl. der Ausrüstung BSA ist dann ab dem Portal Buggi möglich. Am Ende dieser Phase wird die Hilfsbrücke rückgebaut und das beanspruchte Gelände renaturiert.

7.14.2 Hilfsbrücke Gumpisch

Die Hilfsbrücke wird im Zuge der Vorbereitungsarbeiten in der Phase 0 erstellt. Sie bleibt über mehrere Jahre während den Arbeiten für den Voreinschnitt, dem Gegenvortrieb des Sisikoner Tunnels, den Bauarbeiten am AT Gumpisch und den Hauptarbeiten für die Galerie Gumpisch bestehen. Die Hilfsbrücke führt den Verkehr der alten Axenstrasse im Gegenverkehr talseitig des heutigen Trassees über das Gumpischtal und schafft den erforderlichen Platz für die Bauarbeiten der N4 Neuen Axenstrasse. Auf der Talseite der Konstruktion ist das Rad- und Fusswegprovisorium angeordnet. Für das Erstellen der Hilfsbrücke muss die seeseitige Spur der Axenstrasse temporär gesperrt werden (für grössere Montagetarbeiten sowie für das Betonieren der Fahrbahnplatte). Die Verkehrsregulierung bedarf einer Lichtsignalanlage.

Während dem Bau der letzten Etappen der Galerie Gumpisch (Phase 3) wird die Hilfsbrücke etappenweise wieder rückgebaut, so kann der verbleibende Teil der Hilfsbrücke während den Abschlussarbeiten an der Galerie Gumpisch noch als Installationsfläche genutzt werden.

Die im Projekt vorgesehene Hilfsbrücke ist als Stahl-Beton-Verbundbrücke mit handelsüblichen Walzprofilen konzipiert, die maximale Spannweite beträgt ca. 30 m. Die Foundation der Stahltürme erfolgt mit Mikropfählen, die Fundamente werden mit vorgespannten Ankern gesichert, welche in den Felsuntergrund reichen. Im Sinne der mehrjährigen Nutzung der Brücke wird die Fahrbahnplatte abgedichtet und ein mindestens 2-lagiger Gussasphaltbelag eingebaut. Das Strassenabwasser wird gefasst und den bestehenden Entwässerungsleitungen zugeführt. Beidseitig der Fahrbahn werden Leitschranken gemäss der ASTRA-Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme angeordnet. Auf der Aussenseite des Rad- und Gehwegs wird ein Geländer montiert.

7.14.3 Galerie Gumpisch

(vgl. Beilage b38)

Die Galerie Gumpisch wird in folgenden 4 Etappen erstellt, die genaue Etappierung ist im Bauphasenplan ersichtlich:

- Etappe 1: Erstellen des Hauptteils der Galerie Gumpisch (Teile der Bodenplatte, gesamte Rückwand, Teile des Galeriedachs, permanente Verankerung) inklusive Bachüberführung des Gumpischbachs und talseitigem Tosbecken. Während dieser Etappe wird sämtlicher Verkehr auf der bestehenden Axenstrasse sowie die Radfahrer und Fussgänger über die Hilfsbrücke geführt. Für den Bau von Teilen der Bodenplatte nördlich des bestehenden Tunnels Gumpisch Süd ist die einspurige Verkehrsführung mit Lichtsignalanlagen erforderlich.

- Etappe 2: Fertigstellung der Foundation der Bodenplatte und des auskragenden Rad- und Fusswegs der Galerie Gumpisch nördlich des Tunnels Gumpisch Süd. Hierfür muss eine provisorische Überleitung für die Rad- und Fussgänger auf die Hilfsbrücke erstellt werden. Die südlichen zwei Felder der Hilfsbrücke müssen rückgebaut werden. Die Verkehrsführung erfolgt durch den bestehenden Tunnel Stutzegg und durch die bereits erstellten Teile der Galerie. Für die Ausführung dieser Arbeiten ist die einspurige Verkehrsführung mit Lichtsignalanlagen erforderlich.
- Etappe 3: Erstellung der Zufahrtsrampe auf die Galerie Gumpisch Süd sowie die Fertigstellung des Galeriedachs nördlich des Tunnels Gumpisch Süd. Die Verkehrsführung entspricht derjenigen der Etappe 2. Für die Erstellung und den Rückbau des Lehrgerüsts sind kurzzeitige Vollsperrungen (z.B. an Wochenenden oder nachts) erforderlich.
- Etappe 4: Fertigstellung der Galerie unmittelbar südlich des Tunnels Stutzegg (Foundation, Bodenplatte, Rückwand inkl. Verankerung, Auskragung und Galeriedach). Im Vorfeld dieser Arbeiten muss die Hilfsbrücke komplett rückgebaut werden und eine provisorische Verbindung für die Rad- und Fussgänger talseitig der Baustelle eingerichtet werden. Da die Platzverhältnisse extrem eng sind, muss für diese Phase der Tunnel Stutzegg komplett gesperrt werden. Der Verkehr muss während diesen Arbeiten im Gegenverkehr durch den neu erstellten AT Gumpisch geleitet werden.

7.15 Bauwerksüberwachungen

Generell werden die im Einflussbereich des Projektes liegenden Gebäude (ca. ± 30 m Abstand) kurz vor, während und kurz nach der Bauphase geodätisch überwacht. Ebenfalls werden die Werkleitungen, welche sich im unmittelbaren Bereich des Projektes befinden, kontrolliert. Erschütterungsüberwachungen sind bei Gebäuden mit Abstand \leq ca. 100 m durchzuführen.

Die Bereiche der Überquerungen des SBB Fronalptunnels, des SBB Morschachtunnels, des SBB Stutzegg-Axenbergtunnels sowie des Ausfahrttunnels Gumpisch sind mittels Erschütterungs- und geodätischen Messungen beobachtet.

Ausserdem ist geplant, im Bereich der Offene Strecke Ort sowie des Installationsplatzes Dorni das Seegleis der SBB geodätisch zu überwachen, da die Installationen in dessen unmittelbare Nähe reichen.

Da im Bereich der Offene Strecke Ort die Vortriebsarbeiten nahe an den SBB Ölbergtunnel, im Bereich Dorni an die bestehende Galerie und im Bereich Buggi / Gumpisch nahe an die Stutzegg Tunnel reichen, sind diese während den Bauarbeiten auf Erschütterungen zu überprüfen.

Zudem sind beim Installationsplatz Dorni die hangseitigen Gebäude voraussichtlich messtechnisch zu überwachen.

Im laufenden Vortrieb sind neben den regelmässigen Konvergenzmessungen zusätzlich bei heiklen Bereichen wie z.B. Über-/ Unterquerungen oder systematisch im Bereich des Palfris-Mergel (Quellerscheinungen) durchzuführen.

Die Voreinschnitte in den Bereichen Offene Strecke Ort, Installationsplatz Dorni und Anschluss Gumpisch werden mittels Inklinometer und zusätzlich geodätischen Messungen

überwacht, bei den restlichen Voreinschnitten erübrigen sich nach heutigem Kenntnisstand weitere Inklinometerüberwachungen.

7.16 Baustellenerschliessung und Installationsplätze

7.16.1 Ingenbohl

(vgl. Beilage b26)

Der Hauptinstallationsplatz für den Bau des Morschacher Tunnels liegt zwischen dem Nordportal in Ingenbohl und der heutigen Nationalstrasse N4 (Zufahrt Mositunnel). Auf einer Fläche von 39'000 m² sind folgende Anlagen / Flächen vorgesehen: Magazin, Werkstatt, Betonanlage, Wasserbehandlung, Absetzbecken, mobiler Brecher und Lagerflächen. Die Installationsfläche liegt teilweise auf dem Gelände der Holcim. Der Betrieb der Holcim wird durch die Bauinstallationen und später durch die N4 Neue Axenstrasse betroffen.

Nördlich der Schönenbuchstrasse sind Flächen von rund 11'050 m² für Büros, Umschlag von Ausbruchmaterial, Infozentrum, Unterkünfte und Parkplätze geplant. Östlich des Unterwerkes der CKW sind rund 17'800 m² ausgewiesen, welche der Holcim als Ersatz für die von den technischen Installationen belegte Fläche zwischen dem Autobahndamm und dem Portal während der Bauzeit des Morschacher Tunnels zur Verfügung gestellt werden. Die Fläche wird mittels einer Unterführung ab dem Werkgelände der Holcim erschlossen. Die Schönenbuchstrasse wird während der Bauzeit provisorisch über die Gätzlistrasse umgeleitet, zur Erschliessung von Unterschönenbuch wird eine Erschliessungsstrasse ab der Gätzlistrasse erstellt.

Flächen für die Deponie von Ober- und Unterboden aus dem gesamten Projektperimeter N4 Neue Axenstrasse sind nördlich der Deponie Schweigacher sowie auf der anderen Seite der heutigen Autobahn N4 nördlich der Schönenbuchstrasse geplant. Es werden insgesamt 27'100 m² benötigt. Das bestehende Gebäude auf der Parzelle 1483 muss abgebrochen werden.

Für Ausbruchmaterial, welches auf der Baustelle aufbereitet und wieder verwendet wird, bestehen Zwischenlagermöglichkeiten auf dem, zum Ausführungszeitpunkt nicht mehr benötigten Installationsplatz für den Sicherheitsstollen des Mositunnels im Portalbereich des Mositunnels sowie nördlich des Anschlusses Brunnen. Beim Anschluss Brunnen wird zudem eine Fläche von 5'600 m² als Ersatzfläche für das Tiefbauamt und den Betrieb ausgewiesen, da im Bereich des Werkhofes Flächen durch Bauinstallationen belegt werden.

Die Erschliessung der Baustelle erfolgt ab einem provisorischen Kreisel auf der Schwyzerstrasse, östlich der Autobahnausfahrt Brunnen (vgl. Kapitel 3.1.2). Entlang des Autobahndamms der N4 wird die bestehende Güterstrasse Höchenen als 2-spurige Baupiste ausgebaut. Der Bauverkehr gelangt so via Mosi- und Schönenbuchstrasse zum Installationsplatz. Der Werkverkehr der Holcim kann die Baupiste mitbenutzen; so kann das Wohnquartier Gätzli während der Bauphase praktisch von jeglichem Durchfahrtsverkehr Baustelle / Holcim entlastet werden.

Um genügend Platz für die Installationen des TBM-Vortriebes für den Entwässerungsstollen zu schaffen, wird nach dem Abschluss der Vortriebsarbeiten des Morschacher Tunnels eines der zwei Absetzbecken rückgebaut.

Im Eckbereich Absetzbecken / best. N4 sowie oberhalb der Lüftungszentrale Ingenbohl sind Ersatzbiotope für das bestehende Biotop im Bereich der Installationsflächen geplant, diese müssen spätestens 1 Jahr vor Baubeginn erstellt werden.

Nach Abschluss der Bauarbeiten wird sowohl der Installationsplatz sowie auch die Baustellenerschliessung rückgebaut, der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt und das Landwirtschaftsland gemäss landschaftspflegerischem Begleitplan rekultiviert.

7.16.2 *Brunnen See*

(vgl. Beilage b30)

In Brunnen am See sind nur geringe Installationen für den Portalanschlag des Entwässerungsstollens sowie die Grabenarbeiten der Entwässerungsleitung vom Portal des Stollens bis zum See erforderlich. Der Installationsplatz beim Einlaufbauwerk unterhalb der Axenstrasse ist via Mobilkran und Axenstrasse sowie über den Uferweg entlang dem See erschlossen. Auch der demontierte Bohrkopf der TBM soll ab der Axenstrasse abtransportiert werden.

7.16.3 *Petersort*

(vgl. Beilage b27)

In Petersort ist für den Anschlag des Zugangsstollens im Portalbereich ein Installationsplatz von rund 365 m² nutzbar, alle weiteren Ausbruch- und Ausbauarbeiten werden ab dem Tunnel ausgeführt. Der Installationsplatz liegt direkt an der bestehenden Axenstrasse auf dem Strassenteil der ehemaligen Axenstrasse, welcher heute nicht mehr befahren wird. Die Zu- und Wegfahrt erfolgt über die Axenstrasse. Die Installationen in Petersort bleiben daher nur über einen kurzen Zeitraum von wenigen Wochen eingerichtet.

Für die Erstellung des Abluftkamins über Terrain ist am Standort oberhalb des Portals des Zugangsstollens ein weiterer Installationsplatz von 550 m² notwendig. Die Zufahrt ist über die bestehende Axenstrasse, die Morschacherstrasse und anschliessend für 500 m über einen einspurig befahrbaren Forstweg möglich. Die Installationsfläche befindet sich im Wald und erfordert temporäre und permanente Rodungen (vgl. Kapitel 9.3, Rodungen).

Das anfallende Baustellenabwasser am Portal Petersort wird während der Bauphase aufgefangen über eine Kompaktanlage geführt, welche in den naheliegenden Bach entlastet. Getrennt gefasstes Bergwasser kann ebenfalls über den Bach in den Urnersee eingeleitet werden. Häusliches Abwasser wird in einem Tank gesammelt und zur Entsorgung abtransportiert. Bei der Baustelle des Abluftkamins fällt kein Abwasser an; auf Platz wird ein Kompakt-WC aufgestellt.

7.16.4 *Ort*

(vgl. Beilagen b28, f22)

Damit die Erstellung des Voreinschnittes möglich wird, muss die bestehenden Axenstrasse provisorisch verlegt werden (vgl. Kapitel 7.6, Betriebsanschluss Ort). Der durch den Voreinschnitt gewonnene Platz hat eine Fläche von ca. 6'000 m², auf welchem die Bauinstallationen für den Gegenvortrieb des Sisikoner Tunnels und schliesslich des Morschacher Tunnels eingerichtet werden.

Die Erschliessung des Installationsplatzes erfolgt über die bestehende Axenstrasse. Das Aushub- und Ausbruchsmaterial wird mittels LKW abtransportiert. Eine Zwischenlagerung von Ausbruchsmaterial ist aus Platzgründen nicht möglich.

Die Verkehrsführung variiert je nach Bauphase und ist, zusammen mit der Baustellen zu- und -wegfahrt, im Bauphasenplan (Beilagen b36, b37) dargestellt.

7.16.5 Dorni

(vgl. Beilagen b31, f30)

Der Hauptinstallationsplatz für den Bau des Sisikoner Tunnels liegt im Gebiet Dorni, nördlich von Sisikon. Aufgrund des Konfliktes mit dem neuen Geschiebesammler der SBB, welcher 2014 erstellt werden soll, musste der Installationsplatz Dorni im Rahmen des Ausführungsprojekts Richtung Süden verschoben werden. Der Hauptinstallationsplatz liegt bergseits der Axenstrasse, hat eine Breite von 45 m, eine Länge von 170 m und wird rund 6 m über der Axenstrasse terrassiert. Die Platzverhältnisse sind für einen Hauptinstallationsplatz äusserst bescheiden. Die Anlegung des Platzes erlaubt jedoch, die Axenstrasse auf einer Länge von rund 80 m mittels einer provisorischen Brückenkonstruktion zu überdachen, damit zusätzliche nutzbare Flächen gewonnen werden können. Unter der Überdachung lassen sich seeseitig der bestehenden Axenstrasse Parkplätze anordnen. Auf dem Installationsplatz sind folgende Anlagen vorgesehen: Büros, Werkstatt, Magazin, Wasseraufbereitung, Lager- und Abstellplätze und die Betonanlage. Dafür ist ein Voreinschnitt mit einer Höhe von bis zu 15 m zu erstellen. Als Baugrubenabschluss des Hanganschnitts bietet sich eine aufgelöste, verankerte Pfahlwand an. Der Installationsplatz wird durch die vorgängig ausgeführten Ablenkdamme des Projektes Dornirunse des Kantons Schwyz vor Naturgefahren geschützt. Nach Abschluss der Bauarbeiten wird der obere Teil der Baugrubensicherung abgebrochen und das ursprüngliche Terrain wieder hergestellt.

Im Bereich des Installationsplatzes sind zwei Wohnhäuser und die Tankstellen beidseits der Axenstrasse abzubereiten.

Die Zu- und Wegfahrt des Installationsplatzes erfolgt direkt ab der Axenstrasse. Um Platz zu schaffen für eine Linksabbiegespur aus Fahrtrichtung Nord, wird die Axenstrasse lokal gegen die Seeseite verbreitert. Die eigentliche Zufahrt des Erschliessungsstollens zum Sisikoner Tunnel erfolgt über die Dammkrone des dannzumal realisierten SBB-Geschiebesammlers Dorni.

Gemäss Generellen Projekt ist das Ausbruchmaterial aus den beiden Vortrieben des Sisikoner Tunnels ab dem Zwischenangriff Dorni auf dem Seeweg abzutransportieren. Dazu ist auf der Seeseite der Axenstrasse, unterhalb der SBB-Gleise eine temporäre Schiffsanlegestelle für Nauen einzurichten. Im Ausführungsprojekt wird von zwei unabhängig betreibbaren Anlegestellen ausgegangen. Weil die Nauen das Ausbruchmaterial nicht immer direkt verschiffen können (ungünstige Wetterbedingungen auf dem See, unregelmässiger Materialanfall aus dem Tunnelausbruch) ist dafür eine Siloanlage als Zwischendeponie mit einem Nutzinhalt in der Grössenordnung von 8'400 to (6 x 1'400 to) zwingend erforderlich. Die Abmessungen der 6 eingehausten, gegen Lärm und Kälte isolierten Silos betragen etwa L x B x H = 60 x 10 x 28 m.

Die Beschaffenheit des Untergrundes in Ufernähe (Wechselagerung aus Hangschutt und setzungsempfindliche Seesedimente) bedarf einer Tiefgründung der Siloanlage mittels 20

m langen Betonpfählen. Über eine massive Beton-Fundamentplatte werden die Lasten verteilt und in den Boden eingeleitet. Initialsetzungen können trotzdem nicht gänzlich vermieden werden; sie wurden mit ca. 30 mm im Bereich der SBB-Gleise berechnet. Das Ausbruchmaterial wird untertag vorgebrochen und mit Förderbändern (je ein separates für den Vortrieb Richtung Norden und Süden) aus dem Erschliessungstollen direkt zur Siloanlage geführt. Übertag ist die Bandanlage eingehaust. Zwischen dem Installationsplatz Bergseite und der Schiffsverladeanlage Seeseite der Axenstrasse ist eine verbindende Passerelle vorgesehen. Als Notzufahrt zu den Installationen am See soll der bestehende Uferweg ab den Hafen Sisikon für ein leichtes Fahrzeug auf 3 m Breite ausgebaut werden.

Damit während dem Einrichten und Rückbauen von Gleis-querenden Bauinstallationen Beeinträchtigungen (Totalsperrungen) der SBB auf ein Minimum reduziert werden können, soll im Bereich der geplanten Förderbandanlage ein rund 35 m langer Schutztunnel über der Gleisanlage erstellt werden.

Logistische Installationen sind aufgrund der geringen Platzverhältnisse in Dorni nicht vorgesehen. Grundsätzlich ist der Bauunternehmer für die Planung seiner Installationen zuständig. Es darf aber angenommen werden, dass er die Unterkünfte, Kantine, Sanitäranlagen dezentral anordnen wird.

Nach Abschluss der Bauarbeiten werden sämtliche Installationen zurückgebaut. Provisorisch gerodete Flächen können vor Ort aufgeforstet werden.

7.16.6 *Buggi*

(vgl. Beilage b35)

Nach dem Aushub der Voreinschnitte für den bergmännischen Anschlag des Zugangstollen zur Lüftungszentrale Buggi sowie für den Ausfahrtstunnel Gumpisch sind für die weiteren Bauarbeiten ein Installationsplatz von rund 2'500 m² nutzbar. Der Installationsplatz liegt bergseitig der Axenstrasse, unmittelbar nach dem Nordportal des bestehenden Tunnels Stutzegg. Die Zu- und Wegfahrt erfolgt direkt über die bestehende Strasse. Der Voreinschnitt in Buggi dient in einer ersten Phase als Wendeplatz für die von der Baustelle Gumpisch her kommenden Transportfahrzeuge, welche schliesslich nach Süden abfahren müssen; eine direkte Ausfahrt von der Baustelle Gumpisch in Fahrtrichtung Flüelen ist aufgrund der Sichtverhältnisse nämlich nicht möglich. Der Voreinschnitt wird zeitgleich mit dem Bau der Hilfsbrücke in Gumpisch erstellt und muss bis zu deren Fertigstellung vollendet sein, wenn in der Folge die Aushubarbeiten am Voreinschnitt Gumpisch beginnen.

Wenn die grossen Erdbewegungen / Transporte abgeschlossen sind, können in einer zweiten Phase die Tagbauten im Portalbereich Buggi erstellt werden.

Für die Erstellung des Abluft-/ Frischluftkamins über Terrain ist am Standort über der Lüftungszentrale Buggi ein weiterer Installationsplatz von ca. 690 m² zu erstellen, wobei dieser Platz teilweise auf dem Forstweg liegt. Zusätzlich sollen in einer Ausweichstelle und am Ende des Forstweges zusätzliche Flächen von 590 m² für Installationen genutzt werden können. Die Zufahrt erfolgt über die bestehende Axenstrasse und anschliessend für 300 m über den vorhandenen, einspurig befahrbaren Forstweg. Die Installationsfläche befindet sich im Wald und erfordert temporäre und permanente Rodungen (vgl. Kapitel 9.3, Rodungen).

Das anfallende Baustellenabwasser am Portal Buggi wird während der Bauphase über eine Kompaktanlage geführt, welche in den Urnersee entlastet. Bachwasser der Buggirunse wird gefasst und ebenfalls in den Urnersee geleitet.

7.16.7 Gumpisch

(vgl. Beilage b32)

Die Installationsmöglichkeiten in Gumpisch für die Erstellung der Hilfsbrücke sind sehr knapp. Bergseitig der bestehenden Axenstrasse kann der schmale Streifen südlich des Gumpischbachs beansprucht werden. Weitere kleinere Installationen von rund 800 m² sind entlang der ursprünglichen Axenstrasse möglich, auf der heute der Langsamverkehr geführt wird. Dieser darf davon aber nicht beeinträchtigt werden.

Mit dem Aushub des Voreinschnitts kann eine Fläche von ca. 5'560 m² als Installationsplatz gewonnen werden. Von da aus starten der Gegenvortrieb des Sisikoner Tunnels und der Bau des Ausfahrtstunnels Gumpisch. Erst nach der Demontage der Bauinstallationen für den Tunnelbau steht die Fläche für die Realisierung der Galerie Gumpisch zur Verfügung.

Während den Tunnelbauarbeiten fährt der Bauverkehr von Flüelen her kommend unmittelbar nach dem bestehenden Tunnel Gumpisch Süd auf die Baustelle aus. Der umgekehrte Weg führt ab der Baustelle Gumpisch zuerst durch den bestehenden Tunnel Stutzegg auf den Wendepunkt beim Voreinschnitt Buggi und zurück durch den Tunnel Stutzegg Richtung Flüelen. Die Verkehrsregimes während dem Bau der Galerie Gumpisch verändern sich von Bauetappe zu Bauetappe folgendermassen:

Etappe	Zufahrt	Wegfahrt
1	Von Süden her nach dem bestehenden Tunnel Gumpisch-Süd	Nach Norden auf die Axenstrasse vor dem bestehenden Tunnel Stutzegg oder durch den Ausfahrtstunnel
2	Von Norden her nach dem bestehenden Tunnel Stutzegg auf die Installationsfläche auf der Hilfsbrücke respektive auf den Installationsplatz innerhalb des erstellten Teils der Galerie	Von der Installationsfläche auf der Hilfsbrücke in beide Richtungen resp. vom Installationsplatz innerhalb des erstellten Teils der Galerie nach Süden
3	Von Norden her nach dem bestehenden Tunnel Stutzegg auf die Installationsfläche auf der Hilfsbrücke resp. auf den Installationsplatz innerhalb des erstellten Teils der Galerie	Von der Installationsfläche auf der Hilfsbrücke in beide Richtungen resp. vom Installationsplatz innerhalb des erstellten Teils der Galerie nach Süden
4	Von Norden her durch den bestehenden Tunnel Stutzegg resp. von Norden her nach dem Ausfahrtstunnel auf den Installationsplatz innerhalb der Galerie	Nach Norden durch den bestehenden Tunnel Stutzegg resp. nach Süden vom Installationsplatz innerhalb der Galerie

Tabelle 7-1: Baustellenzu- und wegfahrt Installationsplatz Gumpisch

Genauere Angaben zur Baustellenzu- und -wegfahrt sind dem Bauphasenplan Anschluss Gumpisch (Beilage b38) zu entnehmen.

Die Bauarbeiten in Gumpisch erstrecken sich über die gesamte Bauzeit des Sisikoner Tunnels, d.h. sie sind, zusammen mit den Bauarbeiten vom Zwischenangriff Dorni aus, terminkritisch und dauern etwa 7.5 Jahre.

7.17 Materialbewirtschaftung

7.17.1 Allgemeines

Der Tunnelausbruch besteht zum Grossteil aus gutem kalkigem Felsgestein, welches sich vielseitig wiederverwenden lässt.

Das am Portal Ingenbohl anfallende Ausbruchmaterial aus dem Morschacher Tunnel und dem Entwässerungstollen soll, soweit es die Zwischenlagermöglichkeiten zulassen, vor Ort aufbereitet und im Projekt selber wiederverwendet werden. Überschussmaterial wird dem Markt zur Verfügung gestellt. Die Abnahmeschnittstelle bildet der Installationsplatz Ingenbohl. Für qualitativ minderwertigeres Ausbruchmaterial der Klasse 3 und 4 besteht seitens des Projekts Seeschüttung Urnersee ein Abnahmeinteresse zur Wiederverwendung: dafür ist dieses Material mittels Lastwagen nach Flüelen zu transportieren und wird dort vom Projekt Seeschüttung übernommen (analog Material Gumpisch). Ansonsten kann nicht wiederverwendbares Material mittels Lastwagen auf eine Unternehmerdeponie abgeführt werden. Zwischenlagermöglichkeiten zur Lagerung von Ausbruchmaterial, welches im Projekt wiederverwendet wird, bestehen nördlich des Autobahnanschlusses Brunnen sowie im Portalbereich des Mositunnels. Total werden rund 89'000 to gelagert. Der Transport zu den Zwischenlagern erfolgt mittels LKW.

Das Ausbruchmaterial aus den beiden Gegenvortrieben des Morschacher und Sisikoner Tunnels ab dem Portal Ort ist mittels Lastwagen abzuführen. Es wird angenommen, dass dieses Material in Richtung Norden transportiert wird. Abnehmer für das wiederverwendbare Material ist der Markt.

Wie in Kapitel 7.16.5 beschrieben, verlässt das Ausbruchmaterial den Zwischenangriff Dorni auf dem Seeweg. Mit Ausnahme des hochwertigen Kieselkalks (aus Bereich Abbaugebiet Lüntigen) wird das gesamte anfallende Material (kalkiges Gestein und Palfris-Mergel) für das Projekt der 2. Etappe Seeschüttung Urnersee [10] wiederverwendet. Eine entsprechende Vereinbarung betreffend der Abnahme des Ausbruchmaterials ist zwischen der Bauherrschaft N4 Neue Axenstrasse und dem Kanton Uri in Bearbeitung. Übergabeschnittstelle ist das beladene Schiff in Dorni. Der Kieselkalk wird dem Markt für anderweitige Verwendung zur Verfügung gestellt.

Das Ausbruchmaterial aus dem Vortrieb des Ausfahrtstunnel Gumpisch und dem Gegenvortrieb des Sisikoner Tunnels wird mittels Lastwagen Richtung Flüelen abtransportiert und dort vom Projekt Seeschüttung übernommen. Schnittstelle bildet der Hafen in der Industriezone Flüelen. Das angelieferte Material wird dort entweder gebrochen oder ungebrochen verwendet. Blockiges Gestein eignet sich bestens als Erosionsschutz gegen Wellenschlag und kann an exponierten Stellen vorgeschüttet werden.

7.17.2 Anfallendes Ausbruchmaterial

Aus den Voreinschnitten bei den vier Tunnelportalen fallen folgende theoretischen Volumina an:

Voreinschnitt	Aushub- volumen [m ³ f]	Gewicht (2.65 to/m ³) [to]	Aushub- dauer	Mittlerer tägl. Mat.anfall [to/AT]	Transport- Bewegungen (20 to/LKW) [LKW/AT]
Ingenbohl	23'500	62'000	120 AT (6 Mt)	520	Wird auf Inst.platz Ingenbohl weiter verwendet
Ort	29'000	77'000	340 AT (17 Mt)	230	12
Dorni	52'000	138'000	160 AT (8 Mt)	870	44
Gumpisch / Buggi	40'500	107'000	470 AT (23.5 Mt)	230	12

Tabelle 7-2: anfallende Aushubmengen Voreinschnitte nach Portal

Aus den Vortrieben der beiden Tunnels und dem Ausbruch der Nebenbauwerke fallen folgende theoretische Volumina an (inkl. technisches und geologisches Überprofil):

Vortrieb	Aus- bruch- volumen [m ³ f]	Gewicht (2.65 to/m ³) [to]	Vortriebs- triebs- dauer	Mittlerer tägl. Mat.anfall [to/AT]	Transport- Bewegungen (20 to/LKW) [LKW/AT]
Ingenbohl					
Morschacher Tunnel ohne WELK	294'000	779'000	460 AT (23 Mt)	1'700	85 ⁽¹⁾
Entwässerungsstollen	15'000	40'000	80 AT (4 Mt)	500	25 ⁽¹⁾
Total in Ingenbohl	309'000	819'000			
Ort					
Gegenvortrieb Morscha- cher Tunnel ohne WELK (L = 343 m)	39'000	103'000	110 AT (5.5 Mt)	940	47
WELK Morschacher Tunnel	34'000	90'000	100 AT (5 Mt)	900	45
Zugangsstollen und Lüf- tungszentrale Petersort	18'000	48'000	180 AT (20 Mt)	270	14

Vortrieb	Aus- bruch- volumen [m ³ f]	Gewicht (2.65 to/m ³) [to]	Vortriebs- triebs- dauer	Mittlerer tägl. Mat.anfall [to/AT]	Transport- Bewegungen (20 to/LKW) [LKW/AT]
Gegenvortrieb Sisikoner Tunnel ohne WELK	51'000	135'000	140 AT (7 Mt)	970	49
WELK Sisikoner Tunnel Teil Gegenvortrieb (L = 450 m)	6'000	16'000	30 AT (1.5 Mt)	540	27
Total in Ort	148'000	392'000			
Dorni					
Erschliessungsstollen	19'000	50'000	60 AT (3 Mt)	840	42
Sisikoner Tunnel Nord ohne WELK	197'000	522'000	280 AT (14 Mt)	1'870	5 Nauen/AT (380 to/Naue)
Sisikoner Tunnel Süd (Palfris-Mergel)	134'000	355'000	340 AT (17 Mt)	1'050	3 Nauen/AT ⁽²⁾ (380 to/Naue)
Sisikoner Tunnel Süd ohne WELK	117'000	310'000	170 AT (8.5 Mt)	1'830	5 Nauen/AT (380 to/Naue)
WELK Sisikoner Tunnel Nord	20'000	53'000	60 AT (3 Mt)	890	3 Nauen/AT (380 to/Naue)
Total in Dorni	487'000	1'290'000			
Gumpisch					
Gegenvortrieb Sisikoner Tunnel	52'000	138'000	120 AT (6 Mt)	1'150	58
WELK Sisikoner Tunnel Süd	17'000	45'000	60 AT (3 Mt)	750	38
Ausfahrtstunnel Gumpisch	38'000	101'000	100 AT (5 Mt)	1'010	51
Zugangsstollen und Lüftungszentrale Buggi	16'000	42'000	130 AT (6.5 Mt)	330	17
Total in Gumpisch	123'000	326'000			

Tabelle 7-3: anfallende Ausbruchmengen nach Vortrieb und Portal

- (1) Aufbereitung vor Ort und Wiederverwendung im Projekt bzw. Abgabe an Drittunternehmer vor Ort
- (2) Erste 14 Mte gleichzeitig zu Vortrieb Sisikoner Tunnel Nord → total 2'920 to/AT → 10 Nauen/AT während dieser Zeit.

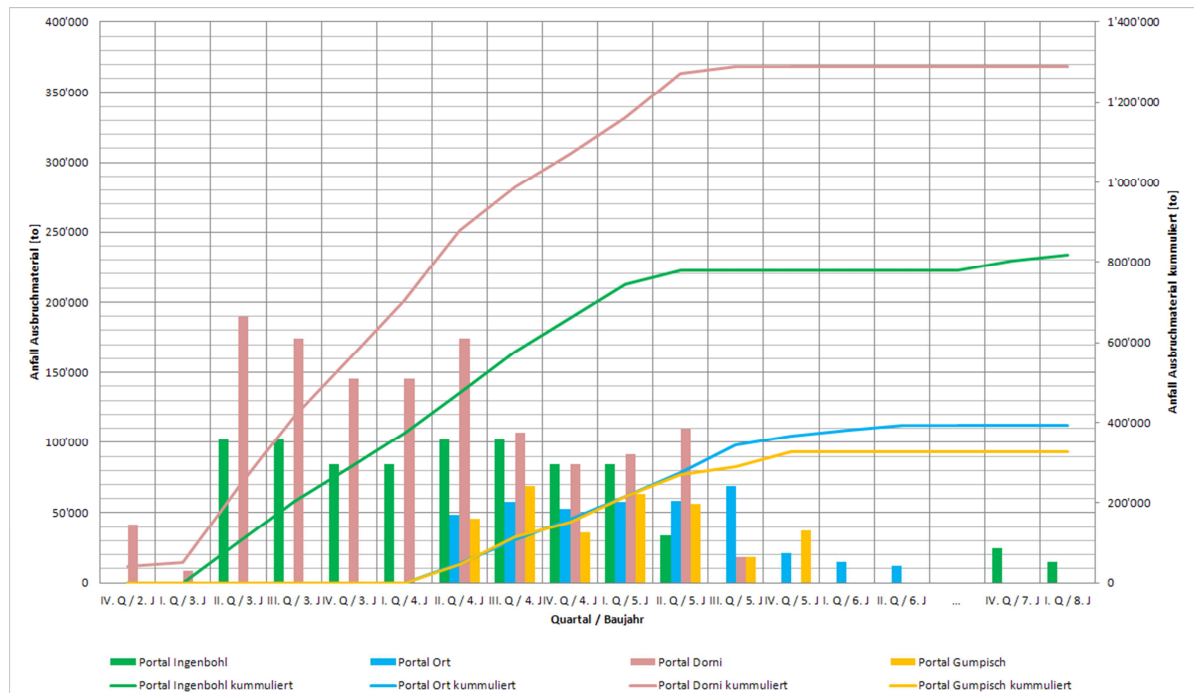


Abbildung 7.1: Anfall Ausbruchmaterial nach Portal über Zeit pro Quartal

7.17.3 Materialqualität und Wiederverwendbarkeit Ausbruchmaterial

Das anfallende Ausbruchmaterial wird in 4 verschiedene Materialklassen mit folgender Definition der Wiederverwendbarkeit eingeteilt:

- | | |
|-------------------|---|
| Materialklasse 1: | Gestein hart und zäh, abriebfest für alles geeignet, inkl. Bahnschotter und Splitt für den Belag |
| Materialklasse 2: | Gestein hart, nicht abriebfest, für Betonzuschlagstoffe, Strassenschotter und anspruchsvolle Schüttungen geeignet |
| Materialklasse 3: | Gestein wenig hart, tonhaltige Anteile, nicht frostfest, für anspruchslose Schüttungen, Dämme etc. geeignet |
| Materialklasse 4: | weiches Gestein, viel Tonanteil, verwitterungsanfällig, für technische Zwecke nicht geeignet |

Die Materialbilanz für den Morschacher und den Sisikoner Tunnel sieht für die anfallenden Ausbruchmengen aus dem bergmännischen Teil gemäss Kapitel 7.17.2 wie folgt aus:

Anfallort	Material- klasse	Total Material- anfall [to]	Wiederver- wendung im Projekt [to]	Wiederver- wendung durch Dritte [to]	Abführen in UN-Deponie [to]
Ingen- bohl	1	27'000		27'000 (Verkauf Markt)	
	2	566'000	44'000 (Damm N4)	522'000 (Verkauf Markt)	
	3	164'000	45'000 (Einschüttung Lüft.zentrale)		119'000 (Optional See- schüttung)
	4	62'000			62'000 (Optional See- schüttung)
	Total	819'000			
Ort	1	207'000		207'000 (Verkauf Markt)	
	2	132'000		132'000 (Verkauf Markt)	
	3	38'000			38'000
	4	15'000			15'000
	Total	392'000			
Dorni	1	241'000		222'000 (Verkauf Markt) 19'000 (Seeschüttung)	
	2	528'000		25'000 (Verkauf Markt) 503'000 (Seeschüttung)	
	3	120'000		120'000 (Seeschüttung)	
	4	401'000		401'000 (Seeschüttung)	
	Total	1'290'000			
Gum- pisch	1	-			
	2	310'000		310'000 (Seeschüttung)	

Anfallort	Material- klasse	Total Material- anfall [to]	Wiederver- wendung im Projekt [to]	Wiederver- wendung durch Dritte [to]	Abführen in UN-Deponie [to]
	3	9'000		9'000 (Seeschüttung)	
	4	7'000		7'000 (Seeschüttung)	
	Total	326'000			
Gesamt- total		2'827'000	89'000	1'135'000 to (Verkauf Markt 1'369'000 to (Seeschüttung)	53'000 to + 181'000 to (Optional Se- schüttung)

Tabelle 7-4: Materialbilanz Ausbruchmengen nach Materialklassen zur Wiederverwendung

7.17.4 Deponiestandorte

Nicht wiederverwendbares Material (schlechtes Material aus Störzonen, Material der Klassen 3 und 4) welches an den Portalen Ingenbohl und Ort anfällt wird in einer Deponie des Unternehmers abgelagert. Optional besteht die Möglichkeit das Material der Klassen 3 und 4, welches in Ingenbohl anfällt, ebenfalls dem Projekt Seeschüttung zu übergeben.

7.17.5 Bedarf an Beton und Auffüllungen

Es wird angenommen, dass an allen vier Portalen Betonanlagen für die Produktion von Beton aufgestellt werden. Während des Vortriebs und des Innenausbaus der beiden Tunnels werden folgende Hauptmengen an Spritzbeton, Ortbeton und ungebundenem Gemisch für Auffüllungen benötigt:

Portal	Spritzbeton		Ortbeton (Verkleidung, Zwischen- decke, Bankette, Sohle)		Auffüllung WELK 0/100	
	[m ³ f SpB]	[to Zu- schlag- stoff]	[m ³ f Be- ton]	[to Zu- schlag- stoff]	[m ³ f Auf- füllung]	[to Zu- schlag- stoff]
Ingenbohl						
Trasse und Kunstbauten	-	-	2'990	5'830	22'000 (Damm)	44'000
Tunnel	31'000	76'000	67'000	131'000	35'000 (WELK + Auffüllung Zentrale) + 27'000 (Inst.platz)	70'000 (WELK + Auffüllung Zentrale) 54'000 (Inst.platz)
Entwässerungsstollen inkl. Portalbauwerk und Schächte	730	1'800	1'160	2'270	2'900	5'800
Ort						
Trasse und Kunstbauten	-	-	4'450	8'680	-	-
Tunnel	9'000	22'000	3'800	8'000	-	-
Dorni						
Tunnel	47'000	115'000	101'000	197'000	26'000 +50'000 (VE)	52'000 +100'000 (VE)
Gumpisch / Buggi						
Trasse und Kunstbauten	-	-	19'000	38'000	-	-
Tunnel	10'000	25'000	9'000	18'000	1'500	3'000

Tabelle 7-5: Bedarf an Beton und ungebundenes Gemisch für Auffüllungen

Der Antransport der erforderlichen Zuschlagstoffe für die Produktion von Spritz- und Ortbeton sowie die Hinterfüllung des WELK's erfolgt in der Regel per LKW über die bestehende Axenstrasse.

Ausnahme bildet die Baustelle Ingenbohl, wo ein Teil des Aushub- und Ausbruchmaterials aus dem Morschacher Tunnel auf Platz aufbereitet und im Objekt eingebaut wird. Aufgrund

der zur Verfügung stehenden Flächen kann nur beschränkt Material zwischengelagert und aufbereitet werden. Es bietet sich Verwendung für:

- Anlegen des Installationsplatzes
- Erstellen des provisorischen Absetzbeckens
- Schüttung des Autobahndammes
- Einfüllen der Lüftungszentrale
- Geländemodellierung.

Überschussmaterial wird dem Markt zur Verfügung gestellt und mit LKW abtransportiert.

Auf den Strassen werden auch folgende Massengüter zu den Baustellen angeliefert, wobei der grösste Umschlag beim Portalangriff Ingenbohl (Morschacher Tunnel) und beim Zwischenangriff Dorni (Sisikoner Tunnel) stattfindet:

- Zement für die Betonproduktion
- Felsanker, Netzbewehrung, Stahlprofile für die Ausbruchsicherung
- Betonfertigteile des WELK
- Armierungseisen für die konstruktive und statische Bewehrung des Tunnelausbaus
- Zement- und Polymerbetonteile für Schlitzrinnen, Randsteine, Fertigschächte
- Kunststofffolien als Gewölbeabdichtung
- Weitere Einbaumaterialien wie Rohre und Entwässerungsleitungen
- Koffermaterial und Belag.

Ein Antransport per Schiff in Dorni wurde untersucht und verworfen (Wirtschaftlichkeit: Investitions- sowie Betriebs- und Unterhaltskosten; starke Einschränkung Markt von Anbietern).

7.17.6 Materialflüsse

Die Materialflüsse nach Ausbruchort können vereinfacht zusammengefasst werden:

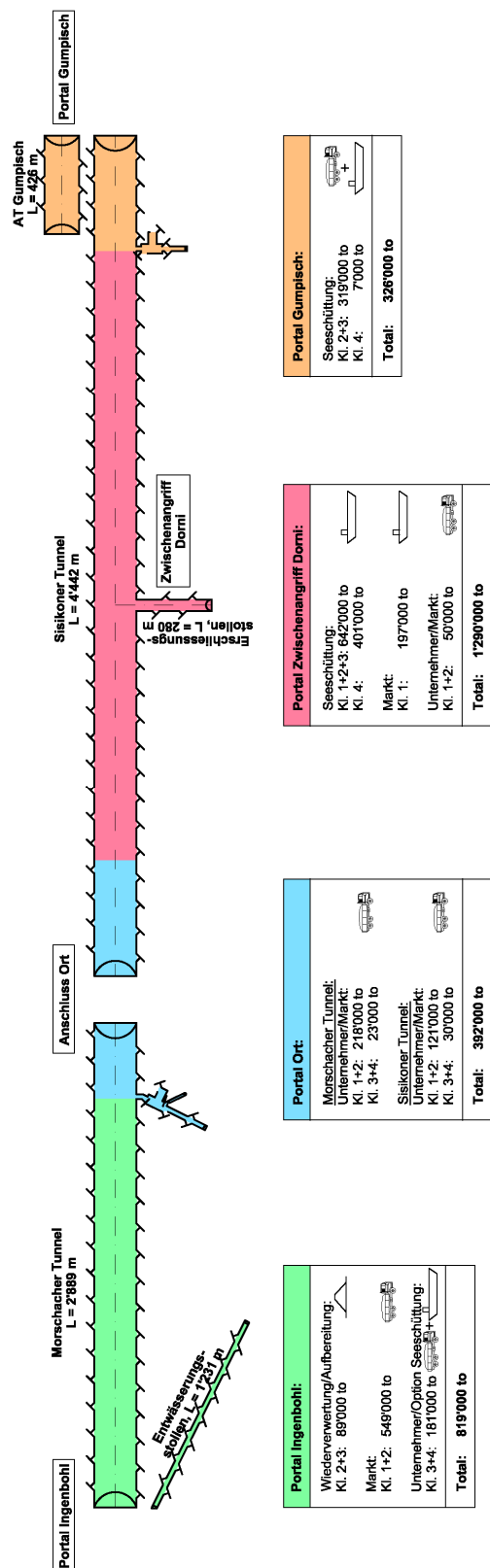


Abbildung 7.2: Materialfluss anfallendes Ausbruchmaterial nach Portal

8. Umweltverträglichkeit UVB

(vgl. Beilage i)

Als Anlagetyp Nr. 11.1 der UVPV („Nationalstrassen“) unterliegt das vorliegende Projekt einer mehrstufigen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Das massgebliche Verfahren wird durch das Nationalstrassengesetz (NSG) und die Verordnung über die Nationalstrassen (Art. 12 NSV, Ausführungsprojekt) vom 7. November 2007 festgelegt.

Für das Generelle Projekt wurde die UVP 2. Stufe erstellt und für das vorliegende Ausführungsprojekt die UVP 3. Stufe durchgeführt.

Bauherr der Nationalstrasse N4 Neue Axenstrasse sind die Kantone Schwyz und Uri im Auftrag vom Bund (ASTRA).

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist die zuständige Umweltschutzfachstelle. Die Plangenehmigung wird durch das Departement (Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK) erteilt (Art. 26 Abs. 1 NSG). Mit der Plangenehmigung erteilt es sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen.

Der Inhalt der UVB-HU (Umweltverträglichkeitsbericht-Hauptuntersuchung) für dieses Projekt stützt sich ab auf das Pflichtenheft für die UVB 3. Stufe des UVB 2. Stufe vom 27. April 2007, auf die dazugehörigen Stellungnahmen des BAFU (02.04.2008) und der ENHK (07.05.2008) sowie auf die Ergebnisse der Ämterkonsultation im Jahr 2008. Die Resultate der kantonalen Ämtervernehmlassung der Kantone Schwyz und Uri (2005) wurden im UVB 2. Stufe vom 27. April 2007 eingearbeitet.

Entsprechend Art. 7 UVPV resp. dem UVP-Handbuch (BAFU 2009) bezweckt der UVB zur Umweltverträglichkeit, alle Fragen soweit zu beantworten, dass die Behörden beurteilen und prüfen können, ob das Projekt N4 Neue Axenstrasse der Umweltschutzgesetzgebung entspricht, bzw. mit welchen Massnahmen es umweltverträglich gebaut und betrieben werden kann.

Der UVB hat aufzuzeigen, dass das Vorhaben den bundesrechtlichen Vorschriften über den Schutz der Umwelt entsprechen kann und demnach machbar ist.

Fazit der Hauptuntersuchung UVP 3. Stufe:

Die vorliegende UVB-Hauptuntersuchung 3. Stufe hat ergeben, dass der Bau und Betrieb des Vorhabens N4 Neue Axenstrasse vielfältige und temporär auch grössere Auswirkungen auf mehrere, bereits durch bestehende Infrastrukturbauten vorbelastete Räume hat. Aufgrund der Tatsache, dass das Projekt weitgehend unterirdisch angelegt ist, sind seine definitiven Umweltauswirkungen zum Vornherein ganz erheblich limitiert (Ingenbohl, Ort und Gumpisch sowie Lüftungszentralen bei den Portalen (Abluftbauwerke)).

Die Erstellung der Offenstrecke in Ingenbohl, des Morschacher und Sisikoner Tunnel, mit- samt aller Kunstbauten und technischen Anlagen, wird in der Bauphase auf folgende Umweltaspekte voraussichtlich relevante Auswirkungen haben: Luft, Lärm, Entwässerung / Oberflächengewässer, Grundwasser, Boden, Abfälle / umweltgefährdende Stoffe, Wald, Flora / Fauna / Lebensräume sowie auf Landschaft / Ortsbild. Durch die weitgehende Verwertung des Tunnelausbruchsmaterials für die Seeschüttung in Flüelen resp. als Baurohstoff spielt die Deponierungsproblematik bei diesem Projekt keine wesentliche Rolle.

Für den Betriebszustand sind die Umweltaspekte Lärm, Entwässerung / Oberflächengewässer, Grundwasser, Boden, Wald, Flora / Fauna / Lebensräume sowie Landschaft / Ortsbild als relevant zu betrachten.

Als zwei der wichtigsten Umweltauswirkungen im Bau aber auch Betriebszustand können die hydrologischen und landschaftlichen Projekteingriffe bezeichnet werden: Der Tunnelbau wird zu Veränderungen des Berg- / Grundwasserspiegels führen, wodurch ohne geeignete Massnahmen die Quellen im hydrologischen Einzugsgebiet möglicherweise erheblich beeinträchtigt werden können. Mittels angepasster Baumethoden soll der Wasserandrang auf ein akzeptables Minimum reduziert werden können. Ein umfangreiches Monitoringprogramm stellt sicher, dass die tatsächlichen Effekte erkannt und ggf. Massnahmen ergriffen werden können.

Aufgrund der Tatsache, dass sich das Projekt entlang des Urnersees in einem BLN-Gebiet befindet, wurden die an den fünf Orten notwendigen, z.T. kleinräumlichen Eingriffe in Absprache mit der ENHK und mit Beizug von (Landschafts-)Architekten zurückhaltend und sorgfältig gestaltet.

Mit der Inbetriebnahme der Neubaustrecke am Axen wird die bisherige Axenstrasse entlang dem Urnersee - von Ingenbohl bis Gumpisch – unter Einbezug der flankierenden Massnahmen wesentlich entlastet. Daraus ergibt sich insbesondere mit der Fertigstellung des Sisikoner Tunnels eine spürbare Reduktion der Lärm- und Luftschadstoffbelastungen im Siedlungsbereich von Sisikon.

Im Rahmen des Detailprojektes sind die Vorsorge-, Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen weiter zu konkretisieren und in die Ausschreibungsunterlagen (Submission) zu integrieren sowie mit einer fachlichen Begleitung der Projektrealisierung (Umweltbaubegleitung) sorgfältig umzusetzen.

Unter Berücksichtigung aller vorgesehenen und hier aufgeführten Massnahmen können die baubetrieblichen und verbleibenden Umweltauswirkungen des Projektes N4 Neue Axenstrasse als im Einklang mit den umweltschutzrechtlichen Bestimmungen stehend beurteilt werden.

9. Landerwerb und Rodungen

9.1 Landerwerb temporär

(vgl. Beilagen k, l)

Der temporäre Landerwerb ist in den Landerwerbsplänen und in der Grunderwerbstabelle ersichtlich. Nachstehend sind alle temporär beanspruchten Landflächen und deren Nutzungsdauer ausgewiesen, die für den Bau der N4 Neuen Axenstrasse benötigt werden. Dies sind hauptsächlich Installationsplätze, Baustellenzufahrten und Flächen für Verkehrsumleitungen. Insgesamt müssen 210'985 m² Land temporär erworben werden.

Portal	Kanton SZ [m ²]	Kanton UR [m ²]
Ingenbohl	141'670	--
Brunnen See	3'270	--
Ort + Petersort	16'395	--
Dorni	29'830	530
Gumpisch + Buggi	--	10'325
Flankierende Massnahmen	8'385	580
Total	199'550	11'435

Tabelle 9-1: Landerwerb temporär nach Portal

9.2 Landerwerb definitiv

(vgl. Beilagen k, l)

Der definitive Landerwerb ist in den Landerwerbsplänen und in der Grunderwerbstabelle ersichtlich. Nachstehend sind alle Flächen ausgewiesen, die dauerhaft beansprucht werden. Der definitive Landerwerb ist zusätzlich in Zonen aufgeteilt. Insgesamt müssen 32'060 m² Land definitiv erworben werden.

Portal	Kanton SZ [m ²]	Kanton UR [m ²]
Ingenbohl	20'525	--
Ort + Petersort	5'300	--
Dorni	865	--
Gumpisch + Buggi	--	4'150
Flankierende Massnahmen	1'030	190
Total	27'720	4'340

Tabelle 9-2: Landerwerb definitiv nach Portal

9.3 Rodungen

(vgl. Beilage m5)

9.3.1 Rodungen temporär

Temporäre Rodungen sind erforderlich insbesondere für Installationsplätze, Bauzufahrten, Baubereiche (z.B. Voreinschnitte) und ggf. für die Erstellung der Steinschlag-Schutznetze. Die temporären Rodungen werden nach Bauabschluss wieder aufgeforstet oder der Naturverjüngung überlassen. Sie sind auch im Rodungsgesuch ausgewiesen. Nachstehend sind die temporären Rodungen zusammengestellt; sie umfassen insgesamt 31'995 m².

Portal	Kanton SZ [m ²]	Kanton UR [m ²]
Ingenbohl	2'820	--
Ort + Petersort	9'525	--
Dorni	8'030	--
Gumpisch + Buggi	--	8'155
Flankierende Massnahmen	3'465	--
Total	23'840	8'155

Tabelle 9-3: Rodungen temporär nach Portal

9.3.2 Rodungen definitiv

Die definitiven Rodungen, betreffen insbesondere die Portalbereiche (Ingenbohl, Ort, und Gumpisch). Diese Verluste sind zu ersetzen und im Rodungsgesuch auszuweisen. Die Art des Ersatzes (Ersatzaufforstung, Massnahme zugunsten Natur-/ Landschaft, finanziell) ist noch zu bestimmen. Die definitiven Rodungen betreffen folgende Teilflächen und betragen insgesamt 13'080 m².

Portal	Kanton SZ [m ²]	Kanton UR [m ²]
Ingenbohl	3'260	--
Ort + Petersort	3'225	--
Dorni	290	--
Gumpisch + Buggi	--	5'530
Flankierende Massnahmen	775	--
Total	7'550	5'530

Tabelle 9-4: Rodungen definitiv nach Portal

9.3.3 Ersatzaufforstung

Ersatzaufforstungen sind im Bereich Rotenfluewald (Gde. Schwyz) und im Portalbereich Ingenbohl und Gumpisch geplant. Total werden 8'080 m² an Ersatzaufforstungen ausgewiesen

Portal	Kanton SZ [m ²]	Kanton UR [m ²]
Rotenfluewald	6'605	--
Ingenbohl	945	--
Gumpisch	--	510
Total	7'550	510

Tabelle 9-5: Ersatzaufforstungen

10. Kostenvoranschlag

(vgl. Beilage j)

10.1 Allgemeines und Abgrenzung

Die Realisierung des Projekts N4 Neue Axenstrasse ist auf heutigem Planungsstand in den Jahren 2017 - 2025 vorgesehen.

Der angestellte Kostenvoranschlag der Projektverfasser beruht auf Erfahrungspreisen ähnlicher Objekte. Zur Ermittlung der Baukosten wurde der Normpositionskatalog (NPK) herangezogen und die Vorausmasse anhand der Projektpläne ermittelt. Die geforderte Kostengenauigkeit auf Stufe Ausführungsprojekt beträgt $\pm 10\%$.

Die MWSt. von 8.0% ist in den einzelnen Objekten eingerechnet. Der Kostenvoranschlag basiert auf der Preisbasis März 2014.

10.2 Gesamtkosten Bau

ASTRA-Konto	Objekt	Kosten [CHF]
100	Projekt und Bauleitung	
100	Projekt und Bauleitung Kanton	6'002'000
118	Honorare privater Ingenieurbüros	61'946'000
200	Landerwerb und Landumlegungen	
200	Landerwerb	21'645'000
300	Trasse	
309	Trassee Anschluss Ingenbohl	23'821'000
319	Trassee Offene Strecke Ort	11'677'000
329	Trassee Anschluss Gumpisch	18'865'000
400	Grosse Kunstbauten	
409	Grosse Kunstbauten Offene Strecke Ort	9'329'000
429	Galerie Gumpisch (grosse Kunstbauten)	27'521'000
500	Tunnelbau	
509	Haupttunnel Morschacher Tunnel	173'094'000
510	Tunnelportal Ingenbohl Morschacher Tunnel	6'360'000
511	Tunnelportal Ort Nord Morschacher Tunnel	1'997'000
512	Zentralen Morschacher Tunnel	15'697'000
513	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen BSA Morschacher Tunnel	40'564'000

ASTRA-Konto	Objekt	Kosten [CHF]
514	Lüftung Morschacher Tunnel	926'000
519	Haupttunnel Sisikoner Tunnel	306'924'000
520	Tunnelportal Ort Süd Sisikoner Tunnel	1'544'000
521	Tunnelportal Gumpisch Sisikoner Tunnel	10'002'000
522	Zentralen Sisikoner Tunnel Nord	9'984'000
523	Zentralen Sisikoner Tunnel Süd	10'438'000
524	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen BSA Sisikoner Tunnel	66'340'000
525	Lüftung Sisikoner Tunnel	1'206'000
526	Zwischenangriff Dorni	8'592'000
527	Entwässerungsstollen Ingenbohl	9'409'000
529	Ausfahrtstunnel Gumpisch	24'267'000
552	Rettungsweg Morschacher Tunnel	0
553	Rettungsweg Sisikoner Tunnel	0
600, 700	Unter- und Überführungen, Anpassung von Strassen und Bahnen, Bachkorrekturen, grosse Leitungsverlegungen, Verbauungen, usw.	
600	Kunstabauten Anschluss Ingenbohl	9'135'000
	Kunstabauten Offene Strecke Ort	4'608'000
	Kunstabauten Anschluss Gumpisch	8'627'000
709	Flankierende Massnahmen (Kanton SZ)	13'012'000
729	Flankierende Massnahmen (Kanton UR)	4'125'000
	Gesamtkosten exkl. MwSt.	907'657'000
	MwSt. 8.0%, Rundung	72'613'000
	Gesamtkosten inkl. 8.0% MwSt.	980'270'000

Tabelle 10-1: Gesamtkosten Bau

10.3 Betriebs- und Unterhaltskosten

Für die N4 Neue Axenstrasse kann von normalen Betriebs- und Unterhaltskosten pro Kilometer ausgegangen werden:

Betriebskosten pro Jahr (Grundlage Schweizerische Mittelwerte 2010)	1'730'000 CHF
Unterhaltskosten pro Jahr (1.5% der Investitionskosten)	13'358'000 CHF
Total Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr exkl. MwSt.	15'088'000 CHF
MwSt. 8.0%, Rundung	1'207'000 CHF
Total Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr inkl. MwSt.	16'295'000 CHF

10.4 Kostenabweichungen gegenüber dem Generellen Projekt

Die ausgewiesenen Gesamtkosten des Generellen Projektes 2007 basieren auf der Preisbasis 4.Quartal 2004. Um die Gesamtkosten mit dem Kostenvoranschlag des vorliegenden Ausführungsprojektes (Preisbasis März 2014) vergleichen zu können, ist dazu die aufgelaufene Teuerung zu berücksichtigen. Diese wird nach dem Neat-Teuerungsindex ermittelt mit folgenden Indexwerten:

Indexstand	Gültigkeitszeitraum	Indexwert
2004 II	1. Oktober 2004 – 31. März 2005	112.6
2013 II	1. Oktober 2013 – 31. März 2014	138.5
Index Teuerung GP-AP		25.9
Absolute Teuerung GP – AP		23.0%

Tabelle 10-2: Neat-Teuerungsindex

Der Vergleich mit dem Generellen Projekt erfolgt auf Preisbasis vom AP 2014. Dazu ist dem KV vom GP 2007 die Teuerung von 23.0% aufzurechnen.

ASTRA-Konto	Hauptobjekte	GP 2007 ¹⁾ [Mio. CHF]	GP 2014 ²⁾ [Mio. CHF]	AP 2014 ²⁾ [Mio. CHF]	Differenz GP 2014 – AP 2014 [Mio. CHF]
100	Projektierung /Bauleitung, Honorare	67.740	83.320	67.948	- 15.372
200	Landerwerb	7.280	8.954	21.645	+ 12.691
300 600	Anschluss Ingenbohl	13.550	16.667	32.956	+ 16.289
500	Morschacher Tunnel	165.760	203.885	207.483	+ 3.598
300 400 600	Offene Strecke Ort	11.405	14.028	25.614	+ 11.586
500	Sisikoner Tunnel	293.440	360.931	348.690	- 12.241
300 400 500 600	Anschluss Gumpisch	51.010	62.742	79.280	+ 16.538
500	Betriebs- und Sicherheits- ausrüstungen	80.320	98.794	106.904	+ 8.110
700	Flankierende Massnahmen			17.137	+ 17.137
	Total Kosten exkl. MwSt.	690.505	849.321	907.657	+ 58.336
	MwSt., Rundung	52.478	67.946	72.613	
	Total Kosten inkl. MwSt.	742.983	917.267	980.270	+ 63.003 (+ 6.9%)

¹⁾ Preisbasis 4. Quartal 2004, 7.6% MwSt.

²⁾ Preisbasis März 2014, 8.0% MwSt.

Tabelle 10-3: Kostenabweichungen gegenüber dem Generellen Projekt

11. Weiteres Vorgehen

11.1 Rahmenterminprogramm

Nach der Abgabe des Dossier Ausführungsprojekt N4 Neue Axenstrasse im Frühjahr 2014 wird Mitte 2014 das Plangenehmigungsverfahren mit der Aussteckung der Bauten im Gelände eingeleitet. Parallel dazu soll im Herbst 2014 bereits mit der Ausarbeitung der Detailprojekte gestartet werden. Die definitive Abgabe des Detailprojektes kann erfolgen, wenn die Plangenehmigungsverfügung vorliegt. Der Abschluss des Detailprojektes ist gemäss Rahmenterminprogramm im Herbst 2016 geplant. Anschliessend erfolgen die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, die Durchführung des Submissionsverfahrens und die Vergabe der ersten Arbeiten. Voraussetzung für die Publikation der Ausschreibungsunterlagen ist die vorliegende Genehmigung sämtlicher Detailprojekte. Es ist vorgesehen, den Morschacher und den Sisikoner Tunnel in zwei separaten Losen auszuschreiben. Die ersten Arbeiten zum Bau des Sisikoner Tunnels sollen im Sommer 2017 beginnen, diejenigen zur Realisierung des Morschacher Tunnels etwa ein Jahr später, im Sommer 2018.

Voraussetzung für die Einhaltung der Termine ist, dass keine Einsprachen die Projektauf-
lage behindern und die Genehmigung termingerecht erfolgen können.

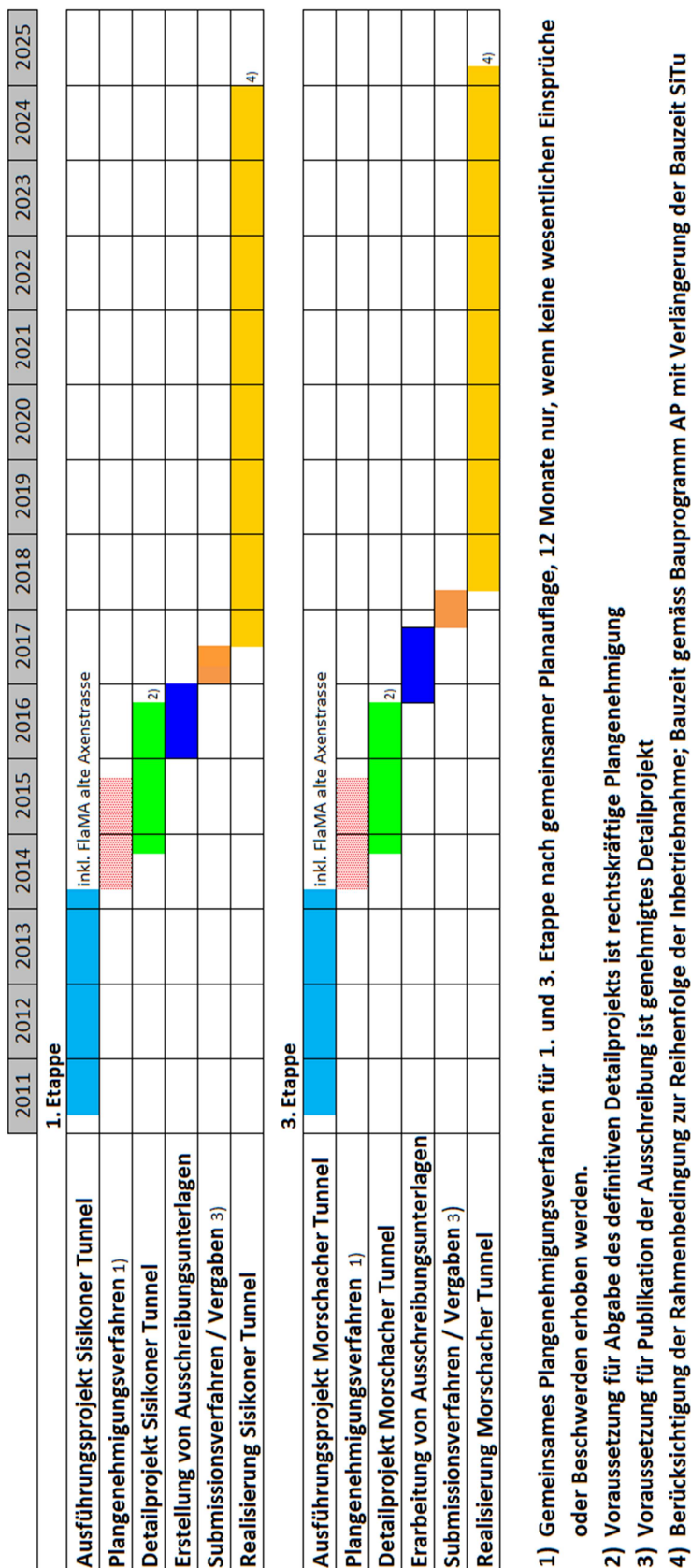


Abbildung 11.1: Rahmenterminprogramm Neue Axenstrasse