



Nationalstrassen

C1

Strassen Nr.

N04

Unterhaltsabschnitt

06

Autobahnklasse

2

Schaffhausen Süd - Herblingen

EU-Strassen-Nr.

E41

Projektphase

Generelles Projekt

Projekt-/Planbezeichnung

N04/06 SH Süd – Herblingen  
Engpassbeseitigung

Technischer Bericht

Projektkurzbezeichnung

N04-06 ENG

Projekt-Nr. / TDcost-Nr.

090229

Inventarobjekt-Nr.

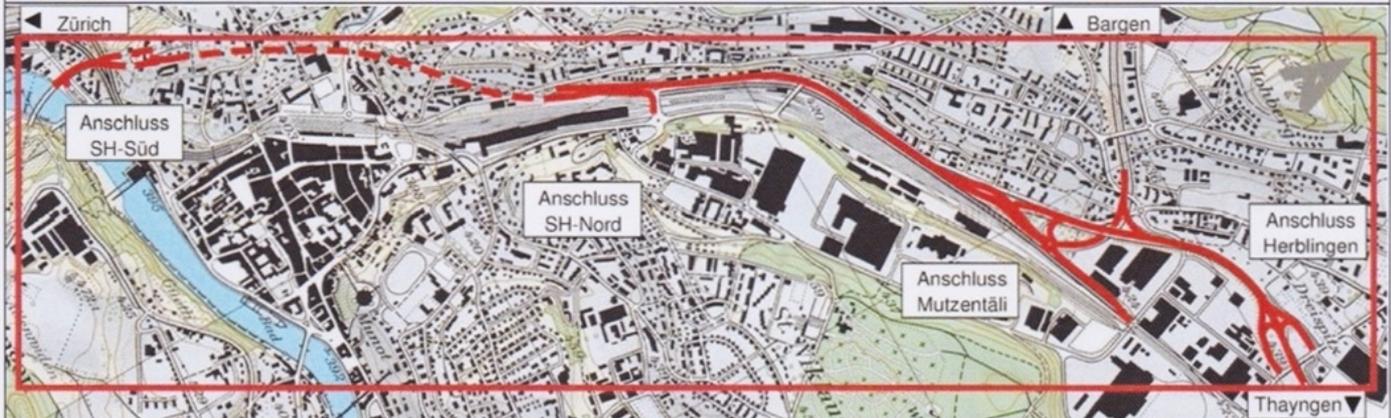
—

Unterhaltskilometer

13.000 - 17.500

RBBS

N04+0130+000 bis N04+0170+500



Projektverfasser:

**gruner > gruner + wepf > PÖYRY**

INGE Gruner / Gruner + Wepf / Pöyry

INGE Gruner / Gruner + Wepf / Pöyry  
c/o Gruner AG Ingenieure und Planer  
Gellertstrasse 55, Postfach, CH-4020 Basel

T +41 61 317 61 61  
F +41 61 317 61 66

Dokument-Nr.(PV) : 206'562'000-37E

Dok.-Nr. (ASTRA):

Version und Datum : 5.1 / 15.06.2017

Erstellt : WIN

Geprüft : BAU

Ergänzt :

Geprüft :

Projektleitung:

**Bundesamt für Strassen ASTRA**  
Filiale Winterthur  
Grüzefeldstrasse 41, 8404 Winterthur

Eingegangen :

Geprüft :

Freigabe :

# Inhalt

<b>0</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
0.1	Projektjournal / Projektchronologie	10
<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>11</b>
1.1	Auftrag	11
1.2	Perimeter und bestehende Anlage	13
1.3	Ziele des Projektes	15
1.4	Projektgeschichte und Vorgehensweise	16
1.5	Engpassbeseitigung und/oder Sicherheitsstollen (SiSto)	19
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>21</b>
2.1	Plan- und Vermessungsgrundlagen	21
2.2	Verkehrsgrundlagen	21
2.2.1	Grundlagen	21
2.2.2	Belastungsfälle	22
2.3	Nutzungsanforderungen	26
2.4	Geologie und Hydrogeologie	27
<b>3</b>	<b>Grundsätzliche Konzeption der Anlage</b>	<b>29</b>
3.1	Optionen	29
3.1.1	Option 1: Tunnel Cholfirst II	29
3.1.2	Option 2: Anschluss SH-Süd "weit" oder "eng" und Rheinufertunnel	30
3.1.3	Option 3: Ausbau Herblingen – Thayngen	31
3.2	Varianten	31
3.2.1	Anschluss SH-Süd	31
3.2.2	Tunnel Fäsenstaub	32
3.2.3	Anschluss SH-Nord	33
3.3	Bestvariante Gesamtausbau	35
<b>4</b>	<b>Projektbeschreibung</b>	<b>37</b>
4.1	Linienführung N04 und E54	37
4.1.1	Durchgehende N04/E54	37
4.1.2	Anschlüsse	38
4.2	Verkehrsführung in Sonderbetriebsfällen	44
4.2.1	Ziele	44
4.2.2	Massnahmen zur Verkehrsführung	44
4.3	Kunstabauten	45
4.3.1	Brücke über Mühlenstrasse	45
4.3.2	SBB-Überführung (Überdeckung Schönau)	46
4.3.3	Galerie Schönenberg	47
4.3.4	Ein- und Ausfahrtrampen	47
4.3.5	Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord	48
4.3.6	Unterführung Gemeindestrasse Muracker	49
4.3.7	Brücke über Gennersbrunnerstrasse	50
4.3.8	Tunnelverlängerung Anschluss Ebnatstrasse	51
4.3.9	Stützmauern	52
4.4	Tunnel Fäsenstaub II	53
4.4.1	Normalprofile	53
4.4.2	Querverbindungen	55
4.4.3	Zentrale Süd	56

Inhaltsverzeichnis

4.4.4	Portal Süd inkl. Überleitungstunnel	57
4.4.5	Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle	57
4.4.6	Querung EWS-Stollen	58
4.4.7	Aufweitung Option Tunnel Cholfirst II	58
4.4.8	Mühlental	59
4.4.9	Portal Nord inkl. Zentrale	60
4.4.10	Abhängigkeiten zum Sicherheitsstollen	61
4.5	Entwässerung	63
4.5.1	Vorgaben und Ziele	63
4.5.2	Einzugsgebiete der Fahrbahntwässerung	63
4.5.3	Entwässerungsleitungen	64
4.5.4	Strassenabwasserbehandlung (Entwässerungsbauwerke)	65
4.6	Weitere Technische Einrichtungen	67
4.6.1	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen	67
4.6.2	Lärmschutzmassnahmen	69
4.6.3	Fahrzeug-Rückhaltesysteme	70
4.7	Flankierende Massnahmen	70
4.7.1	Verkehrlich flankierende Massnahmen	70
4.7.2	Gestaltungskonzept	74
4.8	Umweltverträglichkeitsbericht	79
4.8.1	Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	79
4.8.2	Naturgefahren	79
<b>5</b>	<b>Bauausführung</b>	<b>81</b>
5.1	Abschnitt Süd	81
5.2	Abschnitt Tunnel Fäsenstaub II	81
5.2.1	Voreinschnitt und Tagbau Süd	83
5.2.2	Zwischenangriff und Tagbau Mühlental	83
5.2.3	Voreinschnitt und Zentrale bzw. Tagbau Nord	85
5.2.4	Bergmännische Vortriebsmethoden	85
5.2.5	Leistungsannahmen Tunnelbau	87
5.3	Abschnitt Nord	88
5.4	Installationsplätze	89
5.5	Materialbewirtschaftung	90
5.5.1	Allgemein	90
5.5.2	Deponien	91
5.5.3	Bahnverlad	91
5.6	Verkehrsführung während des Baues	92
5.7	Gesamtterminprogramm Bau	94
<b>6</b>	<b>Landerwerb</b>	<b>95</b>
<b>7</b>	<b>Kostenschätzung</b>	<b>97</b>
7.1	Baukosten	97
7.1.1	Grundsätze, Annahmen, Vorgehensweise	97
7.1.2	Realisierungskosten Basis 2013	97
7.1.3	Kostenaufteilung ASTRA und Dritte	98
7.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	98
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
	<b>Anhang A: Projektjournal</b>	<b>A-I</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHR	Aushubrichtlinie
ASP	Abendspitzenstunde
AP	Ausführungsprojekt
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BKN	Breitbandkommunikationsnetzwerk
BLT	Betriebsleittechnik
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
CFD	Computational Fluid Dynamics (Strömungssimulationen)
CH	Schweiz
D	Deutschland
DB	Deutsche Bundesbahn
Dt.	Datum
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
eNISTRA	Exceltool, mit welchem sowohl eine KNA wie auch eine NISTRA-Bewertung durchgeführt werden kann
EW	Elektrizitätswerk
EWS	Elektrizitätswerk Schaffhausen
FLS	Fahrstreifen-Lichtsignal-System
GP	Generelles Projekt
GRU	Gruner AG
GW	Gruner + Wepf Ingenieure AG
HLS	Hochleistungsstrasse
INGE	Ingenieurgemeinschaft
KVM	Kantonales Verkehrsmodell
LSV	Lärmschutzverordnung
MS	Mittelspannung
MSP	Morgenspitzenstunde
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
NISTRA	Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NS	Niederspannung
NT	Notruftelefon
PEB	Programm Engpassbeseitigung
PHB	Projekthandbuch
Pöy	Pöyry Schweiz AG
PQM	Projektbezogenes Qualitätsmanagement
QM	Qualitätsmanagement
SASVZ	Schweizerische Automatische Strassenverkehrszählung
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SH	Schaffhausen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SVKZ	Schwerverkehrskontrollzentrum

Abkürzungsverzeichnis

SiSto	Sicherheitsstollen
SN	Schweizer Norm
USV	Unterbrechungslose Strom-Versorgung
UV	Unterverteilung (Tunnelzentrale)
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
WLK	Werkleitungskanal
vfM	verkehrlich flankierende Massnahmen
VM	Verkehrsmanagement
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen
VTV	Verkehrsfernsehen
ZMB	Zweckmässigkeitsbeurteilung

## 0 Zusammenfassung

### Auftrag und Ziele

Im "Programm Engpassbeseitigung" des Bundesamtes für Strassen ASTRA ist im Modul 3 der Ausbau der N04/06 zwischen den Anschlüssen Schaffhausen-Süd (SH-Süd) und Herblingen enthalten. Aus diesem Grund wurde hierfür ein Generelles Projekt (GP) ausgearbeitet.

Das vorliegende GP "Engpassbeseitigung SH-Süd – Herblingen" umfasst deshalb den Ausbau der N04 und des Streckenastes der E54 zwischen Anschlüssen SH-Süd und Herblingen auf 2x2 Fahrstreifen, inklusive neuem Tunnel Fäsenstaub II. Der Ausbau beinhaltet auch alle notwendigen Baumassnahmen an der bestehenden Strecke, inklusive der Anschlüsse und Kunstbauten.

Der Ausbau des Streckenastes der E54 bis zum Anschluss Herblingen erfolgt auf Grund der Verkehrsbelastungen (nachfrageorientiert).



Abb. 0-1 Perimeter GP Engpassbeseitigung N04

### Projektgeschichte

Die bestehende N04 wurde 1996 in Betrieb genommen. Im Bereich des Anschlusses SH-Süd bis zum Anschluss Herblingen wird die Leistungsgrenze in Spitzenstunden bereits erreicht, insbesondere im Tunnel Fäsenstaub I, welcher im Gegenverkehr betrieben wird. Ausserdem ist hier die Verkehrssicherheit nicht mehr gewährleistet.

In einer Netzstrategie-Studie im Jahr 2005 und vor allem in einer Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) 2008 wurden mehrere Varianten zur Beseitigung dieses Engpasses entwickelt, bewertet und verglichen. Als Bestvariante konnte ein Ausbau der N04 bzw. E54 zwischen Flurlingen im Süden und Thayngen im Norden nachgewiesen werden. Als dringlich wurde der Ausbaubedarf für die Stadtdurchfahrt Schaffhausen erkannt. Deshalb wurde vorgeschlagen, in erster Priorität die Strecke zwischen den Anschlüssen SH-Süd und Herblingen auf 2x2 Fahrstreifen auszubauen.

### Projekt

Der Projektperimeter verläuft mitten durch die Stadt Schaffhausen und unter-, resp. durchquert dabei in seiner gesamten Länge überbautes Gebiet. Grössere Bahnanlagen der SBB und DB verlaufen östlich entlang der offenen Strecke.

Die südliche Projektgrenze liegt auf der Rheinbrücke. Von dort zweigt die Fahrtrichtung Barga und Thayngen nach Osten von der bestehenden Linienführung ab und führt unter den beiden Bahnlinien hindurch in einen neuen zweistreifigen Tunnel Fäsenstaub II. Der Anschluss SH-Süd mit dem heute nicht normgerechten Beschleunigungsstreifen wird durch Fahrstreifenaddition markant verbessert.

Der neue Tunnel Fäsenstaub II führt parallel zum bestehenden Tunnel und ist mit diesem über Querschläge (als Fluchtwege) verbunden. Das Nordportal liegt wie beim bestehenden Tunnel unterhalb der Hochstrasse neben den Bahngleisen. Von dort wird das Trasse der Fahrtrichtung Barga und Thayngen auf die obere Ebene der Galerie Schönenberg geführt, auf der heute der Anschlussverkehr abgewickelt wird. Der bestehende Anschluss Schaffhausen-Nord (SH-Nord) wird nur noch als ¼-Anschluss – nur Ausfahrt Fahrtrichtung Barga/Thayngen möglich – betrieben. Grund hierfür ist, dass sich im Bereich SH-Nord eine horizontale Ausdehnung der N04 als praktisch nicht realisierbar erwiesen hat. Hierzu wären das Kassieren von Bahngleisen und eine grossräumige Neuorganisation der Gleisfelder der SBB und der DB notwendig. Als Ersatz

0 Zusammenfassung

für den Teilrückbau des Anschlusses SH-Nord wird ein neuer Anschluss (Anschluss Mutzentäli) bei der heutigen Verzweigung Mutzentäli realisiert.

Das Bahngelände ist im Eigentum der DB und der SBB. Ein weiterer Grund ist die nicht normkonforme Ausbildung der Einfahrt SH-Nord in Fahrtrichtung Zürich. Mit der Verlegung in das Mutzentäli kann diese normgerecht realisiert werden.

Der Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen erstreckt sich auf der N04 vom Anschluss SH-Süd bis zur heutigen Verzweigung Mutzentäli, darüber hinaus auf der E54 bis zum Anschluss Herblingen.

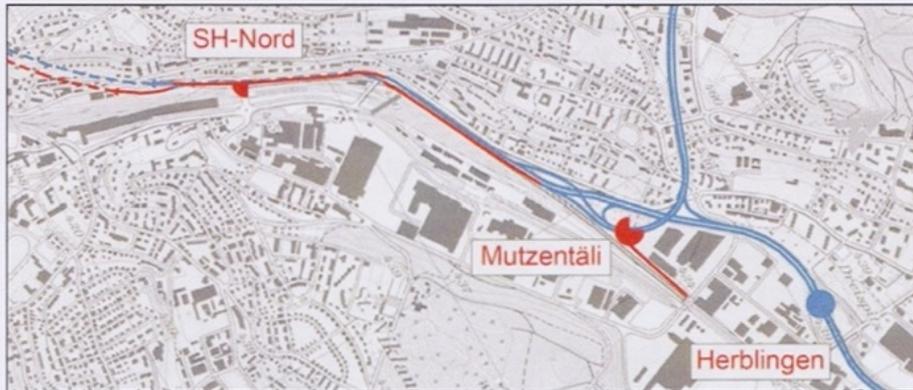


Abb. 0-2 Übersicht: Vertikaler Versatz der Fahrbahnen mit Rückbau SH-Nord zum 1/4-Anschluss sowie zusätzlicher Anschluss Mutzentäli mit Umbau der Verzweigung

Der neue Anschluss Mutzentäli liegt im Bereich der heutigen Rampe in Fahrtrichtung Bergen. Hier ist auch genügend Platz vorhanden, um einen Anschluss zu realisieren, ohne das Bahngelände der SBB/DB zu beanspruchen. Der Anschluss Mutzentäli wird neu als 3/4-Anschluss ausgeführt. Die fehlende Beziehung von Thayngen nach Mutzentäli (Ebnatstrasse) ist durch den nahe gelegenen Anschluss Herblingen abgedeckt. Der neue Anschluss ist als Kreisels konzipiert und wird mit der Ebnatstrasse verbunden.

**Bauwerke und Ausrüstung**

Der neue **Tunnel Fäsenstaub II** wird als bergmännischer Tunnel mit einem Kreisprofil ausgebildet. Er enthält als Längslüftung Strahlventilatoren und wird mit einem Werkleitungskanal ausgerüstet.

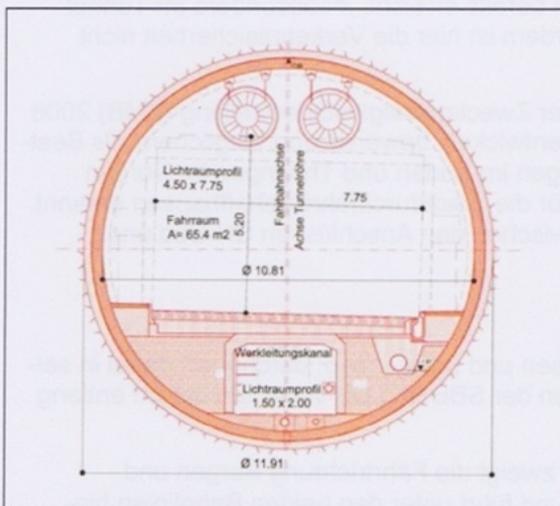


Abb. 0-3 Normalprofil bergmännischer Tunnel

## 0 Zusammenfassung

Im Mühltal muss aus Gründen der fehlenden Überdeckung und der Leitungsquerungen ein ca. 58 m langer Abschnitt im Tagbau zwischen die bergmännischen Tunnelabschnitte eingefügt werden.

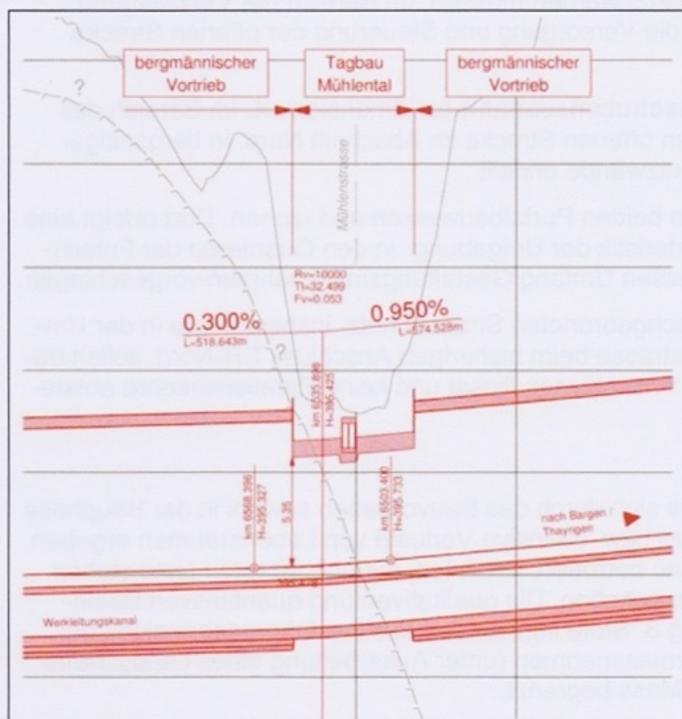


Abb. 0-4 Tagbauabschnitt Mühltal

Zum bestehenden Tunnel werden im Abstand von ca. 300 m Querverbindungen vorgesehen, wovon eine befahrbar ist. Eine Besonderheit ist ein Anslusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle in Richtung der Ausfahrt SH-Süd, über den im Betriebsfall "Gegenverkehr im Tunnel Fäsenstaub II" der Verkehr von Bergen/Thayngen auch in Richtung Ausfahrt SH-Süd geführt werden kann.

An beiden Portalen werden Elektrozentralen vorgesehen, die als mehrstöckige Gebäude in das Gelände eingepasst werden.

Die bestehenden **Brückenbauwerke** werden grösstenteils erhalten und verbreitert. Neu ist ein Überführungsbauwerk, mit dem die SBB vor dem Südportal über die abzweigende, neue Fahrtrichtung Bergen/Thayngen der N04 geführt wird. Dieses ist direkt mit der bestehenden SBB-Brücke über die bestehende N04 verbunden.

Ebenfalls mit einer neuen Brücke (Unterführung Gemeindestrasse Muracker) führt die N04 in Schaffhausen Nord über die Ebnatstrasse. Der Aufstieg der Fahrtrichtung Bergen/Thayngen vom Nordportal auf die obere Ebene der Galerie Schönenberg wird mit einem neuen kombinierten Rampen/Brückenbauwerk vorgenommen. Die Galerie Schönenberg selbst wird erhalten.

Für die **Entwässerung** werden im Wesentlichen die bestehenden Sammelleitungen und Entwässerungsanlagen weiterbetrieben, deren Dimensionierung ausreichend ist. Zwischen dem Südportal und dem Rhein wird an der Mühlenstrasse ein neues, kombiniertes Ölrückhalte- und Havariebecken gebaut.

Der bestehende Tunnel Fäsenstaub I gehört nicht zum Projektperimeter der Engpassbeseitigung. Die bestehenden **Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen** des Tunnels Fäsenstaub I und der Galerie werden deshalb im vorliegenden GP nicht behandelt. Es erfolgen jedoch Anpassungen aufgrund der Fluchtsituation und der Schnittstellen zur Anbindung an das übergeordnete Leitsystem. Grundsätzlich werden die Projekte der Erhaltungsplanung nicht berücksichtigt.

Die komplett neu zu erstellenden Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen für den Tunnel Fäsenstaub II sind kabeltechnisch und räumlich getrennt von den bestehenden Anlagen des Tunnel Fäsenstaub I aufgebaut. Ebenfalls wird die Energieversorgung und Mittelspannungseinspeisung des Tunnels Fäsenstaub II unabhängig vom Tunnel Fäsenstaub I vom Elektrizitätswerk EW Schaffhausen über die neu zu erstellenden Elektrozentralen UV Hochstrasse 2 und UV Kreuz 2 erschlossen.

## 0 Zusammenfassung

---

Die gesamten Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen auf der offenen Strecke sind komplett neu zu erstellen, da die Rohranlagen über den gesamten Abschnitt ersetzt werden müssen. Im Bereich der Verzweigung Mutzentäli wird ein neuer Elektraum Mutzentäli für die Versorgung und Steuerung der offenen Strecke erstellt.

Gemäss LSV wurden im Rahmen des UVB die **Lärmschutzmassnahmen** dimensioniert. Im Bereich des Anschlusses SH-Süd sowie entlang der fast gesamten offenen Strecke im Abschnitt Nord, in bergseitiger Lage, werden entsprechend dimensionierte Lärmschutzwände erstellt.

**Gestaltungsmassnahmen** erfolgen vor allem an den beiden Portalbauwerken und -zonen. Dort erfolgt eine möglichst gute Einpassung entsprechend der Charakteristik der Umgebung. In den Quartieren der Fulachstrasse und Krebsbachstrasse werden in einem gewissen Umfang Gestaltungsmassnahmen vorgeschlagen.

**Verkehrlich flankierende Massnahmen** auf dem nachgeordneten Strassennetz, insbesondere in der Umgebung des Anschlusses SH-Süd und an der Fulachstrasse beim bisherigen Anschluss SH-Nord, sollen dafür sorgen, dass der Verkehr möglichst direkt zu den Anschlüssen fliesst und keine Parallelverkehre entstehen.

### Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Die Untersuchungen für das GP haben ergeben, dass sich durch das Bauvorhaben sowohl in der Bauphase als auch im Betriebszustand voraussichtlich temporäre bzw. definitive Verluste von Lebensräumen ergeben werden. Hierbei sind auch sehr wertvolle Lebensräume betroffen, mit Arten, die auf der roten Liste stehen. Für solche Flächen ist gemäss Art. 18 NHG Ersatz zu schaffen. Die qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen werden in der UVB-Hauptuntersuchung 3. Stufe im Rahmen des Ausführungsprojektes genauer untersucht, beurteilt und mit geeigneten Ersatzmassnahmen (unter Ausarbeitung eines Landschaftspflegerischen Begleitplans) auf ein rechtskonformes Mass begrenzt.

Die **Bauausführung** wird wesentlich bestimmt vom Bau des Tunnels Fäsenstaub II. Dieser erfolgt grösstenteils von Norden her ab dem dortigen Portal als bergmännischer Vortrieb, mit einem kurzen Gegenvortrieb vom Südportal und einem Zwischenangriff inkl. Tagbaustrecke im Mühlental. Im felsigen Abschnitt erfolgt ein Kalottenvortrieb, ebenso im Lockergestein mit Kalotte und Strosse. An beiden Portalen sind Voreinschnitte und Zentralbauwerke vorgesehen. Die wichtigsten Installationsplätze sind am Nordportal für den Tunnelbau und im Mutzentäli für den Ausbau der offenen Strecke vorgesehen. Die Verkehrsführung des N04-Durchgangsverkehrs während des Baues erfolgt ausser bei einzelnen Nacht- oder Wochenendsperrungen immer auf dem eigenen Trasse. Hierzu wird zunächst der neue Anschluss Mutzentäli gebaut und erst danach der Anschluss SH-Nord zu einem 1/4-Anschluss rückgebaut und die neuen Rampenbauwerke errichtet.

Die Gesamtbauzeit wird inkl. der Umstellungsarbeiten auf etwa 8.5 Jahre veranschlagt.

Die Schätzung der **Investitionskosten**, Stand Frühjahr 2013, ergab Gesamtkosten von 472.6 Mio. CHF. Darin enthalten sind die allgemeinen Kosten und die Mehrwertsteuer. Die Kostengenauigkeit beträgt  $\pm 20\%$ .

Die anteiligen Kosten für den Finanzierungstitel "Engpassbeseitigung" betragen 419.1 Mio. CHF.

## 0.1 Projektjournal / Projektchronologie

Das Projektjournal / die Projektchronologie GP N4/06 SH Süd - Herblingen, Engpassbeseitigung ist im Anhang A dieses Dokumentes enthalten.

# 1 Ausgangslage

## 1.1 Auftrag

Die Nationalstrasse N04 verbindet auf ihrem nördlichen Abschnitt die A1 ab der Verzweigung Winterthur-Nord als A4 mit Schaffhausen. Nördlich von Schaffhausen zweigt sie an der Verzweigung Mutzentäli nach Barga ab und führt nach Donaueschingen im deutschen Schwarzwald.

Der dritte Ast in der Verzweigung Mutzentäli führt als E54 in Richtung Thayngen an der schweizerisch-deutschen Grenze und von dort zum Autobahnkreuz Singen und zur A81 nach Stuttgart.



Abb. 1-1 Übersichtsplan N04 Schaffhausen

## 1 Ausgangslage

---

Der heutige Ausbauzustand der N04 präsentiert sich wie folgt:

- |   |  |
|---|--|
| - Verzweigung Winterthur-Nord – Kleinandelfingen:   | 2x1 Fahrstreifen (geplanter Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen "Engpassbeseitigung")  |
| - Kleinandelfingen – Flurlingen:                    | 2x2 Fahrstreifen   |
| - Flurlingen – Schaffhausen-Süd (Tunnel Cholfirst): | 1 Fahrstreifen Richtung Bargaen/Thayngen<br>2 Fahrstreifen Richtung Zürich<br>(wegen der starken Steigung von knapp 5 % und wegen Einfahrt SH-Süd in Fahrtrichtung Zürich) |
| - nördlich von Schaffhausen Süd:                    | 2x1 Fahrstreifen   |

Im Bereich des Anschlusses SH-Süd bis zum Anschluss Herblingen mit 2x1 Fahrstreifen wird die Leistungsgrenze in Spitzenstunden bereits heute erreicht. Dies ist vor allem im Tunnel Fäsenstaub I, welcher im Gegenverkehr betrieben wird, zusehends problematisch. Dies betrifft nicht nur die fehlende Leistungsfähigkeit, sondern auch die aktive und passive Verkehrssicherheit. Ausserdem sind die Sicherheitsanforderungen an Tunnel im Nationalstrassennetz (ASTRA-Weisung 74001) nicht mehr eingehalten. (Diese Weisung besagt, dass ab einem durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV über 20'000 FZ/Tag ein Doppelröhrentunnel mit Richtungsverkehr notwendig ist. Zum Vergleich: Belastung 2010 gemäss KVM: 25'000 FZ/Tag).

Ausserdem ist die bestehende Netzhierarchie nördlich der Verzweigung Mutzentäli nicht auf die tatsächliche Verkehrsnachfrage ausgelegt. Der grossräumige Durchgangsverkehr ist heute in Richtung der E54 nach Thayngen/A81 Singen/Stuttgart gerichtet und nicht mehr in Richtung der N04 über Bargaen nach Donaueschingen.

Das Programm Engpassbeseitigung (PEB) des ASTRA berücksichtigt diese Verkehrsnachfrage bereits. Die daraus resultierende Massnahme ist derzeit im Modul 3 enthalten und somit zwar keine vordringliche Massnahme, jedoch generell weiterzuverfolgen und als Generelles Projekt (GP) auszuarbeiten. Daraus ergibt sich für das vorliegende GP der Auftrag,

- die N04/E54 zwischen den Anschlüssen SH-Süd und Herblingen als 2x2-streifige Hochleistungsstrasse (HLS) auszubauen.
- im weiteren Verlauf in Richtung Süden (Tunnel Cholfirst) und Norden die Option eines zukünftigen Ausbaues auf 2x2 Fahrstreifen zu ermöglichen.
- die Möglichkeiten der zukünftigen Gestaltung des Anschlusses SH-Süd unter Berücksichtigung einer allfälligen Absenkung der Rheinuferstrasse zu prüfen.

Im Verlauf der Projektierung stellte sich heraus, dass die Frage nach der zukünftigen Anschlussform SH-Süd und der Absenkung der Rheinuferstrasse vom Ausbau Schaffhausen-Süd bis Herblingen vollständig abgekoppelt werden kann und kausal hiermit nicht zusammenhängt (vgl. auch Kap. 3.1.2). Deshalb wurde diese Fragestellung im vorliegenden GP ausgeklammert.

## 1.2 Perimeter und bestehende Anlage

Der **erweiterte Perimeter** umfasst:

- N04 Flurlingen bis Schaffhausen-Süd: Berücksichtigung einer denkbaren zukünftigen Erweiterung auf 2x2 Fahrstreifen
- Rheinuferstrasse in Schaffhausen: Berücksichtigung der Option einer zukünftigen Absenkung.

Der **engere Perimeter** des vorliegenden Projektes ist in der folgenden Darstellung abgebildet:

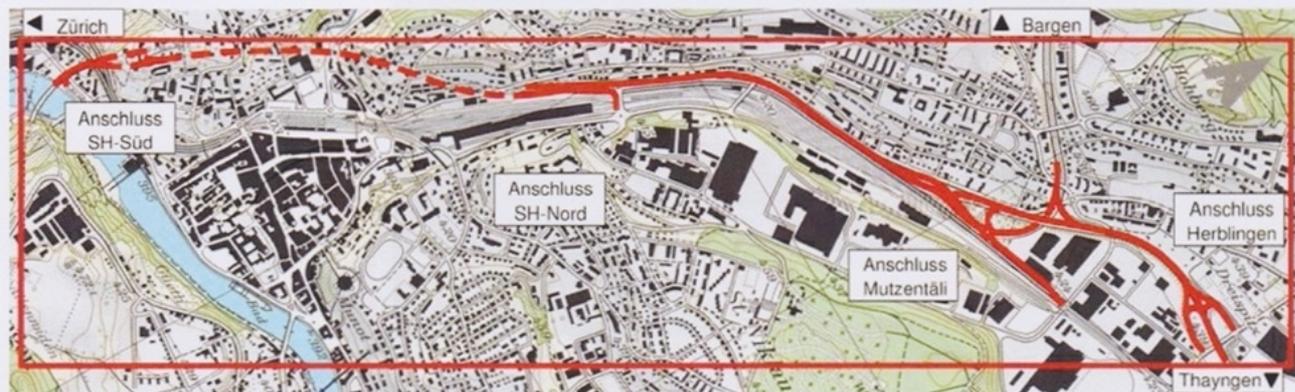


Abb. 1-2 Perimeter GP Engpassbeseitigung N04

Er umfasst folgende Anlagen:

- N04 ab Anschluss SH-Süd über die Verzweigung Mutzentäli und E54 bis zum Anschluss Herblingen: 2x2-streifiger Ausbau.
- N04 Mutzentäli in Richtung Bargen: Von Thayngen in Fahrtrichtung Zürich und Bargen wird der bestehende Zustand im Anschlussbereich Mutzentäli (zwei durchgehende Fahrstreifen Thayngen – Zürich, Ausfahrt Richtung N04 Bargen, Fahrstreifen-Addition in Richtung Bargen aus Zürich und aus Thayngen) beibehalten. In der Gegenrichtung von Bargen her wird nur noch ein Fahrstreifen (nach dem Abbau der Einfahrt Schweizersbild über einen Beschleunigungsstreifen) in den neuen Kreislauf Mutzentäli geführt, von wo aus in Richtung N04 Zürich oder E54 Thayngen gefahren werden kann. Wegen der geringen Verkehrsmengen aus Bargen (siehe Kapitel 2.2.2) ist die Reduktion auf einen Fahrstreifen verkehrstechnisch unproblematisch.

Die **bestehende Anlage** im engeren Perimeter lässt sich folgendermassen beschreiben (von Süd nach Nord):

- **3-streifige Rheinbrücke** (asymmetrische Schrägseilbrücke) mit einem Fahrstreifen Richtung Bargen/Thayngen und zwei Fahrstreifen Richtung Zürich.



Abb. 1-3 bestehende Rheinbrücke

1 Ausgangslage

- **Vollanschluss Schaffhausen-Süd.** Die Ausfahrten von Zürich sowie von Bargaen/Thayngen werden über Verzögerungstreifen zur Ausfahrt SH-Süd geführt. Die Einfahrt nach Zürich erfolgt über eine Fahrstreifenaddition, die Einfahrt nach Bargaen/Thayngen über einen (nicht normkonformen, weil zu kurzen) Beschleunigungstreifen vor dem Tunnel Fäsenstaub I.



Abb. 1-4 Anschluss SH-Süd mit Portal Süd, Tunnel Fäsenstaub I

- **Tunnel Fäsenstaub I:** Gegenverkehrstunnel von 1.40 km Länge.



Abb. 1-5 Anschluss SH-Nord mit Portal Nord, Tunnel Fäsenstaub I

- **Vollanschluss Schaffhausen-Nord:** Dieser befindet sich nördlich des Tunnels Fäsenstaub auf einer zweiten Ebene und schliesst mit einer Überquerung der DB- und SBB-Gleise an die Fulachstrasse an. Diese zweite Ebene wird durch die ca. 470 m lange Galerie Schönenberg ermöglicht.



Abb. 1-6 bestehende Galerie Schönenberg

- **Offene Strecke Schaffhausen-Nord** bis Herblingen mit der niveaufreien Verzweigung Mutzentäli. Diese ist in Form von Fahrstreifensubtraktion und -addition ausgeführt.

### 1.3 Ziele des Projektes

- Primäres Ziel des vorliegenden GP ist die Engpassbeseitigung auf der N04 vom Anschluss SH-Süd bis zur Verzweigung Mutzentäli und auf der E54 von der Verzweigung Mutzentäli bis zum Anschluss Herblingen. Dies bedeutet auf dem genannten Abschnitt einen Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen, wo möglich mit Pannestreifen.
- Zusätzlich zum nationalen Durchgangsverkehr soll auch der Agglomerationsverkehr möglichst gut bewältigt werden können. Aus diesem Grund ist die heutige Anzahl von Anschlüssen möglichst beizubehalten, obwohl die bestehende Anschlussdichte sehr hoch ist.

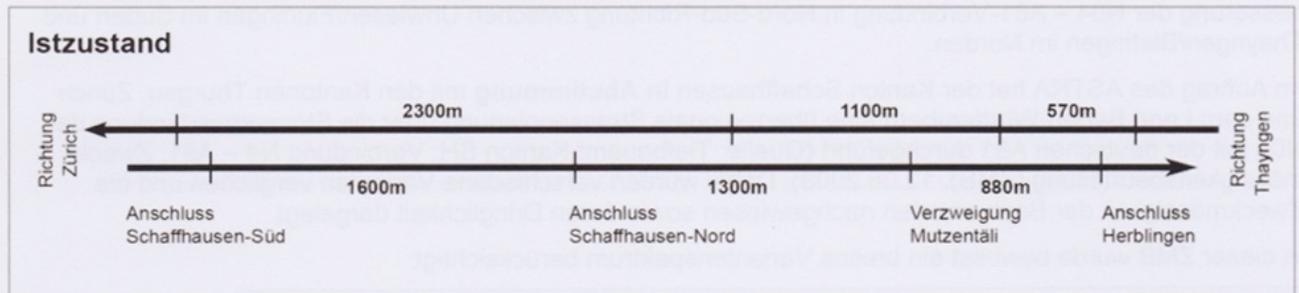


Abb. 1-7 Abstände bestehender Anschlüsse auf der N04, Schaffhausen

- Die aktive und passive Verkehrssicherheit ist zu verbessern. Dies gilt insbesondere im Bereich der Tunnelstrecken, wo nicht nur durch den Wechsel vom Gegenverkehrs- auf das richtungsgetrennte Verkehrsregime, sondern auch durch eine Verbesserung der Flucht- und Rettungskonzeption die aktive und passive Sicherheit verbessert werden soll.
- Die Verhältnisse für die Umwelt und die Siedlung sind in diesem engen Lebensraum möglichst zu verbessern. Dies wird in einem separaten Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) behandelt. Die Vorgaben aus diesem UVB, insbesondere für Lärmschutz und Bauablauf, sind in die Projektierung eingeflossen.
- Die Anlagen und Vorhaben der direkten Nachbarn werden gebührend berücksichtigt. Dies sind vor allem die bestehenden Anlagen Privater, der Stadt und des Kantons Schaffhausen sowie der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und der Deutschen Bundesbahn (DB) sowie deren Planungsabsichten (insbesondere der Richtplan des Kantons Schaffhausen).



Abb. 1-8 Bahnanlagen neben der N04, Schaffhausen Nord

## 1.4 Projektgeschichte und Vorgehensweise

Die N04 wurde in den 1980er und 1990er Jahren gebaut und im August 1996 in Betrieb genommen. Sie ist Bestandteil der internationalen Nationalstrassenverbindung A81 – N04 (Nord-Süd-Achse, Stuttgart – Zürich).

Auf der N04 in der Stadt Schaffhausen dominieren der lokale und regionale Quell- und Zielverkehr gegenüber dem überregionalen Verkehr, wobei eine deutliche Steigerung des grenzüberschreitenden Verkehrs am Grenzübergang in Thayngen zu verzeichnen ist.

Im Jahr 2005 führten die Kantone Zürich, Schaffhausen und Thurgau eine gemeinsame Netzstrategie-Studie zur Anbindung der deutschen A98 an die N04 durch, die im deutschen Bundesverkehrswegeplan vorgesehen war. Aus dieser Strategiestudie ergab sich jedoch, dass für den Raum Schaffhausen nicht eine Ost-West-Verbindung an das übergeordnete HLS-Netz notwendig ist, sondern eine kapazitätssteigernde Verbesserung der N04 – A81-Verbindung in Nord-Süd-Richtung zwischen Uhwiesen/Flurlingen im Süden und Thayngen/Bietingen im Norden.

Im Auftrag des ASTRA hat der Kanton Schaffhausen **in Abstimmung** mit den Kantonen Thurgau, Zürich und dem Land Baden-Württemberg eine überregionale Strassenplanung über die Strassenverbindung der N04 mit der deutschen A81 durchgeführt (Quelle: Tiefbauamt Kanton SH: Verbindung N4 – A81; Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB), 12.08.2008). Dabei wurden verschiedene Varianten verglichen und die Zweckmässigkeit der Bestvarianten nachgewiesen sowie deren Dringlichkeit dargelegt.

In dieser ZMB wurde bewusst ein breites Variantenspektrum berücksichtigt:

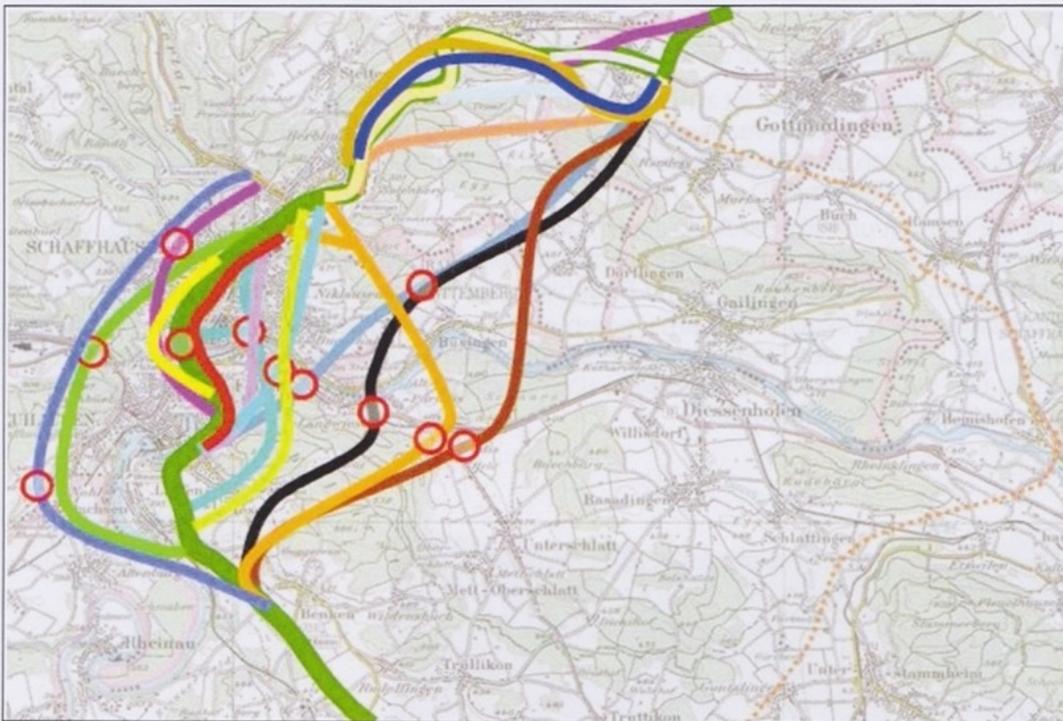


Abb. 1-9 Variantenspektrum ZMB  
Quelle: Tiefbauamt Kanton SH

1 Ausgangslage

Als Bestvariante wurde in der ZMB ein Ausbau im Perimeter der bestehenden N04 bestimmt:

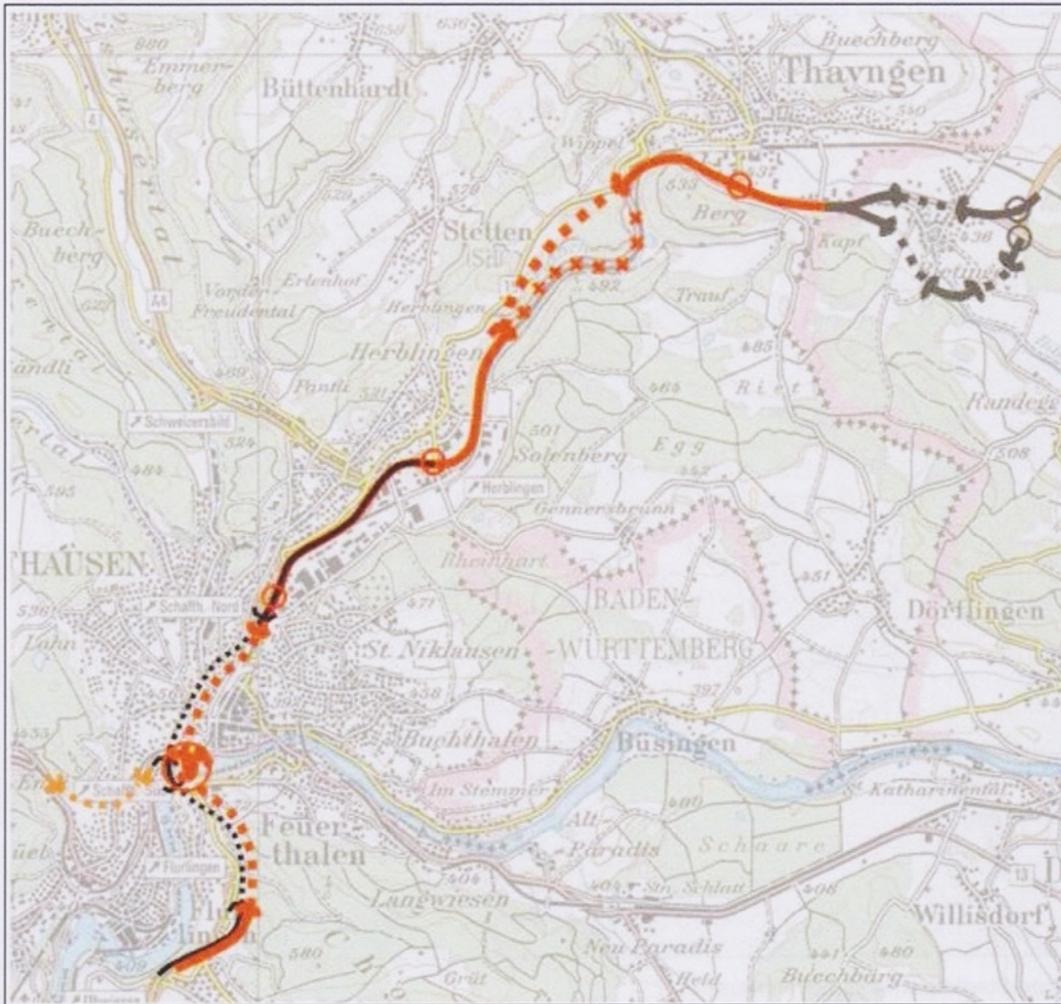


Abb. 1-10 Bestvariante der Verbindung N04 – A81  
Quelle: Tiefbauamt Kanton SH

## 1 Ausgangslage

Im Bereich der Stadt Schaffhausen ("Staddurchfahrt Schaffhausen") entsprach diese Bestvariante einem neuen Tunnel Fäsenstaub östlich des bestehenden Tunnels und einem Ausbau der Strecke bis Herblingen.

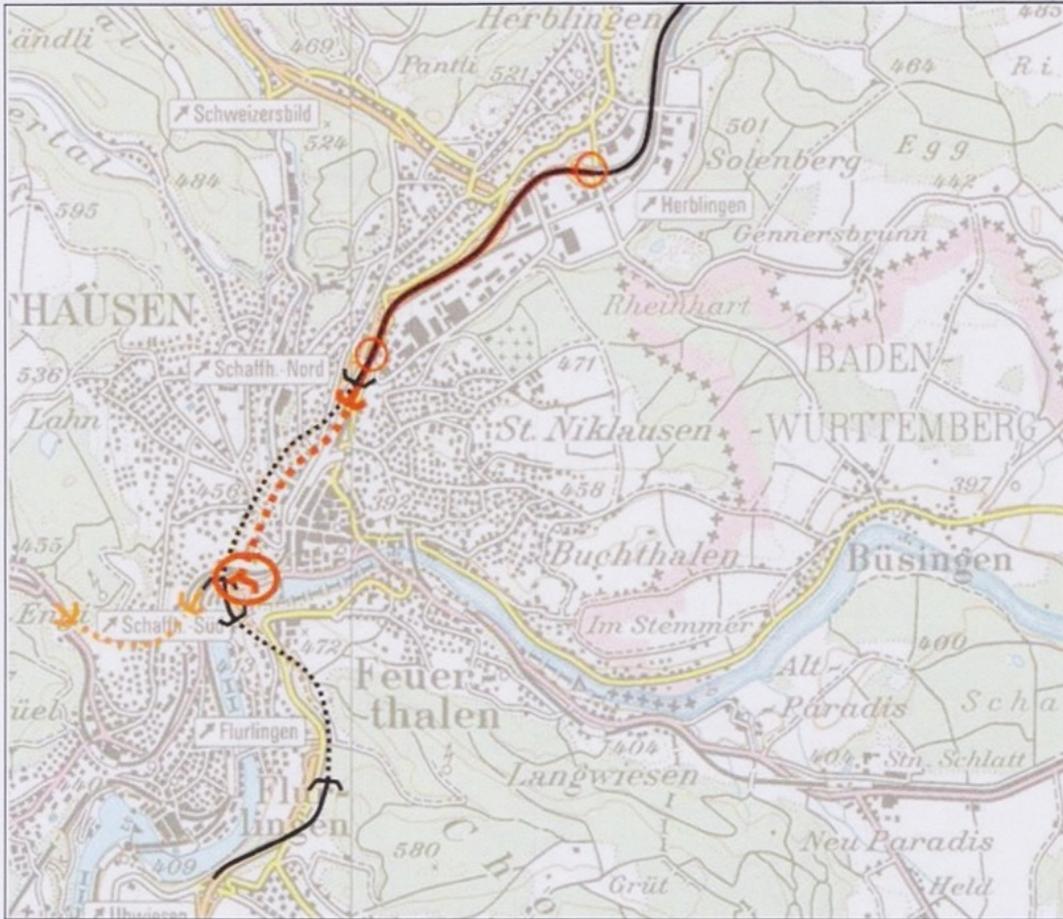


Abb. 1-11 Bestvariante Staddurchfahrt Schaffhausen  
Quelle: Tiefbauamt Kanton SH

Als Bestvariante für die Staddurchfahrt Schaffhausen, wird prioritär der Ausbau der Strecke SH-Süd bis Herblingen auf 2x2 Fahrstreifen inkl. Bau des Tunnels Fäsenstaub II im Bereich der heutigen Linienführung der N04 vorgeschlagen.

Gemäss ZMB

- löst dieser Ausbau das Kapazitätsproblem der N04 in der Stadt Schaffhausen.
- erhöht er die Verkehrssicherheit im Tunnel und in den Anschlüssen.
- bündelt er den Verkehr auf der HLS, da er einer nachfrageorientierten Linienführung entspricht.
- ist diese Lösung aufwärtskompatibel mit einem denkbaren zukünftigen Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen südlich des Rheins durch den Bau eines Tunnels Cholfirst II und optional einer Absenkung der Rheinuferstrasse.
- werden Umweltbelastung, Ressourcenverbrauch und Investitions- und Betriebskosten minimiert.

Die Bestvariante "Staddurchfahrt Schaffhausen" der ZMB wurde vom ASTRA in das Programm der Engpassbeseitigung aufgenommen. Daraufhin wurde das vorliegende Generelle Projekt (GP) erarbeitet.

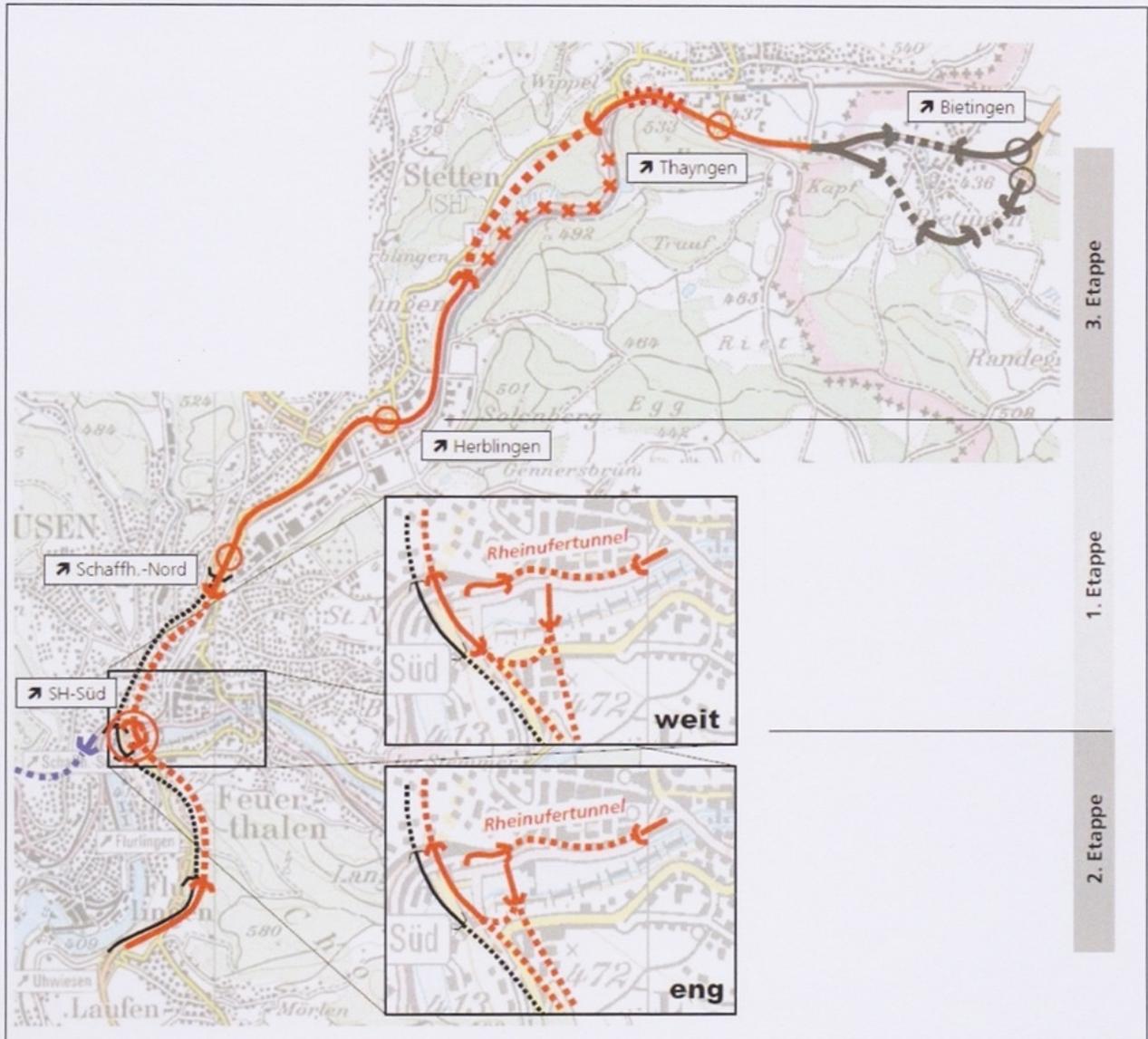


Abb. 1-12 Dringlichkeiten, Etappen 1 bis 3  
 Quelle: Tiefbauamt Kanton SH

Die Streckenbereiche Herblingen – Thayngen und Rheinübergang/Cholfirst werden in nächster Zukunft noch nicht an ihre Kapazitätsgrenze gelangen, weshalb der Ausbau der Stadttangente Priorität genießt.

### 1.5 Engpassbeseitigung und/oder Sicherheitsstollen (SiSto)

Massgebendes Element der Engpassbeseitigung ist der Bau des Tunnels Fäsenstaub II. Dieser kann bei Ereignissen bzw. Unfällen im Tunnel Fäsenstaub I auch als Flucht- und Rettungsweg benutzt werden.

Sollte dieser Tunnel nicht umgesetzt werden, muss zur Erhöhung der passiven Sicherheit ein Sicherheitsstollen gebaut werden. Aus diesem Grund wurde parallel zum vorliegenden GP Engpassbeseitigung ein Ausführungsprojekt (AP) Sicherheitsstollen (SiSto) erarbeitet. Dieser Sicherheitsstollen ist mit Ausnahme der Portalzonen im Profil des Tunnels Fäsenstaub II vorgesehen. Es soll jedoch möglichst kein "sowohl – als auch" (also zuerst SiSto, danach Tunnel Fäsenstaub II) gebaut werden, sondern ein "entweder – oder". Erklärtes Ziel des ASTRA ist es, die Engpassbeseitigung mit dem Tunnel Fäsenstaub II umzusetzen. Sollte dies jedoch auf absehbare Zeit nicht realisierbar sein, ist der Sicherheitsstollen auszuführen.

In diesem GP wird bautechnisch und in der Kostenschätzung davon ausgegangen, dass vorgängig zum Bau des Tunnels Fäsenstaub II kein SiSto vorhanden sein wird. Allfällige Auswirkungen (inkl. Kostenauswirkungen) auf das GP bei einem vorgängigen Bau des Sicherheitsstollens werden im Kapitel 4.4.10 beschrieben.

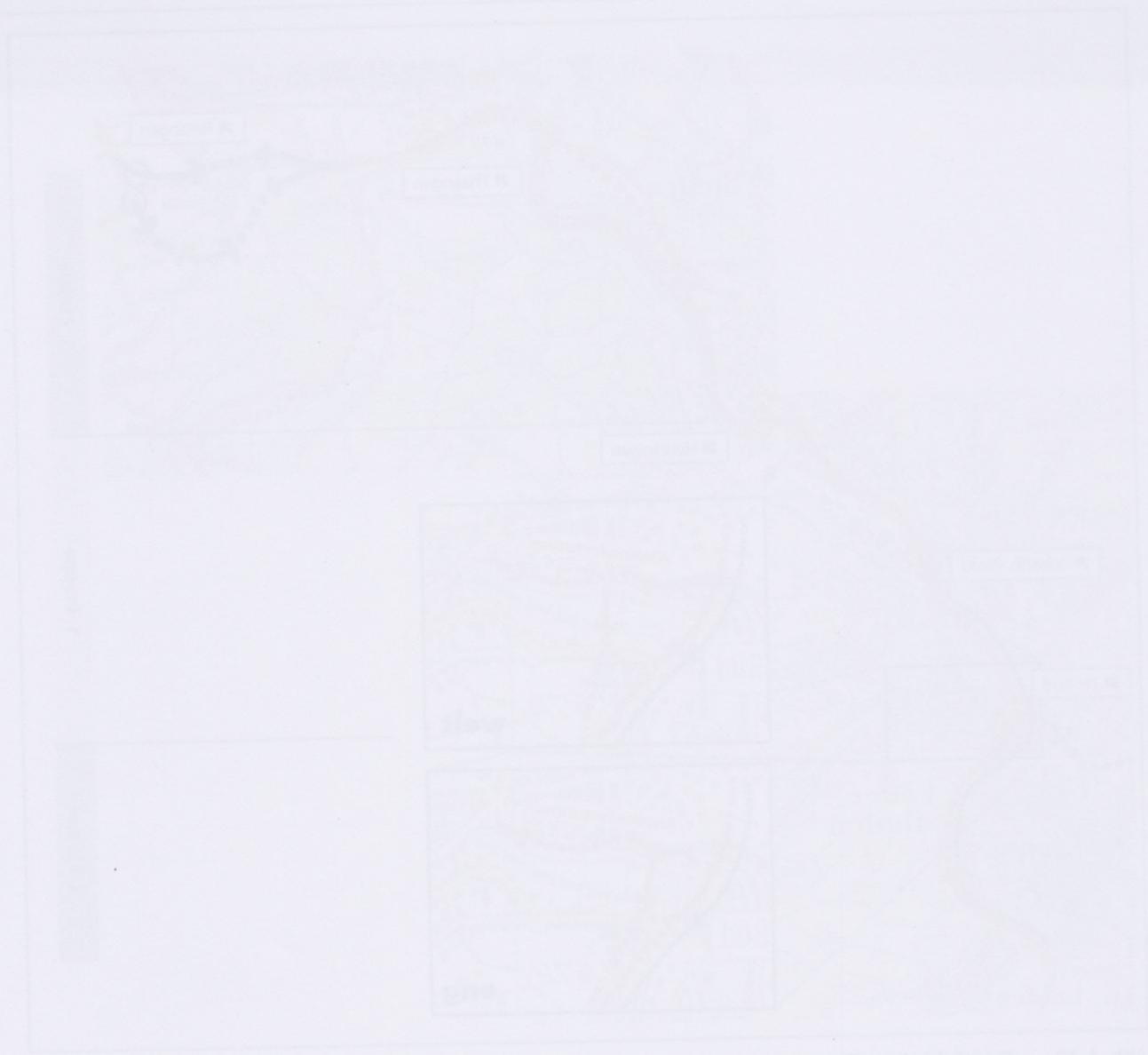


Abb. 1-12: Einmalbau, Tunnelbau  
Quelle: Technische Zeichnung

Die Streckenweite Halbringen - Thüringen und Rheinland/Chorin werden in nächster Zukunft noch  
nicht an ihre Kapazitätsgrenze gelangen, weshalb der Ausbau der Strecken im Hinblick auf

### 1.5. Engpassbehebung und/oder Sicherheitsstollen (SIS)

Einmalbau Tunnel der Engpassbehebung ist der Bau des Tunnel Bauabschnitts B. Dieser kann bei  
Ergebnis der Tunnel im Tunnel Bauabschnitt I, auch als Flicht- und Rückweg genutzt werden.  
Diese Tunnel nicht genutzt werden, muss zur Erhöhung der besseren Sicherheit ein Sicherheits-  
stollen gebaut werden. Aus diesem Grund wurde parallel zum vorliegenden OP Engpassbehebung ein  
Ausführungsgesamt (AP) Sicherheitsstollen (SIS) erstellt. Dieser Sicherheitsstollen ist ein Ausbagger der  
Fortschritt im Fall des Tunnel Bauabschnitts II vorgesehen. Es soll jedoch möglichst kein "Sowohl - als  
auch" sein, sondern danach Tunnel Bauabschnitt II gebaut werden, sondern ein "entweder - oder".  
Einmalbau Tunnel der Engpassbehebung mit dem Tunnel Bauabschnitt II anzuwenden. Sollte  
das noch auf andere Weise nicht realisierbar sein, ist der Sicherheitsstollen auszuführen.  
In diesem OP wird beschrieben und in der Kostenschätzung davon ausgegangen, dass vorrangig zum Bau  
des Tunnel Bauabschnitts II kein SIS zu veranlassen sein wird. Mögliche Ausnahmen (z.B. Kostenschätzung  
geht auf das OP bei einem vorliegenden Bau des Sicherheitsstollens werden im Kapitel 4.1.10 beschrieben

## 2 Grundlagen

### 2.1 Plan- und Vermessungsgrundlagen

Für die planliche Erarbeitung des Projektes wurden vor allem folgende Unterlagen verwendet:

- Aktuelle Katasterdaten gemäss LV 95 sowie Höhenangaben. Quelle: Bundesamt für Landestopografie.
- Bauwerkspläne der bestehenden Anlage. Quelle: Archiv des Bundesamtes für Strassen, Filiale Winterthur.
- Einzelne Vermessungsangaben und Bauwerkspläne Dritter, z.B. SBB, DB, EWS.

Zusätzlich wurde vom ASTRA, Filiale Winterthur (Auftragnehmer: Terra Vermessung) ein Laserscanning der gesamten N04 und E54 und der Rampen in den offenen Abschnitten und Tunnelportalbereichen des engen Projektperimeters durchgeführt. Hiermit konnten insbesondere die Bauwerkspläne verifiziert und referenziert werden. Auf diese Weise konnte eine hohe Verlässlichkeit der Grundlagen erreicht werden, die für eine Projektierung im überbauten, städtischen Gebiet unerlässlich ist.

### 2.2 Verkehrsgrundlagen

Für die verkehrstechnischen Berechnungen werden für den Planungsfall 2030 mit Engpassbeseitigung auf der N04 sowie inkl. der vorgesehenen verkehrlich flankierenden Massnahmen die Verkehrsbelastungen benötigt. Aus diesem Grund werden die Verkehrsmodelldaten des kantonalen Verkehrsmodells (KVM) verwendet. Dieses wurde vom ASTRA gemeinsam mit dem Kanton SH erstellt und aktualisiert. In diesem Modell wurde die N04 gemäss vorliegendem GP implementiert. Mit dem KVM wurden sowohl der Referenzzustand 2030 ohne Ausbau als auch der Planungszustand 2030 mit Ausbau mit Hilfe von Umliegungen dargestellt. Der Vergleich der KVM-Belastungen mit gezählten Belastungen zeigt, dass im Ausgangszustand 2010, für den das KVM kalibriert ist, die Belastungen (mit Ausnahme im Abschnitt zwischen Mutzentäli und Herblingen) gut übereinstimmen:

jeweils FZ/Tag	KVM 2010	Zählung 2010	Zählung 2013 (mit LW-Anteil)
nördlich von Herblingen (nördliche Projektgrenze)	17'000	18'640	20'300 (7.0 %)
zwischen SH-Süd und Mutzentäli (Tunnel Fäsenstaub)	25'000	25'160	28'680 (5.9 %)
südlich von SH-Süd (südliche Projektgrenze)	20'000	19'900	24'960 (8.1 %)

Tab. 2-1 Vergleich der DTV-Werte aus kantonalem Verkehrsmodell KVM und Dauerzählstellen  
(Quelle: Kanton SH/ASTRA)

#### 2.2.1 Grundlagen

Aus den prognostizierten Verkehrsbelastungen ergibt sich grundsätzlich die Projektbegründung für den Ausbau der N04 zwischen Schaffhausen-Süd und Herblingen. Zusätzlich werden Verkehrsgrundlagen auch für die konkrete verkehrstechnische Dimensionierung der Anlage sowie für Beurteilungen im Rahmen des UVB, insbesondere für die Bemessung der Lärmschutzanlagen als auch für die Konzeption der verkehrlich flankierenden Massnahmen (vfM), benötigt.

Im Wesentlichen liegen für die Herleitung entsprechender Belastungsannahmen folgende Datenquellen vor:

- Schweizerische Automatische Strassenverkehrszählung (SASVZ)  
Für drei Zählstellen auf der N04 und E54 (Nr. 123 Schaffhausen-Nord; Nr. 180 Thayngen; Nr. 181 Flurlingen) liegen automatische Zählergebnisse vor, aus denen sich der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV), die Morgenspitzenstunde (MSP) und die Abendspitzenstunde (ASP) herleiten lassen.
- Kantonale Zählungen:  
An verschiedenen Querschnitten des kantonalen Hauptstrassennetzes liegen Dauerzählstellen, aus denen sich DTV-Werte ermitteln lassen.

## 2 Grundlagen

---

- Eigene Zählungen:  
Im Rahmen des vorliegenden GP wurden im September 2012 an allen ersten leistungsfähigen Knotenpunkten der Anschlüsse im engeren Projektperimeter Verkehrszählungen in der Morgen- und Abendspitzenstunde (MSP, ASP) durchgeführt.
- Nationales Personenverkehrsmodell:  
Auf der Grundlage der Siedlungsprognosen des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE wurden vom ASTRA Prognosen des durchschnittlichen Werktagsverkehrs (DWV) für das Jahr 2030 und für den Referenzzustand 2030 ohne Ausbau ausgearbeitet. Diese liegen jedoch nur für die eigentliche N04 als richtungsbezogene Querschnittswerte in den Abschnitten Tunnel Cholfirst und Tunnel Fäsenstaub (Dt: 24.12.2012) vor.
- MISTRA-Daten:  
Die ASTRA-Datenbank MISTRA liefert für die Jahre 2010 und 2030 (Referenzzustand ohne Ausbau) DTV-Daten für alle Abschnitte der N04 und alle Ein- und Ausfahrten.
- Kantonales Verkehrsmodell KVM:  
Das vom Kanton Schaffhausen und dem ASTRA im Rahmen des vorliegenden GP gemeinsam aufgearbeitete kantonale Verkehrsmodell liefert für den Istzustand 2010, den Referenzzustand ohne Ausbau 2030 sowie für mehrere Ausbauvarianten Umlegungsergebnisse, die sich auf lokal detaillierte Siedlungsprognosen und konkrete Netzfälle beziehen. Im Ergebnis stehen DWV-Werte für alle Strecken auf der N04 und im angrenzenden Netz zur Verfügung. Morgen- und Abendspitzenstunden sind nicht vorhanden, jedoch eine "gemittelte" Spitzenstunde, aus der sich über Ganglinien-Überlegungen MSP- und ASP-Werte abschätzen lassen.  
Der Galgenbucktunnel als verbesserte Zufahrt von Westen zum Anschluss Schaffhausen-Süd ist im kantonalen Verkehrsmodell entsprechend abgebildet. Die Verkehrsmenge steigt dort entsprechend an (DTV neu 13'000 statt 10'000 FZ/Tag bzw. lineare Steigung von 1.5 % p.a.).

### 2.2.2 Belastungsfälle

Für die verkehrstechnischen und die umweltrelevanten Überlegungen waren folgende Belastungsfälle zu bestimmen:

- Istzustand 2010
- Referenzzustand 2030 (ohne Ausbau der N04)
- Planungszustand 2030 (mit Ausbau der N04 zwischen Schaffhausen-Süd und Herblingen)

Die ermittelten Datengrundlagen für den Umweltbereich sind im UVB beschrieben. Für die verkehrstechnischen Berechnungen sowie die Dimensionierung der BSA-Anlagen im Tunnel wurden aus den beschriebenen Grundlagen die Dimensionierungsbelastungen ermittelt. Diese basieren im Wesentlichen auf den detaillierten Angaben aus dem KVM, wobei mit Hilfe der Zählungen einzelne Justierungen und Plausibilisierungen und vor allem die Ermittlung der MSP- und ASP-Werte an wichtigen Knotenpunkten vorgenommen wurden. Auf diese Weise wurden alle relevanten Belastungen als DTV, DWV, MSP und ASP-Werte als Dimensionierungsbelastungen ermittelt. Für den DTV sehen diese im engeren Perimeter der N04 folgendermassen aus:

2 Grundlagen

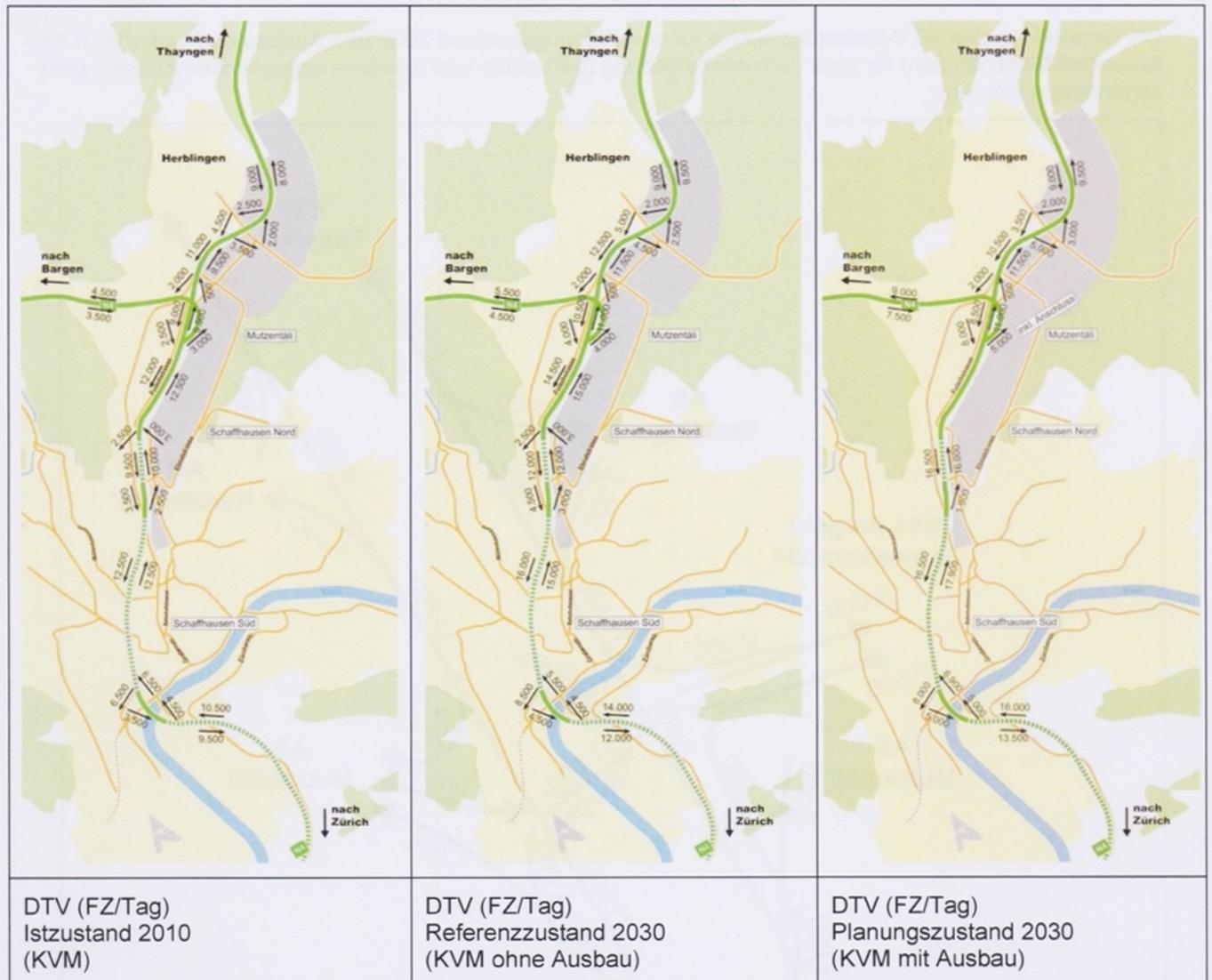


Abb. 2-1 Verkehrsbelastungen Istzustand, Referenzzustand (ohne Ausbau 2030), Planungszustand (mit Ausbau 2030) gemäss KVM

2 Grundlagen

Die Darstellung aller DTV-Belastungswerte für den Planungszustand 2030 (mit Ausbau und verkehrlich flankierenden Massnahmen) für jede Verkehrsbeziehung (gerundete und teilweise angegliche Zahlen) sieht folgendermassen aus:

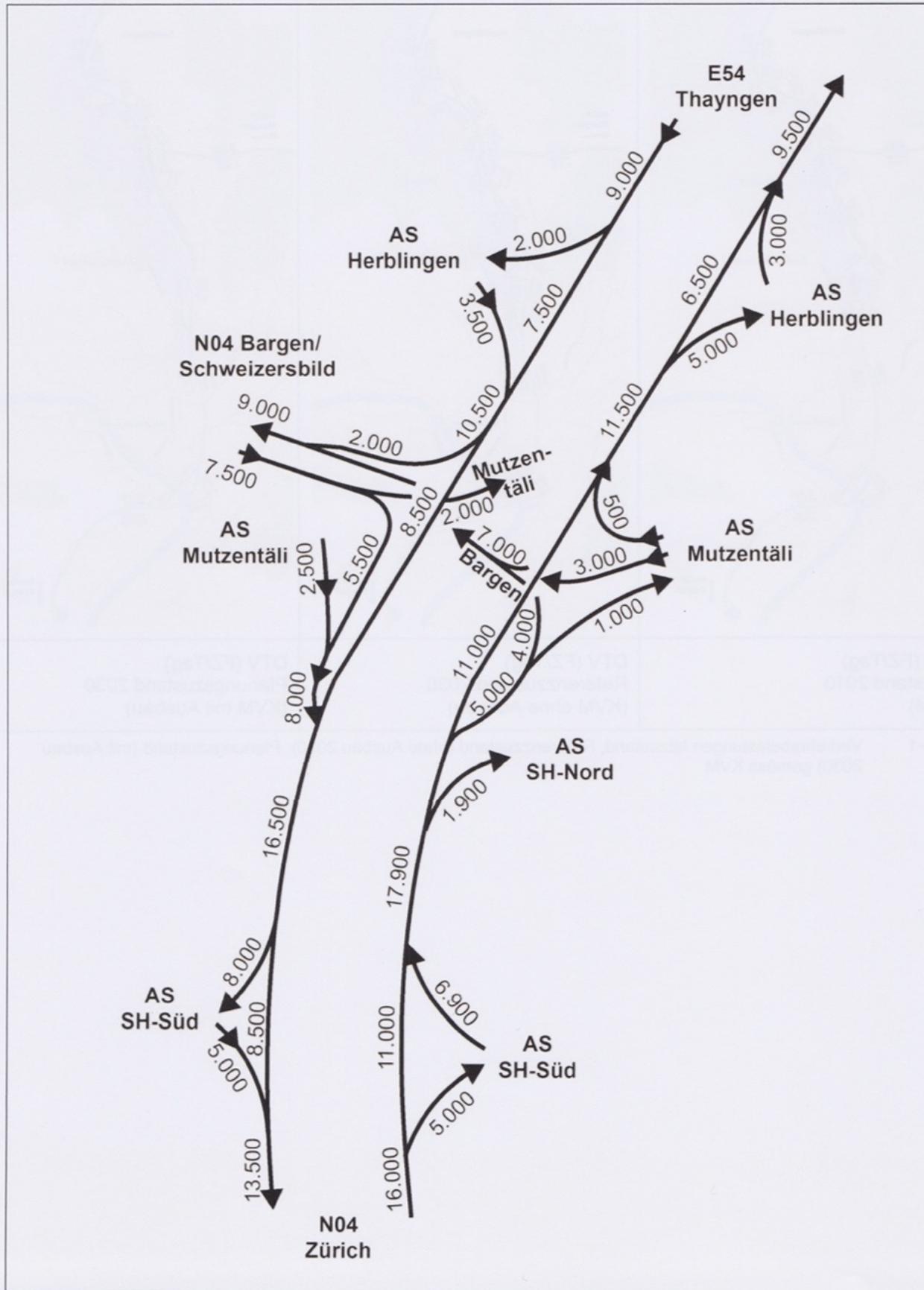


Abb. 2-2 Verkehrsbeziehungen, DTV (FZ/Tag), Planungszustand 2030 (mit Ausbau)

2 Grundlagen

Die streckenbezogenen Werte für den Planungszustand 2030 (mit Ausbau) sind, aufgeteilt in Tages- und Spitzenstundenverkehr, in der folgenden Tabelle ersichtlich. Dabei wurde der durchschnittliche Werktagsverkehr DWV aus dem an den Zählstellen ermittelten Verhältnis DTV/DWV von 0.935 hergeleitet bzw. hochgerechnet. Die Werte der Abendspitzenstunde ASP wurden für die verkehrstechnische Dimensionierung der nachgelagerten Knotenpunkte verwendet.

		DTV FZ/Tag (gerundet)	DWV FZ/Tag (gerundet)	Schwerver- kehrsanteil 2011 am DTV (gezählt)	ASP FZ/h Basis: Zählung und Hochrech- nung auf 2030
<b>Fahrtrichtung Zürich:</b>					
N04:	- Schweizersbild – Mutzentäli (inkl. Regionalverkehr)	7'500	8'000	7.4 %	
E54:	- Thayngen – Herblingen	9'000	9'600		
	- Ausfahrt Herblingen	2'000	2'100		140
	- Einfahrt Herblingen	3'500	3'700		370
	- Herblingen – Mutzentäli	10'500	11'200	7.5 %	
	- Ausfahrt Mutzentäli – Rtg. Bargen	2'000	2'100		
N04:	- Einfahrt Mutzentäli + Bargen	8'000	8'600		810
	- Mutzentäli – SH-Süd (Fäsenstaub I)	16'500	17'600	5.7 %	
	- Ausfahrt SH-Süd	8'000	8'600		890
	- Einfahrt SH-Süd	5'000	5'300		
	- SH-Süd – Fahrtrichtung Zürich	13'500	14'400	8.4 %	1'310
<b>Fahrtrichtung Bargen/Thayngen:</b>					
N04:	- Zürich – SH-Süd	16'000	17'100	8.4 %	
	- Ausfahrt SH-Süd	5'000	5'300		740
	- Einfahrt SH-Süd	6'900	7'400		450
	- SH-Süd – Mutzentäli (Fäsenstaub II)	17'900	19'100	6.6 %	
	- Ausfahrt SH-Nord	1'900	2'000		
	- Ausfahrt Mutzentäli + Bargen	5'000	5'300		494
E54:	- Einfahrt Mutzentäli	500	530		
	- Mutzentäli – Herblingen	11'500	12'300	7.5 %	
	- Ausfahrt Herblingen	5'000	5'300		530
	- Einfahrt Herblingen	3'000	3'200		330
	- Herblingen – Thayngen	9'500	10'200		
N04:	- Mutzentäli (inkl. N04 Süd) – Schweizersbild (inkl. Regionalverkehr)	9'000	9'600	7.4 %	

Tab. 2-2 Verkehrliche Kennwerte Planungszustand (mit Engpassbeseitigung) 2030

## 2 Grundlagen

---

Im Wesentlichen zeigen diese Belastungen, dass

- der Tunnel Fäsenstaub I im Referenzzustand 2030 mit einem DTV von ca. 31'000 FZ/Tag massiv überlastet wäre (gemäss Richtlinie 2004/154/EG des europäischen Parlaments, die auch vom ASTRA angewendet wird, wäre bei einem DTV von über 20'000 FZ/Tag ein Doppelröhrentunnel mit Richtungsverkehr nötig).
- die vorgeschlagene Systematik mit einem Ausbau zwischen SH Süd und Herblingen und dem Erhalt der Option eines Ausbaues der N04 südlich des Rheins Cholfirst sinnvoll und richtig ist. In dem am stärksten belasteten Tunnelabschnitt (Fäsenstaub II) ist dann auf 2 Fahrstreifen im Richtungsverkehr ein DTV von ca. 17'900 FZ/Tag vorhanden. Im Tunnel Cholfirst wird die Verkehrsmenge im Planungszustand auf ca. 29'500 FZ/Tag gegenüber ca. 27'500 FZ/Tag im Istzustand ansteigen.

Darüber hinaus konnten aus diesen Dimensionierungsbelastungen auch die ersten leistungsfähigen Knoten an den Anschlüssen verkehrstechnisch berechnet und der Bedarf an verkehrlich flankierenden Massnahmen hergeleitet werden.

### 2.3 Nutzungsanforderungen

Die N04 wird in Zukunft als 2x2-streifige Hochleistungsstrasse zwischen den Anschlüssen SH-Süd und Herblingen betrieben. Sie ist nicht als Ausnahmetransportroute vorgesehen. Nördlich des Tunnels Fäsenstaub und der Galerie Schönenberg sind Pannestreifen vorgesehen, südlich davon Ausstellbuchten mit dem maximalen Abstand von 1'000 m. Die Kapazität des Abschnittes reicht auch für die Verkehrsprognosen nach 2040 aus. Der Aufbau wird so gewählt, dass Lastwagen mit 40 t Gesamtgewicht zugelassen sind. Die Ausbaugeschwindigkeit und die zulässige Höchstgeschwindigkeit betragen 80 km/h auf der durchgehenden Strecke.

In der **Ausführungsphase** sind möglichst geringe Verkehrsbehinderungen zu erreichen und der Verkehr der N04 ist möglichst im eigenen Perimeter abzuwickeln. Hierzu ist immer, ausser für kurze Unterbrechungszeiten, ein Fahrstreifen pro Fahrtrichtung für den rollenden Verkehr zur Verfügung zu stellen. Zudem darf der öffentliche Verkehr und Langsamverkehr möglichst nicht eingeschränkt werden. Die Interessen der Anlieger sind zu berücksichtigen, insbesondere sind unzulässige Setzungen an Gebäuden sowie an den Schienenanlagen der DB und SBB zu vermeiden.

In der **Betriebsphase** ist vor allem der langfristige Verkehrsfluss auf der N04 zu gewährleisten. Hierzu werden gemäss Verkehrsprognosen die Leistungsfähigkeiten für die zukünftigen Spitzenstunden im Jahr 2030 nachgewiesen.

Das geometrische Normalprofil entspricht dem reduzierten ASTRA-Profil, Nationalstrasse 2. Klasse, für Nationalstrassen mit einer Fahrbahnbreite für 2 Fahrstreifen von 7.50 m. In Anpassungsbereichen auf den Istzustand kann dies abweichen. Im Tunnel wird für das Normalprofil eine Fahrbahnbreite von 7.75 m vorgegeben. Die Projektierungsgeschwindigkeit auf der durchgehenden Strecke beträgt 80 km/h.

Ausserdem muss auf besondere Anforderung des ASTRA bei zukünftigen Unterhaltsfällen die Verkehrsführung auf der N04 möglich sein, ohne dass Lokalstrassen benutzt werden müssen. Dabei sind auch reduzierte Verkehrsqualitäten zulässig. Hierzu sind Gegenverkehrsregime auf jeweils einer Fahrbahn mit den entsprechenden Überleitungsmöglichkeiten zu schaffen. Diese sollen so angelegt werden, dass auf sinnvollen Abschnitten Erhaltungsarbeiten durchgeführt werden können. Hierzu gehört auch eine Überleitung zwischen den beiden Tunnelröhren, über die im Falle der Schliessung des Tunnels Fäsenstaub I der Verkehr vom Gegenverkehrsregime im Tunnel Fäsenstaub II zum Anschluss SH-Süd geführt werden kann.

Bei den Entwässerungsanlagen sind neben der Bewältigung der Regenereignisse vor allem die Ereignisse "Tunnelreinigung" und "Havarie" mit entsprechenden Retentionsanlagen zu berücksichtigen. Im Tunnel Fäsenstaub II sind Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA), Zentralen, Kabelrohranlagen und Werkleitungskanal entsprechend den Vorgaben des ASTRA vorzusehen.

Grundsätzlich werden die Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Weisungen des Bundes sowie die Normen, Richtlinien und Empfehlungen der Fachverbände (SIA, SN) eingehalten.

## 2.4 Geologie und Hydrogeologie

### Geologische Verhältnisse

Das geplante Projekt N04/06 SH Süd - Herblingen durchquert das westliche Stadtgebiet von Schaffhausen. Der Raum Schaffhausen liegt geologisch betrachtet im Übergangsbereich des Schaffhauser Tafeljuras zum Molassebecken des schweizerischen Mittellands. Die Landschaftsgeschichte der letzten ca. 2 Mio. Jahre ist geprägt durch die Lage des Raums Schaffhausen im Randbereich des eiszeitlichen Rheingletschers. Diese Überprägung führte zu einem äusserst kleinräumig gegliederten Relief der Felsoberfläche sowie zu tiefen, heute mit Lockergesteinen verfüllten Felsrinnen.

Im Bereich des geplanten Tunnels Fäsenstaub II besteht der tiefere Untergrund aus flach gegen SE einfallendem Fels des Oberen Juras (Malmkalk, vorwiegend Plattenkalk). In den Fels wurden durch eiszeitliche, fluviatile Erosion zwei tiefe, ca. West-Ost verlaufende Rinnen eingeschnitten. Die Rinnen stellen alte Rheinläufe dar. Sie werden vom Tunnel Fäsenstaub II fast rechtwinklig durchquert. Die nördlichere Rinne führt vom Klettgau gegen Osten nach Schaffhausen, deshalb auch Klettgau-Rinne genannt. Die südlichere Urwerf-Rheinfall-Rinne verläuft vom Rheinfall nach Schaffhausen. Die Rinnen sind sehr wechselhaft, mit heterogen zusammengesetzten, quartären Lockergesteinen verfüllt. Von unten nach oben werden folgende Schichteinheiten unterschieden: Schaffhauser Rinnenschotter bzw. Engeschotter, Alter Hangschutt, interglaziale/interstadiale Ablagerungen, eiszeitliche Seebodenablagerungen, Wechselfolge von Moränen, gletschernahen Schottern und Schwemmablagerungen. Die Rinnen sind aufgrund der Verfüllung mit Lockergesteinen im heutigen Geländere relief nicht mehr erkennbar. Im Nahbereich der heutigen Terrainoberfläche sind junge Flussablagerungen, junge Hangbildungen und künstliche Auffüllungen vorhanden. Insbesondere im Bereich des Südportals des geplanten Tunnels Fäsenstaub II befindet sich ein ehemaliger, heute künstlich verfüllter, städtischer Steinbruch.

Ein schematischer geologischer Längsschnitt des bestehenden Tunnels Fäsenstaub ist als Illustration in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

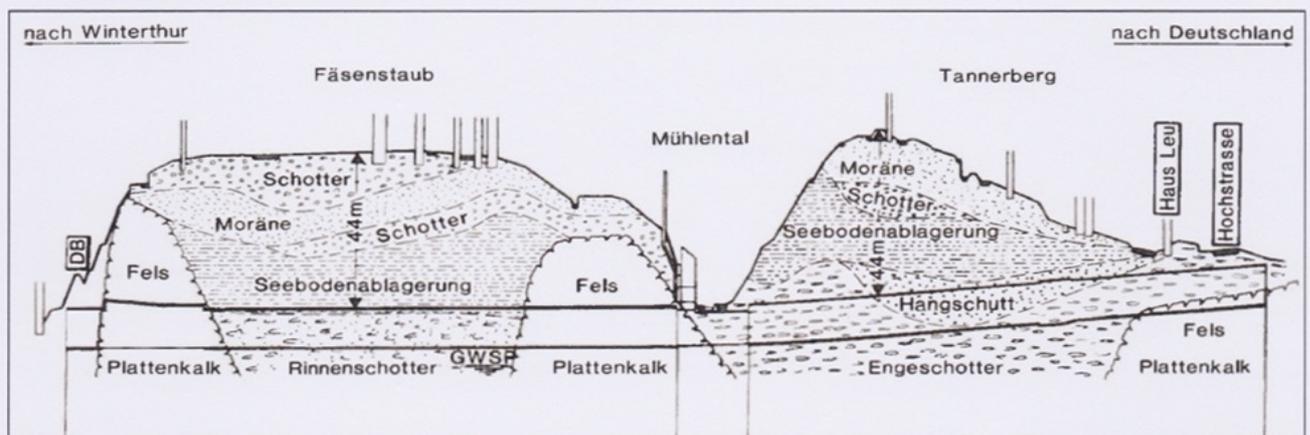


Abb. 2-3: Befundprofil Tunnel Fäsenstaub I, Quelle Dr. von Moos AG

Im offenen Streckenabschnitt nördlich des geplanten Tunnels Fäsenstaub II ist der Untergrund generell ähnlich aufgebaut wie im Tunnelabschnitt. Die N04/06 liegt hier im nordwestlichen Randbereich der Fulach-Rinne, die in etwa parallel zum Trasseee verläuft. Am nordwestlichen Rand der Fulach-Rinne sind zahlreiche weitere, kleinere, ca. NW-SE verlaufende Vertiefungen in den Felsuntergrund eingeschnitten. In diesen Vertiefungen liegen über dem Malmkalk-Fels zunächst meist glazial vorbelastete Bachablagerungen der Randentäler. Darüber folgen, wie in der übrigen Fulach-Rinne, die Schaffhauser Rinnenschotter oder die Engeschotter. Die höher liegenden gletschernahen Schotter sind im offenen Streckenabschnitt mehrheitlich als Niederterrassenschotter ausgebildet, in welche Moränen und Schwemmablagerungen eingeschaltet sind. Die künstlichen Auffüllungen sind im offenen Streckenabschnitt abschnittsweise sehr mächtig ausgebildet. Die Schotterfüllungen der Urwerf-Rheinfall-, der Klettgau- und der Fulach-Rinne (Schaffhauser Rinnenschotter, Engeschotter) sind sehr gut durchlässig und beherbergen für die Trinkwasserversorgung über-regional bedeutende Grundwasservorkommen.



### 3 Grundsätzliche Konzeption der Anlage

In der ZMB als vorgängigem Planungsschritt zum vorliegenden GP (vgl. Kap. 1.5) wurde ein Ausbau der N04 zwischen Uhwiesen im Süden und Thayngen im Norden in drei Etappen vorgeschlagen. Dabei blieb die Lösung im Anschluss SH-Süd mit einer eventuellen Absenkung der Rheinuferstrasse (Rheinufertunnel) noch offen.

Entsprechend waren vor der Ausarbeitung des GP verschiedene Optionen und Varianten abzuklären bzw. zu entscheiden und somit die Bestvariante für das vorliegende GP zu entwickeln.

#### 3.1 Optionen

Nach der Engpassbeseitigung Schaffhausen Süd – Herblingen sollen folgende Optionen möglich bleiben:

##### 3.1.1 Option 1: Tunnel Cholfirst II

Die "2. Ausbautetappe" gemäss ZMB ist ein Ausbau zwischen Uhwiesen bis Schaffhausen-Süd mit einem neuen Tunnel Cholfirst II in östlicher Lage des bestehenden Tunnels Cholfirst I. Dessen Achse wurde im Rahmen des vorliegenden GP berechnet, sie ist mit einem Achsabstand von 40 m zum bestehenden Tunnel vorgesehen.

Im Bereich zwischen dem Nordportal des Tunnels Cholfirst II und dem Südportal des Tunnels Fäsenstaub II ist ein gewisser Handlungsspielraum zur Festlegung der horizontalen Linienführung vorhanden. Dieser Handlungsspielraum liegt zwischen den beiden Begrenzungslinien, der grünen Achse im Westen und der lila Achse im Osten (vgl. Abb. 3-1). Die östliche Begrenzungslinie weist einen grösseren Radius auf und erlaubt eine Projektierungsgeschwindigkeit von 100 km/h. Die westliche Begrenzungslinie orientiert sich an der bestehenden Rheinbrücke und weist daher einen engeren Radius auf. Die Projektierungsgeschwindigkeit beträgt hier 80 km/h.

Bei allen Linienführungsvarianten innerhalb der beiden Begrenzungslinien Ost und West kann die bestehende Flurlingerbrücke über den Rhein erhalten bleiben.

Die Anschlussmöglichkeit des Tunnels Cholfirst II an den Tunnel Fäsenstaub II wird durch eine entsprechende lokale Aufweitung des Tunnels Fäsenstaub II berücksichtigt (siehe Kap. 4.4.7).

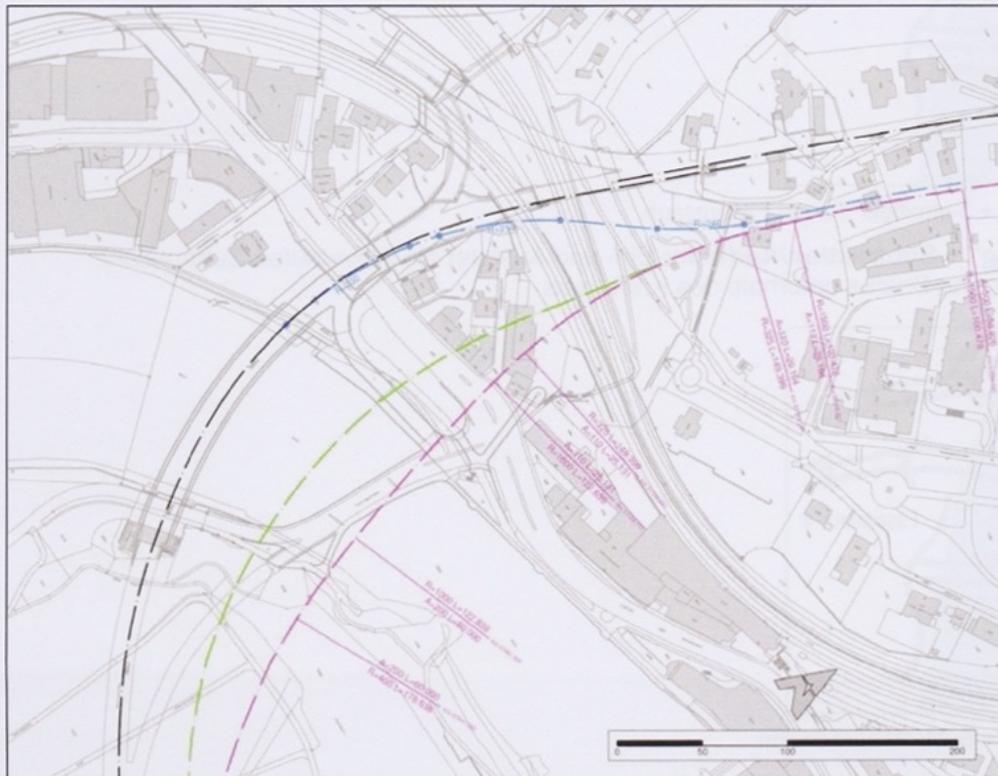


Abb. 3-1 Linienführungsspektrum zwischen der lila und grünen Achse Tunnel Cholfirst II – Tunnel Fäsenstaub II

### 3.1.2 Option 2: Anschluss SH-Süd "weit" oder "eng" und Rheinufertunnel

In der ZMB wurde der Entscheid über die Führung der Ein- und Ausfahrt im Anschluss SH-Süd in Fahrtrichtung Nord im Endausbau (mit Tunnel Cholfirst II und Tunnel Fäsenstaub II) als "weite" oder "enge" Variante offen gelassen.

In einem Variantenstudium wurden folgende 4 Anschlussformen für den Anschluss SH-Süd, Fahrtrichtung Nord, im Endausbau erarbeitet.

#### Var. 1: Variante "weit": Ein- und Ausfahrt über eine Brücke oberhalb des Kraftwerks

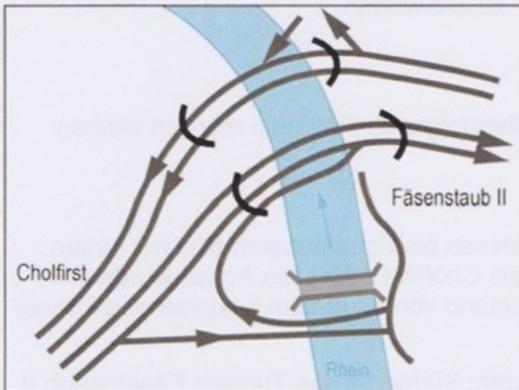


Abb. 3-2 Variante "weit"

#### Var. 2: Variante "eng" + 3-streifiger Tunnel Fäsenstaub: Verzögerungstreifen und Addition über eine Brücke unterhalb des Kraftwerks (da im Tunnel kein FS-Abbau erfolgen darf)

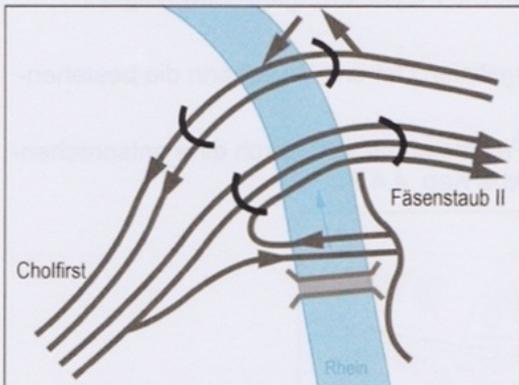


Abb. 3-3 Variante "eng" + 3-streifiger Tunnel Fäsenstaub

#### Var. 3: Variante "eng" + Subtraktion/Addition: Ein- und Ausfahrt als Fahrstreifen-Subtraktion/Addition über eine Brücke unterhalb des Kraftwerks

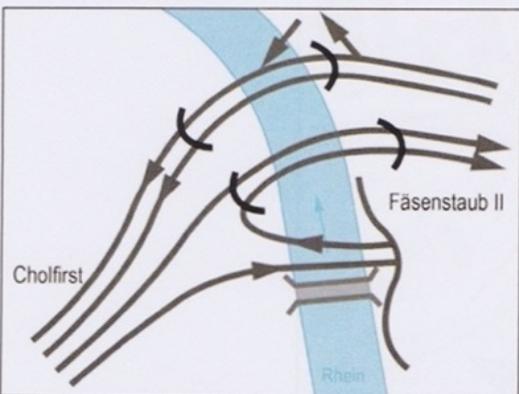


Abb. 3-4 Variante "eng" + Subtraktion/Addition

#### Var. 4: Linksausfahrt/Einfahrt:

Der rechte Fahrstreifen aus dem Tunnel Cholfirst II wird über eine neue Rheinbrücke in den Tunnel Fäsenstaub geführt. Der linke Fahrstreifen im Tunnel Cholfirst II wird als Linksausfahrt (Fahrstreifen-Subtraktion) in einen abzweigenden Tunnel auf die bestehende Flurlinger Brücke in den bestehenden Knoten Mühlenstrasse geführt, die Zufahrt von der Mühlenstrasse in den Tunnel Fäsenstaub II erfolgt wie im GP (ohne Tunnel Cholfirst II) mittels des Überleitungstunnels.

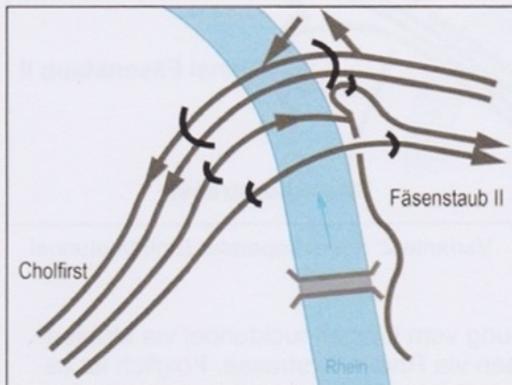


Abb. 3-5 Linksausfahrt/Einfahrt

Die Anschlussvariante 2 wurde verworfen. Gründe hierfür sind, dass ein solcher Tunnel verkehrstechnisch überdimensioniert wäre, sowie die hohen Kosten für einen 3-streifigen Tunnel Fäsenstaub II.

Die verbleibenden 3 Anschlussvarianten sind alle umsetzbar, und das für alle Linienführungsvarianten der Option 1 "Tunnel Cholfirst II" (vgl. Kap. 3.1.1). Auch die Option einer Absenkung der Rheinuferstrasse bleibt bestehen.

Das vorliegende GP ist daher von einem Anschlussvarianten-Entscheid nicht betroffen. Die Gestaltung des Anschlusses SH-Süd, Fahrtrichtung Nord, Endzustand, inklusive Absenkung Rheinuferstrasse, kann später in einem separaten Projekt weiterbearbeitet und umgesetzt werden.

### 3.1.3 Option 3: Ausbau Herblingen – Thayngen

Die "3. Ausbautappe" gemäss ZMB entspricht dem Ausbau der E54 auf 2x2 Fahrstreifen ab Herblingen bis zur Landesgrenze Thayngen. Sie würde einem grossräumigen Lückenschluss mit der deutschen A81 nach Stuttgart entsprechen.

Ein möglicher Ausbau würde ab dem Anschluss Herblingen beim östlichen Widerlager der Brücke über die Gennersbrunnerstrasse erfolgen. Besondere Vorkehrungen hierfür müssen im vorliegenden GP keine getroffen werden.

## 3.2 Varianten

In verschiedenen Projektabschnitten mussten vor der eigentlichen Projektbearbeitung Variantenentscheide getroffen werden, welche die Konzeption der Anlage betrafen. Folgende sind die wichtigsten Variantenentscheide:

### 3.2.1 Anschluss SH-Süd

Unter Berücksichtigung der Option "Tunnel Cholfirst II" (vgl. Kap. 3.1.1) könnte die Zufahrt nach Bargen/ Thayngen entweder wie bestehend mit einer Überleitung in den Tunnel Fäsenstaub II oder über einen zusätzlichen Tunnel in der neuen Lage geführt werden.

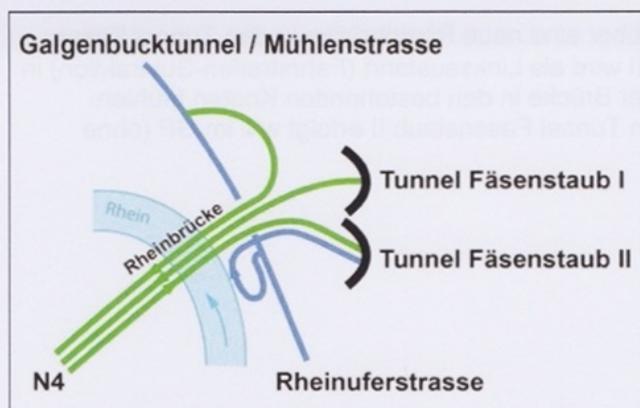


Abb. 3-6 Variante 1: Überleitung über bestehende Einfahrt

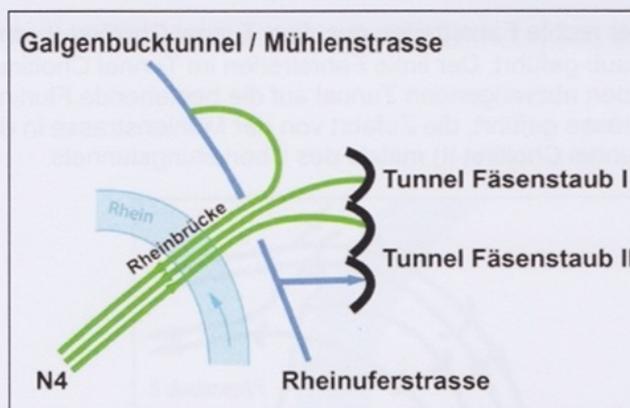


Abb. 3-7 Variante 2: neuer separater Einfahrtstunnel

Im Anschluss SH-Süd in Fahrtrichtung Nord ist die Verkehrsbeziehung vom Galgenbucktunnel via Mühlenstrasse wesentlich ausgeprägter als die Beziehung von Schaffhausen via Rheinuferstrasse. Folglich ist es aus verkehrstechnischer Sicht klar besser, die starke Beziehung vom Galgenbucktunnel (Mühlenstrasse) als Rechtsabbieger zu führen. Ausserdem muss bei dieser Variante die Lage der zukünftigen Röhre noch nicht bestimmt und keine Vorinvestition getroffen werden. Variante 1 wurde deshalb für das GP ausgewählt.

### 3.2.2 Tunnel Fäsenstaub

#### Varianten Linienführung

Es wurden folgende Variantenstudien zur Linienführung Tunnel Fäsenstaub II durchgeführt:

#### Definition des allgemeinen Abstandes zum Tunnel Fäsenstaub I

Der allgemeine Abstand der beiden Tunnelröhren wurde im Rahmen des GP untersucht und hängt unter anderem von geotechnischen, verfahrensbedingten und finanziellen Randbedingungen ab.

Es wurde definiert, dass einen Achsabstand von 40 m angestrebt wird. Der Abstand ist in denjenigen Bereichen aber anzupassen, in welchen auf Grund der Randbedingungen (bestehende Bauten, Anschlüsse Portalbereich) Zwangspunkte für die Linienführung bestehen.

#### Lage Querverbindungen

In einem Variantenvergleich wurde die Lage der Querverbindungen untersucht. Es sind gemäss Norm und Fachhandbuch mind. alle 300 m Verbindungen zwischen den zwei Röhren notwendig. Dabei ist eine Querverbindung befahrbar auszubilden. Die Bestvariante ergab insgesamt vier Querverbindungen (01 bis 04) in einem Abstand von 290 bis 300 m. Die befahrbare Querverbindung 03 ist südlich des Mühlentals im Felsabschnitt vorgesehen.

#### Linienführung im Bereich Mühlental

Der Tunnel Fäsenstaub II unterquert ebenfalls die bestehende Mühlentalstrasse im Bereich der bestehenden Zentrale Mitte. Im Bereich der Mühlentalstrasse sind neben einem geschützten Gebäude (Mühlentalstrasse 20) auch div. Werkleitungsverbindungen vorhanden. Der Tunnel Fäsenstaub I liegt an der Mühlenstrasse im durchlässigen Schotter knapp über dem mittleren Grundwasserstand. Eine Absenkung der vertikalen Linienführung des Tunnels Fäsenstaub II würde in diesem Bereich eine Grundwasserabsenkung nötig machen. Als weitere Randbedingung ist die bestehende Hochwasserentlastung im alten Durachkanal aufrechtzuerhalten.

Es wurde in einem Variantenstudium die vertikale und horizontale Linienführung in diesem Bereich untersucht. Die gewählte Lösung sieht einen horizontalen Abstand von ca. 40 m und eine vertikale Linienführung auf der gleichen Achsenhöhe wie beim bestehenden Tunnel vor. Im Bereich der Hochwasserentlastung der Durach ist auf Basis der gewählten Variante analog dem Tunnel Fäsenstaub I mit einer Einschränkung des verkehrstechnischen Nutzraumes (VTN) auf 4.8 m zu rechnen.

Eine leichte Absenkung zur Aufrechterhaltung des normkonformen Nutzraumes hätte Mehrkosten zur Folge und die Längsentwässerung des Tunnels in Richtung Portal Süd würde auf Grund der minimalen Längsneigung von 0.3% weiter beeinträchtigt. Die Mehrkosten bei einer Absenkung entstünden unter anderem dadurch, dass die Kanalisation Spitalstrasse neu durch den Tunnel Fäsenstaub II bis zum Portal Süd geführt

### 3 Grundsätzliche Konzeption der Anlage

werden müsste. Dazu wäre ein separater begehbare Betonkanal neben dem Werkleitungskanal analog dem Tunnel Fäsenstaub I notwendig. Ohne Absenkung kann auf diesen Kanal verzichtet werden.

#### Linienführung beim Portal Nord

Beim Portal Nord wurden die vertikale und horizontale Linienführung untersucht. Es ergaben sich folgende Hauptvarianten betreffend der vertikalen Linienführung:

- Var. 1: Anordnung des Tunnels Fäsenstaub II auf gleicher Höhe wie der bestehende Tunnel Fäsenstaub I (gemäss Fachhandbuch ASTRA)
- Var. 2: Tieferlegen des Tunnels Fäsenstaub II, damit eine bergmännische Unterquerung der zum Teil schützenswerten Gebäude möglich ist.

Die Varianten wurden gleichzeitig mit unterschiedlichen horizontalen Abständen vom Tunnel Fäsenstaub I kombiniert. Es zeigte sich aber, dass auch eine horizontale Verschiebung keine wesentlichen Änderungen in der vertikalen Linienführung ergibt. Im Rahmen des Variantenvergleichs wurde die Tieferlegung von ca. 4 m im Bereich Portal Nord gewählt und im GP aufgenommen.

Mit der bergmännische Unterquerung der Gebäude kann somit auf einen Abbruch von schützenswerten Gebäuden (Hochstrasse 19, Rittergutstrasse 40) verzichtet und das Stadtbild erhalten werden. Bei Variante 1 müssten diese Gebäude abgebrochen werden.

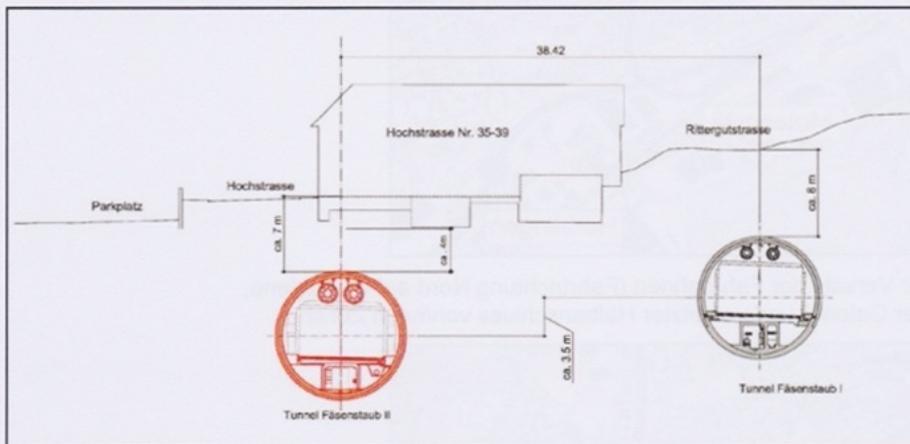


Abb. 3-8 gewählte Tieferlegung des Tunnels Fäsenstaub II (rot) im Vergleich zum bestehenden Tunnel (Variante 2)

#### 3.2.3 Anschluss SH-Nord

In der ZMB war ein Vollanschluss SH-Nord in ähnlicher Ausführung wie im Istzustand, aber unter Inanspruchnahme des Areals der DB und der Verlegung der DB-Gleise auf das Areal der SBB vorgesehen (vgl. Abb. 3-9). Dies ist gemäss Aussagen der beiden Bahngesellschaften so nicht möglich und hätte einen mehrere Jahre dauernden Planungs- und Genehmigungsschritt mit entsprechenden Projektrisiken sowie die Verlegung und den Umbau des gesamten Bahnareals nach Osten hin zur Folge.

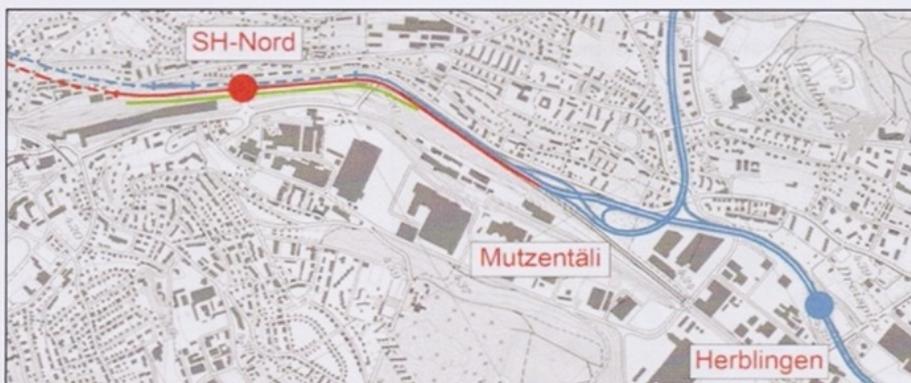


Abb. 3-9 Variante 1.1: Vollanschluss bahnseitige Lage (gemäss ZMB)

Aus diesem Grund musste dieser Anschlussbereich völlig neu konzipiert werden. Hierzu wurden folgende Varianten entwickelt:

3 Grundsätzliche Konzeption der Anlage

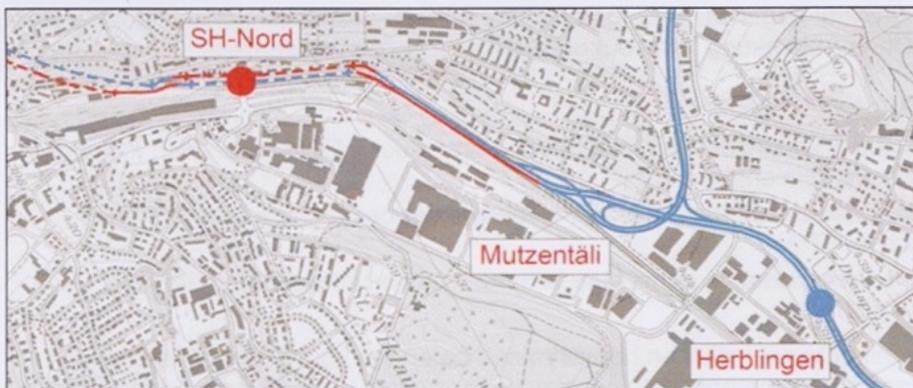


Abb. 3-10 Variante 1.2: Vollanschluss bergseitige Lage

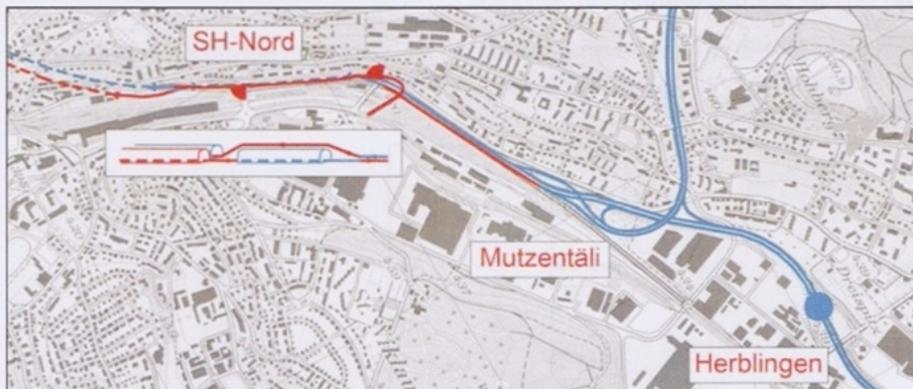


Abb. 3-11 Variante 2.1: Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und versetzter Halbanschluss von/nach Zürich

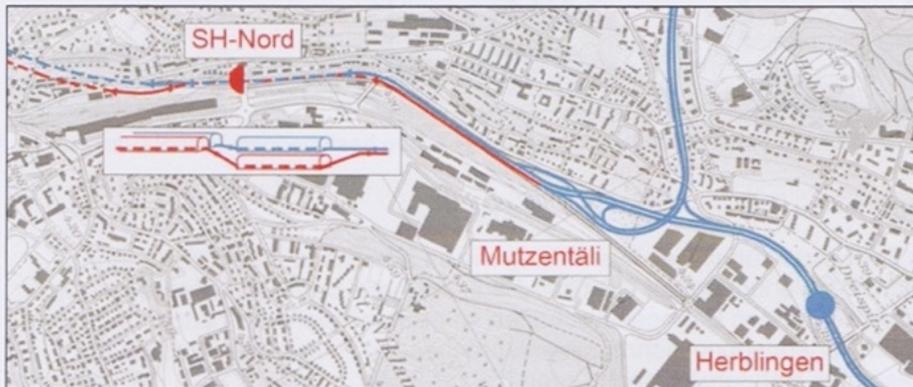


Abb. 3-12 Variante 2.2: Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord als neuer Tunnel unter der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Halbanschluss von/nach Zürich

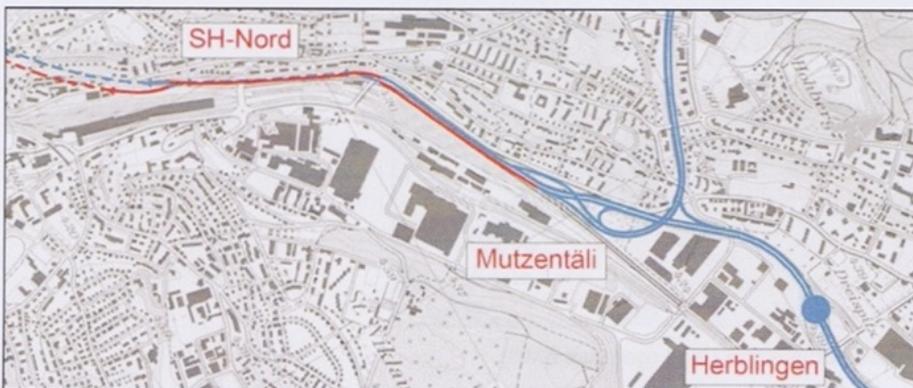


Abb. 3-13 Variante 3: Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Aufhebung Anschluss SH-Nord

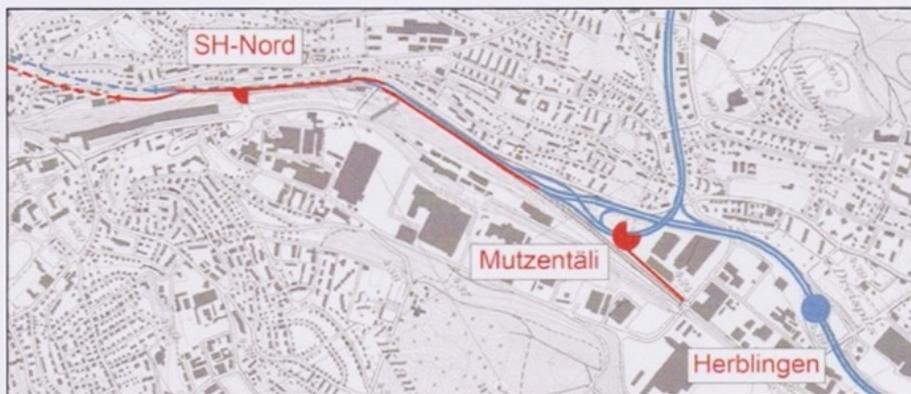


Abb. 3-14 **Variante 4:** Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Verlegung des Anschlusses SH-Nord als 3/4-Anschluss (fehlende Beziehung: Herblingen - Mutzentäli) nach Mutzentäli und Umbau der Verzweigung. Dabei kann die Ausfahrt SH-Nord von Zürich her erhalten werden.

In einem umfassenden Variantenvergleich wurde Variante 4 klar als Bestvariante ermittelt und der Erarbeitung des GP zu Grunde gelegt. Die wichtigsten Gründe hierfür waren.

- Variante 1.1 hätte erhebliche Genehmigungs- und Umsetzungsrisiken wegen des Eingriffes in das Bahnareal sowie hohe Kostenfolgen und schied deshalb aus.
- Variante 1.2 hätte erhebliche Akzeptanzrisiken und hohe Kostenfolgen. Ausserdem ist der Beschleunigungsstreifen im Anschluss SH-Nord nicht normkonform und stellt ein Sicherheitsrisiko dar. Aus diesen Gründen schied Variante 1.2 aus.
- Varianten 2.1 und 2.2 hätten erhebliche Kostenfolgen sowie Probleme bei der Verkehrsführung während des Baues. Ausserdem fehlt die Verkehrsbeziehung von Schaffhausen nach Bargaen. Sie schieden deshalb aus.
- Variante 3 hätte wegen des fehlenden Anschlusses stark veränderte Verkehrsbeziehungen in Schaffhausen zur Folge und schied deshalb aus.
- Variante 4 hat geringe Kosten und Akzeptanzprobleme, eine bessere verkehrliche Wirksamkeit in Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen und eine nur unwesentlich geringere verkehrliche Wirksamkeit in Fahrtrichtung Zürich als die Varianten mit Vollanschluss SH-Nord. Sie bietet ausserdem grosse Vorteile für die Verkehrsführung während des Bauablaufes. Zudem liegt der verschobene Anschluss sehr nahe am neuen "Entwicklungsschwerpunkt Arbeiten 2-1-3/3 Herblingertal" des Kantons Schaffhausen und trägt zu dessen Verkehrsgunst bei.

### 3.3 Bestvariante Gesamtausbau

Nach der Auswahl der genannten Teilvarianten ergibt sich für die Engpassbeseitigung N04 Schaffhausen Süd – Herblingen von Süden nach Norden folgende Bestvariante:

- Ausbau des Anschlusses SH-Süd als Fahrstreifen-Subtraktion in Fahrtrichtung Zürich aus dem bestehenden Tunnel Fäsenstaub I (entspricht dem Istzustand) und Fahrstreifen-Addition in Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen mit einem Überleitungstunnel in den neuen Tunnel Fäsenstaub II.
- Neubau Tunnel Fäsenstaub II östlich der bestehenden Tunnelröhre, somit zweistreifiger Richtungsverkehr in jeder der beiden Röhren des Tunnels Fäsenstaub.
- Teilrückbau Anschluss SH-Nord zu einem 1/4-Anschluss (nur Ausfahrt Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen möglich) und neuer Anschluss in der heutigen Verzweigung Mutzentäli.
- Umwidmung der oberen Ebene der Galerie Schönenberg für den zweistreifigen Richtungsverkehr in Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen mit entsprechendem Umbau des Rampensystems; Umwidmung der unteren Ebene für den zweistreifigen Richtungsverkehr in Fahrtrichtung Zürich.
- Umbau der Verzweigung Mutzentäli in einen 3/4-Anschluss und aufheben der direkten Beziehung Schaffhausen-Süd – Bargaen (durch einen niveaugleichen Kreisell) innerhalb der Verzweigung Mutzentäli.
- Ausbau Mutzentäli (inkl.) – Herblingen (E54) auf 2x2 Fahrstreifen plus Pannestreifen.
- Anpassungen im Anschluss Herblingen.

Die N04 zwischen Mutzentäli und Bargaen wird in Fahrtrichtung Bargaen im heutigen Zustand belassen. Aus Bargaen wird sie nach der Einfahrt Schweizersbild mit Hilfe eines Beschleunigungsstreifens anstatt einer Fahrstreifen-Addition auf einen einzigen Fahrstreifen reduziert. Über den neuen Kreisell Mutzentäli kann auf die N04 Zürich, E54 Thayngen oder die Ausfahrt Mutzentäli gefahren werden. Ebenso kann von der Einfahrt Mutzentäli nach Zürich, Thayngen und Bargaen eingefahren werden.



## 4 Projektbeschrieb

### 4.1 Linienführung N04 und E54

#### 4.1.1 Durchgehende N04/E54

Der Verlauf der N04 und E54 wird ab dem folgenden Kapitel in der gewohnten Richtung von Süden nach Norden beschrieben, die Kilometrierung verläuft entsprechend den bestehenden Unterhaltskilometern in umgekehrter Richtung von Norden nach Süden.

#### Trassierung

Entsprechend der Ausbaugeschwindigkeit von  $v = 80$  km/h wurden die horizontalen und vertikalen Trassierungselemente gemäss SN 640 039 ff festgelegt. Zudem ist festzuhalten, dass entsprechend dem Ausbau der N04 südlich des Projektperimeters wegen des nicht vorhandenen seitlichen Platzes bis inkl. der Galerie Schönenberg auf Pannestreifen verzichtet wird. Ab dem Anschluss Mutzentäli (inkl.) nach Norden werden Pannestreifen vorgesehen.

Die Überleitung von der Rheinbrücke in den Tunnel Fäsenstaub II wird mit einem Horizontalradius von 210 m ausgeführt. Der Tunnel Fäsenstaub II führt im (Achs-) Abstand von 40 m mit fast identischen Trassierungselementen wie der bestehende Tunnel Fäsenstaub I ( $R_{\min} = 750$  m; minimales Längsgefälle = 0.5 %) bis zum Tunnelportal Nord.

Nördlich des Tunnels Fäsenstaub II wird aus Platzgründen eine doppelstöckige Führung der N04 vorgesehen. Grund dafür ist der beschränkte topografische Raum zwischen der Bahnlinie und dem Schönenberg. Die beiden Fahrstreifen in Richtung Zürich werden dabei in die bestehende Galerie Schönenberg (untere Ebene) gelegt. Die beiden Fahrstreifen in Richtung Bergen/Thayngen führen vom Tunnelportal Nord des Tunnels Fäsenstaub II ansteigend auf die obere Ebene der Galerie Schönenberg und nach der Galerie wieder zurück auf die untere Ebene. Die erwähnte neue Verkehrsführung auf 2 Ebenen im Bereich der Galerie Schönenberg hat zur Folge, dass der bestehende Anschluss SH-Nord bis auf die Ausfahrt in Fahrtrichtung Bergen/Thayngen rückgebaut werden muss (siehe Kap. 4.1.2.2).

Der bestehende "Buckel" auf der oberen Ebene der Galerie Schönenberg im Bereich der Schönenbergbrücke bleibt erhalten, die Trassierungs- und Sichtverhältnisse sind für die Ausbaugeschwindigkeit von 80 km/h ausreichend.

Im Abschnitt zwischen der Fulachbrücke und dem neuen  $\frac{3}{4}$ -Anschluss Mutzentäli befinden sich die vier Fahrstreifen weitestgehend in der heutigen Lage zwischen den DB-Gleisen und der Fulachstrasse. Ab der Stelle, wo zwischen Fulachstrasse und DB-Gleisen genügend Platz vorhanden ist, wird ein Pannestreifen vorgesehen. Die Neutrassierung richtet sich im weiteren Verlauf an der bestehenden Trassierung aus, indem sie leicht nach Osten und damit weg vom Hang und der dortigen Bebauung ausweicht, jedoch immer den bestehenden Raum der N04/E54 nutzt. Die Horizontalradien liegen in diesem gesamten Abschnitt Nord bei mindestens 499 m, die Längsneigungen bewegen sich zwischen 0.5 % und 4.2 %. Die bestehenden Brücken werden berücksichtigt, indem sie belassen oder verbreitert werden resp. eine zusätzliche Brücke neu gebaut wird (Unterführung Gemeindestrasse Muracker).

Am Anschluss Herblingen wird vom vierstreifigen Ausbau (südlich des Anschlusses) auf den bestehenden zweistreifigen Ausbau (nördlich des Anschlusses) übergegangen. Hierzu wird in Fahrtrichtung Thayngen der rechte Fahrstreifen (Ausfahrt Herblingen) subtrahiert bzw. in Fahrtrichtung Zürich (Einfahrt Herblingen) addiert.

Die N04 wird ab dem Anschluss Mutzentäli in der bestehenden Ausbauf orm in Richtung Bergen belassen, in der Gegenrichtung auf einen Fahrstreifen reduziert. Die Trassierungselemente bleiben entsprechend der heutigen Ausbauf orm bestehen.

#### Normabweichungen

In der horizontalen Linienführung gibt es lediglich Abweichungen in der erforderlichen Länge der Übergangsbögen im Abschnitt SH-Süd – Überleitungstunnel. Diese sind durch die enge Geometrie bedingt und haben kein Sicherheitsdefizit zur Folge. Sie sind in der SN deshalb nur als Richtwerte, nicht als Grenzwerte ausgewiesen.

## 4 Projektbeschreibung

Die notwendigen Querneigungen sind auf dem bestehenden Abschnitt Rheinbrücke – Portal Süd Schönenberg auf Grund des Bestandes nicht normgemäss (5 % anstatt 7 %). Innerhalb der Galerie Schönenberg ist das Quergefälle von 3.88 % zur Kurvenaussenseite gerichtet. Dies entspricht dem heutigen Bestand. Wegen des bestehenden grossen Horizontalradius von 3'000 m und da dieser Streckenabschnitt überdeckt ist, ist dies jedoch sicherheitsmässig unproblematisch.

Im Tagbautunnel Mühlental ist die notwendige lichte Höhe von 5.20 m (gemäss SIA 197) mit 4.95 m über eine Länge von 8 Meter nicht eingehalten. Kurvenverbreiterungen sind berechnet und in den entsprechenden Querprofilen dargestellt.

### 4.1.2 Anschlüsse

#### 4.1.2.1 Anschluss SH-Süd

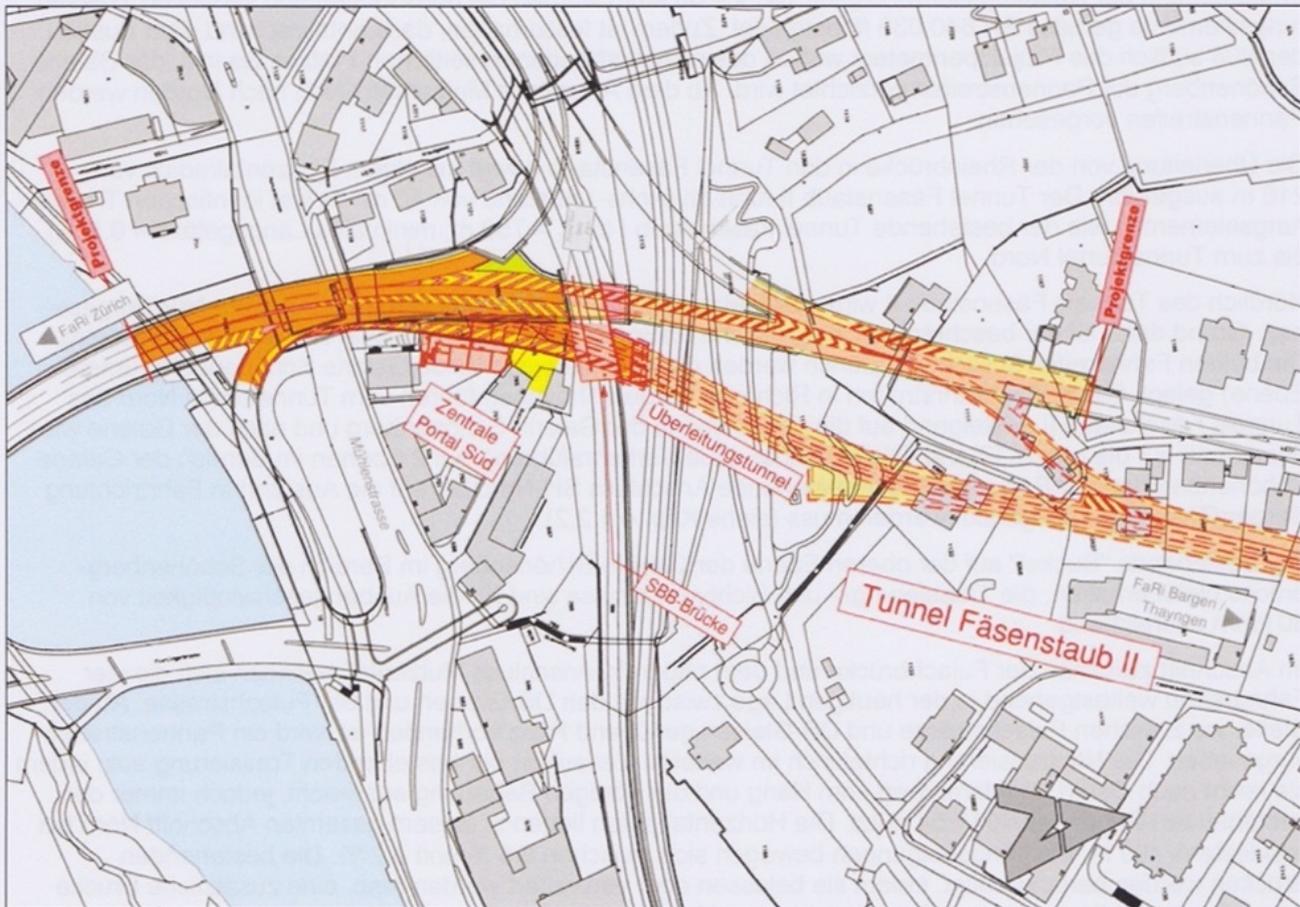


Abb. 4-1 Situation Anschluss SH-Süd (ohne Massstab)

Der Anschluss SH-Süd wird entsprechend seiner heutigen Konzeption als Vollanschluss an die Mühlentalstrasse/Schaffhauserstrasse beibehalten. Durch den Ausbau der N04 nördlich des Anschlusses auf 2x2 Fahrstreifen werden die Anschlussbeziehungen neu als Fahrstreifen-Subtraktion und -Addition (Istzustand: Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen, die gemäss SN 640 261 zu kurz sind) ausgeführt.

In **Fahrtrichtung Zürich** wird aus dem Tunnel Fäsenstaub I der rechte Fahrstreifen zur Ausfahrt, der linke Fahrstreifen (heutige Gegenfahrbahn) nach Zürich geführt. Die Einfahrt von SH-Süd (Knoten Schaffhauserstrasse/Mühlentalstrasse) wird addiert und die Fahrbahn in Fahrtrichtung Zürich zweistreifig auf die Rheinbrücke geführt (wie heute). Die Sichtverhältnisse im Anschlussbereich werden verbessert.

In **Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen** wird der durchgehende Fahrstreifen mit Hilfe einer Brückenverbreiterung der SBB-Brücke in den neuen Überleitungstunnel und anschliessend in den Tunnel Fäsenstaub II geführt, wo er als linker Fahrstreifen weitergeführt wird. Die Einfahrt von SH-Süd (Mühlentalstrasse) über die bisherige Einfahrtsrampe wird beibehalten, jedoch als neuer rechter Fahrstreifen zum durchgehenden Fahrstreifen aus Zürich addiert. Die einzelnen Fahrstreifenbelastungen in beiden Fahrtrichtungen betragen in den Spitzenstunden bis zu ca. 1'000 FZ/h und weisen somit eine gute Leistungsfähigkeit auf.

#### 4 Projektbeschreibung

Die **ersten leistungsfähigen Knotenpunkte** an der Mühlenstrasse und der Schaffhauerstrasse/Mühlenstrasse bleiben in ihrer bestehenden Ausbauf orm unverändert. Mit Anpassungen an den bestehenden Lichtsignalregelungen ist deren Leistungsfähigkeit gewährleistet.

#### 4.1.2.2 Anschluss SH-Nord

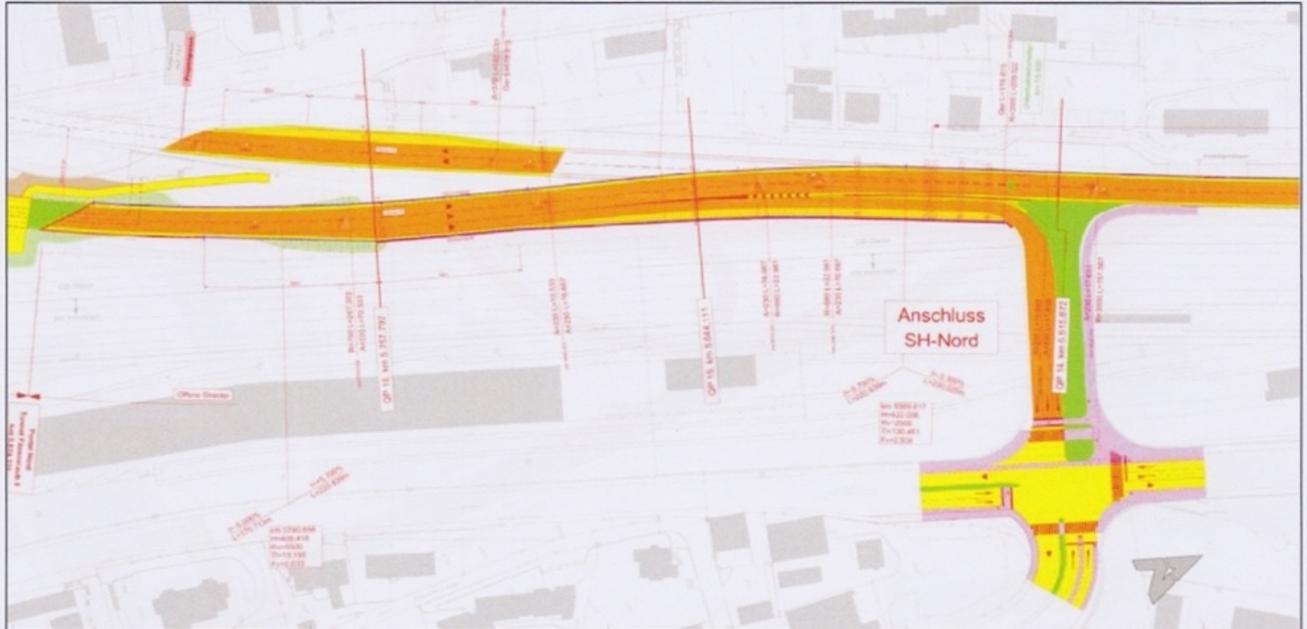


Abb. 4-2 Situation Anschluss SH-Nord (ohne Masstab)

Im Bereich der Galerie Schönenberg wird der Verkehr der N04 auf zwei Ebenen geführt. Grund dafür sind die vorherrschenden beschränkten Platzverhältnisse zwischen dem Bahntrasse der SBB/DB und dem bebauten Gebiet "Hochstrasse". Deshalb beginnt der Verzögerungsstreifen nach dem Portal Nord des Tunnels Fäsenstaub II und führt zur bestehenden Schönenbergbrücke. Auf der Schönenbergbrücke ist auf der Südseite somit für den MIV nur noch die Ausfahrt zum ersten leistungsfähigen Knoten an der Fulachstrasse vorhanden. Auf der Nordseite verbleibt die Langsamverkehrsverbindung von der Fulachstrasse zur Krebsbachstrasse. Der Knoten Fulachstrasse kann redimensioniert werden, da keine Einfahrt zur N04 mehr besteht.

#### 4.1.2.3 Anschluss Mutzentäli



Abb. 4-3 Situation Anschluss Mutzentäli (ohne Massstab)

Als Ersatz für den Teilrückbau des Anschlusses SH-Nord wird der neue Anschluss Mutzentäli realisiert. Dieser ist als Kreis (3/4-Anschluss) konzipiert und liegt niveaugleich auf der bestehenden Verbindungsrampe von und nach Barga. Der Kreis wird mit der Ebnatstrasse (neue Hauptverkehrsstrasse) verbunden und bildet dort den Anschluss an das städtische Strassennetz. Neu verläuft die durchgehende HLS mit 2x2 Fahrstreifen vom Anschluss SH-Süd über den Anschluss Mutzentäli zum Anschluss Herblingen (N04 – E54) und umgekehrt.

Im Anschluss Mutzentäli sind alle Fahrbeziehungen möglich, ausser diejenige von Thayngen zum Anschluss. Diese Beziehung kann jedoch über den nahe gelegenen Anschluss Herblingen (ca. 900 m Entfernung) abgewickelt werden.

Die Beziehung Thayngen – Barga wird neu über einen Verzögerungsstreifen geführt. Die Einfahrt vom Kreis (Verkehr von der Ebnatstrasse und von Barga) nach Zürich erfolgt über die bestehende Rampe und einen neuen Beschleunigungsstreifen. Dieser bedingt über eine Länge von ca. 250 m eine Verschmälerung der parallel verlaufenden Fulachstrasse. Deren Verschmälerung entspricht künftig auch ihrer verkehrlich reduzierten Funktion (Tempo 30, vgl. Kap. 4.7.1.2).

Aus Zürich wird der Verkehr in Fahrtrichtung Barga/Schaffhausen über einen neuen Verzögerungsstreifen via bestehende Rampe zum Kreis (Verkehr zur Ebnatstrasse und nach Barga) geführt. Die Einfahrt über den Kreis in Richtung Thayngen erfolgt über eine neue Rampe und einen Beschleunigungsstreifen.

Die Leistungsfähigkeit des Kreises und des ersten leistungsfähigen Anschlussknotens der Verbindungsstrasse an die Ebnatstrasse wurden nachgewiesen.

Als Ausbauten für diesen Knoten wurde ein LSA-gesteuerter Knoten vorgeschlagen, unter anderem, damit die Querung von Güterzügen auf den dort vorhandenen Anschlussgleisen gesichert werden kann. Aus Gründen der Leistungsfähigkeit ist auch ein einstreifiger Kreis als Ausbauf orm möglich. Über diese Ausbauf orm kann in der Phase Ausführungsprojekt entschieden werden.

#### 4.1.2.4 Anschluss Herblingen

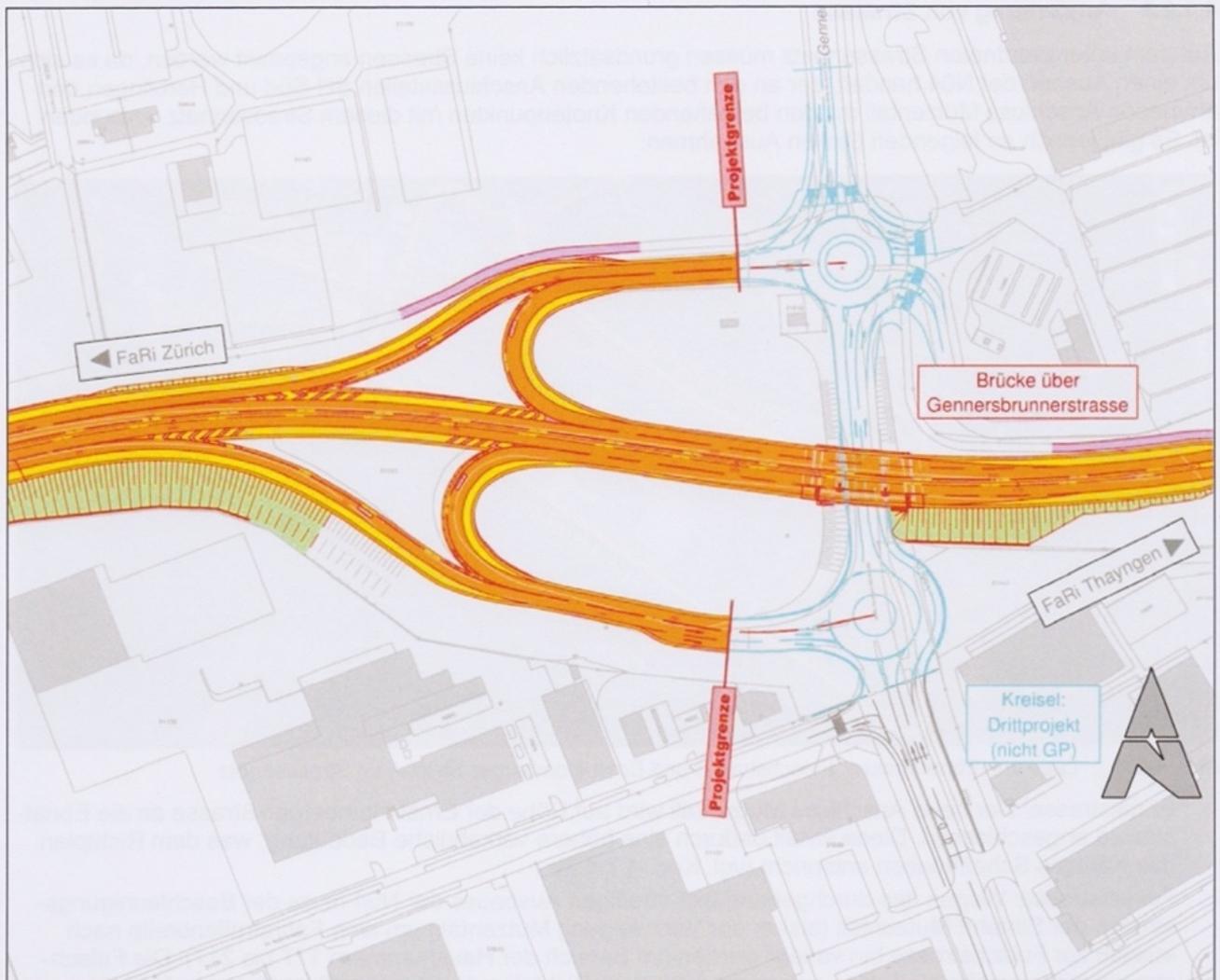


Abb. 4-4 Situation Anschluss Herblingen (ohne Massstab)

Der Anschluss Herblingen mit seinen Anschlussrampen wird in seiner heutigen Ausführung übernommen und entsprechend der neuen Fahrstreifendisposition angepasst: von und nach Zürich findet eine Fahrstreifen-Subtraktion/-Addition statt, von und nach Thayngen eine Führung über Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen. Die Geometrie kann aus Platzgründen nur leicht verbessert werden, die Projektierungsgeschwindigkeit auf der Ein- und Ausfahrtsrampe beträgt knapp 40 km/h. Die Sichtverhältnisse auf den Rampen werden durch die Neuordnung von Pannestreifen verbessert. Die ersten leistungsfähigen Anschlussknoten an die Gennersbrunnerstrasse werden vom ASTRA vorgängig und unabhängig von der Engpassbeseitigung zu leistungsfähigen Kreiseln umgebaut. Deren Leistungsfähigkeiten sind auch mit den Belastungsannahmen der Verkehrsprognosen nach Engpassbeseitigung gut, sie müssen deshalb nicht angepasst werden.

#### 4.1.2.5 Anpassung von Strassen

Auf dem untergeordneten Strassennetz müssen grundsätzlich keine Strassen angepasst werden, da es sich um einen Ausbau der N04 handelt, der an den bestehenden Anschlussstellen SH-Süd und Herblingen und am neuen Anschluss Mutzentäli mit den bestehenden Knotenpunkten mit diesem Strassennetz verbunden ist. Es gibt jedoch an folgenden Stellen Ausnahmen:



Abb. 4-5 Lage von Ebnatstrasse, Fulachstrasse und Ernst-Hombberger-Strasse im Strassennetz

- Ebnatstrasse: Der neue Anschluss Mutzentäli wird auf Höhe der Ernst-Hombberger-Strasse an die Ebnatstrasse angeschlossen. Diese erhält dadurch eine höhere verkehrliche Bedeutung, was dem Richtplan des Kantons Schaffhausen entspricht (vgl. Kap. 4.7.1.2).
- Fulachstrasse: Wegen des durchgehend 2x2-streifigen Ausbaues der N04 muss der Beschleunigungsstreifen der Einfahrt Mutzentäli (bisher der Verzweigung Mutzentäli) um eine Fahrstreifenbreite nach aussen zur Fulachstrasse hin verlegt werden (im Bereich der Hausnummern 177 bis 217). Die Fulachstrasse wird verschmälert, dies entspricht auch dem Richtplan des Kantons Schaffhausen (vgl. Kap. 4.7.1.2). Trotz der Verschmälerung muss jedoch in die angrenzenden Parzellen eingegriffen werden. Im Wesentlichen müssen Stellplätze und Vorgärten angepasst werden, beim Gebäude Nr. 197 auch der Eingangs- und Erschliessungsbereich, beim Gebäude Sennereistrasse Nr. 50 muss ein Teilabbruch erfolgen.

#### 4 Projektbeschreibung

##### 4.1.2.6 Trasseebau

Auf Basis der prognostizierten Verkehrsbelastungen ergibt sich eine notwendige Tragfähigkeitsklasse S2. Gemäss Fachhandbuch T/U des ASTRA ist somit folgender Oberbau vorzusehen:

Fahrbahn	Material	Dicke (in mm)
Deckschicht	SDA 8 Kl. A	30
Binderschicht	AC 22 EME C1	80
Tragschicht	AC 22 EME C2	80
	AC F 22	80
Fundationsschicht	Kiessand	330 je nach Frostdimensionierung

Als Deckbelag ist ein SDA 8 Kl. A, auf Brücken Gussasphalt vorgesehen, im Tunnel der Belag SMA 8.

Fahrzeugrückhaltesysteme, Zäune etc. werden jeweils entsprechend aktueller Schweizer Norm bzw. ASTRA-Richtlinien ausgeführt.

##### 4.1.2.7 Schwerverkehrskontrollzentrum (SVKZ)

In Schaffhausen finden derzeit Schwerverkehrskontrollen vor allem ausländischer Fahrzeuge statt. Hierzu besteht seit November 2007 auf dem Gelände des Güterbahnhofes eine entsprechende Anlage.

Der Standort ist ideal, da der Schwerverkehr von Bargaen/Thayngen in Fahrtrichtung Zürich die N04 über die bestehende Ausfahrt SH-Nord verlassen und mittels elektronischer Leiteinrichtung zum SVKZ geführt werden kann. Ebenfalls ist es möglich, nicht zu kontrollierenden Schwerverkehr direkt wieder auf die N04 zu führen.

Das bestehende SVKZ könnte zwar weiterbetrieben werden, jedoch sind aus betrieblicher Sicht bessere Standorte denkbar. Vom ASTRA wird im Rahmen eines Nachbarprojektes für das SVKZ eine Lösung gesucht. Diese ist jedoch nicht Bestandteil der Engpassbeseitigung bzw. des vorliegenden Generellen Projektes.

## 4.2 Verkehrsführung in Sonderbetriebsfällen

### 4.2.1 Ziele

Bei der Einrichtung von Sonderbetriebszuständen soll eine möglichst grosse Flexibilität gewährleistet werden. Das bedeutet, dass nach Möglichkeit alle Streckenabschnitte unabhängig voneinander ausser Betrieb genommen werden können. Die Lage der Mittelstreifenüberfahrten wurde demnach so gewählt, dass zwischen den einzelnen Tunneln ein Wechsel zwischen Richtungs- und Gegenverkehr möglich ist. Zudem sollen möglichst alle bzw. viele Anschlüsse offen gehalten werden können, um Schleichverkehr durch das Lokalstrassennetz gering zu halten.

### 4.2.2 Massnahmen zur Verkehrsführung

Bei geplanten Sonderbetriebsfällen (in der Regel Unterhaltsfällen) kommt die Verkehrsführung 2/0 zur Anwendung. Hierzu werden folgende Mittelstreifenüberfahrten (MÜF) geschaffen:

- zwischen Herblingen und Mutzentäli: MÜF II bei Projekt-km ca. 3'530 (ca. Unterhalts-km 13.450)
- zwischen Mutzentäli und Galerie Schönenberg: MÜF I bei Projekt-km ca. 4'730 (ca. Unterhalts-km 14.680)

Diese können in beiden Fahrrichtungen benutzt werden. Zusätzlich sind folgende Überleitungen zu schaffen:

- Vom Tunnel Fäsenstaub II nach Tunnel Fäsenstaub I (um den Verkehr zum Galgenbuckeltunnel/Ausfahrt SH-Süd in den Tunnel Fäsenstaub II verlagern zu können): MÜF S bei Projekt-km ca. 7'100 (ca. Unterhalts-km 17.100).
- Von SH-Süd in den Tunnel Fäsenstaub I: wie heute MÜF bei Projekt-km ca. 7'400 (ca. Unterhalts-km 17.400).

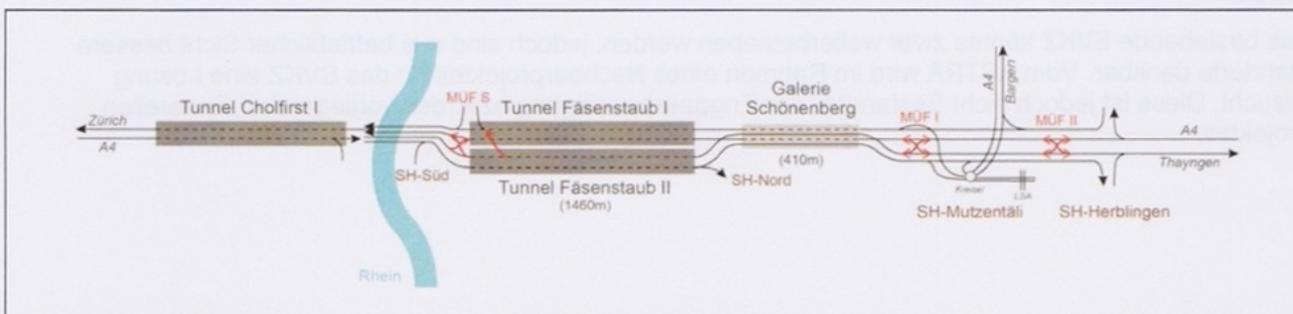


Abb. 4-6 Mittelstreifenüberfahrten für Sonderbetriebsfälle

Mit diesen Massnahmen kann für folgende Sonderbetriebsfälle eine Verkehrsführung 2/0 auf jeweils einer der neuen zweistreifigen Fahrbahnen eingerichtet werden:

- Sperrung zwischen Herblingen und Mutzentäli: Überleitungen bei MÜF I und MÜF II auf die Gegenfahrbahn. Der Anschluss Mutzentäli kann offen gehalten werden, wenn der Verkehr durch den Baustellenbereich geführt werden kann. In diesem Fall bleiben alle Fahrbeziehungen erhalten.
- Sperrung zwischen Mutzentäli und Schaffhausen-Süd (Galerie Schönenberg und/oder Tunnel Fäsenstaub): Überleitungen bei MÜF S und MÜF II:
  - Sperrung der Fahrrichtung Zürich: Verkehrsführung 2/0 über die obere Ebene der Galerie Schönenberg und den Tunnel Fäsenstaub II. Bei dem Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle bei km 7.100 wird der nach SH-Süd ausfahrende Verkehr mit einem normgerechten Verzögerungsstreifen (bei  $v = 60$  km/h) zur Ausfahrt geführt, der durchgehende Verkehr fährt durch den Tunnel Fäsenstaub II und den Überleitungstunnel zur Rheinbrücke weiter. Der Anschluss SH-Süd bleibt offen.
  - Sperrung der Fahrrichtung Bargaen/Thayngen: Verkehrsführung 2/0 über den Tunnel Fäsenstaub I und die untere Ebene der Galerie Schönenberg. Vor dem Südportal des Tunnels Fäsenstaub I wird der Verkehr nach links in die bestehende Tunnelröhre geführt. Der Anschluss SH-Süd bleibt offen. Es sind verkehrsleitende Massnahmen wie z.B. Unterflur-Beleuchtung für die temporäre Verkehrsführung notwendig. Bei der Trassierung wurden die notwendigen geometrischen Randbedingungen berücksichtigt.

## 4.3 Kunstbauten

### 4.3.1 Brücke über Mühlenstrasse

Die bestehende Brücke über die Mühlenstrasse ist eine zwei-feldrige in Längs- und Querrichtung vorgespannte Balkenbrücke mit Spannweiten von ca. 26 und 15 m. Der Brückenquerschnitt besteht aus zwei Vollquerschnitten mit einer Plattenstärke von 0.57 m und einer Breite von jeweils 3.50 m, welche über die Fahrbahnplatte miteinander verbunden sind. Der Vollquerschnitt des Trägers auf der Ostseite ist dem Grundriss angepasst und weitet sich gegen das südliche Widerlager von 3.50 auf 8.00 m aus. Die Kragplatten sind mit einer konstanten Auskrägung von 3.20 m ausgebildet.

Die Überleitung zum Tunnel Fäsenstaub II erfordert eine in Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen kontinuierlich zunehmende Verbreiterung der Brückenplatte um bis zu 2.5 m nach Osten. Im Bereich des Widerlagers Süd bleibt die Brückenbreite bestehen.

Die zusätzlichen Lasten aus der Verbreiterung werden mit einer tragend ausgebildeten und vorgespannten Leitmauer aufgenommen. Der Längsträger erfordert eine zusätzliche Stütze neben den bestehenden Zwischenabstützungen. Die zusätzliche Stütze kommt im Bereich der Personenunterführung Kreuz zu liegen und kann auf einem Überzug über der Personenunterführung abgestützt werden.

Im Randfeld kann die Verbreiterung mit der gesamten Plattenstärke als Konstruktionshöhe ausgebildet werden. Im Strassenbereich ist die Trägerhöhe durch das Lichtraumprofil der Mühlenstrasse eingeschränkt. Das vorhandene Lichtraumprofil kann mit dem oberliegenden Längsträger erhalten werden.

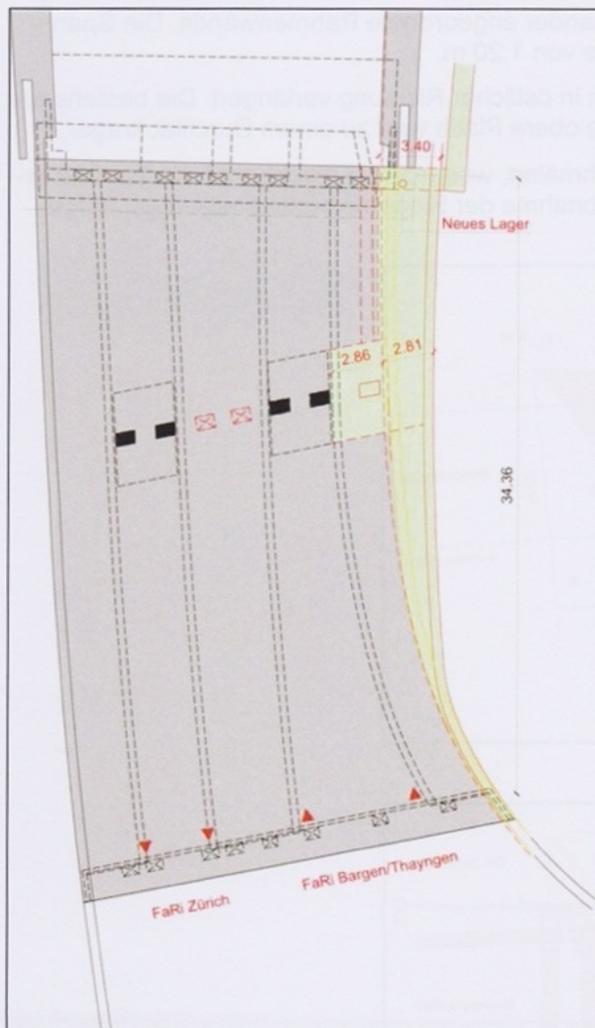


Abb. 4-7 Verbreiterung der Brücke über Mühlenstrasse, Grundriss

4 Projektbeschreibung

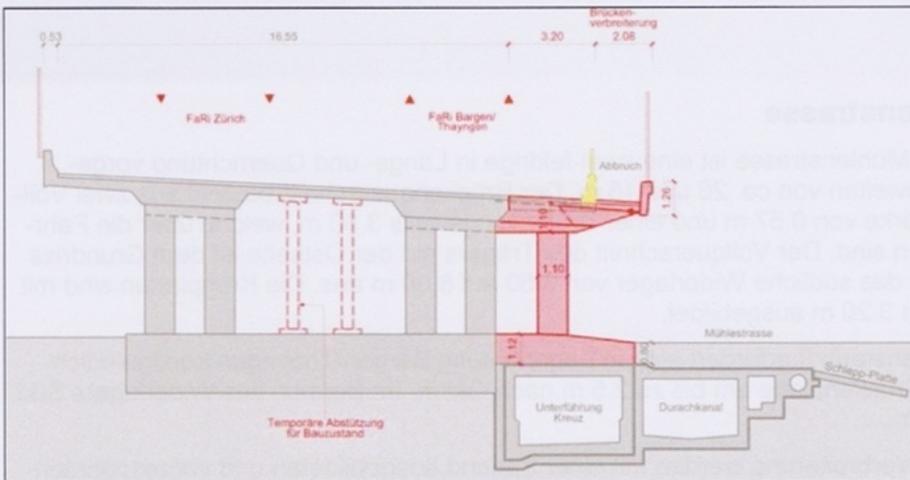


Abb. 4-8 Verbreiterung der Brücke über Mühlentrasse, Querschnitt bei Stützen

4.3.2 SBB-Überführung (Überdeckung Schönau)

Die N04 durchquert im Überleitungsbereich vor dem Tunnelportal die SBB-Linie neben der bestehenden Überführung.

Die bestehende Rahmenkonstruktion hat leicht schief zueinander angeordnete Rahmenwände. Die Spannweite liegt bei ca. 14 m. Die Platte hat eine konstante Stärke von 1.20 m.

Für die neue Überführung wird die bestehende Konstruktion in östlicher Richtung verlängert. Die bestehende östliche Rahmenwand wird zur Zwischenabstützung und die obere Platte wird zu einem Durchlaufträger.

Am südlichen Rand wird die Ecke der Zwischenwand verschmälert, wodurch ein durchgehendes Bankett ermöglicht wird. Die lokale Verschmälerung kann durch die Abnahme der Biegemomente statisch gut aufgenommen werden.

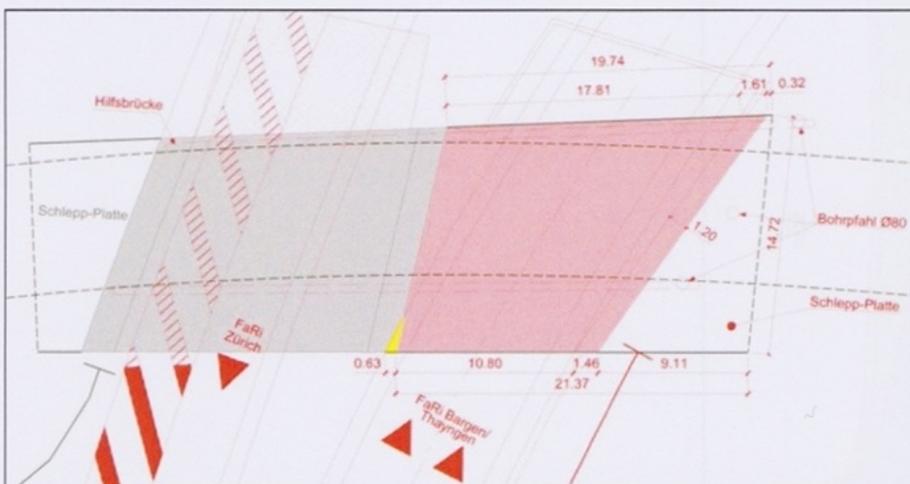


Abb. 4-9 SBB-Überführung, Grundriss

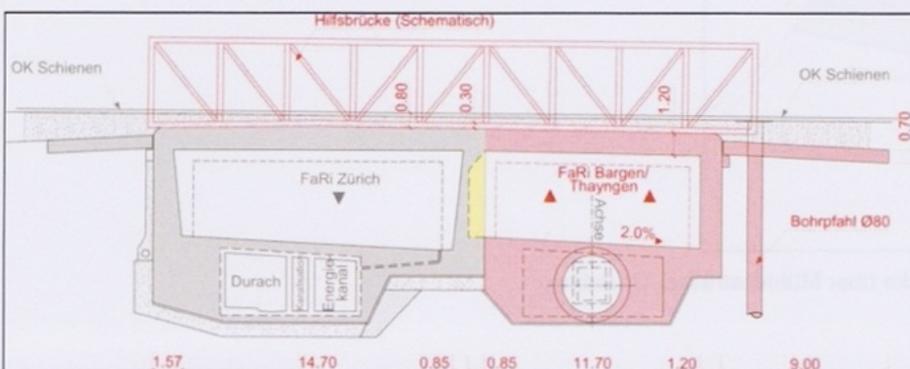


Abb. 4-10 Verlängerung der SBB-Überführung, Brücken-Längsschnitt

#### 4 Projektbeschreibung

Für den Zeithorizont ab 2025 liegen noch keine Fahrplankonzepte der SBB vor. Für das GP wird von einspurigen, nächtlichen Intervallen von 7 Stunden ausgegangen. Wegen fehlender Umleitungsmöglichkeiten für die SBB ist davon auszugehen, dass keine Totalsperrungen möglich sind. Es wird deshalb vom Einsatz einer Hilfsbrücke ausgegangen, die sich auf temporären Bohrpfehlen abstützen wird, welche möglichst mit dem Baugrubenabschluss zu kombinieren sind.

### 4.3.3 Galerie Schönenberg

Die obere Ebene auf der Galerie Schönenberg steht heute für die Anschlussrampen zur Verfügung. Die Schönenbergbrücke führt über das Gleisfeld und liegt ca. 3 m höher als das Lichtraumprofil der Nationalstrasse.

### 4.3.4 Ein- und Ausfahrtrampen

Die Ein- und Ausfahrtrampen zwischen dem Nordportal des Tunnels Fäsenstaub I und der Schönenbergbrücke werden durch eine neue Brücke (Rampe SH-Nord) ersetzt, welche in Fahrtrichtung Bergen/Thayngen vom Tunnelportal zur oberen Ebene der Galerie führt.

Die Schönenbergbrücke bleibt erhalten und führt weiterhin über das Gleisfeld. Da der Anschluss aufgehoben wird, dient die Brücke insbesondere für die Bauphasen als Baustellenzufahrt und als Installationsfläche.

Die neue Rampe ist als zwei-feldrige Hohlkastenbrücke mit Spannweiten von ca. 25 m bis ca. 40 m vorgesehen. Der Hohlkastenquerschnitt erlaubt eine exzentrische Stützenanordnung beim Brückenzentrum, was die verhältnismässig kurzen Spannweiten ermöglicht. Die Brücke stützt sich am nördlichen Ende auf eine Rahmenkonstruktion und am südlichen Ende auf dem Widerlager. Die Brücke stützt sich in die Mitte auf die einzelnen Säulen mit Kreisquerschnitten. Zwischen der neuen Rampe und der Schönenbergbrücke wird ein Rahmentragwerk vorgesehen.



Abb. 4-11 Situation Rampe SH Nord mit Abbruch der bestehenden Ein- und Ausfahrtrampen

#### 4.3.4.1 Galerie

Die Galerie Schönenberg erstreckt sich zwischen der Schönenbergbrücke und der Fulachbrücke über einen ca. 175 m langen seitlich offenen Bereich (Unterhalts-km 15'496 - 15'323) und einen ca. 200 m langen geschlossenen Bereich (Unterhalts-km 15'323 - 15'122).

Um den erforderlichen vertikalen Ausrundungsradius auf der neuen Fahrbahn Richtung Bergen/Thayngen zu gewährleisten, sind geringe Anpassungen mit Materialaufschüttungen mit entsprechenden Verstärkungen der Galerie erforderlich.

Im Norden der Galerie wird eine neue Rampe erstellt, welche beide Fahrstreifen Richtung Bergen/Thayngen unter die Fulachbrücke führt. Dazu werden hohe bahnseitige Stützkonstruktionen benötigt.

4 Projektbeschreibung

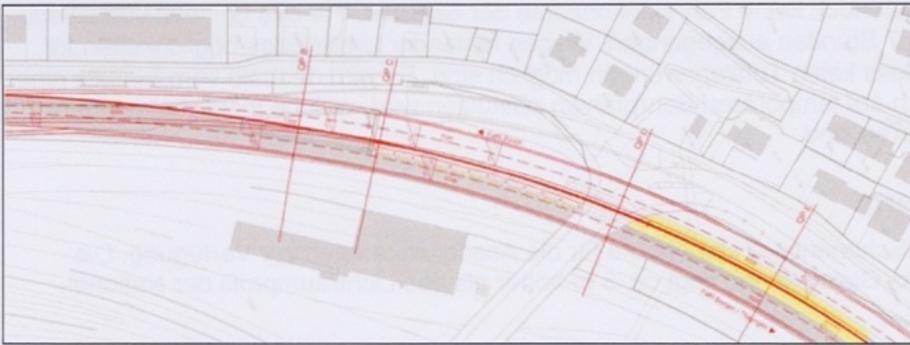


Abb. 4-12 Rampe Galerie Schönenberg – Mutzentäli, Situation

4.3.5 Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord

Es sind zwei neue Fahrstreifen und Pannestreifen vorgesehen, was mit einem Mittelstreifen von 1.20 m und je zwei Konsolköpfen von 70 cm Breite zu einer totalen Brückenbreite von 20.40 m führt.

Die bestehende Brücke besteht aus zwei längs vorgespannten und miteinander verbundenen Hohlkasten. Die Spannweite beträgt 32.50 m und die Trägerhöhe beträgt 1.30 m. Für die Verbreiterung der Überführung ist wegen der geringen statischen Höhe ein Vollquerschnitt vorgesehen, der eine Konstruktionshöhe von 1.70 m aufweist. Die Verbreiterung von 7.90 m wird mit einer durchgehenden Fahrbahnplatte monolithisch mit der bestehenden Überführung verbunden.

Die Foundation ist mit Bohrpfehlen bis zum Fels in eine Tiefe von ca. 13 m vorgesehen.

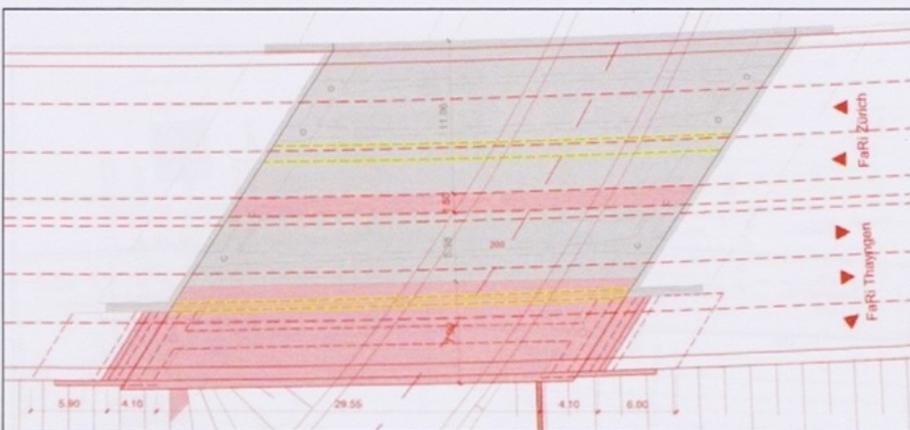


Abb. 4-13 Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Grundriss

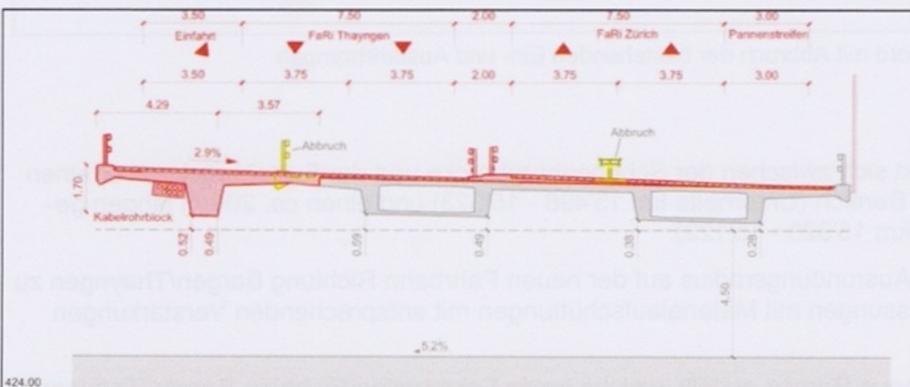


Abb. 4-14 Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Brücken-Querschnitt

4 Projektbeschreibung

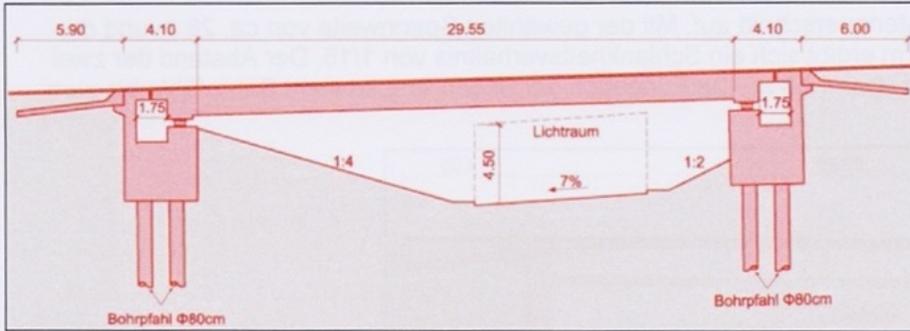


Abb. 4-15 Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Längsschnitt

4.3.6 Unterführung Gemeindestrasse Muracker

Die beiden bestehenden Brücken mit Spannweiten von ca. 34 m sind vorgespannte Hohlkastenbrücken mit beidseitig auskragenden Konsolplatten. Die konstante Trägerhöhe beträgt 1.30 m. Die Fuge zwischen den bestehenden Brücken wird geschlossen, um die gesamte Fahrtrichtung Zürich auf die bestehenden Brücken zu legen.

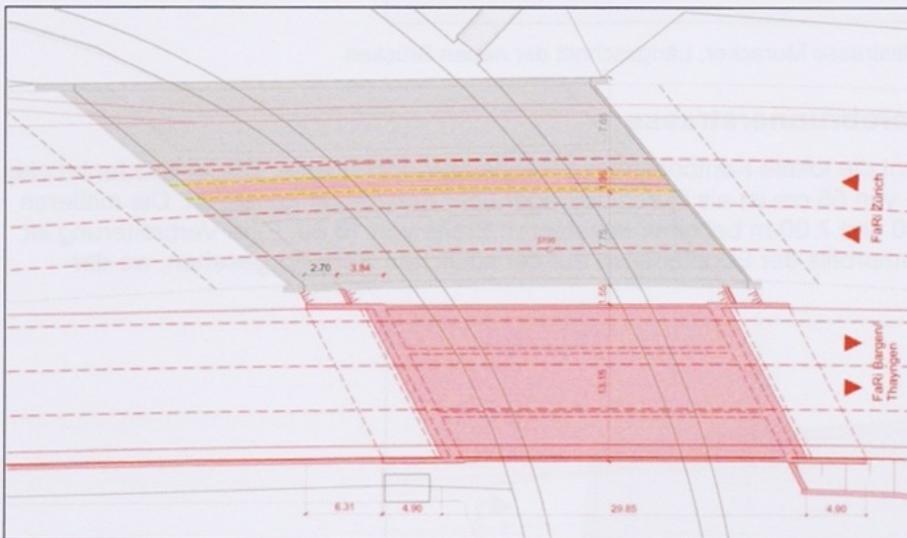


Abb. 4-16 Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Grundriss

Für die Fahrtrichtung Thayngen wird eine neue separate Brücke mit einer Spannweite von ca. 28 m als integrale Brücke konzipiert. Die Breite der neuen Brücke beträgt 11.5 m.

Die Lösung ist günstiger und bautechnisch besser und einfacher zu realisieren als eine Verbindung mit den bestehenden Brücken. Ausserdem müssten bei einer monolithischen Verbindung der neuen mit den bestehenden Brücken die bestehenden Brücken zusätzliche statische Kräfte aufnehmen, für die sie nicht ausgelegt sind.

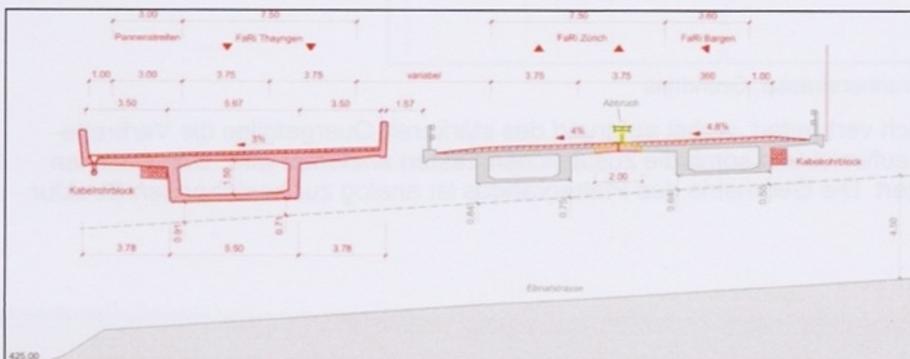


Abb. 4-17 Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Brücken-Querschnitt

4 Projektbeschreibung

Die neue Brücke weist einen Kastenquerschnitt auf. Mit der gewählten Spannweite von ca. 28 m und der konstanten Trägerhöhe von 2.05 m ergibt sich ein Schlankheitsverhältnis von 1/15. Der Abstand der zwei Bauwerke ist variabel und beträgt über 1.50 m. Die Fundation der neuen Brücke sieht Bohrpfähle bis zum Fels vor.

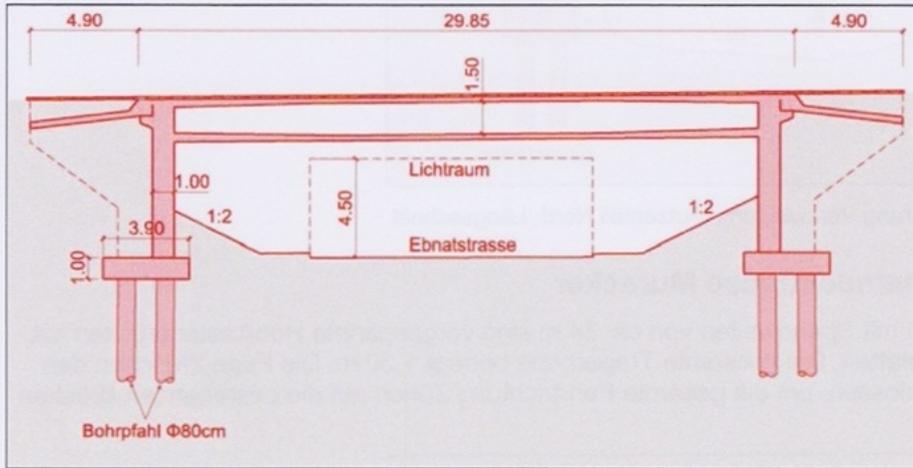


Abb. 4-18 Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Längsschnitt der neuen Brücken

4.3.7 Brücke über Gennersbrunnerstrasse

Die bestehende Brücke überspannt die lokale Kantonsstrasse Gennersbrunnerstrasse. Die Vollplattenbrücke mit einer minimalen Plattenstärke von 55 cm ist als Durchlaufräger über drei Felder konzipiert. Die mittleren Spannweiten betragen 7.00, 16.00 und 7.00 m bei einer konstanten Breite von 16.60. Eine Verbreiterung ist aufgrund des begrenzten Lichtraumprofils der Ebnetrasse auf der südlichen Seite vorgesehen, wo der Lichtraum höher ist.

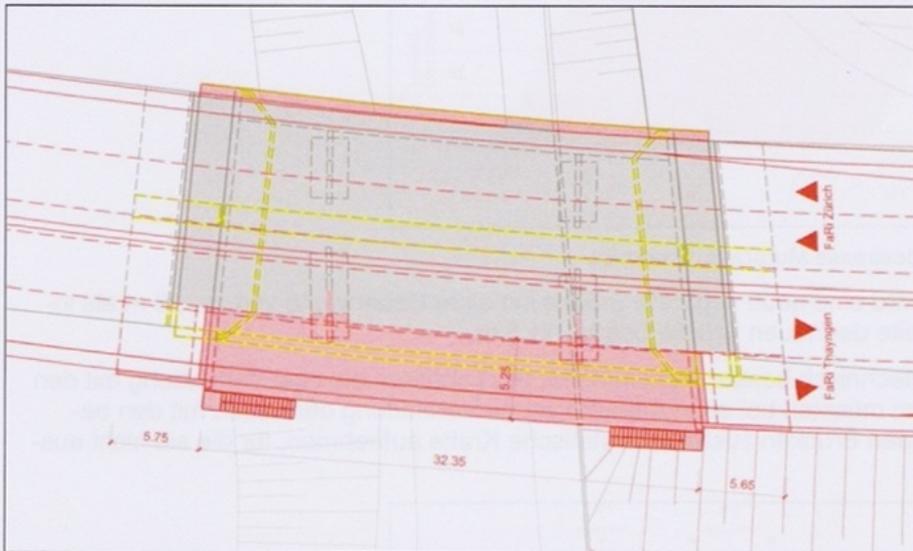


Abb. 4-19 Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Grundriss

Die Brückenplatte wird monolithisch verbreitert, wobei aufgrund des stärkeren Quergefalles die Verbreiterung eine grössere Plattenstärke aufweist und somit die zusätzlichen Lasten anziehen wird. Die südlichen Stützen werden ebenfalls verbreitert. Die Geometrie des Plattenrandes ist analog zur bestehenden Struktur gewählt.

4 Projektbeschreibung

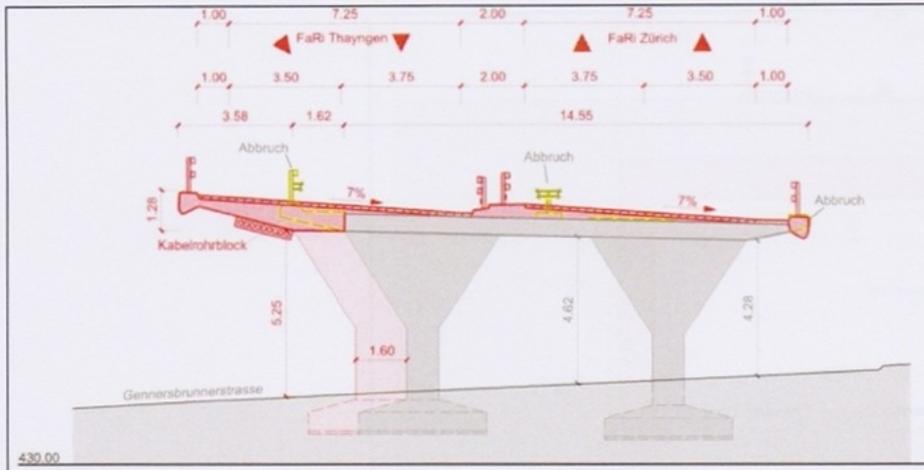


Abb. 4-20 Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Querschnitt

Die bestehenden Kammern bei den Widerlagern werden aufgehoben und die Zugänglichkeit zu den Widerlagerwänden kann im Zuge der Verbreiterungsarbeiten verbessert werden.

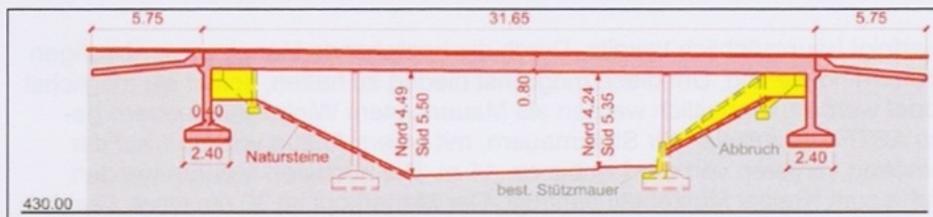


Abb. 4-21 Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Längsschnitt

### 4.3.8 Tunnelverlängerung Anschluss Ebnatstrasse

Der Anschluss der Verbindungsstrasse vom Kreisel Mutzentäli an die Ebnatstrasse erfordert eine Verlängerung des bestehenden Tunnels über die DB. Eine erdüberdeckte Rahmenkonstruktion mit ca. 12 m Spannweite wird in der Flucht der weiterführenden Stützmauer gegen die DB erstellt. Das Lichtraumprofil des bestehenden Tunnels wird beibehalten. Um die Tunnellänge möglichst kurz zu halten, wird der südliche Bereich des Bauwerkes als Auskragung ausgebildet.



Abb. 4-22 Tunnelverlängerung Anschluss Ebnatstrasse, Grundriss

4 Projektbeschreibung

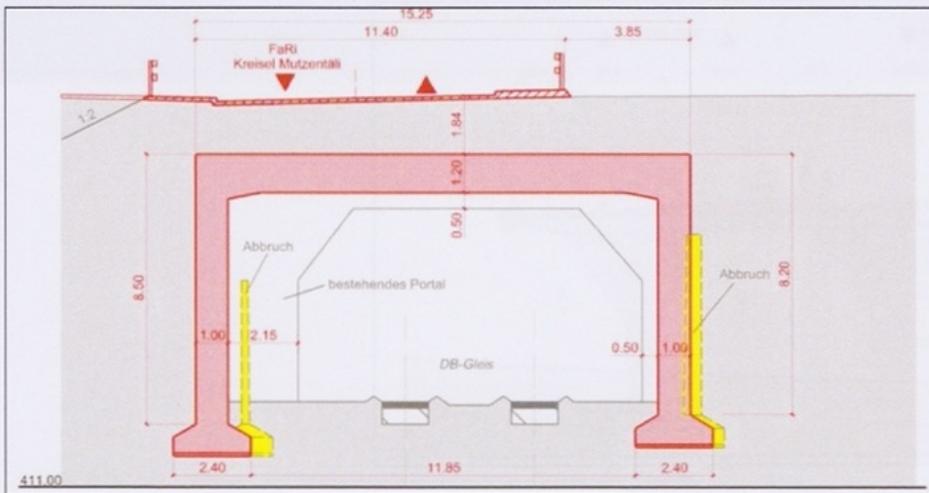


Abb. 4-23 Rahmenkonstruktion Anschluss Ebnatstrasse über DB, Ansicht

4.3.9 Stützmauern

Die Verbreiterung der Trassees erfolgt hauptsächlich talseits. Durch die bestehende Hanglage der heutigen Strasse werden dadurch Stützmauern notwendig. Um diese möglichst niedrig zu halten, sollen sie möglichst an der Parzellengrenze angeordnet werden. Einheitlich werden als Mauerstystem Winkelstützmauern gewählt. Die Mauern sind nach den ASTRA-Richtlinien für Stützmauern, mit einem Anzug von 10:1 auf der Sichtseite, konzipiert. Die Mauerhöhen variieren von ca. 1 m bis ca. 11 m. Die höchsten Mauern werden entlang der DB für die neue Zufahrt zum Kreisell Mutzentäli benötigt. Der Mauerkopf ist 30 cm stark. Durch die Neigung auf der Sichtseite ergeben sich dadurch am Fuss Stärken bis ca. 1.4 m. Praktisch alle Mauern können in normal geböschten Aushubprofilen ohne wesentliche Baugrubensicherungen erstellt werden. Bei den hohen Mauern sind die Fundamente nach hinten geneigt, um die Fundamentabmessungen gegen Gleiten und Kippen zu optimieren.

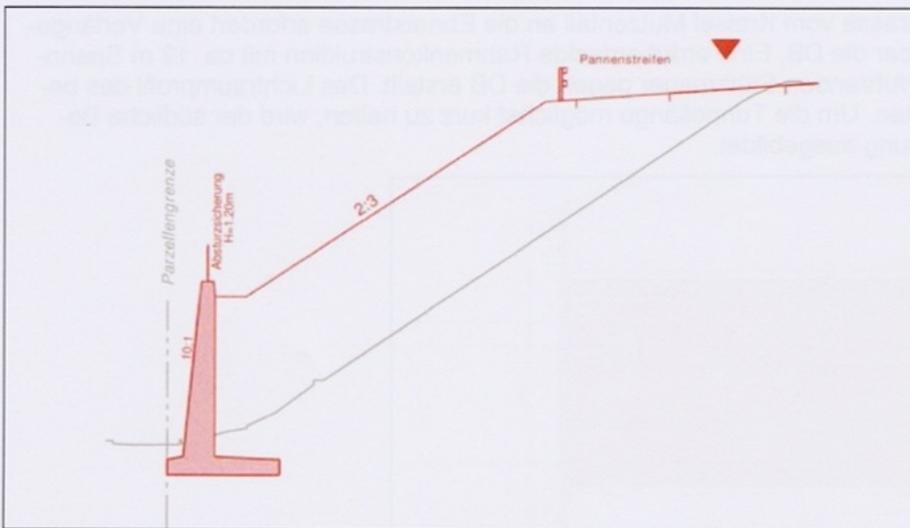


Abb. 4-24 Talseitige Stützmauer, Abschnitt Mutzentäli – Herblingen

## 4.4 Tunnel Fäsenstaub II

### 4.4.1 Normalprofile

#### 4.4.1.1 Bergmännisches Normalprofil

Das bergmännische Normalprofil ist als zweistreifiger Strassentunnel mit seitlichen Banketten ausgebildet. Es beinhaltet den verkehrstechnischen Nutzraum gemäss Fachhandbuch T/G, welcher ein Lichtraumprofil von 4.5 x 7.75 m aufweist. Der bautechnische Nutzraum wurde gemäss SIA 197 mit 20 cm gewählt.

Im Portalbereich Süd (siehe Kapitel 4.4.5) wird das Normalprofil durch die Kurvenverbreiterung und die vorzusehenden lärmabsorbierenden Elementen um ca. einen Meter verbreitert.

Die Bankette haben eine minimale Breite von 1 m. Über die gesamte Länge des Tunnels ist ein Werkleitungskanal vorgesehen, welcher ein minimales Lichtraumprofil von 1.5 x 2.0 m aufweist.

Das Sollprofil (Innenkante Innengewölbe) hat einen Gewölberadius von ca. 5.4 m. Der Tunnel ist über die gesamte Strecke mit einer Verkleidung und einer drainierten Vollabdichtung ausgebildet. Die Drainage liegt im Sohlbereich und besteht aus einer Sohl drainageleitung NW 250, welche aus dem Werkleitungskanal unterhalten werden kann.

Im Bereich des Portals Nord taucht der Tunnel im Sohlbereich (max. OK Fahrbahn) in das Grundwasser ein. In diesem Bereich wird der Tunnel mit einer druckhaften Vollabdichtung versehen.

Der Ausbruchdurchmesser beträgt ca. 12 m und hängt von der notwendigen Ausbruchssicherung je nach Geologie und von trassierungstechnischen Erfordernissen (Kurvenverbreiterung) ab. Im Portalbereich Süd benötigt man eine Tunnelbreite von ca. 13 m. Im Rahmen der weiteren Phasen kann die Ausbruchgrösse und Ausbruchform optimiert werden.

Die Entwässerungselemente im Normalprofil sind gemäss ASTRA-Fachhandbuch ausgebildet. Über die gesamte Tunnellänge werden Schlitzrinnen vorgesehen, welche über Siphonschächte in die Tunnelentwässerungsleitung eingeleitet werden. Die Tunnelentwässerungsleitung ist auf Grund des wechselnden Quergefalles im südlichen Abschnitt beidseitig zu führen.

Gemäss Lüftungskonzept sind Strahlventilatoren notwendig und auf eine Zwischendecke kann verzichtet werden.

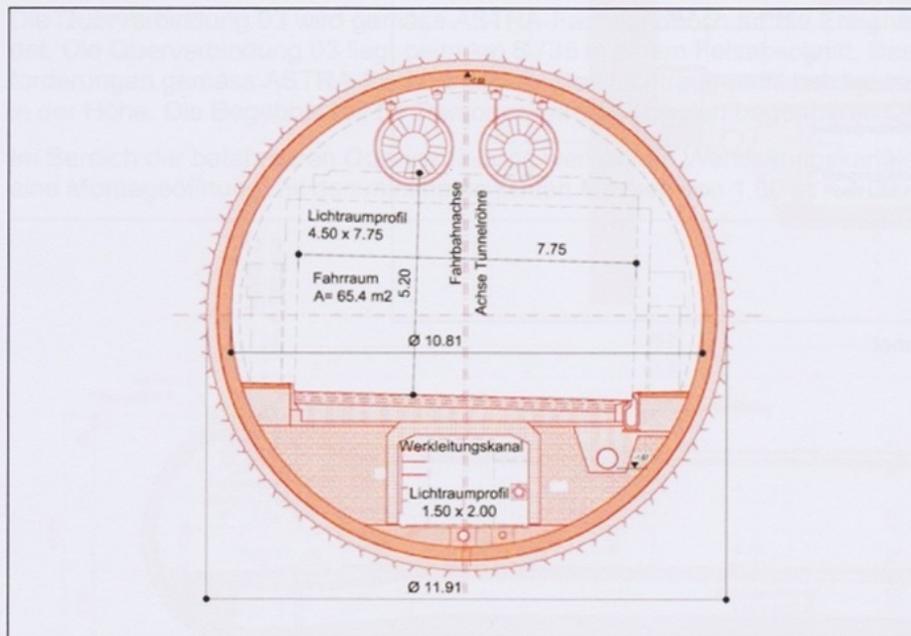


Abb. 4-25 Normalprofil bergmännischer Tunnel

#### 4.4.4 Portal Süd inkl. Überleitungstunnel

Das Portal Süd liegt analog dem Tunnel Fäsenstaub I zwischen den beiden Bahntrassees SBB und DB. Die Öffnung im Firstbereich zwischen den beiden Trassees erlaubt dort mit den Strahlventilatoren das Ausblasen von Rauchgas im Falle eines Ereignisses. Analog zum bestehenden Tunnel Fäsenstaub I ergibt sich anschliessend eine kurze offene Strecke mit Stützmauern, welche in der Portalkonstruktion integriert ist. Die Unterquerung des SBB-Trassees erfolgt in einer Brückenkonstruktion gemäss Kapitel 4.3.2.

Um Rauchzirkulation zwischen den eng nebeneinander liegenden Tunnelportalen zu verhindern, wird die bestehende Öffnung zwischen den Bahntrassees beim Tunnel Fäsenstaub I geschlossen und überdeckt.

Die Gestaltung des neuen Portals und die Einbettung die Umgebung ist in Kapitel 4.7.2.2 beschrieben.

Der Überleitungstunnel verbindet den Tunnel Fäsenstaub II mit der bisherigen Vorzone vor dem Portal Süd Tunnel Fäsenstaub I. Der Tunnel beginnt beim Portal Süd und durchörtert zuerst die Auffüllung des ehemaligen Steinbruchs. Nach ca. 80 m liegt der Tunnel im Bereich des Malmkalks (Felsabschnitt) und verläuft von dort an parallel zum bestehenden Tunnel Fäsenstaub I mit einem Abstand von ca. 40 m.

Der Überleitungstunnel wird analog zum bestehenden Tunnel als zweistreifiger Tunnel ausgebildet. Das Normalprofil entspricht weitgehend dem bergmännischen Normalprofil gemäss Kapitel 4.4.1.1. Auf Grund der engen Radien und der daraus resultierenden Sichtbermen ist in diesem Bereich der Querschnitt aber leicht zu vergrössern.

#### 4.4.5 Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle

Vor der Ausfahrt SH-Süd verbindet ein Anschlusstunnel den Tunnel Fäsenstaub II mit der Ausfahrt SH-Süd. Diese Überleitung wird auf Grund der Sonderbetriebsfälle (siehe Kapitel 4.2.2) erstellt und wird im Normalzustand nicht benötigt. Sie ist im Normalbetriebsfall mit Toren verschlossen.

Für die Überleitung ist aus verkehrstechnischen Gründen im Tunnel Fäsenstaub II ein Verzögerungstreifen notwendig. Dadurch entsteht ein ca. 100 m langes Aufweitungsbauprodukt für 3 Fahrstreifen. Dieser Bereich liegt im Lockermaterial. Der Querschnitt der Aufweitung weist eine max. Fläche von ca. 270 m<sup>2</sup> und Abmessungen von max. 25 m Breite und 14 m Höhe auf.

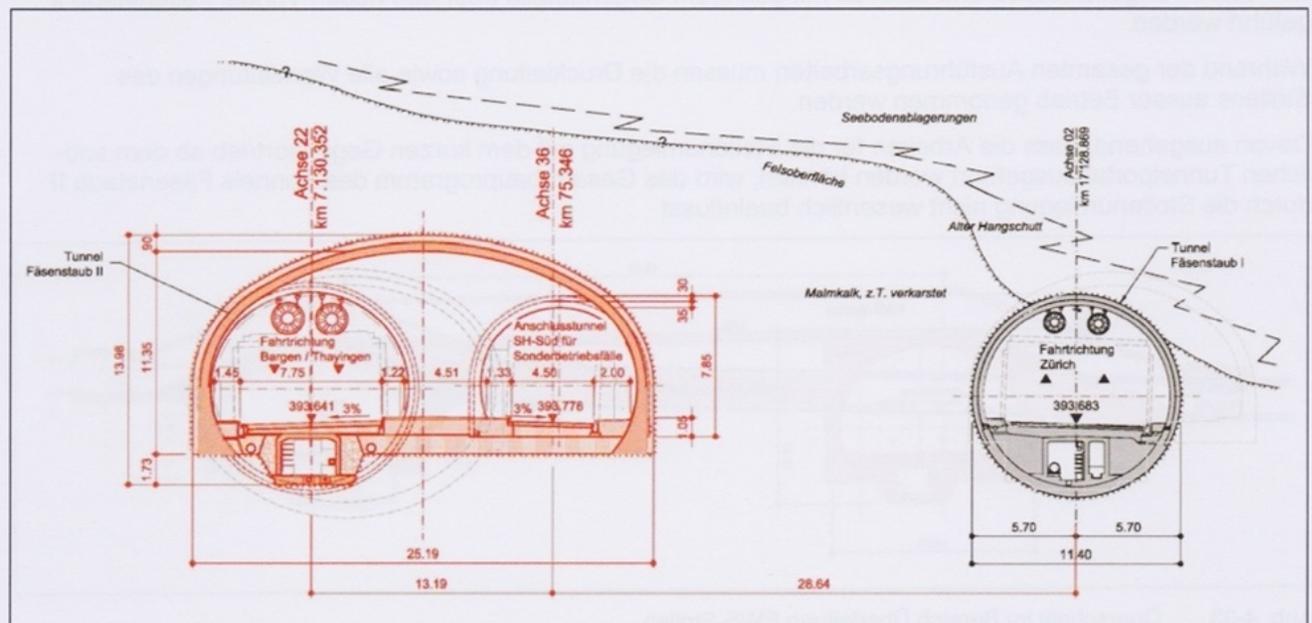


Abb. 4-31 maximale Aufweitung zum Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle

Am Ende der Aufweitung beginnt der Überleitungstunnel zur Ausfahrt SH-Süd. Dieser liegt mehrheitlich im Festgestein. Das Normalprofil beinhaltet einen Fahrstreifen mit einer Breite von 4.5 m, zwei seitliche Bankette und die notwendigen Entwässerungselemente. Auf einen Werkleitungskanal wird in diesem Bereich verzichtet. Der Überleitungstunnel ist mindestens einseitig mit einem Tor dicht abgeschlossen, um eine Rauchzirkulation ausschliessen zu können. Zur Zeit ist je ein Tor an beiden Übergängen zu den zwei Röhren vorgesehen.

4 Projektbeschreibung

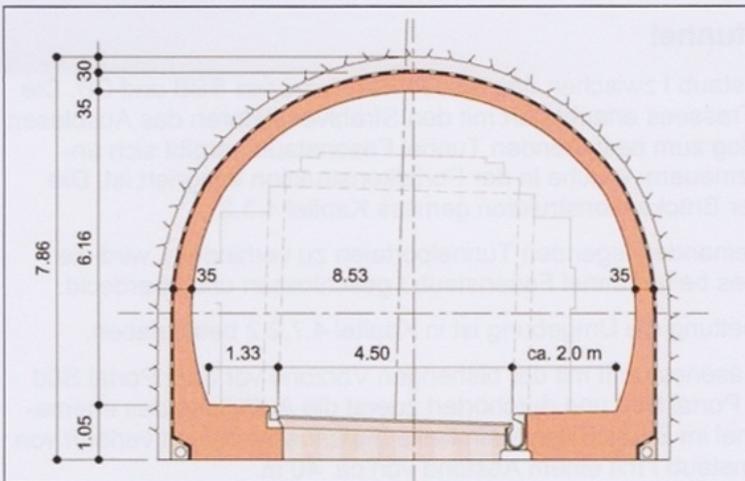


Abb. 4-32 Normalprofil Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle

Der Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle schliesst an die bestehende Aufweitung Ausfahrt SH-Süd an. Die bestehende Aufweitung mit drei Fahrstreifen ist deshalb in diesem Bereich zusätzlich aufzuweiten. Die Aufweitung liegt dabei vollständig im Felsabschnitt und der maximale Querschnitt der vergrösserten Aufweitung beträgt ca. 350 m<sup>2</sup> mit einer Breite von ca. 27 m.

#### 4.4.6 Querung EWS-Stollen

Bei ca. km 7'188 überquert ein Stollen des Elektrizitätswerkes Schaffhausen den bestehenden Tunnel Fäsenstaub I. Im Stollen ist unter anderem eine Wasserdruckleitung (Durchmesser = 120 cm) verlegt. Die Druckleitung musste beim Bau des Tunnels Fäsenstaub I bereits umgelegt werden. Als Konzept für das GP wird die Variante "lange Überleitung" gewählt.

Der EWS-Überleitungsstollen wird im Firstbereich des bestehenden Tunnels Fäsenstaub I an den bestehenden Stollen angeschlossen und kann so mit geringem Gegengefälle über den neuen Tunnel Fäsenstaub II geführt werden.

Während der gesamten Ausführungsarbeiten müssen die Druckleitung sowie alle Werkleitungen des Stollens ausser Betrieb genommen werden.

Davon ausgehend, dass die Arbeiten für die Stollenumlegung mit dem kurzen Gegenvortrieb ab dem südlichen Tunnelportal ausgeführt werden können, wird das Gesamtbauprogramm des Tunnels Fäsenstaub II durch die Stollenumlegung nicht wesentlich beeinflusst.

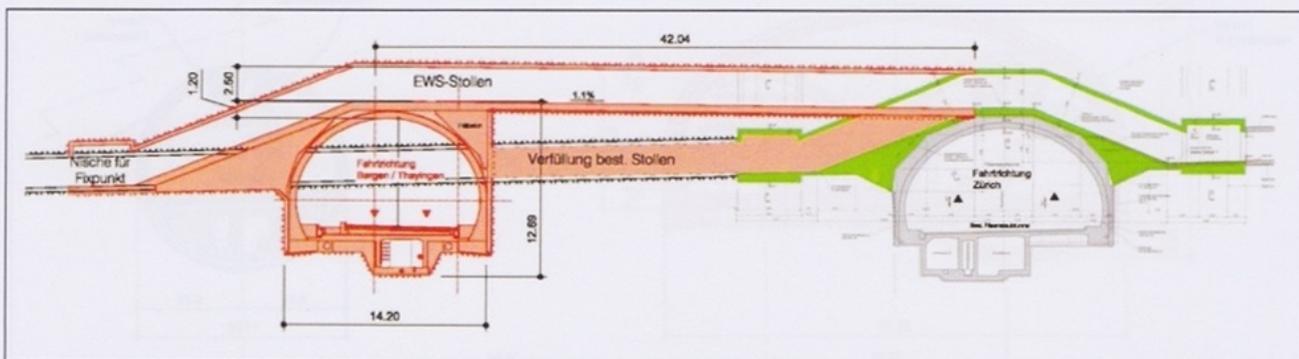


Abb. 4-33 Querschnitt im Bereich Überleitung EWS-Stollen

#### 4.4.7 Aufweitung Option Tunnel Cholfirst II

Gemäss Kapitel 3.1.1 besteht die Option, zu einem späteren Zeitpunkt den Tunnel Fäsenstaub II mit dem Tunnel Cholfirst II zu verbinden. Die dazu nötige Aufweitung im Tunnel Fäsenstaub II wird im GP integriert. Auf diese Weise können grössere Einschränkungen beim Betrieb der Tunnelanlage im Falle eines nachträglichen Baus der Aufweitung verhindert werden. Die Linienführung des Überleitungstunnels bleibt aber trotz Aufweitung gleich, so dass auch in einer späteren Projektierungsphase der Entscheid zur Integration der Aufweitung nochmals überprüft werden kann.

4 Projektbeschreibung

Die Aufweitung liegt in einem Felsabschnitt direkt anschliessend an den Überleitungstunnel und hat eine Länge von ca. 75 m. Der max. Querschnitt beträgt ca. 290 m<sup>2</sup> und weist eine Breite von 25 m sowie eine Höhe von 15 m auf. Der Abstand zum bestehenden Tunnel Fäsenstaub I beträgt ca. 25 m.

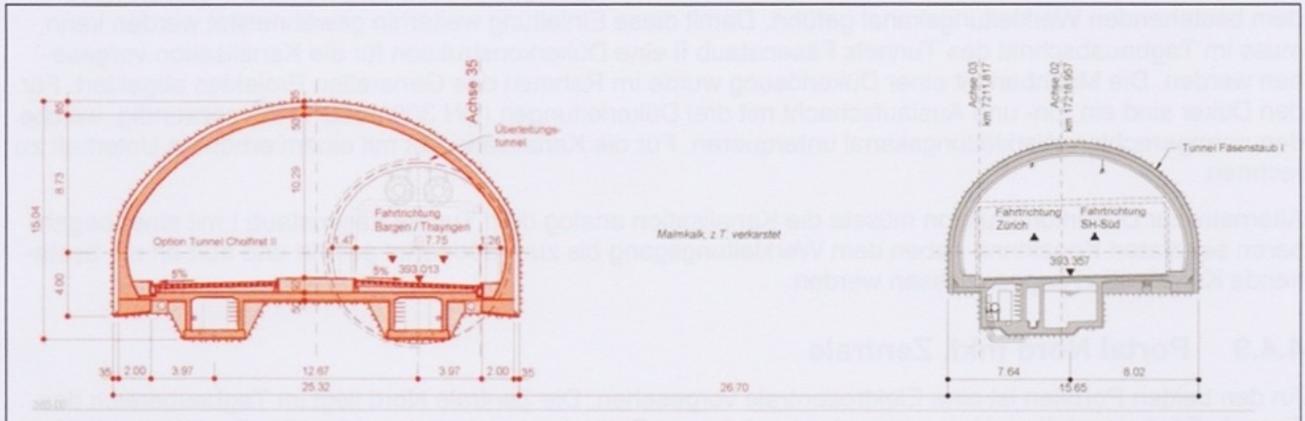


Abb. 4-34 Querschnitt durch Aufweitung Option Cholfirst II

### 4.4.8 Mühlental

#### 4.4.8.1 Hochwasserentlastung Durach

Die Durach wird im Bereich Mühlental im bestehenden Tunnel Fäsenstaub I kanalisiert und neben dem Werkleitungskanal unterhalb der Fahrbahnplatte zum Rhein abgeleitet. Der alte Durachkanal, welcher quer zum Tunnel Fäsenstaub verläuft, wird aber weiterhin zur Hochwasserentlastung genutzt. Im Bereich des neuen Tunnels Fäsenstaub II besteht der Kanal aus seitlichen Mauerwerkswänden. Der Kanal wurde in früheren Sanierungen mit einer Betondecke überdeckt, welche seitlich auf dem Mauerwerk aufliegt. Auf der nördlichen Seite wurde zudem die Mauerwerkswand mit einer vorbetonierten Ortbetonwand verstärkt.

Die Hochwasserentlastung ist während und auch nach dem Bau des Tunnels Fäsenstaub II zu gewährleisten. Deshalb ist analog zum Tunnel Fäsenstaub I eine Überbrückung mit dem Kanal über die Tagbaukonstruktion zu erstellen.

Dies führt auf Grund der beschränkten Platzverhältnisse in der Höhe (Mühlentalstrasse, Grundwasser, Längsgefälle Tunnel Fäsenstaub II) zu einer lokalen Einschränkung des verkehrstechnischen Nutzraums im Tunnel auf 4.8 m (siehe auch Kapitel 4.4.8.2).

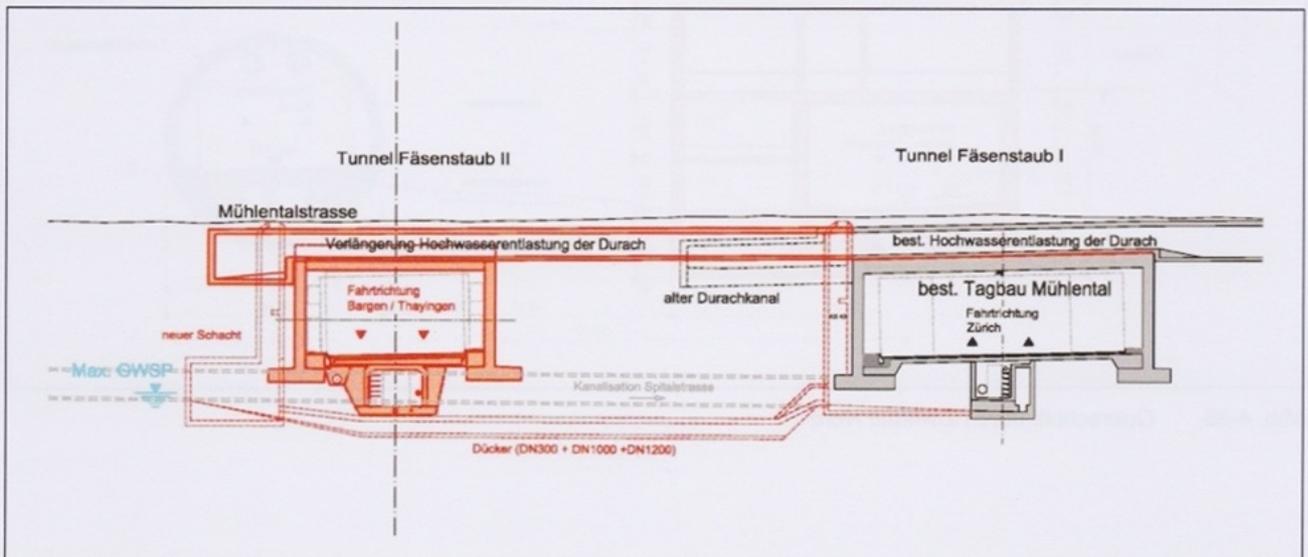


Abb. 4-35 Verlängerung der Hochwasserüberleitung über den Tunnel Fäsenstaub II mit lokaler Einschränkung des verkehrstechnischen Nutzraums auf 4.8 m und Dückerkonstruktion

4 Projektbeschreibung

4.4.8.2 Kanalisation Spitalstrasse

Im Mühltal wird im Tunnel Fäsenstaub I die Kanalisation der Spitalstrasse eingeführt und seitlich neben dem bestehenden Werkleitungskanal geführt. Damit diese Einleitung weiterhin gewährleistet werden kann, muss im Tagbauabschnitt des Tunnels Fäsenstaub II eine Dükerkonstruktion für die Kanalisation vorgesehen werden. Die Machbarkeit einer Dükerlösung wurde im Rahmen des Generellen Projektes abgeklärt. Für den Düker sind ein Ein- und Auslaufschacht mit drei Dükerleitungen (DN 300/1000/1200) notwendig, welche den normgerechten Werkleitungskanal unterqueren. Für die Kanalisation ist mit einem erhöhten Unterhalt zu rechnen.

Alternativ zur Dükerkonstruktion müsste die Kanalisation analog dem Tunnel Fäsenstaub I mit einer begehbaren separaten Kanalinne neben dem Werkleitungsgang bis zum Südportal geführt und dort an die bestehende Kanalisation angeschlossen werden.

4.4.9 Portal Nord inkl. Zentrale

An den beiden Portalen ist eine Elektrozentrale vorgesehen. Die Zentrale Nord liegt im Tagbaubereich des Tunnels Fäsenstaub II und kann so in das bestehende Gelände eingebettet werden. Die Zentrale besteht aus drei Etagen. Im Erdgeschoss ist die Zufahrt zur Zentrale vorgesehen. Das Erdgeschoss liegt direkt über dem Fahrraum und beinhaltet die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen wie NS-Räume, Trafostation, Schwachstrom, USV usw. Im vorderen Bereich ist ebenfalls ein Materiallager vorgesehen. Das 1. Untergeschoss liegt auf der Höhe des Fahrraumes und ist seitlich an der Tagbaukonstruktion angegliedert. Diese Etage besteht vor allem aus den verschiedenen Steigzonen, Montageöffnungen und Zugängen vom Erdgeschoss zum Werkleitungskanal.

Das 2. Untergeschoss liegt auf der Höhe des Werkleitungskanals. Es sind dort Verbindungen zum Werkleitungskanal unter der Fahrbahn vorhanden. Der Werkleitungskanal wird zudem unter der Fahrbahn bis zur bestehenden UV-Zentrale Hochstrasse verlängert und dort angeschlossen.

Das Portal Nord liegt ca. 15 m nördlich der Zentrale und liegt zwischen der bestehenden N04 und dem Gleisfeld SBB. Die Gestaltung des neuen Portals und die Einbettung in die Umgebung sind im Kapitel 4.7.2.3 beschrieben.

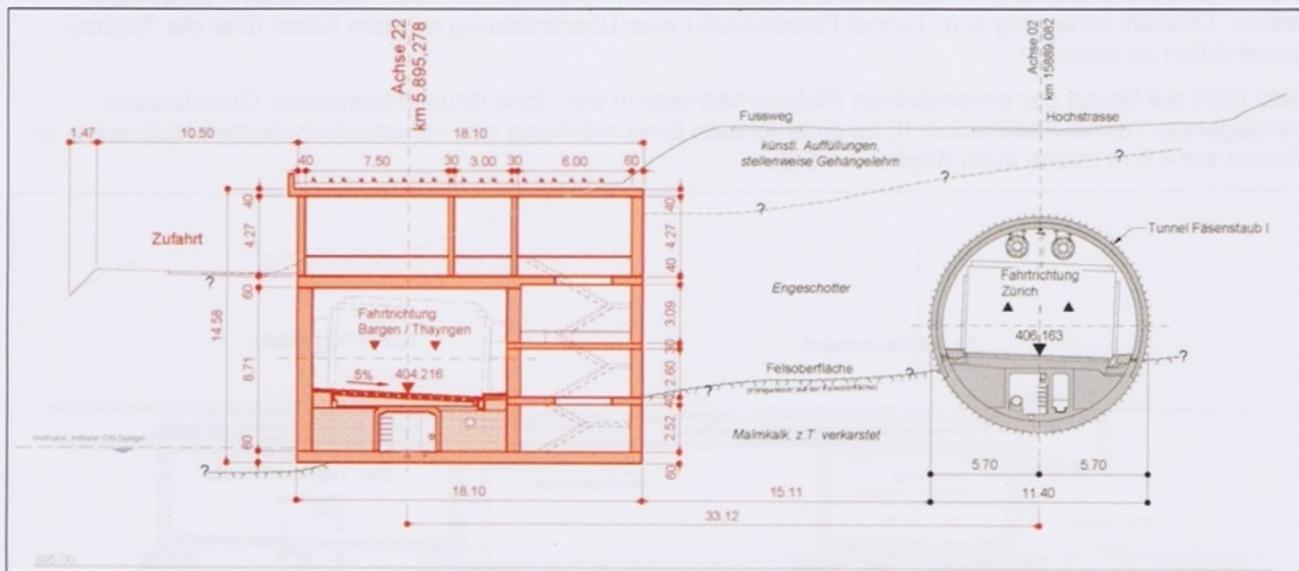


Abb. 4-36 Querschnitt durch Zentrale Nord

#### 4.4.10 Abhängigkeiten zum Sicherheitsstollen

Unabhängig vom Generellen Projekt wird zurzeit gemäss Kapitel 1.5 noch ein Sicherheitsstollen Tunnel Fäsenstaub I projektiert. Die Auswirkungen bei einem vorgezogenen Bau eines SiSto auf den Tunnel Fäsenstaub II sind separat untersucht worden. Im Folgenden werden die Kernaussagen unter Berücksichtigung einiger wichtiger technischer Aspekte zusammengefasst.

Es wurde von Seite ASTRA beschlossen, dass der SiSto während dem Bau des Tunnels Fäsenstaub II ausser Betrieb genommen werden kann. Der SiSto liegt auf Basis des Variantenstudiums im Rahmen des AP SiSto im Profil des Tunnels Fäsenstaub II, wobei die Lage des SiSto auf die Bankethöhe der zweiten Röhre abgestimmt worden ist. Die Höhenlage des SiSto wurde so gewählt, dass die Querverbindungen bei einem nachträglichen Bau des Tunnels Fäsenstaub II grösstenteils belassen werden können. Lediglich in den Portalbereichen weicht die Linienführung von diesem Grundsatz ab. Der SiSto nimmt ca. 15% des Gesamtquerschnittes der Tunnelröhre Fäsenstaub II ein, wovon sich davon ca. 60% innerhalb der Kalotte befinden.

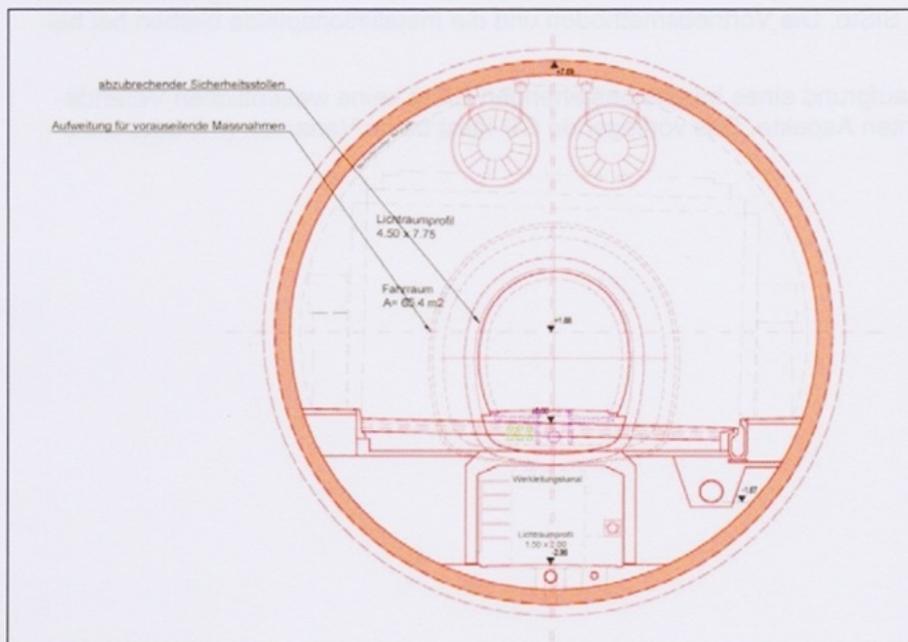


Abb. 4-37 Querschnitt SiSto und neue Röhre Tunnel Fäsenstaub II

In einem separaten Variantenvergleich sind die Kosten, Termine, qualitäts- und sicherheitstechnische Aspekte beim Bau des Tunnels Fäsenstaub II mit und ohne vorgängig erstelltem SiSto untersucht worden. Gemäss GP werden lediglich vier Querverbindungen zwischen den beiden Tunnelröhren gefordert, während für das Ausführungsprojekt des Sicherheitsstollens neun Querverbindungen zwischen SiSto und Tunnel Fäsenstaub I erforderlich sind. Es wird davon ausgegangen, dass alle neun Querverbindungen an die neue Tunnelröhre angeschlossen werden. Gemäss normativen Anforderungen muss dabei eine Querverbindung befahrbar sein und somit vergrössert werden. Aufgrund der abweichenden Linienführung SiSto und Tunnel Fäsenstaub II in den Portalbereichen sind zwei Querverbindungen neu zu erstellen. Alle Querverbindungen müssen im Anschlussbereich teilweise abgebrochen und neu angeschlossen werden.

Die BSA-Installationen des Sicherheitsstollens werden bei einem Bau des Tunnels Fäsenstaub II grösstenteils abgebrochen und neu erstellt. Die SOS-Kästen bleiben bestehen und werden lediglich neu verkabelt.

Aus dem durchgeführten Variantenvergleich ergäbe sich eine Kostenersparnis von rund 0.5 Mio. CHF auf Basis GP bei einem Bau des Tunnels Fäsenstaub II mit vorgängig erstelltem SiSto.

Die Minderkosten bei einem vorgängigen Bau eines SiSto entstehen insbesondere durch ein Mindervolumen beim Ausbruch, Wegfall Ausbruch und Sicherung der Querverbindungen und weniger vorausseilenden Massnahmen im Vortrieb. Mehrkosten entstehen demgegenüber beim Abbruch des bestehenden SiSto, der Zentralen und beim Ausbau der zusätzlichen Querverbindungen. Die Kostenersparnis von 0.5 Mio. CHF entspräche in Bezug auf die Gesamtkosten von 172 Mio. CHF (nur des Tunnel Fäsenstaub II) lediglich 0.3%.

#### 4 Projektbeschreibung

Die terminlichen Konsequenzen eines vorgängig erstellten Sicherheitsstollens sind in den Folgephasen mit genaueren Untersuchungen zu quantifizieren. Auf qualitativer Ebene ergibt sich bei einem vorgängig erstellten SiSto eine Leistungssteigerung aufgrund der bereits gut erkundeten Geologie, dem somit effektiveren Einsatz von Sicherungsmitteln und deren Minderbedarf aufgrund einer Verkleinerung der ungesicherten Ortsbrust sowie weniger Ausbruchmaterial. Demgegenüber stehen Behinderungen beim Ausbruch durch den bestehenden Sicherheitsstollen, weshalb mit Leistungseinbussen zu rechnen ist. Der kritische Weg liegt grundsätzlich beim bergmännischen Vortrieb, weshalb Beschleunigungen oder Verzögerungen Auswirkungen auf die Gesamtbauzeit haben, während Arbeiten im rückwärtigen Bereich kaum Auswirkungen haben (zum Beispiel Abbruch SiSto). Die Gesamtbauzeit wird sich gemäss ersten Abschätzungen nicht wesentlich unterscheiden.

Die Qualität sowie die Sicherheit kann durch den vorgängigen Bau des SiSto in folgenden Punkten verbessert werden: Nutzung des SiSto als Baulüftung, Qualitätssteigerung in der Wahl der vorrauseilenden Massnahmen durch gute geologische Vorerkundung, Stützung der Ortsbrust durch den SiSto. Demgegenüber bestehen Konflikte in den Voreinschnitten Nord und Süd zwischen den zu erstellenden Baugrubensicherungen und dem vorgängig erstellten SiSto. Die Vortriebsmethoden und die Installationsplätze bleiben bei beiden Varianten aber dieselben.

Auf Stufe GP ergeben sich somit aufgrund eines bereits bestehenden SiSto keine wesentlichen Veränderungen bezogen auf die untersuchten Aspekte. Das vorliegende GP lässt beide Varianten (mit oder ohne vorgängig erstelltem SiSto) zu.



## 4.5 Entwässerung

### 4.5.1 Vorgaben und Ziele

Folgende Vorgaben und Ziele wurden für die Entwässerung definiert (vgl. auch Nutzungsvereinbarung):

- belastetes Strassenabwasser von Reinabwasser trennen
- Einzugsgebiete wie bestehend aufteilen
- Dimensionierung des Strassenabwassersystems: Wiederkehrperiode Regenereignis 1-jährlich ( $Z = 1$ ), da keine Grundwasserschutzzonen
- bestehende Entwässerungsbauwerke unverändert beibehalten
- keine neuen Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA), da  $DTV \leq 50'000$  Fahrzeuge
- autarkes Entwässerungssystem für Tunnel Fäsenstaub II vorsehen
- Havariefall: für Tunnel Fäsenstaub II neues Havariebecken vorsehen, kombinierte Nutzung als Stapelbecken Tunnelwaschwasser, allenfalls auch Nutzung für Tunnel Fäsenstaub I.
- keine Kumulation von Ereignissen (Havarie/Regen und Havarie/Tunnelreinigung) berücksichtigen
- Pumpen- und Hebeanlagen sind zu vermeiden

### 4.5.2 Einzugsgebiete der Fahrbahntwässerung

Beim Ausbau werden die neuen Strassenflächen grundsätzlich in die gleichen Einzugsgebiete aufgeteilt. Die Teilflächen der bestehenden Einzugsgebiete verändern sich durch das vorliegende Projekt zwischen -3% und +36%. Der neue Tunnel Fäsenstaub II inkl. der offenen Bereiche bei den Portalzonen wird als zusätzliches und unabhängiges Einzugsgebiet betrachtet, welches mit einem autarken Entwässerungssystem entwässert wird.

Die daraus resultierenden Einzugsgebiete, die Behandlung des Strassenabwassers und schlussendlich die Ableitung in den Vorfluter sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Einzugsgebiet		Strassenflächen		Behandlung	Ableitung in
Nr.	Name	best.[m <sup>2</sup> ]	neu [m <sup>2</sup> ]		
1	Offener Bereich Südportal Fäsenstaub II	-	800	neues Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
2	Offener Bereich Südportal Fäsenstaub I	5'700	5'700	best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
3	Neuer Tunnel Fäsenstaub II		Eintrags- und Waschwasser	neues Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
4	Bestehender Tunnel Fäsenstaub I		Eintrags- und Waschwasser	best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
5	Offener Bereich Nordportal Fäsenstaub II	-	4'300	neues Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
6	Offener Bereich Nordportal Fäsenstaub I	2'900	2'500	best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	Rhein
7	Galerie Schönenberg	3'600	3'500	best. Ölrückhaltebecken Schönenberg	Fulachkanal
8	Mutzentäli - Galerie Schönenberg	22'300	27'200	best. Ölrückhaltebecken Schönenberg	Fulachkanal
9	Anschluss Mutzentäli	16'800	21'800	best. SABA Mutzentäli	Fulachkanal
10	Herblingen - Mutzentäli	13'400	18'200	keine Behandlung	via Strassenentwässerung Gennersbrunner- und Ebnatstrasse in Fulachkanal

Tab. 4-1 Einzugsgebiete der Strassenentwässerung

### 4.5.3 Entwässerungsleitungen

#### 4.5.3.1 Tunnel

Die Fahrbahntwässerung des bestehenden Tunnels Fäsenstaub I wird über Schlitzrinnen in eine Fahrbahnabwasserleitung geführt, welche sich auf der gesamten Länge des Tunnels unter der Fahrbahn befindet. Das Bergwasser wird bis zur Zentrale Mühlenstrasse in einer separaten Leitung gesammelt und dort in den Durachkanal eingeleitet. Ab der Zentrale Richtung Süden wird das anfallende Bergwasser jeweils direkt in den Durachkanal eingeleitet. Dieses Entwässerungssystem wird unverändert beibehalten und ist nicht Bestandteil des vorliegenden GP.

Im neuen Tunnel Fäsenstaub II wird ebenfalls ein Trennsystem (Bergwasser und Fahrbahnwasser) vorgesehen. Es werden über die gesamte Tunnellänge Schlitzrinnen vorgesehen, welche über Siphonschächte in die Fahrbahnabwasserleitung eingeleitet werden. Die Fahrbahnabwasserleitung muss aufgrund des wechselnden Quergefälles und des mittig unter der Fahrbahn liegenden Werkleitungskanals im südlichen Abschnitt beidseitig angeordnet werden.

#### 4.5.3.2 Portalzonen

Die Leitungen bei den Portalzonen des bestehenden Tunnels Fäsenstaub I bleiben unverändert.

Für die beiden Portalzonen des neuen Tunnels Fäsenstaub II werden neue Einlaufschächte und Sammelleitungen vorgesehen. Das Fahrbahnwasser der neuen Portalzone Nord wird wie bei der bestehenden Portalzone Nord durch den Tunnel Richtung Süden abgeleitet.

#### 4.5.3.3 Offene Strecke

Die bestehenden Sammelleitungen werden möglichst beibehalten. Aufgrund des geringen Betriebsalters der Leitungen von ca. 25 Jahren wird davon ausgegangen, dass diese sich in einem guten Zustand befinden und nur punktuell saniert werden müssen. Diese Annahme ist in den nächsten Planungsschritten mit Zustandsuntersuchungen zu verifizieren.

Die Grössen der einzelnen Teilflächen der Einzugsgebiete werden durch den Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen bis zu 36 % zunehmen. Da aber das ganze Entwässerungssystem neu nur noch auf  $Z = 1$  anstatt auf  $Z = 10$  (10-jährige Wiederkehrperiode) dimensioniert werden muss, kann für das vorliegende GP davon ausgegangen werden, dass die Dimensionen der bestehenden Leitungen ausreichend sind. Diese Annahme ist ebenfalls in den nächsten Planungsschritten mit der genauen hydraulischen Berechnung des Entwässerungssystems zu verifizieren.

Im Abschnitt vom Anschluss Herblingen bis zur Verzweigung Mutzentäli ist aufgrund der Achsverschiebung infolge des Ausbaus auf 2x2 Fahrstreifen ein Ersatz der bestehenden Sammelleitung inkl. Schächten auf rund 800 m vorgesehen. Die neue Sammelleitung wird dabei in Seitenlage in den Bereich des neuen Pannestreifens angeordnet.

Ab der Verzweigung Mutzentäli bis zum Nordportal Tunnel Fäsenstaub I werden die bestehenden Sammelleitungen beibehalten. Damit resultieren folgende Leitungs- und Schachtlagen (bezogen auf die heutige Fahrbahn):

- Verzweigung Mutzentäli bis Kurvenbeginn Fulachbrücke: Fahrstreifen 1 Fahrtrichtung Zürich
- Kurve Bereich Fulachbrücke: wechselnde Lage in Fahrbahn
- Nordportal bis und mit Galerie Schönenberg: Fahrstreifen Fahrtrichtung Bargaen/Thayngen

In diesen Abschnitten werden nur Schachtoberbauten und die Schachtdeckel ersetzt. Diese werden so ausgebildet, dass diese durch den Autobahnverkehr befahren werden können. Eine Lage ausserhalb der Fahrbahn ist wegen der dortigen Stützmauern bzw. Gleisanlagen nicht möglich.

Die Einlaufschächte mit Schlammstrecke müssen aufgrund der Neutrassierung auf die komplette Länge ersetzt werden und neu an die Sammelleitungen angeschlossen werden.

#### 4.5.3.4 Fulachstrasse (südlich der Verzweigung Mutzentäli)

Durch den Ausbau auf 2x2 Fahrstreifen muss südlich der Verzweigung Mutzentäli die Strassenentwässerung der Fulachstrasse und die kommunale Kanalisation zusammen mit der umzubauenden Fulachstrasse im Querschnitt um 3 - 4 m auf eine Länge von ca. 300 m nach Westen verlegt werden.

#### 4.5.4 Strassenabwasserbehandlung (Entwässerungsbauwerke)

Die Behandlung des Strassenabwassers pro Einzugsgebiet und die nachfolgende Ableitung in den jeweiligen Vorfluter ist in der Tabelle 8.1 aufgeführt. In den nachfolgenden Kapiteln sind die einzelnen Bauwerke beschrieben und die technischen Kennwerte aufgeführt.

##### 4.5.4.1 Bestehendes Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse

Das bestehende Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse befindet sich zwischen Rhein und Mühlenstrasse unter der Unterhaltszufahrt bzw. Verbindungstrasse zum Rheinuferweg.

Mit manuellen Schiebern kann das Fahrbahnabwasser bei der Reinigung des Tunnels Fäsenstaub I im Vorraum der Unterverteilung Kreuz (nördlich der Mühlenstrasse) direkt in die städtische Kanalisation zur Kläranlage Röti geleitet werden.

Das Fahrbahnwasser von der bestehenden Schrägseilbrücke durchströmt vor dem Ölrückhaltebecken einen Schlammstappler mit einem Schlammrückhaltevolumen von 10 m<sup>3</sup>. Das Ölrückhaltebecken kann mit einem manuellen Schieber verschlossen werden.

Best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	
Ölrückhaltevolumen	16 m <sup>3</sup>
Schlammstapelvolumen	25 m <sup>3</sup>
Reinigungsstapelvolumen, bzw. Havarievolumen	-
Ableitung in Rhein	
Anschluss direkt an städtische Kanalisation	

Tab. 4-2 Technische Kennwerte best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse

##### 4.5.4.2 Neues Ölrückhalte- und Havariebecken Mühlenstrasse

Das neue Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse ist unmittelbar östlich vom bestehenden Ölrückhaltebecken geplant. Im Normalbetrieb wird das Fahrbahnwasser aus den Vorzonen und das Eintragswasser in den Tunnel Fäsenstaub II über dieses neue Ölrückhaltebecken - ohne weitere Reinigung - in den Rhein abgeleitet.

Im Havariefall wird das Fahrbahnwasser in einem neuen Havarie- bzw. Stapelbecken unmittelbar zwischen den beiden Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse gesammelt. Das Havarievolumen dieses Stapelbeckens beträgt 63 m<sup>3</sup>. Zusätzlich dazu wird die Transportleitung zwischen dem Tunnelportal Fäsenstaub II (Absturzschaft) und dem Ölrückhaltebecken grösser (NW 1'000 mm) ausgebildet, so dass diese im Havariefall ein zusätzliches Stapelvolumen von 62 m<sup>3</sup> zur Verfügung stellt. Somit stehen gesamthaft für den Tunnel Fäsenstaub II ca. 125 m<sup>3</sup> Havarievolumen zur Verfügung.

Das neue Havariebecken kann aufgrund seiner unmittelbaren Nähe zum bestehenden Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse auch für den Havariefall im bestehenden Tunnel Fäsenstaub I genutzt werden. Dafür muss nur eine kurze Überleitung mit den entsprechenden Schiebermöglichkeiten gebaut werden.

Bei der Reinigung des Tunnels Fäsenstaub II ist geplant, das Waschwasser über einen entsprechenden Schieberschacht mittels einer Überleitung direkt in die bestehende Kanalisation und somit in die ARA Röti abzuleiten. Dies entspricht der bestehenden Lösung für die Reinigung des Tunnels Fäsenstaub I und auch der Lösung, wie sie beim neuen Galgenbuckeltunnel geplant ist. Die Tunnelreinigung (Grossreinigung) erfolgt jährlich, jeweils im März. Dabei wird mit einem Waschwasseranfall von 50 m<sup>3</sup>/km Tunnelröhre gerechnet.

Das oben beschriebene Havariebecken könnte im Bedarfsfall (spezielle Verhältnisse in der ARA, dem Zulauf oder wenn die Schadstoffbelastung generell höher ist) auch als Reinigungsstapelbecken für das Tunnelwaschwasser genutzt werden. Das Waschwasser kann darin beprobt und vorbehandelt werden sowie dosiert in die ARA Röti abgeleitet oder separat entsorgt werden. Eine fix installierte Ableitungsmöglichkeit mit Pumpenanlage ist aber vorerst nicht eingeplant.

<b>Neues Ölrückhalte- und Havariebecken Mühlenstrasse</b>	
Havarie-/Stapelbecken	63 m <sup>3</sup>
zusätzliches Stapelvolumen	62 m <sup>3</sup>
Reinigungsstapelvolumen bzw. Havarievolumen	125 m <sup>3</sup>
Ableitung in Rhein	
Anschluss direkt an städtische Kanalisation (vor den Becken)	

Tab. 4-3 Technische Kennwerte neues Ölrückhalte- und Havariebecken Mühlenstrasse

#### 4.5.4.3 Bestehendes Ölrückhaltebecken Schönenberg (Krebsbachstrasse)

Das bestehende Ölrückhaltebecken Schönenberg befindet sich unter der Fahrbahn der Galerie Schönenberg ca. 100 m südlich des Nordportals der Galerie.

Das Fahrbahnabwasser aus der Galerie Schönenberg (beide Fahrbahnebenen) und aus den Rampen kann im Reinigungsfall mit manuellen Schiebern in das Reinigungswasserbecken umgeleitet werden. Aus dem Reinigungswasserbecken kann das Waschwasser mit einer fest installierten Pumpe über die städtische Kanalisation zur Kläranlage Röti geleitet werden. Das Reinigungswasserbecken kann mit der entsprechenden Schieberstellung auch als Havariebecken genutzt werden.

<b>Best. Ölrückhaltebecken Schönenberg (Krebsbachstrasse)</b>	
Ölrückhaltevolumen	26 m <sup>3</sup>
Schlammstapelvolumen	30 m <sup>3</sup>
Reinigungsstapelvolumen, bzw. Havarievolumen	42 m <sup>3</sup>
Ableitung in Fulachkanal	
Anschluss ab Reinigungswasserbecken an städtische Kanalisation	

Tab. 4-4 Technische Kennwerte best. Ölrückhaltebecken Schönenberg

#### 4.5.4.4 Bestehende SABAs Mutzentäli (SABA 1 + 2)

Die beiden bestehenden SABAs Mutzentäli sind innerhalb der Verzweigung angeordnet. Durch die Umgestaltung der Verzweigung zum Anschluss Mutzentäli kommt die südliche Anlage unter die Einfahrtsrampe Richtung Herblingen zu liegen. Die Anlage wird nicht verschoben; es werden nur die entsprechenden Schachtoberbauten und Schachtdeckel befahrbar ausgebildet.

Die beiden Anlagen sind vierteilig und setzen sich zusammen aus einem Bypassschacht, einem Sedimentations- und Retentionsbecken, einem Koaleszenzabscheider und einem Sammelschacht. Durch die entsprechende Schieberstellung kann das Retentionsvolumen als zusätzliches Havarievolumen genutzt werden.

<b>Best. SABAs Mutzentäli (2 Stück)</b>	
Ölrückhaltevolumen	67 m <sup>3</sup>
Schlammstapelvolumen	47 m <sup>3</sup>
Retentions-, bzw. Havarievolumen	63 m <sup>3</sup>
Ableitung in Fulachkanal	

Tab. 4-5 Technische Kennwerte best. SABAs Mutzentäli

## 4.6 Weitere Technische Einrichtungen

### 4.6.1 Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

#### 4.6.1.1 Energieversorgung

Die Energieversorgung des Tunnels Fäsenstaub I wird übernommen und nicht verändert. Es werden lediglich eventuell erforderliche Anpassungen der Energieversorgung aufgrund der Änderungen und Anpassungen der Tunnellüftung vorgenommen.

Auf der offenen Strecke (Bereich Galerie) werden zusätzliche Abgänge für die BSA in den Normal- und Notnetzunterverteilern der UV Galerie und der UV Fulach eingebaut. Die elektrische Versorgung der offenen Strecke erfolgt niederspannungsseitig über den neuen Elektroraum Mutzentäli (EMU) und die neue Elektrokabine Herblingen (EKH). Beide NS-HV besitzen eine eigene Niederspannungseinspeisung vom Elektrizitätswerk Schaffhausen.

Die Energieversorgung und Mittelspannungseinspeisung des Tunnels Fäsenstaub II wird unabhängig vom Tunnel Fäsenstaub I vom Elektrizitätswerk EW Schaffhausen über die Elektrozentralen UV Hochstrasse 2 und UV Kreuz 2 erfolgen. Je UV wird die Mittelspannung durch zwei getrennte Transformatoren von 10kV auf 400V transformiert. Diese beiden NS-Verteilungen für allgemeine Verbraucher und für die Lüftung können über einen Längstrenner miteinander verbunden werden. Damit wird die Aufrechterhaltung der Versorgung bei Ausfall eines der beiden Transformatoren und somit eine redundante Versorgung über die beiden Transformatoren gewährleistet. Ein Ringschluss beider Elektrozentralen wird durch ein in den Werkleitungskanal verlegtes Mittelspannungskabel realisiert, somit ist eine redundante Energieversorgung gewährleistet. In den einzelnen Querschlägen befinden sich Niederspannungsunterverteilungen, die entweder von der Niederspannungsseite der UV Kreuz 2 oder UV Hochstrasse 2 zur Versorgung der BSA in der 2. Röhre und den Querschlägen gespeist werden.

#### 4.6.1.2 Beleuchtung

Die Beleuchtungsanlagen des Tunnels Fäsenstaub I werden ausser der Brandnotbeleuchtung übernommen und nicht verändert. Die bestehende Brandnotbeleuchtung im Tunnelfahrraum muss angepasst werden. Im Ereignisfall sind nur die Brandnotleuchten entlang der Tunnelwand auf Seite der Notausgänge einzuschalten.

Für die Auslegung der Beleuchtung gilt die aktuelle Schweizer Norm "Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen" (SN 640551-1:2012). Entsprechend dieser Leitsätze ist die definitive Auslegung der Durchfahrts- und Adaptationsbeleuchtungen vorzunehmen.

Zu den Beleuchtungsanlagen im Tunnel Fäsenstaub II gehören die Durchfahrts-, Adaptations-, Brandnot- und Notbeleuchtungen, die optische Leiteinrichtung sowie die Werkleitungskanal- und Fluchtwegbeleuchtungen. Auf Seite Fluchttüre gewährleisten die über dem Bankett angeordneten Brandnotleuchten eine Orientierungsbeleuchtung im Brandfall. Die Beleuchtung und Signalisierung der SOS-Nischen und Fluchtwege (Fluchtwegtüren) sind ein weiterer Teil der Tunnelbeleuchtungsanlagen.

Durch den kompletten Ersatz der Rohranlagen und Schächte auf der offenen Strecke, müssen sämtliche Anlagenteile und Komponenten ersetzt werden. Dies sind die Fahrbahnbeleuchtungen der Vorzonen und im Bereich der Anschlüsse, d.h. an den offenen Strecken innerhalb des Projektperimeters.

#### 4.6.1.3 Lüftung

Im Tunnel Fäsenstaub I sind Verschiebungen von zwei Strahlventilatoren in Richtung Portal Nord, eine Anpassung der Steuerung der Längslüftung zum Ausblasen in Richtung Süden sowie ein Rückbau bzw. eine Anpassung der Mittenabsaugung erforderlich.

Im Tunnel Fäsenstaub II werden 8 Strahlventilatoren eingebaut. Im Normalbetrieb werden sie bei Stau oder Gegenverkehr eingesetzt. Im Ereignisbetrieb wird der Rauch über das Portal Nord längs ausgetrieben. Zur Überwachung und Steuerung sind 2 Sichttrübe- und 3 Strömungsmessgeräte sowie eine Brandmeldeanlage (Thermische Linearmelder und optische Rauchmelder) vorgesehen.

Für die Querverbindungen, deren Höhenunterschied über 3 m ist, wird im Ausführungsprojekt die Notwendigkeit einer mechanischen Belüftung geprüft. Ebenso soll die Druck-Sog-Problematik bei Kreuzung von zwei Lastwagen im Ausführungsprojekt durch eine CFD-Studie näher untersucht werden.

#### 4 Projektbeschreibung

---

An beiden Portalen des Tunnels Fäsenstaub II sind 30 m lange Trennwände in der Höhe des Tunnels zur Vermeidung der Rezirkulation im Normal- und im Ereignisbetrieb zwischen den beiden Tunneln erforderlich.

##### 4.6.1.4 Signalisation

Für den Tunnel Fäsenstaub I gilt als Sollzustand (wie heute) der Ausrüstungsgrad MITTEL. Das heisst, es muss weiterhin möglich sein, den Tunnel zu sperren und die einzelnen Fahrstreifen je nach Unfall-, Pannen- oder Unterhaltssituation mittels FLS freizugeben oder zu sperren. Die heutige einseitige Signalisierung (Gegenrichtungsverkehr) dürfte auch für den künftigen Zustand (Richtungsverkehr) ausreichen. Einzig die Fluchtwegsignalisierung und die Lichtsignalanlagen müssen auf die neuen befahrbaren Querverbindungen angepasst werden.

Für den Tunnel Fäsenstaub II gilt als Sollzustand der Ausrüstungsgrad MITTEL. Das heisst, es muss möglich sein, den gesamten Tunnel und/oder einzelne Fahrstreifen mittels Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS) freizugeben oder zu sperren (siehe auch Soll-Zustand Fäsenstaub I). Nebst der statischen Signalisation, der eigentlichen Wegweisung, sind auch über den ganzen Abschnitt Wechselsignale vorzusehen. Aus sicherheitstechnischen Gründen verfügt der Tunnel über eine röhrengetrennte Tunnelverkehrsregelungsanlage, mit der im Blinkbetrieb auf Gefahren aufmerksam gemacht und notfalls mit dem Portalrot sowie unter Umständen ergänzenden Barrieren der gesamte Tunnel gesperrt wird. Der übergeordnete Verkehrsrechner deckt die Steuerung des bestehenden Tunnel Fäsenstaub I und Tunnel Fäsenstaub II ab.

Für die offenen Streckenabschnitte gilt als Sollzustand der Ausrüstungsgrad MITTEL. Ein Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS) ist bei Ausrüstungsgrad MITTEL nicht zwingend erforderlich. Um die verschiedenen Betriebszustände aber weiterhin gewährleisten zu können, wird empfohlen, auch künftig ein FLS einzusetzen. Durch den kompletten Ersatz der Rohranlagen und Schächte auf der offenen Strecke müssen sämtliche Anlagenteile und Komponenten ersetzt werden.

##### 4.6.1.5 Überwachungsanlagen

Die Überwachungsanlagen des Tunnels Fäsenstaub I werden übernommen und nicht verändert.

Zu den Überwachungsanlagen im Tunnel Fäsenstaub II gehören die Brandmeldeanlage, Rauchdetektionsanlage, Videoanlage (Verkehrsfernsehen) und die Anlagensteuerung der Diversanlagen.

Durch den kompletten Ersatz der Rohranlagen und Schächte auf der offenen Strecke müssen sämtliche Anlagenteile und Komponenten ersetzt werden. Neu vorgesehen wird im Bereich der Anschlüsse, d.h. an den offenen Strecken innerhalb des Projektperimeters, eine Videoüberwachung.

##### 4.6.1.6 Leittechnik

Im Rahmen dieses Projektes sind keine Sanierungsarbeiten der bestehenden Anlagen (Teile Tunnel Fäsenstaub I) vorgesehen, es werden lediglich eventuell erforderliche Anpassungen an der Leittechnik durch Änderungen und Anpassungen der Tunnellüftung vorgenommen.

Die Kommunikation und Leittechnik der offenen Strecke wird getrennt und unabhängig vom Tunnel Fäsenstaub aufgebaut. Das System wird durch einen Knoten mit dem BKN-Ring verbunden, von dem aus die offene Strecke auch mit der Kommunikation und Leittechnik des Tunnels Fäsenstaub I und dem übergeordneten Leitsystem verbunden ist. Die Steuerungs- und Überwachungstechnik wird durch die einzelnen Lokalsteuerungen erfasst, die mit der übergeordneten Anlagensteuerung verbunden sind. Ein Abschnittsrechner stellt dann die Verbindung zwischen BKN-Ring und der Anlagensteuerung dar. Im Bereich der Galerie Schönenberg werden die neuen Datenpunkte in die bestehenden Anlagen der UV Galerie bzw. UV Fulach integriert. Entlang der offenen Strecke werden in regelmässigen Abständen Notrufsäulen installiert, die im Notfall eine rasche Kommunikationsverbindung zwischen Strecke und Verkehrsleitstelle Schaffhausen ermöglichen.

Für die Röhre 2 wird ein getrenntes Prozessleitsystem aufgebaut, das unabhängig von der Röhre 1 betrieben wird und nur durch den Knoten im BKN-Ring mit dem System vom Tunnel Fäsenstaub I und dem übergeordneten Leitsystem verbunden ist. Daher wird der Tunnel Fäsenstaub II als ein eigener Abschnitt betrachtet, der funktional eine abgeschlossene Betriebs- und Sicherheitsausrüstungs-Einheit bildet.

Der Abschnitt Tunnel Fäsenstaub II wird in zwei Teilabschnitte unterteilt: Teilabschnitt Nord und Teilabschnitt Süd. Jeder Teilabschnitt erfasst die Steuerungs- und Überwachungstechnik einer Hälfte der Tunnelröhre. Die Lokalsteuerungen der Teilabschnitte werden in den UV Kreuz 2 und UV Hochstrasse 2 untergebracht. Die jeweiligen Lokalsteuerungen von UV Kreuz 2 und UV Hochstrasse 2 werden von den übergeordneten Anlagesteuerungen der UV Hochstrasse 2 ausgewertet, die gleichzeitig durch einen Rechner mit dem BKN-Ring verbunden sind.

#### 4 Projektbeschrieb

---

Um in Notfällen eine schnelle Verbindung vom Tunnelfahrraum zur Verkehrsleitstelle Schaffhausen herstellen zu können, werden entlang der Fahrtstrecke SOS-Alarmkastennischen (Tunnel) bzw. Notrufsäulen (offene Strecke) in regelmässigen Abständen angeordnet. In den Betriebsgebäuden wird eine Dienstleitung eingerichtet, die die Kommunikationsfähigkeit in den Gebäuden und zur Aussenwelt gewährleistet.

Weiter wird entlang des Tunnelfahrraums ein Strahlungskabel installiert, das von den beiden Tunnelstationen UV Kreuz 2 und UV Hochstrasse 2 versorgt wird. Dort befinden sich auch die Verstärkerstellen. Die Kopfstation der Tunnelfunkanlage mitsamt der Funkantenne befindet sich in der UV Hochstrasse 2.

Eine Netzabdeckung für Funkversorgung (Polycom und Analogfunk) bzw. Mobiltelefone wird im FS II ebenfalls realisiert.

##### 4.6.1.7 Kabelanlagen

Die Kabelanlagen des Tunnels Fäsenstaub I werden übernommen und nicht verändert.

Zu den Kabelanlagen im Tunnel Fäsenstaub II und auf der offenen Strecke gehören die komplette Erdungsanlage, Lichtwellenleiter und die Kommunikationskabel. Zusammen mit den Kabelrohrblöcken erfolgt die Verlegung eines Bänderkabels. Dieser wird zusammen mit den Kabelrohrblöcken in die Kabelzugschächte geführt und verbunden. In den technischen Betriebsräumen sind Erdungsanschlüsse vorzusehen.

Zur Sicherstellung der Kommunikationsverbindungen zwischen den neuen Elektrozentralen und den bestehenden Tunnelzentralen sind Lichtwellenleiterkabel zu verlegen. Diese werden dann auf entsprechende LWL-Patchverteiler aufgeschaltet.

Durch den kompletten Ersatz der Rohranlagen und Schächte auf der offenen Strecke müssen sämtliche Anlagenteile und Komponenten ersetzt werden.

##### 4.6.1.8 Nebeneinrichtungen

Die Nebeneinrichtungen des Tunnels Fäsenstaub I werden übernommen und nicht verändert.

Zu den Nebeneinrichtungen im Tunnel Fäsenstaub II und auf der offenen Strecke gehören die Hausinstallationen, Gebäudelüftungsanlagen, Hebezeuganlagen, Stapelbecken, Löscheinrichtungen, Türen, Tore und Brandabschottungen. Diese Nebeneinrichtungen werden in den Elektrozentralen Süd bzw. Nord und im Elektroraum Mutzentäli vorgesehen. Um die Verlustwärme von Axialventilator, Notstromanlage (USV-Anlage), Steuerungs- und Regelungselemente etc. aus den Betriebsräumen der Zentralen zu führen, ist der Bau einer Raumlüftungsanlage vorgesehen.

Alle Türen entlang der Fluchtwege werden einheitlich als Schiebetüren ausgelegt. Beim Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle werden Flügeltore mit integrierten Servicetüren vorgesehen. Die Türen zu den technischen Betriebsräumen werden als Flügeltüren ausgelegt. Die technischen Betriebsräume zur Unterbringung von Steuer- und Verteilschränken werden mit einem Doppelboden in Schaltwartenkonstruktion und mit den nötigen Hausinstallationen ausgeführt.

#### 4.6.2 Lärmschutzmassnahmen

Das Projekt stellt im Betrieb aufgrund der innerstädtischen Lage eine Herausforderung an den Lärmschutz dar. Bereits bei der heutigen Anlage ohne die Engpassbeseitigung können nicht alle Grenzwerte eingehalten werden. Durch die erwartete Verkehrszunahme wird sich dieser Zustand auch ohne Projekt in Zukunft noch verstärken.

Die Anpassungen am Verkehrssystem und die baulichen Veränderungen aufgrund der Engpassbeseitigung führen zu Erhöhungen der Anzahl Grenzwertüberschreitungen. Allein durch die Massnahme "Lärmarmer Belag" können die Grenzwertüberschreitungen nicht vermieden werden. Daher ist der Bau von Lärmschutzwänden (LSW) notwendig. Folgende LSW sind vorgesehen:

- Im Südportalbereich bis auf die Rheinbrücke beidseitig LSW von ca. 160 m bzw. 190 m Länge.
- Beim Nordportal ca. 520 m (Seite Fahrtrichtung ZH) und 290 m (Seite Fahrtrichtung D).
- Auf der offenen Strecke vor der Verzweigung Mutzentäli ca. 1'100 m (Seite Fahrtrichtung ZH) und ca. 650 m (Seite Fahrtrichtung D).
- Ab der Verzweigung Mutzentäli (inkl. Abschnitt nach Barga) bis zum Anschluss Herblingen LSW von ca. 1'170 m Länge (Seite Fahrtrichtung ZH).

Durch diese projektierten Lärmschutzwände kann der grösste Teil der Grenzwertüberschreitungen verhindert werden. Dabei wurde von einer maximalen Bauhöhe der Lärmschutzwände von 6.50 m (offene Strecke) bzw. 4.50 m (auf Brücken) ausgegangen.

## 4 Projektbeschreibung

---

Bei den verbleibenden Grenzwertüberschreitungen müssten Lärmschutzwände mit einer Höhe von mehr als 6.5 Metern gebaut werden.

Die Lärmschutzmassnahmen werden im Rahmen des Ausführungsprojektes abschliessend überprüft. Weiter sind im Ausführungsprojekt ggf. optimierte Bauformen (Tube) zu prüfen. Sollte dies aus technischen, wirtschaftlichen oder Gründen des Ortsbildschutzes nicht möglich sein, wären u.U. Erleichterungsanträge in Erwägung zu ziehen.

### 4.6.3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme

Die gesamte Strecke wird mit Fahrzeug-Rückhaltesystem entsprechend der ASTRA-Richtlinie ausgestattet. Es werden seitlich und mittig Systeme mit Kastenprofilen vorgeschlagen. Diese sind bei den vorhandenen Platzverhältnissen optimal.

## 4.7 Flankierende Massnahmen

### 4.7.1 Verkehrlich flankierende Massnahmen

Auf dem untergeordneten Strassennetz im Raum Schaffhausen sollen verkehrlich flankierende Massnahmen eingerichtet werden, mit denen folgende Zielsetzungen erreicht werden können:

- I: Massnahmen, mit welchen bestehende Strassen vom (Durchgangs-) Verkehr entlastet werden.
- II: Massnahmen zur Vermeidung von Rückstau auf die Autobahn

Im Rahmen des GP wurde ein Konzept entworfen, mit dem diese Ziele unterstützt werden können. Eine konkrete Ausarbeitung dieser Massnahmen findet in den folgenden Projektphasen statt.



4 Projektbeschrieb

Im Hinblick auf die verkehrlich flankierenden Massnahmen können hieraus folgende Schlüsse gezogen werden:

- Im Bereich des Anschlusses SH-Süd ist mit starken Verkehrszunahmen zu rechnen, die auf Grund der hohen Attraktivität der N4 und dieses Anschlusses zu Stande kommen. Diese Verkehrsmengen müssen ohne Rückstaus auf der N4 und möglichst stadtvträglich auf den städtischen Strassen abgewickelt werden können.
- Auf den südlichen Parallelstrassen zur N4, der Grabenstrasse und Bachstrasse, ist auf Grund der hohen Attraktivität des Anschlusses SH-Süd und des entfallenden Anschlusses SH-Nord mit einer gewissen Verkehrszunahme zu rechnen. Es sollte sichergestellt werden, dass diese Strassen nicht weiteren zusätzlichen Verkehr bewältigen müssen.
- Die südliche Fulachstrasse und Ebnatstrasse erfahren durch die Verlegung des Anschlusses SH-Nord an den Anschluss Mutzentäli eine zum Teil erhebliche Entlastung. Dies ist ein Vorteil der gewählten Ausbauf orm, die Strassenräume können und sollen entsprechend umgewidmet und umgestaltet werden.
- Die nördliche Fulachstrasse erfährt eine geringe Entlastung, die mit flankierenden Massnahmen gesichert werden sollte.
- Die nördliche Ebnatstrasse erfährt durch die geänderten Verkehrsbeziehungen eine starke Mehrbelastung, die verkehrstechnisch abgewickelt werden muss.
- Im Raum Herblingen ergeben sich durch die verbesserte Erschliessung leichte Belastungsänderungen.

4.7.1.2 Richtplan Kanton Schaffhausen

Im Kapitel Verkehr des Richtplanes des Kantons Schaffhausen (derzeitiger Status: Eingabe BR) sind auf Kantonsstrassen folgende Massnahmen aus dem "Agglomerationsprogramm der ersten Generation" festgesetzt, die einen Bezug zur N04 haben:

Ripla-Nr.	Objekt	Vorhaben	IKat.	Realisierung
3-1-2/2	Rheinuferstrasse Schaffhausen	Die Rheinuferstrasse ist eine der am stärksten belasteten Strassen in der Stadt Schaffhausen. Die Rheinuferstrasse wirkt städtebaulich stark trennend und verhindert eine Öffnung der Altstadt von Schaffhausen zum Rhein. Es sind Lösungsansätze für eine stadtraumverträgliche Gestaltung/Situierung der Rheinuferstrasse in den Stadtraum zu suchen. Die Funktion der Rheinuferstrasse als Teil des übergeordneten Strassen- und Radroutennetzes ist dabei zu berücksichtigen.	FS	Mittelfristig
3-1-3/1	Änderung Hauptstrassen-netz in Herblingen	Die Funktion der Fulachstrasse als übergeordnete Kantonsstrasse soll auf die Ebnatstrasse übertragen werden. Ergänzende verkehrsberuhigende Massnahmen an der Herblingerstrasse, äusseren Fulachstrasse und Hochstrasse sind noch nicht festgelegt. Die Radroute führt weiterhin über die Fulach- und Herblingerstrasse.	FS	Mittelfristig
3-1-4/4	Aufwertung Bachstrasse Schaffhausen	Der Strassenraum soll betrieblich und gestalterisch aufgewertet werden. Mit der zweiten Tunnelröhre Fäsenstaub entfällt die Funktion der Durchfahrt bei Ausfall des Tunnels.	FS	Mittelfristig/ Langfristig

Abb. 4-39 Auszüge Richtplan Kanton Schaffhausen

#### 4.7.1.3 Konzept verkehrlich flankierender Massnahmen

Auf Grund der verkehrlichen Analyse und der relevanten Richtplaneinträge wurde folgendes Konzept zusammengestellt:

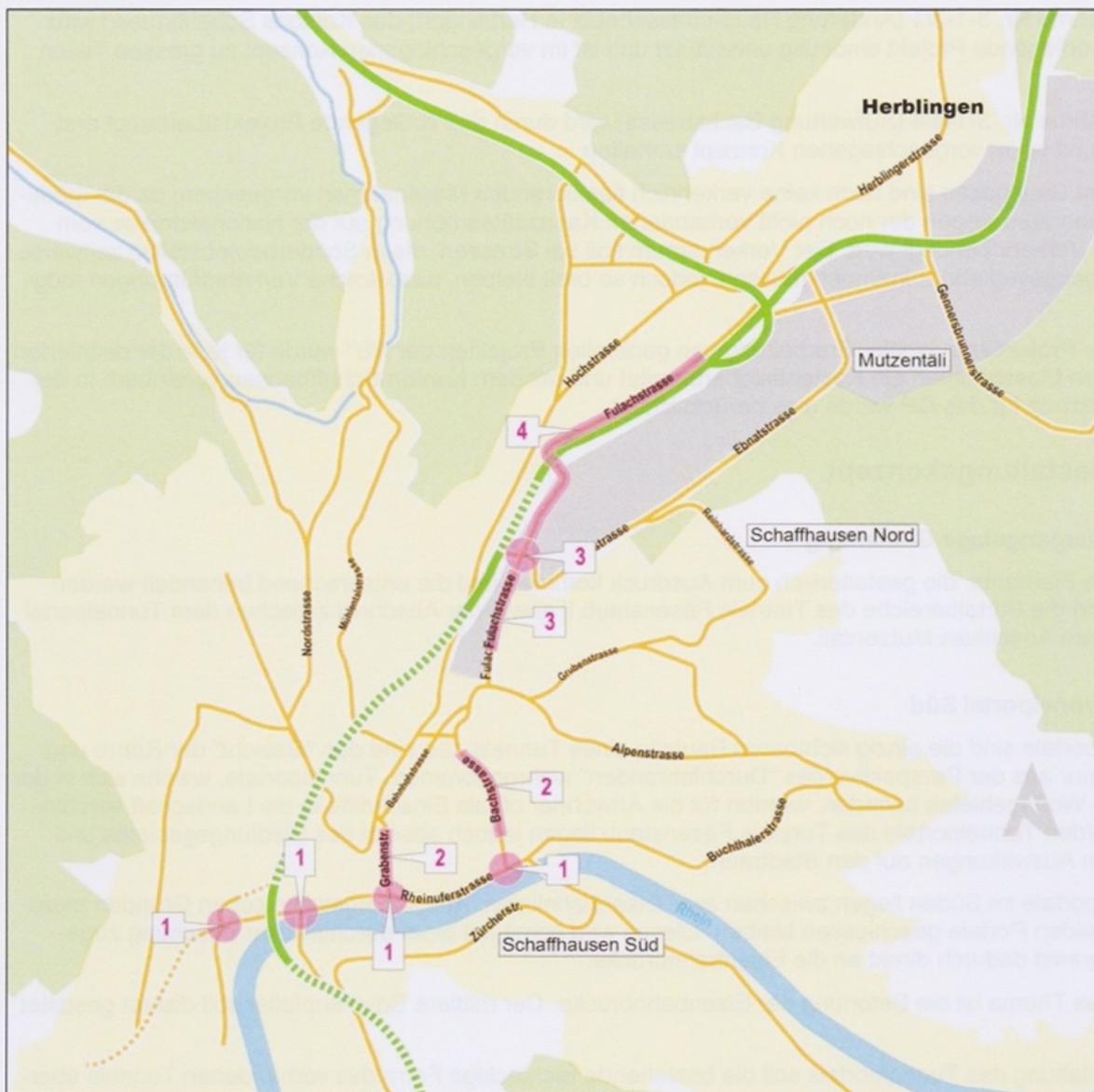


Abb. 4-40 Verkehrlich flankierende Massnahmen, Massnahmenplan

Es beinhaltet folgende Elemente:

- 1.) Schaffhauserstrasse, Mühlenstrasse, Rheinuferstrasse: Anpassungen der Knotenpunktsteuerungen zur Optimierung des Verkehrsflusses von/zum Anschluss SH-Süd und zur Priorisierung des ÖV.
- 2.) Grabenstrasse, Bachstrasse: Geschwindigkeitsbeschränkung ( $v = 30 \text{ km/h}$ ) und Strassenraumgestaltung zur Erhöhung des Durchfahrtswiderstandes. Die Fahrbahnbreite wird beibehalten (notwendige Ausweichroute im Fall von Totalsperrungen der N04 im Ereignisfall).
- 3.) Fulachstrasse Süd und Knoten Fulachstrasse/Ebnatstrasse: Strassen- und Knotenrückbauten, um den Durchfahrtswiderstand auf der Fulachstrasse zu erhöhen.
- 4.) Fulachstrasse Nord: Geschwindigkeitsbeschränkungen ( $v = 30 \text{ km/h}$ ) und Strassenraumgestaltung zur Erhöhung des Durchfahrtswiderstandes.

## 4 Projektbeschreibung

Die im kantonalen Richtplan vorgesehene Massnahme Nr. 3-1-2/2 (Rheinuferstrasse) bleibt im vorliegenden Konzept unberücksichtigt. Es wurde jedoch in einer Variantenstudie (siehe Kap. 3.1.4) nachgewiesen, dass ein allfälliger zukünftiger Rheinufertunnel vom vorliegenden Projekt vollständig abgekoppelt und separat umgesetzt werden kann.

Die Massnahme Nr. 3-1-3/1 (Änderung Hauptstrassennetz in Herblingen) des Kantons Schaffhausen wird durch das vorliegende Projekt eindeutig unterstützt und ist im vorgeschlagenen Konzept zu grossen Teilen enthalten.

Die Massnahme Nr. 3-1-4/4 (Aufwertung Bachstrasse) wird durch das vorliegende Projekt überhaupt erst ermöglicht und ist im vorgeschlagenen Konzept enthalten.

Während der Bauphasen sind noch keine verkehrlich flankierenden Massnahmen vorgesehen, da der städtische Strassenraum wegen der noch nicht vorhandenen Kapazitätserhöhung auf der Nationalstrasse vom fließenden Verkehr benötigt wird. Der Verkehrsraum soll bei Strassen, die in Sonderbetriebsfällen zeitweise N04-Durchgangsverkehr aufnehmen müssen, jedoch so breit bleiben, dass solche Verkehrsführungen möglich sind.

Gemäss der Projektierungshilfe "Erarbeitung von generellen Projekten der NS" wurde für jede der definierten flankierenden Massnahmen ein Kostenteiler erarbeitet und mit dem Kanton Schaffhausen vereinbart. In der Kostenschätzung für das GP wurde dies berücksichtigt.

### 4.7.2 Gestaltungskonzept

#### 4.7.2.1 Ausgangslage Gestaltung

Wesentliche Elemente, die gestalterisch zum Ausdruck kommen und die entsprechend behandelt werden müssen, sind die Portalbereiche des Tunnels Fäsenstaub II sowie der Abschnitt zwischen dem Tunnelportal Nord und dem Anschluss Mutzentäli.

#### 4.7.2.2 Tunnelportal Süd

Die Tunnelportale sind die einzig sichtbaren Bauteile eines Tunnels. Sie sind das "Gesicht" der Röhre und werden oft nur aus der Perspektive des "Durchfahrenden" wahrgenommen. Tunnelportale, welche sich in der Nähe eines Wohngebietes befinden, werden für die Anwohner oft als Einschnitte in die Landschaft verstanden. Die beiden Tunnelportale des Tunnels Fäsenstaub liegen jedoch abseits des Siedlungsgebietes und haben kaum Auswirkungen auf den Stadtraum.

Die Tunnelportale im Süden liegen zwischen zwei Eisenbahnliesen. Aus Lüftungstechnischen Gründen muss eines der beiden Portale geschlossen bleiben. Dieses wird somit mit einer durchgrünten Böschung zugeeckt und grenzt dadurch direkt an die Eisenbahnbrücke.

Ein wichtiges Thema ist die Betonung der Eisenbahnbrücke. Der mittlere Brückenpfeiler soll diskret gestaltet werden.

Für die Gestaltung des Tunnelportals soll die bestehende rechteckige Form des vorhandenen Tunnels übernommen werden, damit eine Einheit der Bauwerke entsteht.

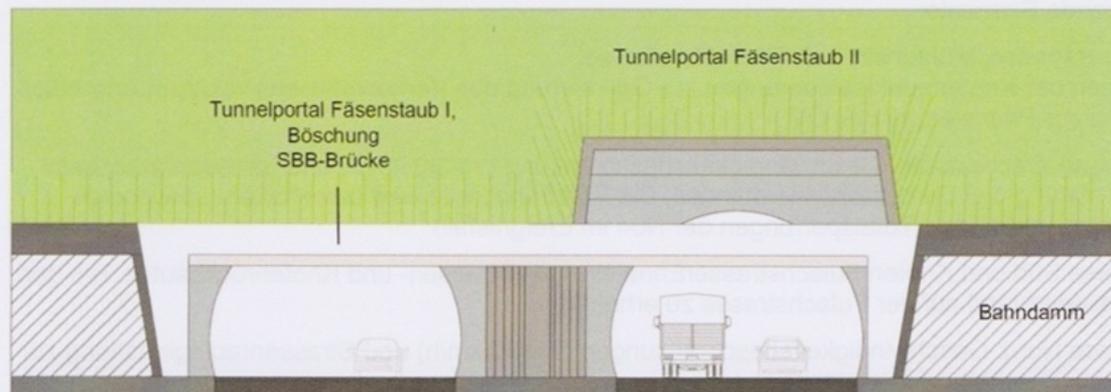


Abb. 4-41 Tunnelportal Süd, Prinzip der Gestaltungsmöglichkeit

#### 4.7.2.3 Tunnelportal Nord

Die Zentrale Nord mit ihrer einseitigen, offenen Fassade wird von Osten als Gebäude wahrgenommen.

Die Fassade soll einerseits die Funktion als Infrastrukturanlage vermitteln, andererseits als Gebäude (z.B. mit Fenstern) wahrgenommen werden. Das Dach der Zentrale soll begrünt (Schotterrassen) sein und mit einem Sicherheitsgeländer ausgestattet werden. Vom Fussweg her ist die Zentrale somit Teil der Landschaft, die Sicht über das Gleisfeld bleibt erhalten.

Das neue Portal soll wie das bestehende in einem schrägen horizontalen Schnitt in die Landschaft eingeordnet werden. Damit kann die geschwungene Portalüberdeckung, welche zugleich die Fusswegführung von der Krebsbachstrasse zur Hochstrasse darstellt, den Landschafts- und Verkehrsraum in- und übereinander fließen lassen.

Bei der Gestaltung des Tunnelportals - respektive des Tunnelquerschnittes - soll die bestehende rechteckige Form des vorhandenen Tunnels übernommen werden, damit eine Einheit der Bauwerke entsteht.

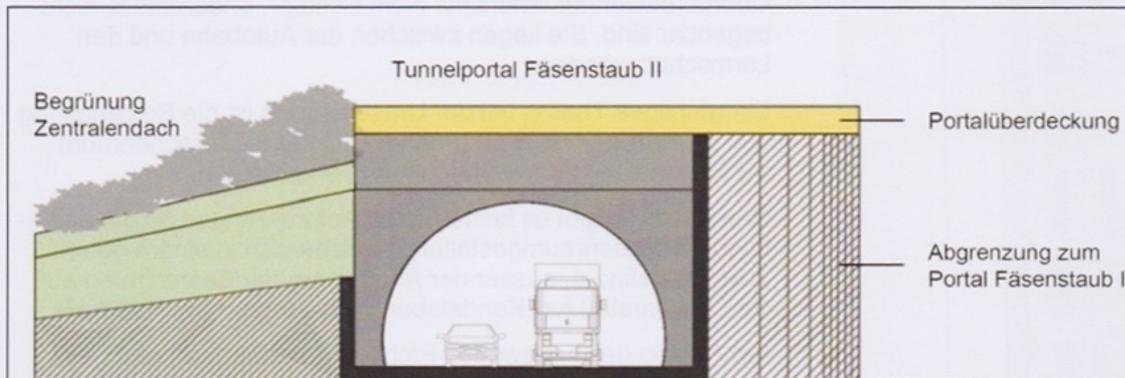


Abb. 4-42 Tunnelportal Nord, Prinzip der Gestaltungsmöglichkeit

#### 4.7.2.4 Abschnitt Tunnelportal Nord – Mutzentäli

Der Perimeter wird gestalterisch in drei Abschnitte (a, b, c) aufgeteilt. Die Abschnittsbildung basiert insbesondere auf der Quartierstruktur und der Topographie/Höhenverhältnisse zwischen Autobahn und Quartiersebene.



**Abschnitt a**

Die Wohnbauten an der Krebsbachstrasse liegen eingeklemmt zwischen der höher gelegenen Hochstrasse und der Autobahn (siehe Querschnitt).

Die begrünte Böschung mit der Lärmschutzwand wird als Zwischenraum zwischen Quartier und Infrastruktur-/Verkehrsraum wahrgenommen und gibt dem Quartier zugleich eine klare Abgrenzung. Die Autobahn ist kaum sichtbar.

Der Gewinn von zusätzlicher Fläche durch das neu projektierte Strassenprojekt ist gering. Zumal es sich bei der gewonnenen Fläche zum grössten Teil um Räume handelt, welche für die Quartierbewohner einerseits nicht sichtbar, andererseits nicht begehbar sind. Sie liegen zwischen der Autobahn und den Lärmschutzwänden.

Ein wichtiges Thema bei der Umgestaltung ist die Beibehaltung und Ergänzung der durchgrünten Böschung „Zwischenraum“ als Abgrenzung zum Infrastruktur-/Verkehrsraum.

Grundsätzlich gibt es keine neuen Anforderungen an die bestehende Strassenraumgestaltung, welche sich in einem guten Zustand befindet, ausser der Anpassung der Beleuchtung auf die Quartierstruktur (Kandelaber mit niedrigem Leuchtpunkt).

Am Anfang des Fussweges Richtung Hochstrasse wird Platz gewonnen. Dieser soll Teil der bestehenden Quartiergestaltung und mit Baumgruppen und/oder Baumreihen ergänzt werden.



Abb. 4-43 u. 4-44: Istzustand N04/Krebsbachstrasse

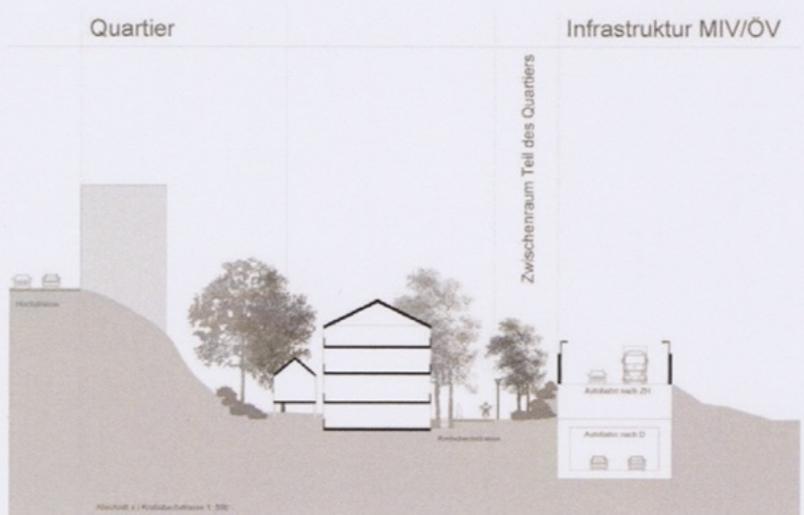


Abb. 4-45: Gestaltung Abschnitt Krebsbachstrasse

Abb. 4-46: Querschnitt Gestaltung Krebsbachstrasse



**Abschnitt b**

Im Abschnitt b liegen die Wohnbauten auf der gleichen Höhe wie der Verkehrsraum. Die Fulachstrasse und die Autobahn bilden einen zusammenhängenden Verkehrsraum. Gleichzeitig hat man einen weiten Blick über das breite Gleisfeld bis auf die gegenüberliegende Seite des Ebnetquartiers.

Die Fulachstrasse muss durch das neu projektierte Strassenprojekt um 2 Meter verschoben werden. Betroffen sind dabei ein Gebäude sowie einige private Vorgärten. Durch die verlorene Fläche muss teilweise von einer Senkrechtparkierung auf Längsparkierung bei privaten Liegenschaften gewechselt werden. Einer Umgestaltung der Fulachstrasse kommt entgegen, dass sie an verkehrlicher Bedeutung verliert und dies im Richtplan des Kantons SH auch entsprechend erwähnt ist (vgl. Kap. 4.7.1.2).

Die Fulachstrasse ist räumlich und gestalterisch Teil des Verkehrsraumes. Die Weitsicht über das Gleisfeld soll durch das bereits bestehende Material der Lärmschutzwände beibehalten werden.



Abb. 4-47: Istzustand Fulachstrasse Nord, ab Nr. 165

Abb. 4-48: Gestaltung Abschnitt Fulachstrasse Mitte

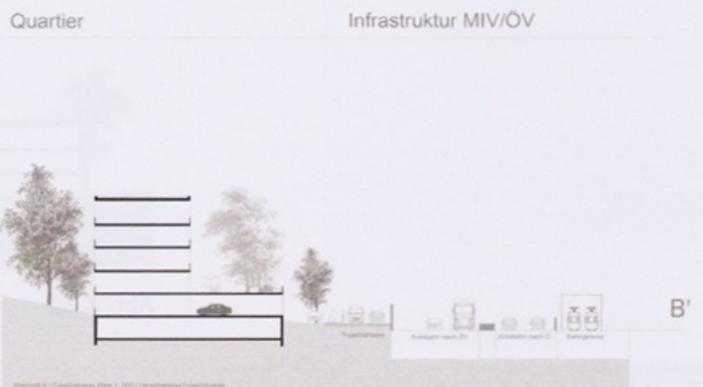
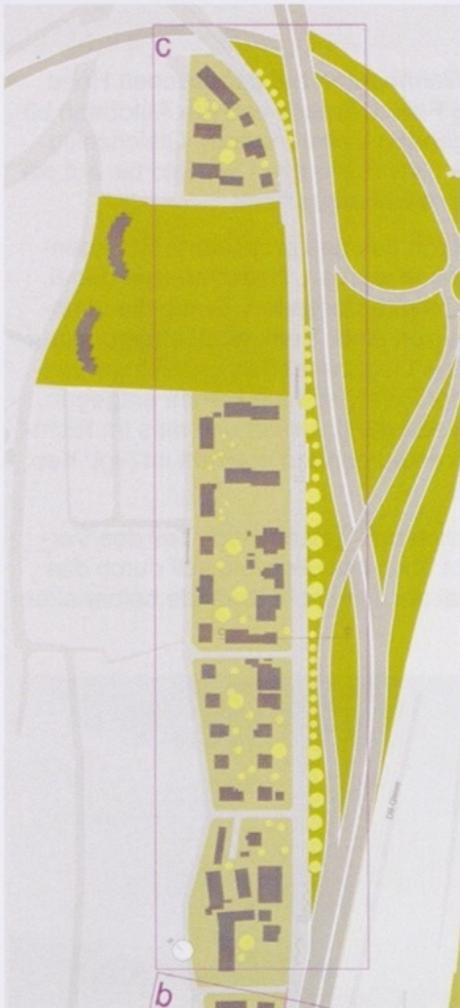


Abb. 4-49: Querschnitt Gestaltung Fulachstrasse Mitte



**Abschnitt c**

Im Abschnitt c liegt der Verkehrsraum höher als das angrenzende Wohnquartier. Zwischen der Fulachstrasse und der Autobahn besteht ein Zwischenraum in Form einer begrünten Böschung. Der Infrastruktur-/Verkehrsraum ist somit vom angrenzenden Quartier abgetrennt. Der Verkehrsraum ist kaum sichtbar.

In diesem Abschnitt gibt es weder Gewinn noch Verlust von Flächen durch das neu projektierte Strassenprojekt. Auch hier gilt, dass die Fulachstrasse an verkehrlicher Bedeutung verliert (vgl. Kap. 4.7.1.2).

Die bestehende Baumbepflanzung im Zwischenraum zwischen Quartier und Infrastruktur-/Verkehrsraum soll als Abgrenzung gestärkt und ergänzt werden. Es besteht somit kein Handlungsbedarf.



Abb. 4-50: Gestaltung Abschnitt Fulachstrasse Nord

Abb. 4-51: Istzustand Fulachstrasse Nord, ab Nr. 225



Abb. 4-52: Querschnitt Gestaltung Fulachstrasse Nord

## 4.8 Umweltverträglichkeitsbericht

Für das GP wurde ein Bericht zur Umweltverträglichkeit (Hauptuntersuchung) erstellt. Im Rahmen der Untersuchung und Erarbeitung dieses Berichtes hat sich gezeigt, dass das Vorhaben zum Ausbau der N04 vom Anschluss SH-Süd bis Herblingen auf durchgängig 2x2 Fahrstreifen inkl. einer zweiten Strassentunnelröhre Fäsenstaub II und diversen Anpassungen im offenen Streckenbereich sowohl in der Bauphase als auch im Betriebszustand relevante Auswirkungen in den meisten Umweltaspekten haben wird.

Im Pflichtenheft für die UVB-HU 3. Stufe wurden die entsprechend notwendigen Untersuchungen / Abklärungen formuliert, welche im Rahmen des Ausführungsprojektes nochmals resp. im Detail durchzuführen sind.

Neben den definitiven, d.h. betrieblichen, Auswirkungen (insbesondere bzgl. Lärm) sind im Rahmen der UVB-HU 3. Stufe insbesondere die temporären, baubedingten Eingriffe durch das Bauvorhaben - deren Details zurzeit noch nicht erarbeitet sind - zu ermitteln.

Aus heutiger Sicht ist nicht davon auszugehen, dass hinsichtlich der Umweltauswirkungen "no-goes" für das Projekt bestehen. Die zu erwartenden oder potenziellen Auswirkungen dürften mittels entsprechender Vorsorge-, Schutz- und Wiederherstellungsmassnahmen, welche es in der UVB-HU 3. Stufe zu erarbeiten gilt, auf ein rechtskonformes Mass zu begrenzen sein, so dass die Umweltverträglichkeit des Bauvorhabens gegeben sein dürfte.

### 4.8.1 Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Die Untersuchungen für das GP haben ergeben, dass sich durch das Bauvorhaben sowohl in der Bauphase als auch im Betriebszustand temporäre bzw. definitive Verluste von Lebensräumen ergeben werden, wobei auch ökologisch wertvolle Flächen betroffen sind. Für die definitiven Verluste wertvoller Flächen ist gemäss Art. 18 NHG Ersatz zu schaffen. Die detaillierte Lage der Ersatzflächen kann im GP noch nicht exakt definiert werden. V.a. im Bereich des Südportales wird es anspruchsvoll sein, im Rahmen des AP ausreichende Ersatzmassnahmen evaluieren zu können. Gegebenenfalls werden in Absprache mit den städtischen und kantonalen Fachstellen diesbezüglich im Projekt-Nahbereich alternative, geeignete Ersatzmassnahmenflächen ermittelt.

Die qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen werden in der UVB-Hauptuntersuchung 3. Stufe im Rahmen des Ausführungsprojektes genauer untersucht, beurteilt und mit geeigneten Ersatzmassnahmen (unter Ausarbeitung eines Landschaftspflegerischen Begleitplans) auf ein rechtskonformes Mass begrenzt.

### 4.8.2 Naturgefahren

Gemäss Gefahrenkarte des Kantons Schaffhausen besteht an folgenden Stellen Hochwassergefährdung durch mögliche Überflutungen:

- Im Bereich der Mühletalstrasse eine geringere Gefährdung durch die Durach für den Tagbautunnel (während des Baues). Es müssen während des Baues entsprechende Schutzmassnahmen getroffen werden.
- Im Bereich der Verbindungsstrasse vom Kreisel Mutzentäli zur Ebnatstrasse durch den Dachsenbühlbach. Während des Baues sind entsprechende Schutzmassnahmen zu treffen, während des Betriebes sind allenfalls temporäre Sperrungen zu veranlassen.



## 5 Bauausführung

Der Bau der Engpassbeseitigung kann in folgende Hauptabschnitte unterteilt werden:

- Abschnitt Süd, SBB-Brücke und Brücke Mühllental: ca. km 7.300 – km 7.500
- Abschnitt Tunnel Fäsenstaub II: ca. km 5.900 – km 7.300
- Abschnitt Nord, Herblingen – Galerie Schönenberg: ca. km 3.000 – km 5.900

Nachfolgend werden die grundsätzlichen Bauabläufe und die Bauphasen pro Abschnitt erläutert.

Die verkehrlichen Auswirkungen sind in Kap. 5.6 beschrieben.

### 5.1 Abschnitt Süd

Die Hauptarbeiten im südlichen Abschnitt können auf Grund der engen Platzverhältnisse erst nach Abschluss der Vortriebs- und Verkleidungsarbeiten im Abschnitt Tunnel Fäsenstaub II erstellt werden. Die Bauwerke in der Portalzone sind zudem nacheinander zu erstellen.

Zu Beginn werden die Baugrube der Zentrale und die darin integrierten Bauprovisorien erstellt. Erst nach Erstellung dieses Bauplatzes werden die Baugrubenabschlüsse im Bereich des Portals Süd gebaut. Diese Arbeiten laufen unter Betrieb der SBB und DB. Im Bereich des SBB-Trassees kann anschliessend die Hilfsbrücke eingebaut werden.

Anschliessend werden die Vortriebsarbeiten ausgehend vom Südportal unter der SBB-Hilfsbrücke ausgeführt. Nach Abschluss des Vortriebs werden nacheinander die definitive SBB-Brücke, das ergänzende Trasseee inkl. Stützmauern und die Zentrale Süd mit Stapelbecken erstellt.

### 5.2 Abschnitt Tunnel Fäsenstaub II

Die Bauarbeiten für den Tunnel Fäsenstaub II sind auf das Gesamtprojekt bezogen zeitkritisch und sind nachfolgend in die drei Bauphasen Vorbereitung, Vortrieb und Innenausbau unterteilt.

Die Vorbereitungsphase beinhaltet die Erstellung der Installationsplätze inkl. allfälliger Einhausungen und Baustellenumzäunungen. Anschliessend werden die Voreinschnitte bzw. die Baugruben erstellt. Die Vorbereitungsarbeiten dauern bis zum Beginn des Vortriebs ca. 1 Jahr.

Die Vortriebsphase beinhaltet sämtliche bergmännischen Vortriebe, welche ab drei Angriffspunkten erfolgen. Somit wird die gesamte Vortriebszeit möglichst kurz gehalten. Folgende Vortriebe sind vorgesehen:

- Ab Installationsplatz Nord fallend gegen Süden
- Ab Zwischenangriffspunkt Mühllental fallend gegen Süden
- Ab Installationsplatz Süd steigend gegen Norden

Die Hauptvortriebe erfolgen wegen der knappen Installationsmöglichkeiten beim Portal Süd vor allem von Norden und Mitte (Zwischenangriff Mühllental) aus in Richtung Süden.

Der gesamte nördliche Abschnitt bis Mühllental wird vom Installationsplatz Nord vorgetrieben. Dieser startet aus dem vorgängig erstellten Voreinschnitt Nord und unterquert die Stadt Schaffhausen mit kleiner Überdeckung im Lockergestein auf einer Länge von ca. 550 m.

Beim Vortrieb ab dem Zwischenangriff Mühllental gegen Süden ist zuerst ein Felsvortrieb mit einer Länge von ca. 200 m zu durchörtern. Anschliessend folgt eine Lockergesteinsstrecke von ca. 250 m. Die Aufweitung für den Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle mit einer Länge von 150 m wird im Anschluss an den Vortrieb im Lockergestein erstellt.

Der anschliessende einstreifige Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle wird ebenfalls vom Zwischenangriff Mitte im Anschluss an die Aufweitung gebaut, wobei der Tunnel in einer ersten Phase nicht in die unter Betrieb stehende und bestehende Aufweitung SH-Süd durchgeschlagen wird. Dieser Durchschlag und die Erweiterung der bestehenden Aufweitung Ausfahrt SH-Süd kann erst nach Fertigstellung des Tunnels Fäsenstaub II und dem prov. Umlegen des Verkehrs ausgeführt werden.

Die Lockergesteinsstrecke im Süden wird als kurzer Gegenvortrieb ab einer Installationsfläche im Bereich der zukünftigen Zentrale Portal Süd realisiert.

5 Bauausführung

Die Aufweitung für die Option Tunnel Cholfirst II wird ebenfalls ausgehend vom Vortrieb ab dem Installationsplatz Süd ausgebrochen. Während dem Bau der Aufweitung im Fels ist auch der EWS-Stollen ausser Betrieb zu nehmen und die Überleitung neu zu erstellen.

Die Innenausbauphase beginnt nach dem Ausbruch der Strosse / Sohle im südlichen Abschnitt und beinhaltet den Einbau des Werkleitungskanals inkl. Hinterfüllung. Der südliche Abschnitt wird dabei vom Zwischenangriff Mühlental aus eingebaut. Nach erfolgtem Durchschlag und Ausbruch der Strosse / Sohle im Norden kann die restliche Strecke vom Installationsplatz Nord aus fertig erstellt werden. Die Verkleidung (Ortbetongewölbe) inkl. der Gewölbeabdichtung wird über die gesamte Strecke von Süden nach Norden eingebaut. Direkt der Verkleidung nachgezogen folgen der Einbau der Bankette und des Belags.

Das Linienbauprogramm für den Tunnel Fäsenstaub II sieht folgendermassen aus

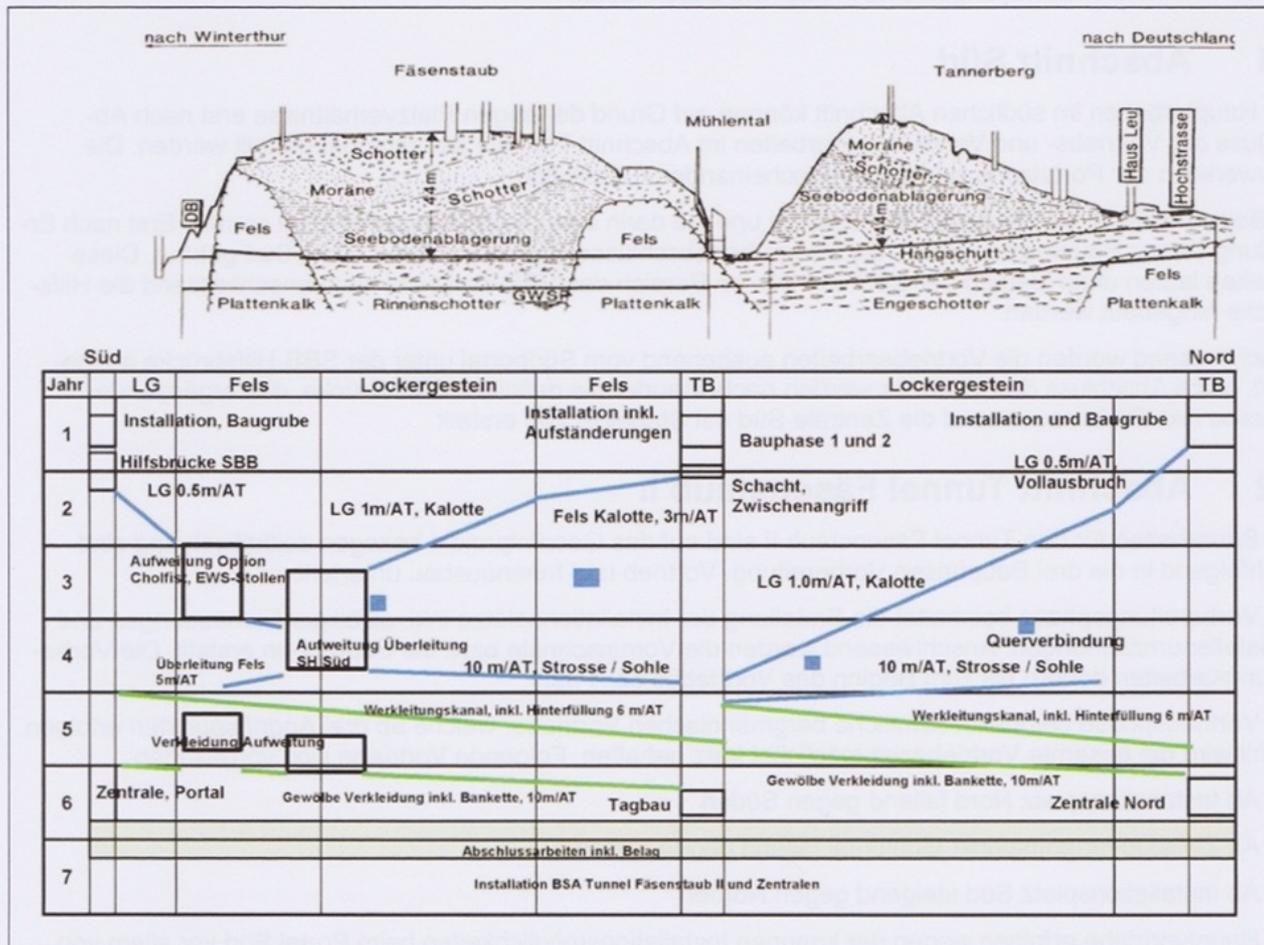


Abb. 5-1 Bauprogramm Tunnel Fäsenstaub II

Als massgebende Einschränkung ist die notwendige Teilinbetriebnahme des Tunnels Fäsenstaub II im Gegenverkehr zu erwähnen. Durch diese Teilinbetriebnahmen kann die bestehende Aufweitung Ausfahrt SH-Süd erweitert und an den neuen Tunnel Fäsenstaub II angeschlossen werden. Diese Umstellung verlängert die Bauzeit bis zur Inbetriebnahme des Richtungsverkehrs über die gesamte Strecke um ca. 1 Jahr.

### 5.2.1 Voreinschnitt und Tagbau Süd

Für die bergmännische Unterquerung des DB-Bahndamms wird ein Baugrubenabschluss (z.B. Bohrpfähle) zwischen den Gleisen erstellt. Der Baugrubenabschluss schliesst westlich an die bestehenden Baugrubenabschlüsse aus dem Bau des Tunnel Fäsenstaub I an. In Abhängigkeit der möglichen Gleissperrungen DB ist der Baugrubenabschluss alternativ mit Mikropfählen als Rühlwand auszubilden.

Der Baugrubenabschluss ist aus heutiger Sicht auf Grund der Höhenlage von den DB-Gleisen aus zu erstellen (z.B. Antransport mit Bahnzug). Der Aushub und die Sicherung bis Niveau SBB-Gleise erfolgt entweder über die DB-Gleise mit Rampe oder von der Seite Steinbruchgässchen über die SBB-Gleise. Der nachfolgende Aushub und die Sicherung unterhalb der SBB-Gleise bzw. unterhalb der Hilfsbrücken SBB erfolgen über das Steinbruchgässchen.

Ein Vortrieb von Süden ist aus Gründen der eingeschränkten Platzverhältnisse und der nahe gelegenen Bahntrasse auf das Minimum zu beschränken.

Im Endzustand werden zwischen dem SBB-Trasse und dem bergmännischen Portal im Voreinschnitt die Portalkonstruktion und seitliche Stützmauern integriert.

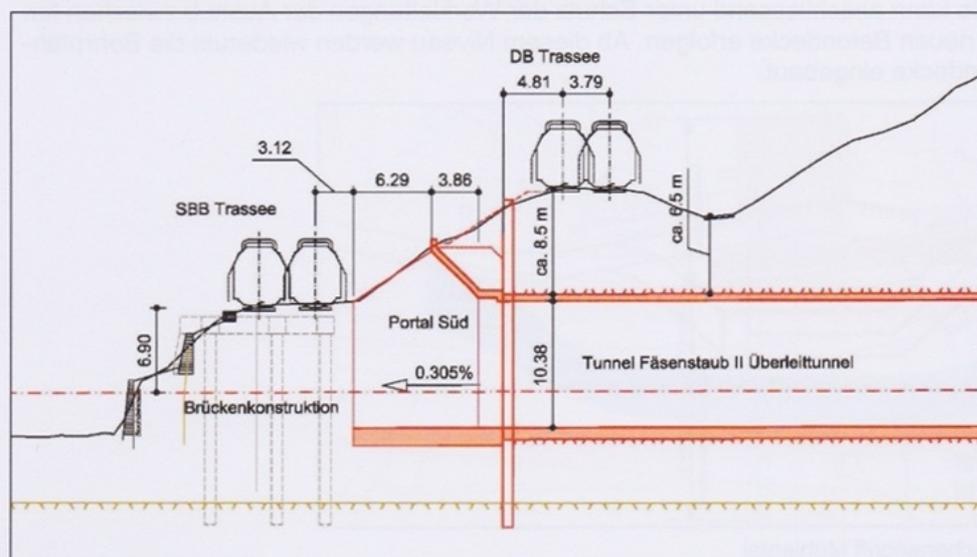


Abb. 5-2 Längsschnitt Portal Süd

### 5.2.2 Zwischenangriff und Tagbau Mühletal

Die Tagbaustrecke im Mühletal liegt im Bereich einer wichtigen Durchgangsstrasse. Analog zum Tunnel Fäsenstaub I wird dieser Bereich des Tunnels Fäsenstaub II im Tagbau erstellt und dient zugleich als Zwischenangriffsschacht für die bergmännischen Vortriebe. Diverse Werkleitungen verlaufen in diesem Bereich unterhalb der Mühletalstrasse. So sind gemäss Kapitel 4.4.8.1 die Hochwasserentlastung der Durach sowie die Kanalisation Spitalstrasse zu queren. Diese zwei Elemente sind frühzeitig umzulegen.

Als Baumethode wird eine Deckelbauweise mit Ortbetonpfählen und Spriessung vorgesehen. Das Vorgehen erfolgt etappenweise. Der Verkehr wird jeweils auf die neu erstellten Decken umgelegt. Der Aushub unter dem Deckel und die bergmännischen Vortriebe sind erst nach der Bauphase 3 (siehe nachfolgend) möglich.

Ein möglicher Bauablauf wird nachfolgend beschrieben und dargestellt. Neben den oben erwähnten Hauptwerkleitungen (Kanalisation Spitalstrasse / Hochwasserentlastung) sind weitere Werkleitungen vorhanden. Diese sind während der Bauarbeiten aufrechtzuerhalten und allenfalls provisorisch umzulegen.

In der Bauphase 1 wird der Verkehr über ein prov. Strassentrassee im Bereich des Parkplatzes und des Vorplatzes (Südmleitung) geführt. Es kann anschliessend unter Schutz der Werkleitungen der Aushub zwischen km 6'537 bis 6'549 bis UK der neuen Betondecke erfolgen. Ab diesem Niveau werden die Bohrpfähle erstellt und die neue Betondecke eingebaut. Ebenfalls in diesem Bereich kann der neue Hochwasserentlastungskanal der Durach inkl. den Anschlüsse erstellt werden.

5 Bauausführung



Abb. 5-3 Bauphase 1 Zwischenangriff Mühltal

In der Bauphase 2 wird der Düker der Kanalisation Spitalstrasse mit einem gespiessten Graben erstellt und und in Betrieb genommen. Es kann anschliessend unter Schutz der Werkleitungen der Aushub zwischen km 6'514 - 6'537 bis UK der neuen Betondecke erfolgen. Ab diesem Niveau werden wiederum die Bohrpfähle erstellt und die neue Betondecke eingebaut.



Abb. 5-4 Bauphase 2 Zwischenangriff Mühltal

Der Verkehr kann zu Beginn der Bauphase 3 wieder über die neu erstellte Decke im Bereich der heutigen Mühltalstrasse geführt werden. Es werden dann die Baugrubensicherung (Bohrpfähle) im Bereich des Zwischenangriffs km 6'549 bis 6'573 erstellt, die Baugrube ausgehoben und die bergmännischen Vortriebsarbeiten durchgeführt.

Erst nach Abschluss der Vortriebsarbeiten ist der Rohbau des Tagbautunnels in diesem Bereich fertigzustellen und die Baugruben wieder zu verfüllen.

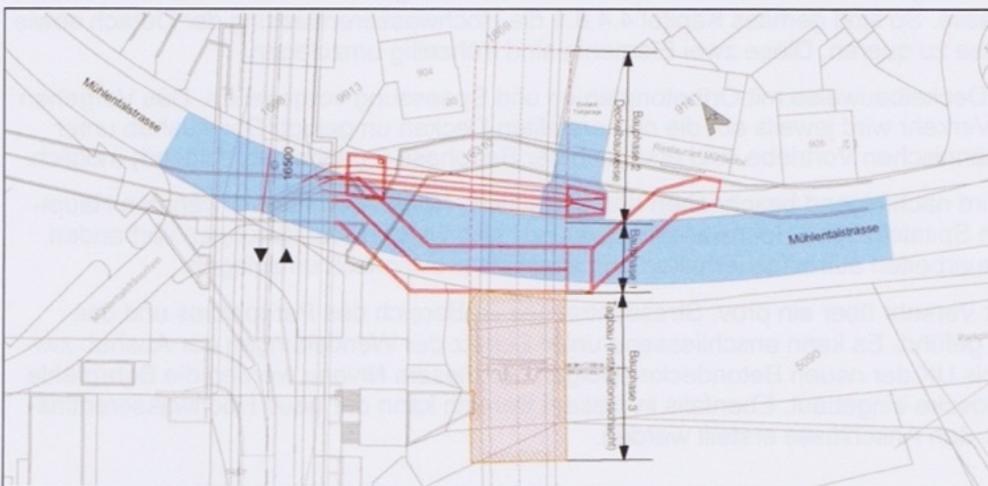


Abb. 5-5 Bauphase 3 Zwischenangriff Mühltal

### 5.2.3 Voreinschnitt und Zentrale bzw. Tagbau Nord

Der Tagbau Nord wird in einer offenen Baugrube z.B. mit Ortbetonpfählen und Spriessung bzw. Verankerung mit einer Länge von ca. 100 m vorgesehen. Der Baugrubenabschluss hat eine Höhe von ca. 15 m und verläuft entlang der bestehenden Stützmauer der Hochstrasse. Im Endzustand wird im Voreinschnitt die Zentrale Nord und das Portalbauwerk integriert.

Der Voreinschnitt ist vor dem Vortriebsbeginn des bergmännischen Vortriebs Nord zu erstellen. Erst nach Abschluss der Vortriebs- und Innenausbauarbeiten kann die Zentrale Nord fertig gestellt werden.

### 5.2.4 Bergmännische Vortriebsmethoden

Auf Basis der Hauptgefährdungsbilder und aufgrund von Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten wurden die nachfolgend beschriebenen Vortriebsmethoden erarbeitet. Diese lehnen sich stark an den Bau des Tunnels Fäsenstaub I an. Die Verfahren sind im Rahmen der weiteren Projektierungsphasen im Detail zu analysieren, um anschliessend eine Bestvariante bestimmen zu können.

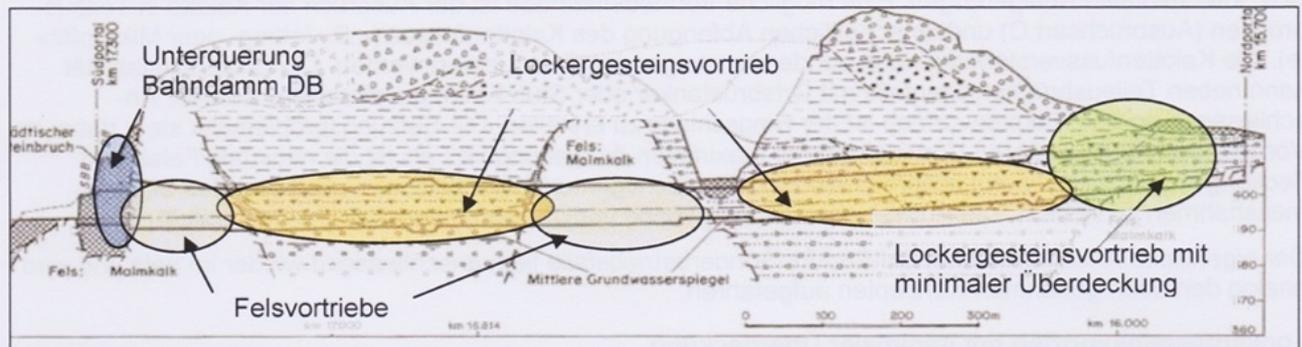


Abb. 5-6 Unterteilung der bergmännischen Vortriebsmethoden

#### Unterquerung Bahndamm DB / künstliche Auffüllung Steinbruch beim Portal Süd

Das Bahntrasse SBB wird mit einer Hilfsbrücke im Tagbau unterquert. Die anschliessende Unterquerung des Bahndamms DB wird bergmännisch vorgesehen. Dabei wird die bewährte und setzungsarme Methode mit Vollausbuch, schnellem Ringschluss und abgetrepter Ortsbrust gewählt. Der Ausbruchquerschnitt des Überleitungstunnels hat eine Fläche von ca. 120 m<sup>2</sup>. Die Länge im Bereich des Bahndamms bzw. der künstlichen Auffüllung des alten Steinbruchs beträgt insgesamt ca. 50 m. Für den sicheren Vortrieb sind aufwändige vorausseilende Bauhilfsmassnahmen wie ein Jettinggewölbe und Ortsbrustpfähle notwendig. Dadurch können die vorhandenen heterogenen Bodeneigenschaften vorausseilend verbessert werden. Die Jettingarbeiten müssen während Betriebspausen der Bahn durchgeführt werden. Allfällige Verschiebungen der Gleise über die Toleranzwerte müssen vor Inbetriebnahme mittels Krampen ausgeglichen werden.

#### Felsvortriebe

Im Bereich des Felsvortriebs von zweimal ca. 150 bis 200 m ist ein Kalottenvortrieb vorgesehen. Strosse und Sohle werden nachgezogen. Die Kalotte hat eine Fläche von ca. 45 m<sup>2</sup>, die Strosse und Sohle zusammen eine Fläche von 70 m<sup>2</sup>. Durch die Unterteilung haben die Teilausbrüche Grössenverhältnisse, die ein effizientes Arbeiten mit Standardausrüstung erlauben. Mit vorausseilenden Erkundungsbohrungen können allfällige Hohlräume frühzeitig erfasst werden.

Die Aufweitung für die Option Tunnel Cholfirst II wird voraussichtlich über den Vortrieb Süd logistisch erschlossen werden. Der Ausbruch der Aufweitung ist ebenfalls im Sprengvortrieb und mit Teilausbrüchen zu bewerkstelligen. Die Grössenordnung entspricht der bereits bestehenden Aufweitung Ausfahrt SH-Süd. Im Bereich der Aufweitung liegt zudem der bestehende EWS-Stollen, welcher umgelegt werden muss (siehe Kapitel 4.4.9).

### Lockergesteinsvortrieb Fäsenstaub und Tannerberg

Die Lockergesteinsstrecken Fäsenstaub und Tannerberg mit einer Länge von je ca. 350 bis 400 m werden analog der Felsstrecke mit der Ausbruchsart B (Kalotte / Strosse) aufgeföhren. Dazu sind vorausseilende Bauhilfsmassnahmen wie z.B. Rohrschirmgewölbe und Ortsbrustanker notwendig. Der Gefahr von Ausschwemmungen kann man aus der Kalotte mit vorausseilenden Massnahmen wie Rohrschirm oder zusätzlichen Drainagebohrungen entgegenwirken. Die Strosse / Sohle wird erst nach dem Durchschlag gegen Süden ausgebrochen. Setzungen an der Oberfläche können, falls notwendig, z.B. mittels Mikropfählen unterhalb des Kalottenfusses beherrscht werden.

Die Aufweitung für den Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle am südlichen Ende der Lockergesteinsstrecke ist insbesondere auf Grund der innerstädtischen Lage bautechnisch anspruchsvoll. Die dreispurige Aufweitung liegt über eine Länge von ca. 70 m im Lockergestein, wobei der Fels in diesem Bereich von der Sohle bis zum First langsam ansteigt. Der First der Aufweitung wird voraussichtlich in den Seebodenablagerungen zu liegen kommen. Die Kalotte und Strosse liegen mehrheitlich in den interglazialen bzw. interstadialen Ablagerungen. Eine mögliche Vortriebsmethode ist der Ausbruch der Kalotte in Teilausbrüchen (Ausbruchsart C) und einer seitlichen Abfangung des Kalottenfusses (z.B. Jetting- oder Mikropfähle). Die Kalottenfussverstärkung kann auf dem ansteigenden Fels fundiert werden. Die Ortsbruststabilität kann neben Teilausbrüchen allenfalls mit Ortsbrustanker oder Stützkeilen gewährleistet werden. Anschliessend an den Kalottenvortrieb ist der Ringschluss zu erstellen. Die Setzungsproblematik steht dabei im Vordergrund. Beim weiteren Vortrieb und der maximalen Aufweitung im Fels ist die minimale Felsüberdeckung zum anstehenden Lockergestein zu berücksichtigen und allenfalls mit vorausseilenden Bauhilfsmassnahmen zu sichern. Die Aufweitung wird ausgehend vom Zwischenangriff Mühlental erstellt.

Der eigentliche Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle liegt anschliessend wieder im Fels und wird analog den oben genannten Konzepten aufgeföhren.

### Lockergesteinsvortrieb mit minimaler Überdeckung

Der Vortrieb im Norden ist zum Teil mit sehr kleiner Überdeckung (minimal ca. 4 m) und darüber liegenden Strassen und Gebäuden an der Oberfläche zu bewerkstelligen. Die Länge beträgt insgesamt ca. 150 m. Die Setzungen sind auf ein Minimum zu beschränken. Aufgrund der positiven Erfahrungen beim Bau des Tunnels Fäsenstaub I wird die Kernbauweise mit schnellem Ringschluss vorgesehen (Ausbruchsart D). Bei dieser Methode werden zuerst Paramentstollen ausgebrochen. Anschliessend erfolgt der Kernausbau mit einem Ringschluss in kurzen Abständen. Die Ortsbruststabilität kann auf diese Weise gut gewährleistet werden.

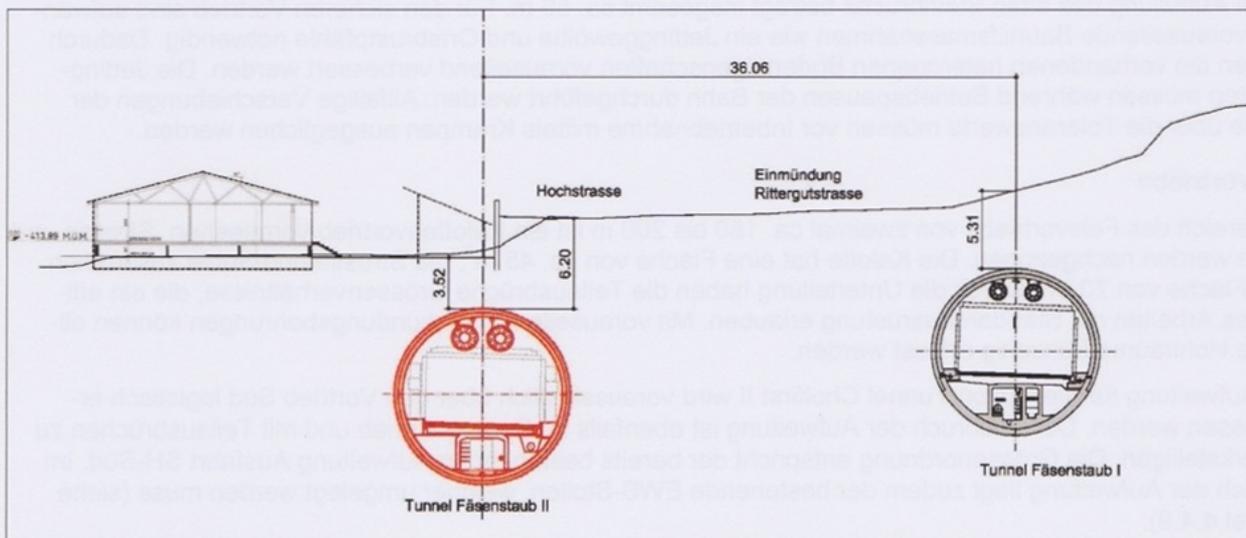


Abb. 5-7 Querschnitt bergmännische Unterquerung Hochstrasse

Die Setzungen bei den zu unterföhrenden Gebäuden sind zusätzlich mit einer Baugrundverfestigung / Unterfangung z.B. mit Injektionen zu beschränken. Diese Injektionen reduzieren die aus Spannungsänderung hervorgerufenen Deformationen im Baugrund. Dadurch wird die Gefahr von Rissen und Schäden an Gebäuden weiter reduziert. Nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Ausführung der Injektionen von der Oberfläche aus.

## 5 Bauausführung

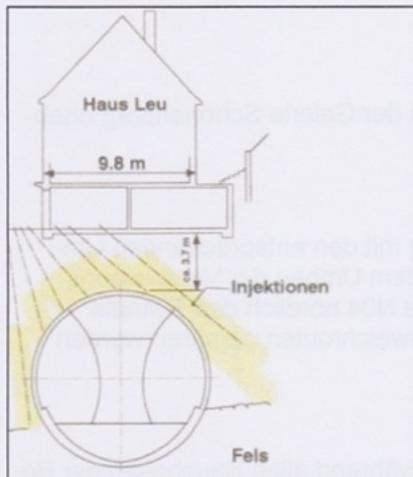


Abb. 5-8 Kernbauweise und Baugrundverfestigungen am Beispiel Fäsenstaub I

### 5.2.5 Leistungsannahmen Tunnelbau

#### Lockergesteinsvortriebe

Die Leistungen im Lockergestein basieren auf Erfahrungswerten von Vortrieben in ähnlicher Geologie und mit vergleichbaren Querschnitten und logistischen Randbedingungen.

Es wird von einer Etappenlänge des Rohrschirms von 10 m ausgegangen. Die Abschlagslängen liegen im Bereich von 0.5 m bis 1.0 m. Die Leistungsannahmen basieren auf dem 2-Schicht Betrieb.

Ausbruchsart A (Unterquerung Bahndamm / Auffüllung Steinbruch):

- Mittlere Vortriebsleistung im Vollausbuch mit abgetrepter Ortsbrust im Lockergestein: **0.5 m/AT**

Ausbruchsart B (Lockergesteinsvortriebe Fäsenstaub und Tannenbergl):

- Mittlere Vortriebsleistung beim Kalottenvortrieb im Lockergestein: **1.0 m/AT**
- Mittlere Vortriebsleistung beim Strossen/Sohlenvortrieb im Lockergestein: **10 m/AT**

Ausbruchsart D (Lockergesteinsvortrieb mit minimaler Überdeckung):

- Mittlere Vortriebsleistung mit Paramentstollen im Lockergestein: **0.5 m/AT**

#### Festgesteinsvortriebe

Die Leistungen im Festgestein sind durch allfällige Einschränkungen der Lademenge pro Zündstufe eingeschränkt. Bei einem 2-Schicht Betrieb kann durchschnittlich mit ca. zwei Abschlägen pro AT inkl. Sicherungsarbeiten gerechnet werden.

- Mittlere Vortriebsleistung in der nördlichen Felsstrecke (grössere Ladeeinschränkungen): **3 m/AT**
- Mittlere Vortriebsleistung in der südlichen Felsstrecke: **5 m/AT**
- Die Vortriebsleistungen für die Querverbindungen betragen ca. 1.0 m/AT bzw. 2 Monate pro Stück.

#### Innenausbau

Für den Innenausbau wird von folgenden Leistungen ausgegangen:

- Werkleitungskanal inkl. Hinterfüllung: 6 m/AT
- Verkleidung inkl. Fahrbahn und Bankette: 10 m/AT

### 5.3 Abschnitt Nord

Der nördliche Abschnitt kann mit Ausnahme der Rampenbauwerke Süd bei der Galerie Schönenberg unabhängig von den anderen zwei Abschnitten gebaut werden.

#### Teiltrückbau Anschluss SH-Nord

Die Rückbauten im Anschluss SH-Nord finden allesamt im Zusammenhang mit den entsprechenden Umbauten an der Galerie Schönenberg (siehe unten) statt. Sie erfolgen nach dem Umbau der Verzweigung Mutzentäli zu einem Anschluss, so dass während der gesamten Bauzeit die N04 nördlich des Tunnels Fäsenstaub I mit der N04 südlich des Tunnels verbunden ist und keine Ausweichrouten gefahren werden müssen.

#### Galerie Schönenberg

Die Arbeiten im Bereich der Galerie Schönenberg sind so konzipiert, dass während allen Bauphasen der Betrieb innerhalb des Perimeters der Nationalstrasse aufrechterhalten werden kann. Dazu sind vier Phasen erforderlich:

**Phase 1** mit Verkehrsführung 1/1 auf der unteren Ebene: Es werden Anpassungen am Galeriedach sowie vorbereitende Arbeiten (Hilfskonstruktionen für Verkehrsführung 1/1 in Phase 2 auf der oberen Ebene) an den Rampen Süd vorgenommen.

**Phase 2** mit Verkehrsführung 1/1 auf der oberen Ebene: Es folgen Anpassungen innerhalb der Galerie, bauliche Vorbereitung für die Phase 3 und die Erstellung des Widerlagers Nord der neuen Rampe Süd.

**Phase 3** mit Verkehrsführung in Fahrtrichtung Zürich auf der oberen Ebene und in Fahrtrichtung Bergen/Thayngen auf der unteren Ebene: Abbruch der Rampen Ost (Süd und Nord), Bau der Stützmauern Nord und Widerlager Süd der Rampe Süd. Erstellung der Lehrgerüste für die Rampe Süd in zwei Etappen.

**Phase 4** mit Verkehrsführung 1/1 auf der unteren Ebene: Bau der neuen Rahmenkonstruktion Süd.

#### Anschluss Mutzentäli

**Phase 1:** Verschieben der heutigen Ein- und Ausfahrten im Mutzentäli gegen die bestehende Hauptachse, um Platz für den Bau des Kreisels Mutzentäli und den neuen Anschluss an die Ebnatstrasse zu schaffen. Die Baustellenzufahrt kann über die bestehenden Ein- und Ausfahrten sowie von der Ebnatstrasse her erfolgen. Örtliche Baustelleninstallationen können auf den bestehenden Grünflächen im Mutzentäli angeordnet werden.

**Phase 2:** Bau der Stützmauer entlang der Verbindungsstrasse zum Anschluss Ebnatstrasse. Der Aushub muss vom Mutzentäli gegen die Ebnatstrasse erfolgen, der Mauerbau umgekehrt. Zu beachten sind die Sicherheitsabstände und -massnahmen neben den DB-Gleisen im Bereich der Mauerfundamente sowie entlang des Fussweges und Areals der Firma Planzer.

**Phase 3:** Hinterfüllen der Mauern und Erstellen der kleinen Trennmauer zum bestehenden Fussweg.

**Phase 4:** Erstellen der Trassees.

#### Trasse Mutzentäli bis Herblingen

Die Fulachstrasse durchschneidet diesen Abschnitt. Dadurch können die Arbeiten entweder in zwei Etappen oder parallel ausgeführt werden. Installationen entlang der Baustellenbereiche sind nur eventuell im Bereich Anschluss Herblingen möglich.

**Phase 1:** Verschieben der heutigen Fahrbahnen bergseits.

**Phase 2:** Erstellen von Baupisten am heutigen Böschungsfuss. Abschnittsweises Erstellen der Stützmauern in Koordination mit den talseitigen Brückenverbreiterungen und -neubauten. Der Abschnitt Mutzentäli - Ebnatstrasse ist nicht durchgehend bedienbar, da ein Gebäudeteil der M+R Spedag Group direkt an die Parzellengrenze der N4 gebaut ist.

## 5.4 Installationsplätze

Im innerstädtischen Raum sind die Installationen den vorhandenen Randbedingungen anzupassen. Dies gilt insbesondere für Lärm- und Luftvorschriften, welche zu beachten sind. Für die Erstellung des Tunnels Fäsenstaub II sind grundsätzlich folgende Installationen notwendig:

- Lager- und Umschlagplätze
- Container für Büros inkl. Sanitäranlagen
- Werkstattcontainer
- Parkplätze
- Radreinigungsanlage
- Wasserversorgung und Abwasseraufbereitungsanlage
- Baustromversorgung
- Baulüftung (schallgedämpt) inkl. Entstauber
- Umschlags- und Transportgeräte wie z.B. Kran, Dumper usw.
- Vortriebs- und Sicherungsgeräte

Im Bereich des Portals Süd sind sehr knappe Platzverhältnisse vorhanden. Die neu zu erstellenden Baugruben der Zentrale werden deshalb auch als Installationsplatz für die Tunnelvortriebe genutzt. Die Zentrale wird erst nach den vorgesehenen Vortrieben ab dem Portal Süd erstellt. Die gesamte Erschliessung erfolgt über das enge Steinbruchgässchen.

Weitere kleinere Installationsflächen sind entlang der Bahngleise, neben der neuen Tunnelzentrale und südlich entlang der Mühlenstrasse vorgesehen. Es steht total eine Installationsfläche von ca. 4000 m<sup>2</sup> zur Verfügung.

Im Mühltal werden die bestehenden Parkplätze Mühltal (total ca. 110 Parkplätze) als Installationsplatz genutzt. Zusätzlich werden allenfalls über der Mühltalstrasse aufgeständerte Installationsflächen benötigt. Die gesamte Installationsfläche im Bereich Mühltal beträgt ebenfalls ca. 6000 m<sup>2</sup>. Der vorgesehene Bau-schacht ermöglicht einen Zwischenangriff für den Vortrieb gegen Süden.

Beim Nordportal wird die bestehende Parkfläche "Viehmarkt" mit ca. 155 Plätzen (inkl. Park&Rail) und der anschliessende Bereich mit dem Gebäude Hochstrasse 34 (Suppenküche) mit einer Fläche von 6500 m<sup>2</sup> als Installationsplatz für den Tunnelvortrieb genutzt. Die Zufahrt zum Installationsplatz erfolgt über die Hochstrasse. Das bergmännische Portal liegt so, dass die Hochstrasse und die anschliessenden Gebäude bergmännisch unterfahren werden können.

Für den Bau der offenen Strecke Nord wird ein zentraler Installationsplatz im Bereich der heutigen Verzweigung Mutzentäli vorgeschlagen. Dieser ist von der N04 aus sowie durch einen möglichst frühzeitigen Bau der Verbindungsstrasse zur Ebnatstrasse auch von der Ebnatstrasse her optimal erreichbar. Mit einem temporären und lokalen Verschieben der Verbindung nach Bargaen kann diese Installation ohne Störung des durchgehenden Verkehrs bewerkstelligt werden. Von diesem Platz aus kann auch das neu zu bauende Trasse Nord gut erreicht werden.

Ebenfalls ist eine Benützung der Fläche in der südlichen Schlaufe des Anschlusses Herblingen als Installationsplatz vorgesehen. Weitere dezentrale Flächen in SH Nord sind für Büro- und Unterkuftsgebäude denkbar.

Der Bau der verschiedenen Brücken bedingt nur kleine zusätzliche Installationsflächen direkt an den jeweiligen Bauwerken.

## 5.5 Materialbewirtschaftung

### 5.5.1 Allgemein

Der grösste Anteil an Materialmengen fällt im Bereich des Tunnels Fäsenstaub II an. Im Bereich der offenen Strecke bzw. Kunstbauten sind nur relativ geringe Erdbewegungen notwendig, am meisten im nördlichen Abschnitt zwischen Mutzentäli und Herblingen. Hier entstehen durch die Trasseerweiterung Aufschüttungen, für die möglicherweise Ausbruchmaterial von den Voreinschnitten verwendet werden kann.

Der Vortrieb des Tunnels Fäsenstaub II führt durch Lockergesteins- und Felsabschnitte. Total fallen ca. 300'000 m<sup>3</sup> (lose) Material an. Dies entspricht der gesamten Kubatur des Tunnelvortriebs inkl. allen Voreinschnitten und Baugruben.

Im Lockergestein werden vorwiegend Schotterschichten (Engeschotter, Rinnenschotter), Seebodenablagerungen und Hangschuttbereiche aufgefahren. Die Felsabschnitte bestehen aus Malmkalk. Der Vortrieb erfolgt konventionell mit Sprengvortrieb (Fels) und im maschinenunterstützten Vortrieb (Lockermaterial).

Aufgrund der knappen Platzverhältnisse wird keine Aufbereitung des Materials direkt vor Ort vorgesehen. Dies bedeutet, dass sämtliches Material abtransportiert wird.

Die potenziellen Verwendungszwecke der verschiedenen Gesteinsformationen, welche beim Vortrieb des Tunnels Fäsenstaub II anfallen, sind in der folgenden Tabelle (Auszug geologischer Bericht) zusammengestellt.

Klasse	Gesteins-eigenschaften	Verwendungszweck	Geologische Einheiten	Volumen-anteil [ca. %]
1	hart, zäh, abriebfest	alle technischen Verwendungszwecke	-	0
2	hart, nicht abriebfest, sandige bis siltige Kiese	Betonzuschlagstoff, Kiessand, anspruchsvolle Schüttungen	Schaffhauser Rinnenschotter, Engeschotter	23
3	wenig hart, tonige Anteile nicht abtrennbar, nicht frostfest, verwitterungsanfällig, moränenartige Zusammensetzung	anspruchslöse Schüttungen, für Hinterfüllungen oder Auffüllungen	Malmkalk, Alter Hangschutt, interglaziale/interstadiale Ablagerungen, z.T. mit Hangschutt verzahnt, Bachablagerungen der Durach	61
4	weich, hoher Tonanteil, nicht frostfest, stark verwitterungsanfällig, schadstoffbelastet	für technische Verwendungszwecke nicht geeignet, Aushubdeponie, je nach Schadstoffbelastung auch andere Entsorgung	Seebodenablagerungen, künstliche Auffüllung	16

Tab. 5-1 Verwendungszwecke Gesteinsformationen

Ausser bei der Verwendung für Schüttungen benötigen die Gesteine der Klasse 2 eine Aufbereitung (Sortieren, ev. Brechen mit Optimierung der Kornform). Der dabei anfallende Ausschuss entspricht einer niedrigeren Materialklasse (3 und 4).

Die gebrochenen Malmkalke könnten grundsätzlich als Betonzuschlagstoff oder für die Zementherstellung verwendet werden (Material der Klasse 2). Jedoch wird beim Ausbruch kaum Malmkalk in «reiner Form» gewonnen werden können. Der Malmkalkstein müsste für eine allfällige Wiederverwendung als Material der Klasse 2 von «Zusätzen» gesäubert resp. zusätzlich zum in jedem Fall notwendigen Brechen aufbereitet werden. Nicht gesäubertes Malmkalk inkl. Mergel, Bolustone und Bohnerzen ist lediglich für anspruchslöse Schüttungen oder Hinterfüllungen verwendbar.

Die künstlichen Auffüllungen müssen je nach Schadstoffbelastung und Kornverteilung als belastetes Material fachgerecht entsorgt oder für die Wiederverwertung aufbereitet werden.

## 5 Bauausführung

Im Hinblick auf die Wiederverwendung muss generell vermieden werden, dass das Ausbruchmaterial während der Bauarbeiten mit Zement, Bauschutt oder sonstigen Abfällen verunreinigt wird, da dies einen erheblichen Einfluss auf die Entsorgungs- resp. Verwertungsmöglichkeiten haben kann.

Aufgrund der Art des Vortriebes (teilweise Sprengvortrieb) können Belastungen im Material auftreten (z.B. Nitritbelastungen als Folge des Sprengstoffeinsatzes). Durch Havariefälle (z.B. geplatzte Hydraulikschläuche an Baumaschinen) können zudem Schadstoffe in den Untergrund gelangen. Aus diesem Grund muss das Ausbruchmaterial regelmässig und chargenweise analysiert, separat gelagert und in Abhängigkeit von der Konzentration fachgerecht nach AHR (Aushubrichtlinie) und nach VVEA (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen) verwertet, behandelt oder entsorgt werden.

Über den Belastungsgrad der künstlichen Auffüllungen im Bereich des Bahndamms, im Mühlental sowie beim Voreinschnitt Nord sind keine bzw. nur wenig Angaben vorhanden. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

### 5.5.2 Deponien

Folgende Deponiemöglichkeiten in der Umgebung des Projektstandortes bieten sich für die Deponierung des nicht wiederverwertbaren Materials an (inkl. ungefährender Distanz, Liste nicht abschliessend):

#### Unverschmutztes Material (Verfüllung von Kiesgruben):

- |                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| - Hüntwangen (Distanz ca. 19 km) | mit Bahnanschluss |
| - Weiach (Distanz ca. 28 km)     | mit Bahnanschluss |
| - Wilchingen (Distanz ca. 16 km) | mit Bahnanschluss |

#### Material Typ B nach VVEA:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| - Deponie Parinag Paradies/Schlatt (Distanz ca. 6 km) | mit Bahnanschluss |
| - Deponie Siblingen (Distanz ca. 12 km)               |                   |
| - Deponie Bruni Pfungen (Distanz ca. 26 km)           |                   |
| - Deponie Hardrüttenen Weiach (Distanz ca. 28 km)     |                   |

#### Material Typ E nach VVEA:

- Deponie Leigrueb Lufingen (Distanz ca. 34 km)
- Deponie Pflumm Beringen (Distanz ca. 6 km)

### 5.5.3 Bahnverlad

Im Rahmen des GP SH Süd – Herblingen wurde die Zweckmässigkeit eines Anschlussgleises für Materialtransporte per Bahn für das Projekt untersucht. Die Frage der Zweckmässigkeit eines Bahnanschlusses drängt sich infolge der Nähe zu den Bahngleisen auf. Zudem wurde beim Bau des Tunnels Fäsenstaub I ein Bahnanschluss im Bereich des Nordportals erstellt.

Eine Bahnverladestation könnte im Bereich des Portals Nord zwischen der bestehenden N04 und dem DB-Trasse angeordnet werden. Vom westlichen DB-Gleis kann über eine Weiche das Werksgleis mit netto ca. 150 m Länge (für einen Halbzug inkl. Lok) erreicht werden. Durch eine zusätzliche Schutzweiche und ein Ausziehgleis kann gewährleistet werden, dass kein Zug oder Wagen fälschlicherweise auf das DB-Gleis rollen kann. Das Werksgleis ist so weit vom DB-Gleis entfernt angeordnet, dass im ersten Abschnitt eine Verladestation (Bahnverladegosse) mit Einhausung (wegen der Staub- und Lärmbelastigungen) gebaut werden kann. Allerdings muss auch bei dieser Variante etwa 50 % der Materialien wegen der Zwischenangriffsstelle im Mühlental von der Mühlentalstrasse bis zum Portal Nord mit Lastwagen befördert und somit doppelt umgeschlagen werden.

Aufgrund der geringeren Kosten und den Vorteilen beim Bauablauf des Gesamtprojekts (Platzverhältnisse) wird jedoch im GP der Abtransport mit LW-Transporten vorgesehen. Der Transport des Tunnelausbruchsmaterials per Lastwagen in die umliegenden Deponien ist mit EURO-5-Lastwagen aus lufthygienischen Gründen möglich und zulässig. Mit einer EURO 6-Lastwagenflotte sind sogar erheblich grössere Transportdistanzen möglich. Bezüglich Lärmbelastung werden die erforderlichen Massnahmen gemäss Baurichtlinie Lärm berücksichtigt.

Der Bahnverlad wird als Variante für den Materialtransport betrachtet. Diese Variante könnte in einer späteren Projektphase wieder aufgegriffen werden.

## 5.6 Verkehrsführung während des Baues

Als Grundsatz für die Verkehrsführung während des Baues gilt, dass der N04-Durchgangsverkehr bis auf kurze Totsperrungen, z.B. an Wochenenden, immer auf dem eigenen Trasse bewältigt werden kann. Ausserdem sollen die Anschlüsse ebenfalls möglichst durchgehend befahrbar sein.

Abschnittsweise sollen folgende Verkehrsführungen vorgenommen werden:

### Abschnitt Schaffhausen Süd

Die Arbeiten im offenen Abschnitt Schaffhausen Süd finden im Wesentlichen seitlich der bestehenden N04 statt. Auf der N04 und im Anschluss SH-Süd kann der Verkehr grösstenteils wie heute abgewickelt werden. Bei den Anschluss- und Zusammenschluss-Arbeiten und bei Brückenarbeiten muss mit kurzen (Nacht, Wochenende) Sperrungen der N04 oder der Einfahrt Fahrtrichtung Barga/Thayngen gerechnet werden.

### Tunnel Fäsenstaub II

Der Tunnel Fäsenstaub II inkl. der Zentralen und Portalbereiche wird vollständig ausserhalb der bestehenden N04 gebaut. Der Verkehr auf der heutigen N04 und auf den Anschlüssen ist nicht betroffen.

Beim Anschluss der Querverbindungen und bei der BSA-Ausrüstung ist mit kurzen (Nacht, Wochenenden) Sperrungen des Tunnels Fäsenstaub I zu rechnen.

Beim Bau des Anschlusstunnels SH-Süd für Sonderbetriebsfälle vom Tunnel Fäsenstaub II an den Tunnel Fäsenstaub I muss der Tunnel Fäsenstaub I für ca. 6 Monate gesperrt werden. Zu diesem Zeitpunkt ist jedoch der Tunnel Fäsenstaub II bereits fertiggestellt und kann dann im Gegenverkehr betrieben werden. Ebenso muss das Trasse Nord bereits fertig ausgeführt sein. Dies ist gemäss Gesamtterminprogramm Bau so vorgesehen (siehe Abbildung 5-10: Aktivität 7 liegt zeitlich nach Aktivität 19).

### Abschnitt Schönenberg

Da der neue Anschluss Mutzentäli vor dem Teilrückbau des Anschlusses SH-Nord (Aufheben der Ein- und Ausfahrt in Fahrtrichtung Zürich und der Einfahrt in Fahrtrichtung Barga/Thayngen) gebaut wird, ist Schaffhausen Nord von Süden her über die N04 immer erreichbar.

Nach dem Bau und der Eröffnung des Anschlusses Mutzentäli kann die obere Ebene der Galerie Schönenberg für den Durchgangsverkehr der N04 verwendet werden. Im Falle der Anpassungsarbeiten innerhalb der Galerie wird auf der oberen Ebene ein Gegenverkehrsregime eingerichtet. Beim Abbruch der bestehenden und Bau der neuen Rampen wird die Fahrtrichtung Zürich auf der oberen, die Fahrtrichtung Barga/Thayngen auf der unteren Ebene abgewickelt. Dadurch sind halbseitige Bauarbeiten möglich. Temporäre Überleitungsstellen befinden sich zwischen dem Nordportal der beiden Tunnel Fäsenstaub I und II und dem Beginn der Rampen sowie nördlich der Galerie, aber vor dem Anschluss Mutzentäli.

### Abschnitt Mutzentäli – Herblingen

Es wird eine Fahrbahnverbreiterung auf die Südseite gebaut. Zunächst wird das Trasse in Fahrtrichtung Thayngen verbreitert und der Verkehr unverändert auf der bestehenden N04 im Gegenverkehr geführt. Anschliessend kann die bestehende Fahrbahn erneuert werden. Mit Hilfe von mehreren temporären Überleitungsstellen kann sehr gut abschnittsweise gebaut werden.

### Ausweichrouten

Für kurze Nacht- oder Wochenend-Sperrungen auf der N04 oder in Anschlüssen wird der Verkehr über die Hauptverkehrsstrassen in Schaffhausen geleitet. Es sind diese (von Süden her) die Mühlenstrasse, Rheinuferstrasse, Bachstrasse, Fulachstrasse, Ebnatstrasse.

5 Bauausführung

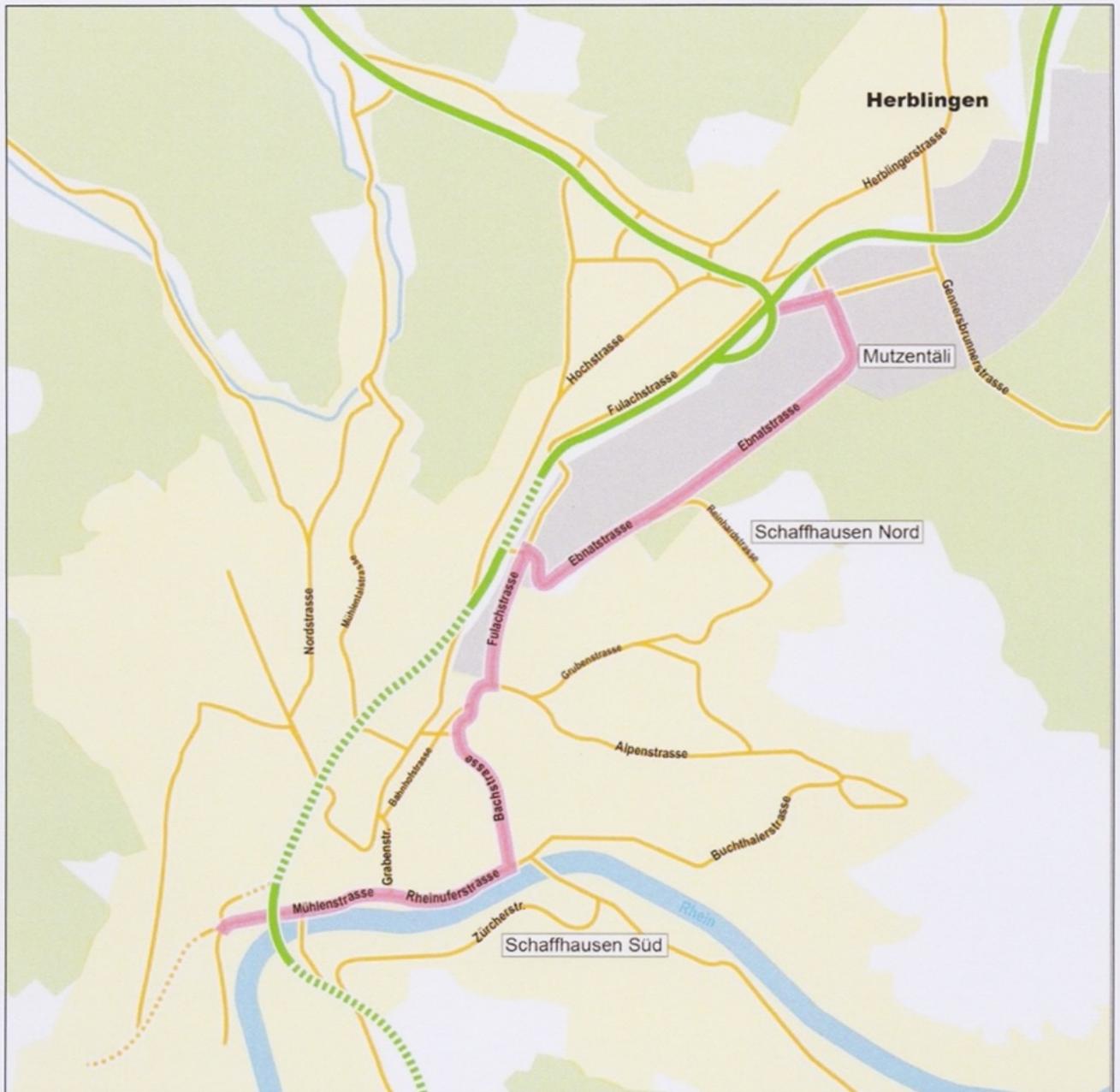


Abb. 5-9 Übersicht der Ausweichrouten

### 5.7 Gesamtterminprogramm Bau

Für die Projektierung, Genehmigung und Realisierung der Engpassbeseitigung N04/06 SH Süd – Herblingen sind nach der Erarbeitung des hier vorliegenden Generellen Projektes folgende Schritte notwendig:

- Vernehmlassung und Genehmigung Bundesrat ca. 1 - 2 Jahre
- Erarbeitung Ausführungsprojekt ca. 4 - 5 Jahre
- Auflage, Plangenehmungsverfügung ca. 2 - 3 Jahre
- Eventuell Einsprache vor Bundesverwaltungsgericht ca. 1 - 2 Jahre
- Eventuell Einsprache vor Bundesgericht ca. 1 - 2 Jahre
- Erarbeitung und Genehmigung Detailprojekt ca. 4 - 5 Jahre
- Untermehrausschreibung und Arbeitsvergabe ca. 1 - 2 Jahre
- Realisierung ca. 8 - 9 Jahre

Für die Realisierung wurde ein Gesamtterminplan erarbeitet. Wesentliche Abhängigkeiten bestehen in den Abschnitten vor dem Südportal und zwischen dem Nordportal und der Galerie Schönenberg. Dort überschneiden sich einzelne massgebende Arbeits- und Verkehrsführungsphasen.

Zeitliche Abhängigkeiten für das Gesamtterminprogramm ergeben sich dadurch, dass die Rampenbauwerke von Süden zur Galerie Schönenberg erst gebaut werden können, wenn der dortige Platz nicht mehr für den Material-Abtransport aus dem Vortrieb des Tunnels Fäsenstaub II benötigt wird. Alle anderen wesentlichen Bautätigkeiten Tunnel – Trasse sind voneinander unabhängig. Aus Gründen der Flexibilität in der Verkehrsführung ist ausserdem notwendig, dass der Anschluss Mutzentäli von Süden her frühzeitig, auf jeden Fall vor dem Aufheben von drei Fahrbeziehungen des Anschlusses SH-Nord, betriebsbereit ist.

Mit diesen Abhängigkeiten und mit den notwendigen Zeiträumen pro Arbeitsschritt ergibt sich ein Gesamtterminprogramm für den Bau mit einer Gesamtbauteit von ca. 8.5 Jahren.

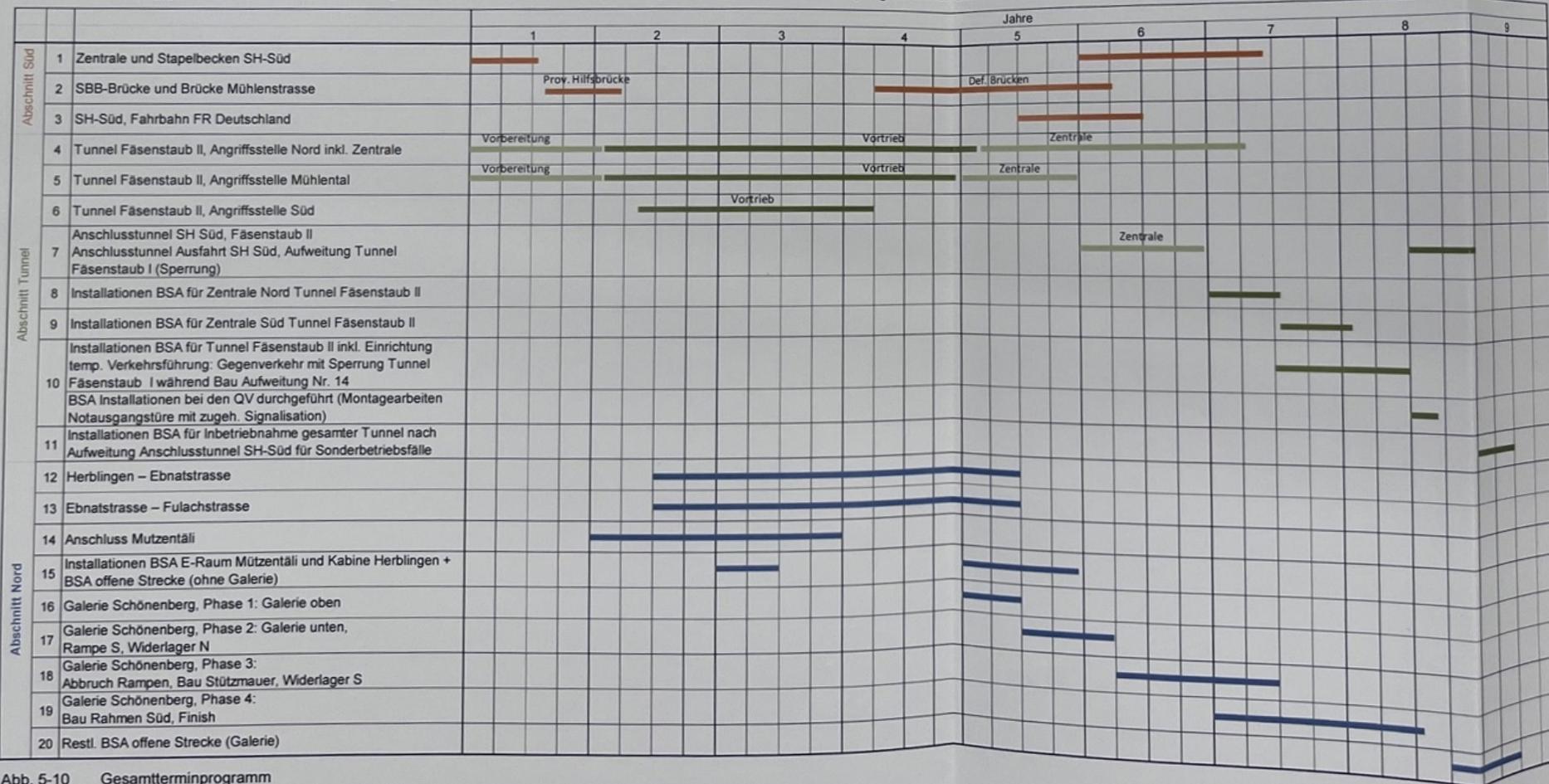


Abb. 5-10 Gesamtterminprogramm



## 6 Landerwerb

Die Engpassbeseitigung kann im Wesentlichen auf den Liegenschaften durchgeführt werden, die bereits heute zur N04-Parzelle gehören. Landerwerb von Dritten ist nur in geringem Masse an folgenden Stellen notwendig:

- Schaffhausen-Süd/Mühlenstrasse: von Privaten (für die Linienführung zum Tunnel Fäsenstaub II und für die Zentrale).
- Schaffhausen-Nord/Hochstrasse: von Privaten (für die Linienführung vom Tunnel Fäsenstaub II und für die Zentrale).
- Fulachstrasse: vom Kanton Schaffhausen und von Privaten. (für Verlängerung Beschleunigungsstreifen). Es werden Vorgärten, Stellplätze, Erschliessungsbereiche benötigt, ausserdem ist ein Teilabbruch am Gebäude Sennereistrasse 50 notwendig.
- Mutzentäli: von DB (für Verbindungsstrasse).

## 6. Entwurf

Die Entwurfsphase kann im Wesentlichen auf den Lagerstätten durchgeführt werden, die bereits heute zur H4-Produktion genutzt werden. Entwurf von Daten ist nur in geringem Maße an folgenden Stellen notwendig:

- Schiffbau-Bohrlochmessungen von Proben für die Lagerstätte zum Tunnel Bauzustand II und für die Lagerstätte
- Schiffbau-Bohrlochmessungen von Proben für die Lagerstätte zum Tunnel Bauzustand II und für die Lagerstätte
- Forschung von Lagerstätten und von Proben für die Lagerstätte (für Verhängung Bohrlochmessungen) (es werden vier bis fünf Bohrlochmessungen benötigt, außerdem ist ein Teilbereich der Lagerstätte zu untersuchen)
- Studien von GZ für Verhängung

## 7 Kostenschätzung

### 7.1 Baukosten

#### 7.1.1 Grundsätze, Annahmen, Vorgehensweise

Bei der Schätzung der Baukosten wurden pro Inventarobjekt (bestehende und neue Objekte) die Kosten ermittelt. Hierzu wurden die Bauteile dimensioniert, Hauptmassen ausgezogen und über Einheitspreise mit Stand Frühjahr 2013 die Gesamtkosten mit einer Kostengenauigkeit von  $\pm 20\%$  geschätzt. Auf die Summe der Kosten der Bauausführung wurden 15 % Allgemeine Kosten (Honorare etc.) und auf das Zwischentotal 8 % Mehrwertsteuer zugeschlagen.

Die betrieblichen Unterhaltskosten wurden mit den Ansätzen aus NISTRA (bzw. SN) ermittelt.

#### 7.1.2 Realisierungskosten Basis 2013

- Projektierung (Honorare Ingenieure, Bauherrenunterstützung, Geologie, Bauleitung, Überwachung und Beweissicherung) (=15 % der Realisierung)	50.2 Mio. CHF
- Landerwerb	13.2 Mio. CHF
- Realisierung	334.4 Mio. CHF
davon:	
• Abschnitt N04/06	
- Trasse und Kunstbauten Abschnitt SH-Süd	10.5 Mio. CHF
- Tunnel Fäsenstaub II	172.1 Mio. CHF
- Trasse und Kunstbauten Abschnitt SH-Nord bis Mutzentäli	60.1 Mio. CHF
• Abschnitt N04/04 (resp. E54)	
- Trasse und Kunstbauten Abschnitt Mutzentäli bis Herblingen	51.6 Mio. CHF
• Betriebs- und Sicherheitsanlagen	22.8 Mio. CHF
• Flankierende Massnahmen	10.6 Mio. CHF
• Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	5.0 Mio. CHF
• Provisorische Verkehrsführung während Bau	1.7 Mio. CHF
- Unvorhergesehenes/Diverses (10 %)	39.8 Mio. CHF
<b>Total (exkl. MWSt.)</b>	<b>437.6 Mio. CHF</b>
Mehrwertsteuer (8 %)	35.0 Mio. CHF
<b>Total (inkl. MWSt.)</b>	<b>472.6 Mio. CHF</b>

### 7.1.3 Kostenaufteilung ASTRA und Dritte

Der Kostenanteil Kanton SH ergibt sich einzig auf Grund seiner Beteiligung an den verkehrlich flankierenden Massnahmen. Die Kostenaufteilung zwischen ASTRA (Bund) und Dritten (Kanton Schaffhausen) ist folgendermassen:

	Mio. CHF		
	Bund (ASTRA)	Kt. SH	Summe
1. Projektierung	49.7	0.5	50.2
2. Landerwerb	13.2	—	13.2
3. Realisierung	331.1	3.3	334.4
4. Unvorhergesehenes	39.4	0.4	39.8
Total (exkl. MWSt.)	433.4	4.2	437.6
MWSt. (8 %)	34.7	0.3	35.0
<b>Total (inkl. MWSt.)</b>	<b>468.1</b>	<b>4.5</b>	<b>472.6</b>
<b>Anteil [%]</b>	<b>99 %</b>	<b>1 %</b>	<b>100 %</b>

Die Kostenaufteilung auf die Budgets Unterhalt und Engpassbeseitigung ist folgendermassen:

	Mio. CHF		
	Unterhalt [U]	Engpass- beseitigung [E]	Summe
1. Projektierung	5.9	44.3	50.2
2. Landerwerb	—	13.2	13.2
3. Realisierung	39.3	295.1	334.4
4. Unvorhergesehenes	4.3	35.5	39.8
Total (exkl. MWSt.)	49.5	388.1	437.6
MWSt. (8 %)	4.0	31.0	35.0
<b>Total (inkl. MWSt.)</b>	<b>53.5</b>	<b>419.1</b>	<b>472.6</b>
<b>Anteil [%]</b>	<b>11 %</b>	<b>89 %</b>	<b>100 %</b>

## 7.2 Betriebs- und Unterhaltskosten

Entsprechend der aktuellen NISTRA-Version (deren Basis die SN 641 826 darstellt) sind folgende jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten zu erwarten:

- nach Engpassbeseitigung
  - gesamter Perimeter inkl. Tunnel Fäsenstaub I: 780'000.-- CHF/Jahr
  - gesamter Perimeter ohne Tunnel Fäsenstaub I: 540'000.-- CHF/Jahr
- ohne Engpassbeseitigung (Istzustand): 510'000.-- CHF/Jahr

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 0-1	Perimeter GP Engpassbeseitigung N04	7
Abb. 0-2	Übersicht: Vertikaler Versatz der Fahrbahnen mit Rückbau SH-Nord zum ¼-Anschluss sowie zusätzlicher Anschluss Mutzentäli mit Umbau der Verzweigung	8
Abb. 0-3	Normalprofil bergmännischer Tunnel	8
Abb. 0-4	Tagbauabschnitt Mühletal	9
Abb. 1-1	Übersichtsplan N04 Schaffhausen	11
Abb. 1-2	Perimeter GP Engpassbeseitigung N04	13
Abb. 1-3	bestehende Rheinbrücke	13
Abb. 1-4	Anschluss SH-Süd mit Portal Süd, Tunnel Fäsenstaub I	14
Abb. 1-5	Anschluss SH-Nord mit Portal Nord, Tunnel Fäsenstaub I	14
Abb. 1-6	bestehende Galerie Schönenberg	14
Abb. 1-7	Abstände bestehender Anschlüsse auf der N04, Schaffhausen	15
Abb. 1-8	Bahnanlagen neben der N04, Schaffhausen Nord	15
Abb. 1-9	Variantspektrum ZMB Quelle: Tiefbauamt Kanton SH	16
Abb. 1-10	Bestvariante der Verbindung N04 – A81 Quelle: Tiefbauamt Kanton SH	17
Abb. 1-11	Bestvariante Stadtdurchfahrt Schaffhausen Quelle: Tiefbauamt Kanton SH	18
Abb. 1-12	Dringlichkeiten, Etappen 1 bis 3 Quelle: Tiefbauamt Kanton SH	19
Abb. 2-1	Verkehrsbelastungen Istzustand, Referenzzustand (ohne Ausbau 2030), Planungszustand (mit Ausbau 2030) gemäss KVM	23
Abb. 2-2	Verkehrsbeziehungen, DTV (FZ/Tag), Planungszustand 2030 (mit Ausbau)	24
Abb. 2-3:	Befundprofil Tunnel Fäsenstaub I, Quelle Dr. von Moos AG	27
Abb. 3-1	Linienführungsspektrum zwischen der lila und grünen Achse Tunnel Cholfirst II – Tunnel Fäsenstaub II	29
Abb. 3-2	Variante "weit"	30
Abb. 3-3	Variante "eng" + 3-streifiger Tunnel Fäsenstaub	30
Abb. 3-4	Variante "eng" + Subtraktion/Addition	30
Abb. 3-5	Linksausfahrt/Einfahrt	31
Abb. 3-6	Variante 1: Überleitung über bestehende Einfahrt	32
Abb. 3-7	Variante 2: neuer separater Einfahrtstunnel	32
Abb. 3-8	gewählte Tieferlegung des Tunnels Fäsenstaub II (rot) im Vergleich zum bestehenden Tunnel (Variante 2)	33
Abb. 3-9	<b>Variante 1.1:</b> Vollanschluss bahnseitige Lage (gemäss ZMB)	33
Abb. 3-10	<b>Variante 1.2:</b> Vollanschluss bergseitige Lage	34
Abb. 3-11	<b>Variante 2.1:</b> Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und versetzter Halbanschluss von/nach Zürich	34
Abb. 3-12	<b>Variante 2.2:</b> Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord als neuer Tunnel unter der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Halbanschluss von/nach Zürich	34
Abb. 3-13	<b>Variante 3:</b> Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Aufhebung Anschluss SH-Nord	34
Abb. 3-14	<b>Variante 4:</b> Vertikaler Versatz der Fahrbahnen (Fahrtrichtung Nord auf der Galerie, Fahrtrichtung Süd in der Galerie) und Verlegung des Anschlusses SH-Nord als 3/4-Anschluss (fehlende Beziehung: Herblingen - Mutzentäli) nach Mutzentäli und Umbau der Verzweigung. Dabei kann die Ausfahrt SH-Nord von Zürich her erhalten werden.	35

Abbildungs-/Tabellenverzeichnis

Abb. 4-1	Situation Anschluss SH-Süd (ohne Massstab)	38
Abb. 4-2	Situation Anschluss SH-Nord (ohne Massstab)	39
Abb. 4-3	Situation Anschluss Mutzentäli (ohne Massstab)	40
Abb. 4-4	Situation Anschluss Herblingen (ohne Massstab)	41
Abb. 4-5	Lage von Ebnatstrasse, Fulachstrasse und Ernst-Homberger-Strasse im Strassennetz	42
Abb. 4-6	Mittelstreifenüberfahrten für Sonderbetriebsfälle	44
Abb. 4-7	Verbreiterung der Brücke über Mühlenstrasse, Grundriss	45
Abb. 4-8	Verbreiterung der Brücke über Mühlenstrasse, Querschnitt bei Stützen	46
Abb. 4-9	SBB-Überführung, Grundriss	46
Abb. 4-10	Verlängerung der SBB-Überführung, Brücken-Längsschnitt	46
Abb. 4-11	Situation Rampe SH Nord mit Abbruch der bestehenden Ein- und Ausfahrtrampen	47
Abb. 4-12	Rampe Galerie Schönenberg – Mutzentäli, Situation	48
Abb. 4-13	Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Grundriss	48
Abb. 4-14	Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Brücken-Querschnitt	48
Abb. 4-15	Verbreiterung Überführung Verzweigung Mutzentäli Nord, Längsschnitt	49
Abb. 4-16	Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Grundriss	49
Abb. 4-17	Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Brücken-Querschnitt	49
Abb. 4-18	Unterführung Gemeindestrasse Muracker, Längsschnitt der neuen Brücken	50
Abb. 4-19	Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Grundriss	50
Abb. 4-20	Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Querschnitt	51
Abb. 4-21	Brücke über Gennersbrunnerstrasse, Längsschnitt	51
Abb. 4-22	Tunnelverlängerung Anschluss Ebnatstrasse, Grundriss	51
Abb. 4-23	Rahmenkonstruktion Anschluss Ebnatstrasse über DB, Ansicht	52
Abb. 4-24	Talseitige Stützmauer, Abschnitt Mutzentäli – Herblingen	52
Abb. 4-25	Normalprofil bergmännischer Tunnel	53
Abb. 4-26	Normalprofil Tagbautunnel	54
Abb. 4-27	Normalprofil begehbare Querverbindungen	55
Abb. 4-28	Querschnitt befahrbare Querverbindung (grau = Tunnel Fäsenstaub I)	55
Abb. 4-29	Querschnitt begehbare Querverbindung 01 (grau = Tunnel Fäsenstaub I)	56
Abb. 4-30	Querschnitt durch Zentrale Süd mit dem Abbruch der bestehenden Stützmauer (gelb)	56
Abb. 4-31	maximale Aufweitung zum Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle	57
Abb. 4-32	Normalprofil Anschlusstunnel SH-Süd für Sonderbetriebsfälle	58
Abb. 4-33	Querschnitt im Bereich Überleitung EWS-Stollen	58
Abb. 4-34	Querschnitt durch Aufweitung Option Cholfirst II	59
Abb. 4-35	Verlängerung der Hochwasserüberleitung über den Tunnel Fäsenstaub II mit lokaler Einschränkung des verkehrstechnischen Nutzraums auf 4.8 m und Dükerkonstruktion	59
Abb. 4-36	Querschnitt durch Zentrale Nord	60
Abb. 4-37	Querschnitt SiSto und neue Röhre Tunnel Fäsenstaub II	61
Abb. 4-38	Vergleich Verkehrsbelastungen KVM	71
Abb. 4-39	Auszüge Richtplan Kanton Schaffhausen	72
Abb. 4-40	Verkehrlich flankierende Massnahmen, Massnahmenplan	73

Abbildungs-/Tabellenverzeichnis

Abb. 4-41	Tunnelportal Süd, Prinzip der Gestaltungsmöglichkeit	74
Abb. 4-42	Tunnelportal Nord, Prinzip der Gestaltungsmöglichkeit	75
Abb. 4-43 u. 4-44:	Istzustand N04/Krebsbachstrasse	76
Abb. 4-45:	Gestaltung Abschnitt Krebsbachstrasse	76
Abb. 4-46	Querschnitt Gestaltung Krebsbachstrasse	76
Abb. 4-47:	Istzustand Fulachstrasse Nord, ab Nr. 165	77
Abb. 4-48:	Gestaltung Abschnitt Fulachstrasse Mitte	77
Abb. 4-49:	Querschnitt Gestaltung Fulachstrasse Mitte	77
Abb. 4-50:	Gestaltung Abschnitt Fulachstrasse Nord	78
Abb. 4-51:	Istzustand Fulachstrasse Nord, ab Nr. 225	78
Abb. 4-52:	Querschnitt Gestaltung Fulachstrasse Nord	78
Abb. 5-1	Bauprogramm Tunnel Fäsenstaub II	82
Abb. 5-2	Längsschnitt Portal Süd	83
Abb. 5-3	Bauphase 1 Zwischenangriff Mühlental	84
Abb. 5-4	Bauphase 2 Zwischenangriff Mühlental	84
Abb. 5-5	Bauphase 3 Zwischenangriff Mühlental	84
Abb. 5-6	Unterteilung der bergmännischen Vortriebsmethoden	85
Abb. 5-7	Querschnitt bergmännische Unterquerung Hochstrasse	86
Abb. 5-8	Kernbauweise und Baugrundverfestigungen am Beispiel Fäsenstaub I	87
Abb. 5-9	Übersicht der Ausweichrouten	93
Abb. 5-10	Gesamtterminprogramm	94

**Tabellenverzeichnis**

Tab. 2-1	Vergleich der DTV-Werte aus kantonalem Verkehrsmodell KVM und Dauerzählstellen (Quelle: Kanton SH/ASTRA)	21
Tab. 2-2	Verkehrliche Kennwerte Planungszustand (mit Engpassbeseitigung) 2030	25
Tab. 4-1	Einzugsgebiete der Strassenentwässerung	63
Tab. 4-2	Technische Kennwerte best. Ölrückhaltebecken Mühlenstrasse	65
Tab. 4-3	Technische Kennwerte neues Ölrückhalte- und Havariebecken Mühlenstrasse	66
Tab. 4-4	Technische Kennwerte best. Ölrückhaltebecken Schönenberg	66
Tab. 4-5	Technische Kennwerte best. SABAs Mutzentäli	66
Tab. 5-1	Verwendungszwecke Gesteinsformationen	90

74	Abb 4-11	Tunnelbau bei Prinzip der Gestaltungslogik
75	Abb 4-12	Tunnelbau bei Prinzip der Gestaltungslogik
76	Abb 4-13	Abstand NARWaldschneise
77	Abb 4-14	Gestaltung Abschnitt Ketschenschneise
78	Abb 4-15	Gesamtheit Gestaltung Ketschenschneise
79	Abb 4-16	Stufen Fuchsschneise Nord, ab Nr. 155
80	Abb 4-17	Gestaltung Abschnitt Fuchsschneise Mitte
81	Abb 4-18	Gesamtheit Gestaltung Fuchsschneise Mitte
82	Abb 4-19	Gestaltung Abschnitt Fuchsschneise Nord
83	Abb 4-20	Stufen Fuchsschneise Nord, ab Nr. 225
84	Abb 4-21	Gesamtheit Gestaltung Fuchsschneise Nord
85	Abb 5-1	Baugesamt Tunnel Felsenab II
86	Abb 5-2	Längsschnitt Portal Süd
87	Abb 5-3	Bauweise 1 Zweischneifig Mühlental
88	Abb 5-4	Bauweise 2 Zweischneifig Mühlental
89	Abb 5-5	Bauweise 3 Zweischneifig Mühlental
90	Abb 5-6	Umfahrung der bauplanmässigen Vorhabenstellen
91	Abb 5-7	Gesamtheit der räumlichen Umfahrungen Hochschneise
92	Abb 5-8	Kartographie und Baugrunderhebungen im Beispiel Felsenab I
93	Abb 5-9	Übersicht der Ausweichstellen
94	Abb 5-10	Gesamteinprogramm

### Tabellenspezifikation

95	Tab 2-1	Vergleich der DTM-Werte aus kartographischer Veranschaulichung KVM und Laseraltimetrie (Quelle: Kanton SVA/STRAL)
96	Tab 2-2	Verschiebe kartographischer Planungsdaten (mit Endgenauigkeit) 2020
97	Tab 4-1	Einflussdiagramm der Stufenentlastung
98	Tab 4-2	Technische Kennwerte best. Örtlichkeit/Decken Mühlenwasser
99	Tab 4-3	Technische Kennwerte neues Örtlichkeit- und Mühlenwasser
100	Tab 4-4	Technische Kennwerte best. Örtlichkeit/Decken Schönenberg
101	Tab 4-5	Technische Kennwerte best. BABAs Mühlental
102	Tab 5-1	Vorwärtsschneise Gestaltungsformen

## Anhang A: Projektjournal

### Projektchronologie GP N4/06 SH Süd - Herblingen, Engpassbeseitigung

- 1996 Inbetriebnahme der N04 im Raum Schaffhausen (2 Fahrstreifen mit Gegenverkehr)
- 2005 Netzstrategiestudie zur Beseitigung des Engpasses Schaffhausen
- 12.12.2008 ZMB bestätigt Ausbau N4 von Flurlingen bis Thayngen als Bestvariante. In erster Priorität soll der Abschnitt SH Süd - Herblingen auf 2x2 Fahrstreifen ausgebaut werden
- 08.01.2009 Antrag Kanton Schaffhausen zur Erarbeitung des generellen Projektes GP für die erste Etappe N4 Fäsenstaubtunnel II
- 07.04.2009 Stellungnahme Kanton Schaffhausen mit Antrag auf Ausarbeitung eines GP
- 06.07.2009 Auftrag Direktor ASTRA an Abteilung Infrastruktur ein generelles Projekt GP N4 Schaffhausen Fäsenstaubtunnel II (SH Süd - Herblingen) zu erarbeiten
- 08.07.2009 Mitteilung ASTRA an Kanton Schaffhausen, dass GP gestartet wurde
- 07.04.2010 Projektgenerierung GP N4 ENG durch EP/FC
- 14.09.2010 Startsituation BHU
- 07.12.2011 Beauftragung PV Bau
- 24.11.2011 Beauftragung PV BSA
- 16.12.2010 PSS Tunnelsicherheit TuSi: Auftrag an PV Bau, parallel zum GP N4 ENG das AP Sicherheitsstollen (SiSto) Fäsenstaubtunnel I zu erstellen
- 29.07.2011 Kantone, Gemeinden und Bahnen werden über Projektstart informiert und benennen ihre Koordinationspersonen
- 06.10.2011 Beauftragung Verkehrsingenieur Widmer AG Frauenfeld
- 06.10.2011 Beauftragung Fachbegleitung Geologie an Dr. Heinrich Jäckli AG
- 10.11.2011 Koordinationssitzung SBB/DB: Vorstellung Ergebnis ZMB und Projekt GP. SBB/DB veranlassen interne Vernehmlassung der ZMB-Variante "Verlegung Doppelspur DB"
- 16.12.2011 Koordinationssitzung SBB: SBB sieht grosse Probleme bei "Verlegung Doppelspur DB"
- 22.11.2011 Beauftragung Terra Vermessung AG
- 13.12.2011 Entscheid Projektfachsitzung: die Tunneleinfahrt Fäsenstaub II erfolgt mittels Variante "Überleitung"
- 15.12.2011 Entscheide PSS 01:  
Ausbaugeschwindigkeit 80 km/h aufgrund örtlicher Randbedingungen  
Es ist kein Variantenentscheid über den AS SH Süd erforderlich, wenn dort alle Varianten möglich bleiben  
Der Sicherheitsstollen ist im Profil des Tunnels Fäsenstaub II zu projektieren
- 16.12.2011 Koordinationssitzung SBB: Projektvorstellung, Information über Variantenuntersuchung im vom Projekt tangierten Gleisfeld SBB/DB
- 01.02.2012 Koordinationssitzung SBB: Vorstellung Variantenuntersuchung mit Verlegung Doppelspur DB
- 23.02.2012 SBB sind mit Verschiebung der Gleisanlagen nicht einverstanden
- 06.03.2012 Entscheid PSS 02: Lüftungskonzept Längslüftung, im Bereich Portal Süd wird eine Überleitstelle vorgesehen
- 19.03.2012 Koordinationssitzung SBB/DB: Projektvorstellung mit Einbezug der DB-Verantwortlichen aus Berlin und Aufzeigen der mit der SBB erarbeiteten Arbeitsergebnisse
- 02.04.2012 Koordinationssitzung Kanton/Stadt Schaffhausen: Projektvorstellung bei Kantonsingenieur (KI) und Stadtgenieur (SI) zur Vorbereitung der Begleitkommissionssitzung vom 25.06.2012
- 24.04.2012 Koordinationssitzung mit Städt. Werke SH wegen eines den Tunnel Fäsenstaub querenden Druckwasserstollens
- 03.05.2012 Entscheid Projektfachsitzung: an beiden Tunnelportalen wird jeweils eine Tunnelzentrale installiert
- 05.06.2012 Bewilligung für 10 Kernbohrungen zur Baugrund- und Grundwasseruntersuchung durch das Baudepartement Kanton Schaffhausen
- 09.05.2012 Entscheid PSS 03 zum Variantenstudium: Variante 4 (Aufhebung AS SH Nord und Neuer AS Mutzentäli) ist als Bestvariante weiter zu verfolgen
- 25.06.2012 Begleitkommissionssitzung Nr. 1: Vorstellung Variantenstudium mit Vorschlag Variante 4: grundsätzlich positive Rückmeldung von Kanton und Stadt Schaffhausen verbunden mit dem Wunsch den Anschluss SH Nord als Halbanschluss zu erhalten
- 18.07.2012 Begleitkommissionssitzung Nr. 2: Nochmalige Vorstellung des Variantenstudium wie am 25.06.2012

Anhang

---

- 19.07.2012 Stellungnahme Koordinationsstelle Umweltschutz Kanton SH zu Voruntersuchung/Pflichtenheft HU UVP 2. Stufe
- 11.09.2012 Stellungnahme Stadtrat Schaffhausen zu Voruntersuchung/Pflichtenheft HU UVP 2. Stufe
- 24.08.2012 Entscheid Projektfachsitzung: doppelstöckige Strassenführung im Abschnitt Nord wird gutgeheissen
- 19.09.2012 Beauftragung PV Umwelt
- 05.12.2012 Entscheid PSS 04: Überleitunnel am Portal Süd wird in Projekt aufgenommen. Daraus resultiert eine Kostenerhöhung um rund 20 Mio. CHF
- 16.01.2013 Stellungnahme BAFU zu Voruntersuchung Pflichtenheft und Stellungnahmen Kanton/Stadt Schaffhausen
- 11.03.2013 Koordinationssitzung mit KI/SI Schaffhausen: Vorstellung Konzept der flankierenden Massnahmen zum GP N4 ENG und Abholen von Stellungnahmen/Input von KI/SI
- 12.03.2013 PL ASTRA: Besprechung Archäologie mit Kanton Schaffhausen
- 20.06.2013 Entwurf GP vom PV an die Filiale übergeben
- 26.08.2013 Koordinationssitzung mit KI und SI Schaffhausen: Kostenbeteiligung von Stadt/Kanton an Flankierenden Massnahmen in Form einer Absichtserklärung
- 05.09.2013 Entscheid PSS 05: Anschluss SH Nord wird aufgehoben und durch 3/4-Anschluss Mutzentäli ersetzt
- 18.11.2013 Besprechung und Begehung mit ENHK und BAK wegen allfälliger Präjudizierungen des Projektes auf die südlich angrenzende Rheinquerung und ein BLN-Schutzgebiet
- 24.03.2013 Projektvorstellung bei der KNHK Schaffhausen (Kantonale Natur und Heimatschutz Kommission)
- 26.08.2013 Koordinationssitzung mit KI/SI Schaffhausen
- 18.11.2013 Projektvorstellung bei der EHNK (Eidgenössische Natur und Heimatschutz Kommission)
- 19.03.2014 Stellungnahme ENHK: Zur grösstmöglichen Schonung des BLN-Schutzgebietes sollte die Rheinquerung mit einem Tunnel statt einer Brücke erfolgen. Auf der Grundlage einer Interessenabwägung wäre jedoch allenfalls auch eine Erweiterung der bestehenden Rheinbrücke als Gesamtlösung akzeptabel.
- 27.03.2014 PSS 06: Information, keine Entscheide
- 23.04.2014 Begleitkommissionssitzung Nr. 3: Das von der Fachunterstützung geprüfte GP N4 ENG wird im Vorfeld der Vernehmlassung nach Art. 11 NSV dem Kanton und der Stadt Schaffhausen vorgestellt.
- 16.06.2014 Zur Festlegung der Rahmenbedingungen und Ziele der Interessenabwägung ENHK findet ein ASTRA-interner Workshop mit den Projektverfassern statt
- 05.08.2014 Begleitkommissionssitzung Nr. 4: Das GP N4 ENG wird den Exekutiven von Stadt und Kanton Schaffhausen vorgestellt. Flankierende Massnahmen sind integraler Bestandteil des GP und werden unter Beteiligung von Stadt und Kanton projektiert und finanziert.
- 18.11.2014 Entscheid PSS 07: Die Investitionskosten für das GP N4 ENG werden zu 89% dem Budget Engpass und 11% dem den Budgets Ausbau/Unterhalt zugeordnet. Die Interessenabwägung ENHK wird gemäss den Änderungsvorschlägen der ENHK überarbeitet.
- 17.09.2015 PSS 08: Das überarbeitete GP-Dossier ist bei der FU zur Genehmigung eingereicht.
- 15.10.2015 Das Dossier Generelles Projekt wird von der ASTRA Zentrale freigegeben und zur Stellungnahme an Kanton und Gemeinde abgegeben
- 06.11.2015 Das GP-Dossier wird von der ASTRA-Filiale mit Aufforderung zur Stellungnahme nach Art. 19 NSG an den Kanton versendet
- 26.01.2016 Stellungnahme Kanton Schaffhausen zum GP-Dossier inkl. Stellungnahme Stadt und Umweltfachstellen
- 10.03.2016 PSS 09: Bewertung der Stellungnahmen von Stadt/Kanton Schaffhausen zur Abklärung des weiteren Vorgehens im Bereinigungsverfahren
- 14.03.2016 Koordinationssitzung: Die Stellungnahmen Stadt/Kanton Schaffhausen werden mit ASTRA besprochen. Ziel ist deren Bereinigung vor Weiterleitung des GP N4 ENG an den Bundesrat
- 23.03.2016 Koordinationssitzung mit Kanton und Stadt Schaffhausen als Start für das Bereinigungsverfahren
- 23.05.2016 Koordinationssitzung: Stellungnahmen Stadt/Kanton werden mit ASTRA besprochen und konkrete Lösungen diskutiert, insbesondere zum Wunsch von Kanton/Stadt den Anschluss SH Nord so weit möglich zu erhalten.
- 14.06.2016 Koordinationssitzung mit KI und Stabsstelle Stadt Schaffhausen zur Vorbereitung der Begleitkommissionssitzung vom 11.08.2016

Anhang

---

- 11.08.2016 Begleitkommissionssitzung Nr. 5: die noch offenen Punkte aus der Stellungnahme Stadt/Kanton Schaffhausen werden besprochen. Auf Antrag der Vertreter von Stadt/Kanton Schaffhausen wird entschieden, den ¼- Anschluss SH-Nord mit einer Ausfahrt Zürich - Schaffhausen in das GP ENG aufzunehmen und auf den Abbruch der Schönenbergbrücke und den Neubau einer Fussgänger-/Veloverbindung zu verzichten.
- 08.11.2016 Regierungsratsbeschluss und Stadtratsbeschluss zum GP N4 ENG
- 08.11.2016 Abschliessende Stellungnahme von Kanton und Stadt Schaffhausen zum GP N4 ENG
- 28.11.2016 Medienorientierung Schaffhausen: Das Vernehmlassungsverfahren nach Art. 11. NSV wurde mit zustimmenden Stellungnahmen von Stadt und Kanton Schaffhausen abgeschlossen. Das GP N4 ENG liegt zur Übergabe an GS UVEK vor

