Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Zofingen

Beilage g1

Nationalstrassen

Strassen Nr.

1. Klasse

N02 / N14

E35

UH-Abschnitt:
60,32,33,34

Gesamtsystem Bypass Luzern

LU / NW

Betriebszustand ohne Spange Nord

TDcost- Bezeichnung: 100054 – BYPASS LU

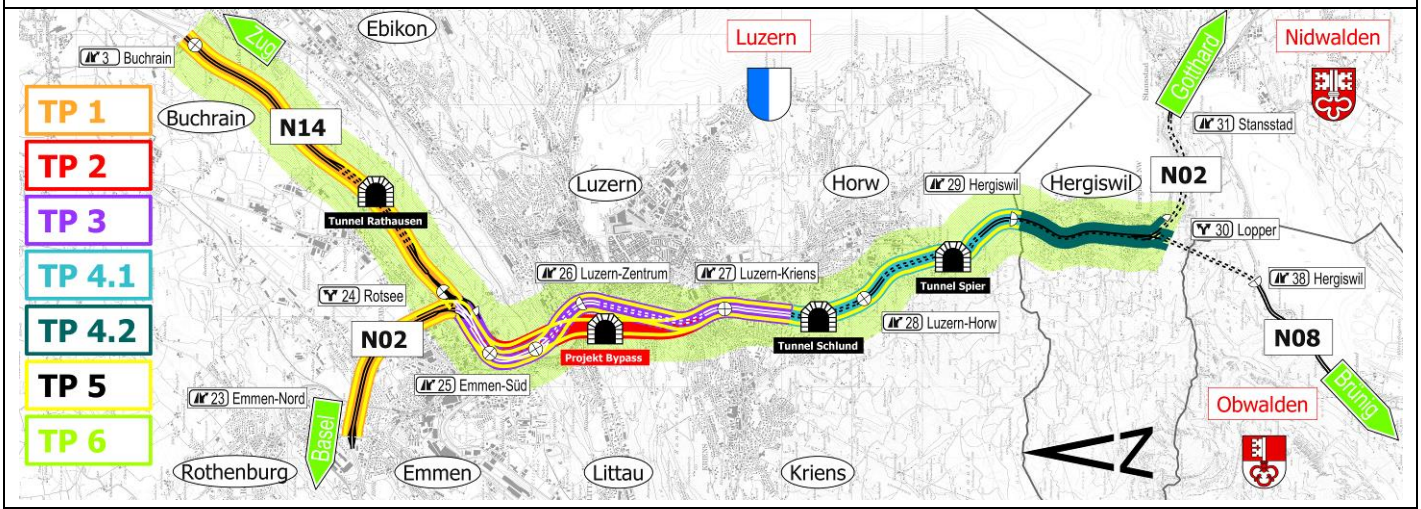
Technischer Bericht

einschliesslich flankierender Massnahmen

Unterhaltskilometer: km 88.955 / km 5.4 - km 102.310

RBBS: CH: N2+880.995 / CH: N14+50.400 – CH: N2+1020.310

Ausführungsprojekt



Dokumentverfasser:

Jauslin Stebler AG	GLU
IG 5B c/o B+S AG	PV TP 1
IG ByTuLu c/o Lombardi AG	PV TP 2/3
CES Bauingenieur AG	PV TP 4.1
IG 3B c/o BG Ingenieure und Berater AG	PV TP 5
Pöyry Schweiz AG	PV TP 6
PG Grosshof c/o ACS Partner AG	PV Grosshofbrücken
IG GEO LU c/o Kellerhals+ Häfeli AG	PV Geologie
Rudolf Keller & Partner AG	PV Verkehr
C+E Planing AG	BHU BSA
Feddersen & Klostermann	Städtebauliche Begleitung

Dokument-Nummer : g1 Technischer Bericht einschliesslich flankierender Massnahmen

Version und Datum : 1.0 / 31.10.2019

Erstellt : stb / 21.10.2019 Geprüft : med / 31.10.2019

Projektleitung:
Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Zofingen

Beurteilt : GPL / 30.11.2019

Geprüft : BL FU / 17.01.2020

Freigabe zur Auflage : AC I Ost / 31.01.2020

Impressum

Bauherrschaft:

Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Zofingen
Brühlstrasse 3
4800 Zofingen

Gesamtprojektleiter: Thomas Kloth, ASTRA
Tel: 058 482 75 47
Email: thomas.kloth@astra.admin.ch

Jauslin Stebler AG
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz

Gesamtleitungsunterstützung GLU

Projektverfasser:

IG 5B
c/o B+S AG
Weltpoststrasse 5
3000 Bern 15

TP 1 Ausbau Nord
B+S AG, Weltpoststrasse 5, 3000 Bern
dsp Ingenieure & Planer AG, Zürichstrasse 4, 8610 Uster
Ingenieurbüro Heierli AG, Cullmanstrasse 56, 8033 Zürich

IG ByTuLu
c/o Lombardi AG
Winkelriedsrasse 37
6003 Luzern

TP 2/3 Tunnel Bypass / Stadtautobahn
Lombardi AG, Winkelriedstrasse 37, 6003 Luzern
Amberg Engineering AG, Trockenloostr. 21, 8105 Regensdorf-Watt
Emch+Berger WSB AG, Rüeggisingerstrasse 41, 6020 Emmenbrücke

CES Bauingenieur AG
Seestrasse 94
6052 Hergiswil

TP 4.1 Ergänzung Süd

IG 3B
c/o BG Ingenieure und Berater AG
Papiermühlestrasse 71
3014 Bern

TP 5 BSA
BG Ingenieure & Berater AG, Papiermühlestrasse 71, 3014 Bern
Basler & Hofmann AG, Forchstrasse 395, 8032 Zürich
HBI Haerter AG, Stockenstrasse 12, 8002 Zürich

Pöyry Schweiz AG
Herostrasse 12
8048 Zürich

TP 6 Umwelt

PG Grosshof
c/o ACS Partner AG
Gubelstrasse 28
8050 Zürich

PV Grosshofbrücken
ACS Partner AG, Gubelstrasse 28, 8050 Zürich
Hager Partner AG, Bergstrasse 50, 8032 Zürich
Smarch – Mathys & Stücheli, Kasernenstrasse 19, 8004 Zürich

IG GEO LU
c/o Kellerhals + Häfeli AG
Kappellenstrasse 22
3011 Bern

PV Geologie
Kellerhals + Häfeli AG, Kappellenstrasse 22, 3011 Bern
IUB Engineering AG, Belpstrasse 48, 300 Bern

Rudolf Keller & Partner AG
Neue Bahnhofstrasse 160
4132 Muttenz

PV Verkehr

Feddersen & Klostermann
Neumarkt 6
8001 Zürich

Städtebauliche Begleitung

C+E Planing AG
Bahnhofweg 17
5610 Wohlen

Bauherrenunterstützung BSA

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung 6
1.1. Ausgangslage 6
1.2. Abstimmung mit dem kantonalen Projekt Spange Nord 6
1.3. Inhalt Ausführungsprojekt 7
1.4. Finanzierung 7
1.5. Projektrückblick 7
1.6. Verkehr 8
1.7. Projektbeschrieb 8
1.8. Materialbewirtschaftung 10
1.9. Umwelt 10
1.10. Bauzeit / Kosten 11
2. Einleitung 12
2.1. Ausgangslage 12
2.2. Auftrag 13
2.3. Projektstruktur 16
2.4. Auflageperimeter 19
2.5. Drittprojekte 19
3. Projektspezifische Grundlagen und Randbedingungen 20
3.1. Geologische und hydrogeologische Grundlagen 20
3.2. Lärmschutz, Akustik 26
3.3. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen 26
4. Verkehr 27
4.1. Verkehrsprognosen 27
4.2. Verkehrsanalyse inkl. Schwachstellen 30
4.3. Dimensionierung der Anlage 38
4.4. Verkehrliche Wirkung des Gesamtsystems Bypass Luzern 40
4.5. Fazit für Entlastungen und Belastungen im Strassennetz 52
4.6. Erwartete Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit 54
4.7. Langsamverkehr 55
4.8. Verkehrlich flankierende Massnahmen im Endzustand 55
4.9. Betriebskonzept/-zustände 57
5. Variantenstudium 63
5.1. Ausbau Nord (TP 1) 63
5.2. Tunnel Bypass/Stadtautobahn (TP 2/3) 66
6. Ausbau Nord 72
6.1. Linienführung 72
6.2. Trassee Allgemein 75
6.3. Verzweigung Rotsee 78
6.4. Anschluss Emmen-Süd inkl. Reusseggstrasse 78
6.5. Anschluss Buchrain 79
6.6. Kunstbauten, Stützmauern 79
6.7. 3. Röhre Tunnel Rathausen 85
6.8. Entwässerung, Strassenabwasserbehandlung 91
6.9. Lärmschutzmassnahmen 95
6.10. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen 96

7. Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken 99
7.1. Linienführung 99
7.2. Tunnelvorzone Ibach 100
7.3. Tunnel Bypass 109
7.4. Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk 132
7.5. Tunnelvorzone Süd – Anschluss Luzern-Kriens 146
8. Stadtautobahn 152
8.1. Linienführung, Trassee 152
8.2. Entwässerung 153
8.3. Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU 153
8.4. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen 158
9. Ergänzung Süd 161
9.1. Linienführung, Projektinhalt 161
9.2. Kunstbauten, Stützmauern 164
9.3. Deckennischen für Strahlventilatoren im Tunnel Schlund 166
9.4. Signalportale Anschluss Luzern-Horw (AS-Nr. 28) 168
9.5. Entwässerung 169
9.6. Lärmschutzmassnahmen 174
9.7. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen 174
9.8. Werkleitungen 175
10. Realisierung 176
10.1. Übergeordnete Realisierungsetappierung / Grobbauprogramm 176
10.2. Realisierung Ausbau Nord 177
10.3. Realisierung Tunnel Bypass / Stadtautobahn 183
10.4. Realisierung Ergänzung Süd 195
11. Verkehrsphasen während Realisierung 200
11.1. Ausgangslage, Ziele, Vorgehen 200
11.2. Hauptverkehrsphasen inkl. flankierende Massnahmen 201
11.3. Fazit 227
12. Baulinien 228
12.1. Ausbau Nord 228
12.2. Tunnel Bypass / Stadtautobahn 230
13. Landerwerb 231
13.1. Ausbau Nord 231
13.2. Tunnel Bypass / Grosshofbrücken 232
13.3. Ergänzung Süd 232
14. Umwelt 233
15. Bewilligungen (Dossiers m1 bis m10) 235
15.1. Elektrische Leitungen (m1) 235
15.2. Gasleitungen (m2) 236
15.3. Eisenbahnanlagen (m3) 237
15.4. Sonderfall Deponien (m4) 237
15.5. Rodungen (m5) 237
15.6. Beseitigung von Ufervegetation (m6) 237
15.7. Erleichterungen (m7) 238

15.8. Fischerei (m8) 238
15.9. Grundwasser (m9) 238
15.10. Schutz von Sonderarten (m10) 238
16. Kosten 239
16.1. Zusammenfassung Kostenschätzung (+/- 15 %) 239
16.2. Kostenteiler ASTRA - Dritte 239
16.3. Kostenteiler Engpassbeseitigung (E), Ausbau (A) und Unterhalt (U) 240
16.4. Kostenschätzung (+/- 15 %) 241
16.5. Massgebende Kostenabweichungen zum Generellen Projekt (GP) 242
17. Übergeordnete Termine / Weiteres Vorgehen 243

1. Zusammenfassung

1.1. Ausgangslage

Der Bundesrat hat am 16. November 2016 das Generelle Projekt (GP) Gesamtsystem Bypass Luzern genehmigt und dem Bundesamt für Strassen ASTRA den Auftrag erteilt, das Ausführungsprojekt AP (= Auflageprojekt) zu erarbeiten. Im GP wurde das Gesamtsystem Bypass Luzern, d.h. der Betriebszustand unter Berücksichtigung des kantonalen Projekts Spange Nord umweltrechtlich abgehandelt.

Das Bundesprojekt Gesamtsystem Bypass Luzern besteht aus den drei Teilprojekten Ausbau Nord (TP 1), Tunnel Bypass (TP 2/3) und Ergänzung Süd (TP 4.1). Das Gesamtsystem Bypass Luzern bewirkt eine Verlagerung des nationalen und regionalen Transitverkehrs von der bestehenden Nationalstrasse in den neuen Tunnel Bypass. Dabei werden Kapazitäten im bestehenden Nationalstrassennetz zwischen den Anschlüssen Emmen-Süd, Luzern-Zentrum und Luzern-Kriens geschaffen, welche dem lokalen Ziel-, Quell- und Binnenverkehr zugutekommen.

Parallel zum Generellen Projekt (GP) hatte der Kanton Luzern das Vorprojekt der Spange Nord und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr erarbeitet. Die Spange Nord war nicht Bestandteil des Generellen Projekts Gesamtsystem Bypass Luzern und ist auch nicht Bestandteil des vorliegenden Ausführungsprojekts. Die Spange Nord (mit Massnahmen für den öffentlichen Verkehr) ist ein Projekt des Kantons Luzern. Die Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern bildet die Voraussetzung, dass in Zukunft die Spange Nord oder vergleichbare Massnahmen zur Gewährleistung eines funktionierenden Verkehrssystems im Raum Luzern umgesetzt werden können.

Das Gesamtverkehrssystem funktioniert nur für alle Verkehrsträger, wenn die Verfügbarkeit und die Leistungsfähigkeit der Nationalstrassen für den nationalen und regionalen Verkehr aufrechterhalten werden kann.

Die Projektziele des Gesamtsystems Bypass Luzern lauten:

- Beseitigung des Engpasses auf der Nationalstrasse N02/N14 im Grossraum Luzern und damit Sicherstellung der Funktionalität Nationalstrasse (nationaler und regionaler Durchgangsverkehr).
- Netzredundanz im Ereignisfall und im geplanten Unterhaltsfall der Tunnelsysteme im Raum Luzern.
- Sicherstellung der Funktionalität der Anschlüsse an die Nationalstrasse.

Die Projektziele auf regionaler und lokaler Ebene lauten:

- Verbesserung der Erreichbarkeit der Agglomeration Luzern für MIV/strassengebundener ÖV (Ziel-/Quellverkehr).
- Entlastung untergeordnetes Netz und damit Verbesserungsmöglichkeit für den ÖV.

1.2. Abstimmung mit dem kantonalen Projekt Spange Nord

Im Generellen Projekt war zur Erfüllung aller Projektziele vorgesehen, dass die Spange Nord im Anschluss Luzern-Lochhof an das Nationalstrassennetz angebunden wird. Das Ziel war, mit der Spange Nord inkl. dem neuen Autobahnanschluss Luzern-Lochhof den Verkehrsdruck auf die bestehenden Autobahnanschlüsse zu reduzieren, deren Funktionalität zu verbessern und dem motorisierten Individualverkehr eine neue leistungsfähige Hauptverkehrsachse zur Verfügung zu stellen, die es erlaubt, Kapazitäten im Stadtzentrum Luzern zur Förderung des öffentlichen Verkehrs zu schaffen.

Der Kantonsrat des Kantons Luzern hat im Rahmen der Bewilligung des Planungskredits für das Bauvorhaben den Regierungsrat beauftragt, alternative Ideen zum vorliegenden Projekt Spange Nord inkl. den Massnahmen für den öffentlichen Verkehr zu prüfen. Das zuständige Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement hat in der Folge eine Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) in Auftrag gegeben, um das Projekt ergebnisoffen zu überprüfen.

Infolge des prognostizierten Siedlungs- und Verkehrswachstums bis 2040 sind - unabhängig von den in der kantonalen ZMB zu prüfenden Massnahmen sowie unabhängig vom vorliegenden Ausführungsprojekt – durch den Kanton sogenannte Ohnehin-Massnahmen zur Bewältigung der Verkehrsmengen an einzelnen neuralgischen Knoten umzusetzen.

Die Realisierung des Bundesprojekts Gesamtsystem Bypass Luzern dauert ca. 12 Jahre. Der Baubeginn wird nicht vor dem Jahr 2024 und die Inbetriebnahme nicht vor 2036 erfolgen. Um die volle Wirkung zu erzielen und alle Projektziele zu erreichen, ist eine gleichzeitige Inbetriebnahme des Ausführungsprojekts und der kantonalen Massnahmen wie z.B. der Spange Nord anzustreben. Das Gesamtsystem Bypass Luzern gemäss vorliegendem Ausführungsprojekt mit seiner langen Bauzeit ist terminlich und baulich aufwärts kompatibel strukturiert, sodass die kantonalen Massnahmen auch zu einem späteren Zeitpunkt genehmigt und umgesetzt werden können. Der Ausbau des Anschluss Luzern-Lochhof für eine Anbindung der Kantonsstrassen an das Nationalstrassennetz kann realisiert und in Betrieb genommen werden, ohne dass bauliche Anpassungen der bereits realisierten Projektteile des Gesamtsystems Bypass Luzern notwendig sind. Mit dem vorliegenden Ausführungsprojekt werden künftige kantonale Vorhaben bzw. sogenannte Ohnehin-Massnahmen nicht präjudiziert. Das Ausführungsprojekt ist vollumfänglich unabhängig und aufwärtskompatibel.

Dementsprechend besteht noch ausreichend Zeit, um die kantonalen Projekte zur Baureife zu bringen. Falls der Nationalstrassenperimeter betroffen ist, wird die Baubewilligung in einem zweiten, separaten Plangenehmigungsverfahren gemeinsam mit dem kantonalen Bewilligungsverfahren durchgeführt. Dieses zweite Plangenehmigungsverfahren wird die verkehrlichen und umweltrechtlichen Auswirkungen in Ergänzung zum vorliegenden Ausführungsprojekt aufzeigen.

1.3. Inhalt Ausführungsprojekt

Gemäss Nationalstrassengesetz (NSG) Art. 12 muss das Ausführungsprojekt AP (= Auflageprojekt) Aufschluss über Art, Umfang und Lage des Werkes samt allen Nebenanlagen, die Einzelheiten seiner bautechnischen Gestaltung und die Baulinien geben.

Im Unterschied zum Generellen Projekt wird im vorliegenden Ausführungsprojekt inkl. dem Umweltverträglichkeitsbericht das Gesamtsystem Bypass Luzern mit dem Betriebszustand ohne Spange Nord abgehandelt. Dementsprechend verbleibt der Anschluss Luzern-Lochhof wie im heutigen Zustand als Werksanschluss, welcher ausschliesslich von Polizei, Sanität, Feuerwehr und Autobahnunterhalt genutzt werden darf.

Die im Umfeld der Nationalstrassen notwendigen baulichen Modifikationen und umweltrechtlichen Auswirkungen zur Umsetzung des Betriebszustandes mit den kantonalen Massnahmen (z.B. Spange Nord oder andere Massnahmen) werden in einem zweiten Verfahren abgehandelt, sobald das kantonale Projekt vorliegt.

1.4. Finanzierung

Die eidgenössischen Räte haben im Juni 2019 dem Bundesbeschluss über den Ausbauschritt 2019 für die Nationalstrassen aus dem Strategischen Entwicklungsprogramm Nationalstrassen (STEP) zugestimmt. Das Vorhaben Gesamtsystem Bypass Luzern ist dem Ausbauschritt 2019 zugeordnet. Dementsprechend ist die Finanzierung des Gesamtsystems Bypass Luzern gewährleistet.

1.5. Projektrückblick

Im Jahre 2004 erteilte das Bundesamt für Strassen ASTRA dem Kanton Luzern den Auftrag, eine Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) für die Lösung der prognostizierten verkehrlichen Probleme im Raum Luzern zu erarbeiten. Mit den Zusatzabklärungen 2008/2009 wurde das Gesamtsystem Bypass Luzern als Bestvariante evaluiert. Es bildet neben dem Tiefbahnhof das Schlüsselelement des Agglomerationsprogramms und ist im kantonalen Richtplan 2009 verbindlich erklärt.

Von 2010 bis 2016 wurde durch das ASTRA das Generelle Projekt (GP) für das Gesamtsystem Bypass Luzern auf der Basis der optimierten Bestvariante der ZMB Bypass 2x2 ausgearbeitet.

Im Generellen Projekt (GP) wurden die Linienführung, einschliesslich der ober- und unterirdischen Strassenführung, die Anschlussstellen mit den Zu- und Wegfahrten, die Kreuzungsbauwerke und die Anzahl Fahrstreifen definiert, sowie die Umweltverträglichkeit nachgewiesen. Das Generelle Projekt ist mit dem kantonalen Richtplan abgestimmt.

1.6. Verkehr

Viele Abschnitte des Nationalstrassennetzes im Raum Luzern sind bereits heute bis nahe an der Kapazitätsgrenze bzw. darüber hinaus ausgelastet. Diese Situation wird sich in den nächsten Jahren durch die prognostizierte Zunahme des Verkehrs nochmals verschärfen. Da insbesondere auch Ein- und Ausfahrten sowie die den Einfahrten folgenden Verflechtungsstrecken von Überlastungen betroffen sind, wird es auch im untergeordneten Strassennetz zu Behinderungen kommen und somit dessen Funktion einschränken. Ohne Kapazitätsausbau wird die Funktionalität des gesamten Hochleistungs-/und Hauptverkehrsstrassensystems in der Agglomeration Luzern stark eingeschränkt.

Das Gesamtsystem Bypass Luzern wurde verkehrstechnisch so dimensioniert, dass es über eine Konsistenz bezüglich der Leistungsfähigkeit verfügt. Die Fahrstreifentopologie entspricht den Belastungen in der zukünftigen Spitzenstunde. So werden jeweils zwischen den Anschlüssen im zentralen Abschnitt neu insgesamt fünf Fahrstreifen statt heute drei, in den Zuflussstrecken neu drei statt heute zwei Fahrstreifen pro Richtung zur Verfügung stehen. Das gesamte Hochleistungsstrassennetz ist dadurch nicht mehr staugefährdet. Sowohl der Durchgangsverkehr als auch ein massgebender Anteil des Agglomerationsverkehrs können auf diesem System sicher und leistungsfähig abgewickelt werden.

Das vorliegende Ausführungsprojekt beinhaltet die baulichen Massnahmen, um die gewünschten Kapazitätserweiterungen im betroffenen Nationalstrassenperimeter sicherzustellen und den bestehenden Engpass zu beseitigen. Ohne zusätzliche verkehrliche Massnahmen im Kantons- und Stadtstrassennetz wird es vor allem an den Knoten im Bereich der bestehenden Autobahnanschlüsse zunehmend zu Beeinträchtigungen für alle Verkehrsteilnehmenden kommen. Die Umsetzung zusätzlicher Massnahmen auf dem Kantons- und Stadtstrassennetz muss durch den Kanton Luzern weiter geplant und umgesetzt werden, um die Verfügbarkeit des Gesamtverkehrssystems in der Stadt Luzern und in der Agglomeration zu gewährleisten.

Im Weiteren wird durch den Tunnel Bypass eine zweite Stammachse und somit eine Redundanz im Hochleistungsstrassennetz geschaffen. Dadurch wird verhindert, dass bei Störungen (Unfälle, Pannenfahrzeuge usw.) auf der Autobahn der Stauumfahrungsverkehr in das untergeordnete Strassennetz abfliesst. Zudem kann der Verkehr bei einer zukünftigen Instandsetzung der Stadtautobahn oder des Tunnel Bypass über die Nationalstrasse abgewickelt werden. Er muss nicht mehr wie bei der Instandsetzung Cityring durch Luzern und Kriens umgeleitet werden.

1.7. Projektbeschrieb

(Siehe Übersicht im Anhang 1)

Ausbau Nord (TP 1)

Strassenbau: Der Perimeter umfasst die beiden Abschnitte N14, Verzweigung Rotsee bis Anschluss Buchrain, und N02, Verzweigung Rotsee bis Anschluss Emmen-Nord. Im Abschnitt N02, Verzweigung Rotsee bis Emmen-Nord, werden im Bereich des Trasses mit Ausnahme von Modifikationen an der Signalisation keine baulichen Anpassungen vorgenommen. In der Verzweigung Rotsee werden die zwei bestehenden Einfahrtsrampen Emmen-Süd in Richtung Zug durch einen kombinierten Anschluss mit einem neuen Knoten auf der Reusseggstrasse ersetzt. Zudem wird eine 2-streifige Verkehrsführung von Basel (N02) in Richtung Zug/Zürich (N14) realisiert. Der Abschnitt N14, Verzweigung Rotsee bis Anschluss Buchrain, wird von 4 auf 6 Fahrstreifen ausgebaut. Der bestehende Tagbautunnel Rathausen wird um eine 3. Tunnelröhre ergänzt.

Kunstbauten: Gleichzeitig mit dem Ausbau der Strecke sollen die bestehenden Kunstbauten instandgesetzt werden. Ausserdem sind einige bestehende Kunstbauten infolge des Ausbaus zu erweitern.

Tunnel Bypass / Stadtautobahn (TP 2/3) inkl. Grosshofbrücken

Tunnel Bypass: Der Tunnel Bypass besitzt als Kernelement zwei zweistreifige Tunnelröhren im Richtungsverkehr, welche Luzern und die Reuss unterqueren. Die Tunnellänge beträgt für die Nordröhre (FBNO) rund 3‘760 m und für die Südröhre (FBSU) rund 3‘850 m. Davon werden ca. je drei Kilometer im bergmännischen Verfahren und der Rest im Tagbauverfahren erstellt. Das Tunnel Bypass Nordportal liegt im Gebiet Ibach zwischen der Verzweigung Rotsee und der Brücke Ibach. Das Südportal des Tunnel Bypass liegt im Bereich des Anschlusses Luzern-Kriens. In regelmässigen Abständen von 300 m sind Querverbindungen als Fluchtweg zwischen den beiden Röhren vorgesehen. Um eine Längslüftung in Normalbetrieb auch bei Stau oder stockendem Verkehr aufrechtzuerhalten, sind im Portalbereich Strahlventilatoren vorgesehen. Im Ereignisfall werden der Rauch und die Brandgase über Abluftklappen in der Zwischendecke durch den Abluftkanal zur Lüftungszentrale abgesaugt. Diese befindet sich etwa 440 m südlich der Tunnelmitte an der Oberfläche im Gütschwald und ist über einen Abluftschacht mit dem Tunnel verbunden. In der Lüftungszentrale befinden sich die Abluftventilatoren und das Rauchauslassbauwerk. Das Lüftungssystem der beiden Röhren ist komplett getrennt, um ihre betriebliche Unabhängigkeit zu gewährleisten.

Tunnelvorzone Ibach: Zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Emmen-Süd erfolgt eine Neutrassierung der bestehenden N02. Dazwischen tauchen die Fahrstreifen des Tunnel Bypass ab resp. auf. Die Verzweigung Rotsee sowie der Anschluss Emmen-Süd werden der veränderten Situation angepasst.

Durch die markante Verbreiterung des Nationalstrassentrassees entstehen Höhenunterschiede von bis zu 15 m, welche mit einer Stützkonstruktion überbrückt werden müssen. Die Stützmauer am Hang der Fahrbahn Richtung Nord ist das dominanteste Bauwerk im Bereich Tunnelvorzone Ibach. Daher wurde der Gestaltung ein hoher Stellenwert beigemessen.

Stadtautobahn (heutiger Cityring): Nach der Inbetriebnahme des Tunnel Bypass wird die heutige N02, Cityring, zur Stadtautobahn. Der Nationalstrassenabschnitt zwischen Ibach im Norden und dem Anschluss Luzern-Kriens im Süden mit dem Tunnel Reussport und dem Tunnel Sonnenberg dient damit zukünftig primär der Abwicklung des Ziel-, Quell- und Binnenverkehrs der Agglomeration Luzern. Der Tunnel Sonnenberg wird in Fahrtrichtung Süd mit einem Überwerfungstunnel ergänzt, so dass der Anschluss Luzern-Kriens weiterhin bedient werden kann. Der Anschluss Lochhof wird im Rahmen der Umsetzung des vorliegenden Ausführungsprojekts nicht in Betrieb genommen.

Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk

Die Machbarkeitsstudien zu Brücken und Lärmschutzkonstruktionen im Raum Grosshof, welche im Rahmen des Generellen Projektes 2016 erarbeitet wurden, belegten zwar die Machbarkeit, brachten jedoch keine befriedigende Lösung bezüglich Gestaltung hervor. Aufgrund der Vernehmlassung bei den betroffenen Kantonen und Gemeinden hat das ASTRA entschieden, das bestehende Tunnelportal Sonnenberg/Bypass sowie die Grosshofbrücken komplett zu ersetzen und ein neues, den Anforderungen aus den Anzahl Fahrstreifen, dem Betrieb, Lärm und städtebaulicher Gestaltung entsprechende Bauwerk zu realisieren. Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen eines Projektwettbewerbs ermittelt. Die Stadt Kriens erhält ein neues Eingangstor.

Die beiden Grosshofbrücken beginnen beim südlichen Ende der beiden Röhren Tunnel Bypass und der beiden Röhren Tunnel Sonnenberg. Die Grosshofbrücken überqueren die Langsägestrasse und enden beim Widerlager Süd nach der Überquerung der Luzernerstrasse. Gegen Süden folgt das Portalbauwerk Kriens, welches die Ein- und Ausfahrtsituationen für die Nationalstrasse beinhaltet.

Das neue Brückenbauwerk umfasst mit den neun Fahrstreifen eine Ausdehnung, die einer sorgfältigen Einbettung in die bestehende Siedlungslandschaft bedarf. Die neue Brücke entwickelt sich wie ein Gebäude aus dem Sonnenberghang heraus, überspannt die Luzernerstrasse und wird auf der gegenüberliegenden Seite durch den neu gestalteten Salesiahügel eingebunden und in die südlich folgende Tallandschaft weitergeführt. So entsteht eine Torsituation zwischen Sonnenberg und dem erweiterten Salesiahügel.

Ergänzung Süd (TP 4.1, TP 4.2)

Das Projekt sieht zwischen dem Anschluss Luzern-Horw und dem Halbanschluss Hergiswil in beiden Fahrtrichtungen eine permanente Pannenstreifenumnutzung (PUN) vor, sodass in diesem Abschnitt zukünftig durchgehend 2 x 3 Fahrstreifen zur Verfügung stehen. In Fahrtrichtung Nord erfolgt die Pannenstreifenumnutzung über den Halbanschluss Hergiswil hinweg Die signalisierte Geschwindigkeit wird von heute 100 km/h auf 80 km/h reduziert, damit die Verkehrssicherheit infolge reduzierter Fahrstreifenabmessungen verbessert und der Verkehrsfluss stabilisiert werden kann.

Im Teilprojekt TP 4.2 wird die durchgehende Nutzung des 3. Fahrstreifens in Fahrtrichtung Nord als neuer Betriebszustand dargestellt. Der Pannenstreifen wird zugunsten des 3. Fahrstreifens aufgehoben. Die notwendigen baulichen Massnahmen werden im Erhaltungsprojekt N02 Luzern-Hergiswil bis 2021 realisiert. In Fahrtrichtung Süd (FBSU) verbleibt die Anzahl Fahrstreifen unverändert.

1.8. Materialbewirtschaftung

Es fallen insgesamt ca. 2.4 Mio. m^3 (fest) Material an. Mengenmässig eindeutig am relevantesten ist der Tunnel Bypass. Die Vortriebsart hat noch einen gewissen Einfluss auf die Materialmenge. In der obigen Zahl ist diejenige Vortriebsart enthalten, bei der die grösste Materialmenge anfällt (Vortrieb mittels Tunnelbohrmaschine). Bei einem Sprengvortrieb wären die Materialmengen um rund 10 % geringer.

Aufgrund der geologischen Formation (Süsswassermolasse) lässt sich das Gesteinsmaterial nicht für hochwertige Produkte wie z.B. Zuschlagsstoffe für Beton oder Asphalt verwenden. Auch eine Nutzung für die Ziegelei-, Backstein- oder Zementindustrie ist nicht möglich. Gemäss aktuellem Stand können voraussichtlich nur ca. 0.34 Mio. m^3 (fest) der anfallenden Materialmenge für Auf- und Hinterfüllungen im Projekt Bypass Luzern wieder eingesetzt werden. Rund 2 Mio. m^3 (fest) werden zur Auffüllung von bestehenden Kiesabbaustellen wieder verwendet.

1.9. Umwelt

Durch das Projekt Bypass Luzern, d.h. den Ausbau des Nationalstrassensystems N02/N14, werden sowohl ländliche Räume als auch Agglomerationsgebiete der Region Luzern betroffen. Mehrheitlich besteht bereits eine hohe zivilisatorische Vorbelastung durch Siedlungen, Strassen-, Bahn- und Übertragungsleitungsanlagen.

Das Projekt unterliegt der mehrstufigen UVP-Pflicht (Anlagetyp 11.1 gemäss Anhang UVPV). Das massgebliche Verfahren für das Ausführungsprojekt (AP), welches die UVP 3. Stufe beinhaltet, ist die Plangenehmigung durch das Departement (Art. 26 Abs. 1 NSG). Genehmigungsbehörde ist das UVEK, die zuständige Leitbehörde das ASTRA. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist die zuständige Umweltschutzbehörde. Mit der Plangenehmigung erteilt das UVEK sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen.

Der Bau des Gesamtsystems Bypass Luzern wird mehrere Jahre dauernde Umweltbelastungen verursachen. Die wesentlichsten Auswirkungen betreffen die Lärmimmissionen infolge von Aushub-/ Ausbruchabtransporten, Baumaterialzufuhr und Baumaschinen, den Boden (Abtrag, Zwischenlagerung und Verwertung bei Trassee- und Tunneltagbaustrecken) und die temporären Rodungen. Lokal sind auch das Grundwasser infolge von Einbauten, Injektionen und Absenkungen und das Oberflächenwasser (Bauarbeiten im Gewässerraum, im Gewässer selbst und im Gewässerschutzbereich Ao) betroffen.

Da der grösste Teil des Aushub-/Ausbruchmaterials aus Materialqualitätsgründen nicht projektintern verwertet werden kann, wird es in bestehenden Materialentnahmestellen (zur Wiederauffüllung) der Verwertung zugeführt oder in Deponien abgelagert. Für diese Transporte wurde als Alternative zum LKW-Transport der Bau einer Bahnverladeanlage in Rothenburg evaluiert und in das Projekt aufgenommen.

Im Betriebszustand betreffen die wichtigsten Umweltbelastungen die Umweltaspekte Strassenverkehrslärm, Grundwasser, Wald und Boden- / Fruchtfolgeflächen(verluste). Von eher untergeordneter Bedeutung sind die Auswirkungen in den übrigen Aspekten, namentlich Lufthygiene, Oberflächengewässer, Flora / Fauna / Lebensräume und Landschaft.

Im Bereich der neuen und ausgebauten Nationalstrassenabschnitte wird die Lärmbelastung mit Massnahmen an der Quelle wirkungsvoll begrenzt. Einerseits verläuft die Strecke vielerorts unterirdisch (Tunnel Bypass, Rathausen, Schlund und Spier). Andererseits wird bereits im Rahmen der anstehenden Erhaltungsprojekte und dann auch im Rahmen des Projekts Gesamtsystem Bypass ein lärmarmer Belag eingebaut. Im Bereich Grosshof werden alle vier Tunnelröhren bis in den Bereich Anschluss Luzern-Kriens verlängert bzw. die Südportale des Tunnels Bypass und Tunnels Sonnenberg werden als neues gemeinsames Portalbauwerk ausgebildet. Insgesamt ist die Zunahme der Lärmbelastung entlang der Nationalstrassenabschnitte gering (N14) bzw. die Lärmbelastung nimmt wegen der geplanten Geschwindigkeitsreduktion und des lärmarmen Belags sogar ab (N02). Trotz projektintegrierter Massnahmen sind wenige Erleichterungen und Schallschutzfenster notwendig.

Die Auswirkungen des Projekts auf die Grundwasserverhältnisse werden als insgesamt gering angesehen. Dort wo Einbauten unter den Grundwasserspiegel notwendig werden, insbesondere im Bereich Grosshofbrücken/Kriens, wird die 10%-Regel eingehalten.

Das Projekt beansprucht insgesamt rund 20'000 m^2 Wald temporär und 31‘900 m^2 definitiv. Für die gesamte definitive Rodungsfläche wird Realersatz geleistet. Der Rodungsersatz wird – da Aufforstungsflächen in Projektnähe nicht vorhanden sind - in den Gemeinden Weggis und Schwarzenberg realisiert.

Zwischen der Reussbrücke Buchrain und dem Anschluss Emmen-Süd resultiert aus der Verbreiterung der Autobahn ein definitiver Verlust von Fruchtfolgeflächen von knapp 1.3 ha. Da dieser Verlust nicht projektintern kompensiert werden kann, hat sich das ASTRA an einem bereits bewilligten Bodenaufwertungsprojekt (zur Herstellung von Fruchtfolgeflächen) einer landwirtschaftlichen Betriebsgemeinschaft beteiligt.

Darüber hinaus wird das Projekt mit ökologischen, landschaftsgestalterischen und städtebaulichen Massnahmen und Aufwertungen in die betroffenen Lebens- und Siedlungsräume integriert.

Im Rahmen des Detailprojektes sind die im UVB 3. Stufe aufgeführten Vorsorge-, Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen weiter zu konkretisieren, in die Ausschreibungsunterlagen (Submission) zu integrieren sowie mit einer fachlichen Begleitung der Projektrealisierung (Umweltbaubegleitung) sorgfältig umzusetzen.

Unter Berücksichtigung aller im UVB vorgesehenen Massnahmen für die Bauphase und den Betriebszustand ohne Spange Nord kann festgehalten werden, dass die baubetrieblichen und verbleibenden Umweltauswirkungen des Gesamtsystems Bypass Luzern im Einklang mit den umweltschutzrechtlichen Bestimmungen stehen.

1.10. Bauzeit / Kosten

Die Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern dauert auch ohne die baulichen Massnahmen am Anschluss Luzern-Lochhof ca. 12 Jahre. Die Schätzung der Investitionskosten (Preisbasis Oktober 2018) ergibt Gesamtkosten von ca. CHF 1.811 Milliarden. Davon entfallen auf den Bypass inkl. Ergänzung Süd ca. CHF 1‘511 Mio. und auf den Ausbau Nord (Buchrain-Rotsee) ca. CHF 300 Mio. Die Kosten für den Umbau des Anschluss Luzern-Lochhof sind im Unterschied zu den Kosten des Generellen Projekts nicht in diesen Gesamtkosten enthalten.

	Preisbasis Oktober 2018 (gerundet)
Bypass Luzern inkl. Ergänzung Süd	ca. CHF 1‘511 Mio.
Ausbau/Erweiterung Nord (Buchrain – Rotsee)	ca. CHF 300 Mio.
Total (Kostengenauigkeit +/- 15 %) inkl. 10 % Reserve und inkl. MwSt. von 7.7 %	**ca. CHF 1‘811 Mio.**

2. Einleitung

2.1. Ausgangslage

Auf der Nationalstrasse N02/N14 im Raum Luzern überlagern sich Transitverkehre mit wichtigen schweizerischen Verkehrsströmen (Zürich - Zentralschweiz und Basel / westliches Mittelland - Zentralschweiz - Tessin) und mit dem regionalen Verkehr der Agglomeration Luzern. Die Nationalstrassenabschnitte in Luzern sind deshalb auf weiten Strecken bis nahe an die Kapazitätsgrenze ausgelastet. Die Prognosen sagen eine weitere Zunahme des Verkehrs voraus. Gemäss aktualisiertem Verkehrsmodell werden sich diese Kapazitätsprobleme bis ins Jahr 2040 weiter verschärfen.

Im Jahre 2004 erteilte das Bundesamt für Strassen ASTRA dem Kanton Luzern den Auftrag, eine Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) für die Lösung der prognostizierten verkehrlichen Probleme im Raum Luzern zu erarbeiten. Mit den Zusatzabklärungen 2008/2009 wurde das Gesamtsystem Bypass Luzern als Bestvariante evaluiert. Es bildet neben dem Tiefbahnhof das Schlüsselelement des Agglomerationsprogramms und ist im kantonalen Richtplan 2009 verbindlich erklärt.

Von 2010 bis 2016 wurde durch das ASTRA das generelle Projekt (GP) für das Gesamtsystem Bypass Luzern auf der Basis der optimierten Bestvariante der ZMB Bypass 2x2 ausgearbeitet.

Im generellen Projekt (GP) wurden die Linienführung, einschliesslich der ober- und unterirdischen Strassenführung, die Anschlussstellen mit den Zu- und Wegfahrten, die Kreuzungsbauwerke und die Anzahl Fahrstreifen definiert. Das generelle Projekt ist mit dem kantonalen Richtplan abgestimmt.

Der Bundesrat hat am 16. November 2016 das Generelle Projekt (GP) Gesamtsystem Bypass Luzern genehmigt und dem Bundesamt für Strassen ASTRA den Auftrag erteilt, das Ausführungsprojekt AP (= Auflageprojekt) zu erarbeiten. Im GP wurde das Gesamtsystem Bypass Luzern, d.h. der Betriebszustand unter Berücksichtigung des kantonalen Projekts Spange Nord umweltrechtlich abgehandelt.

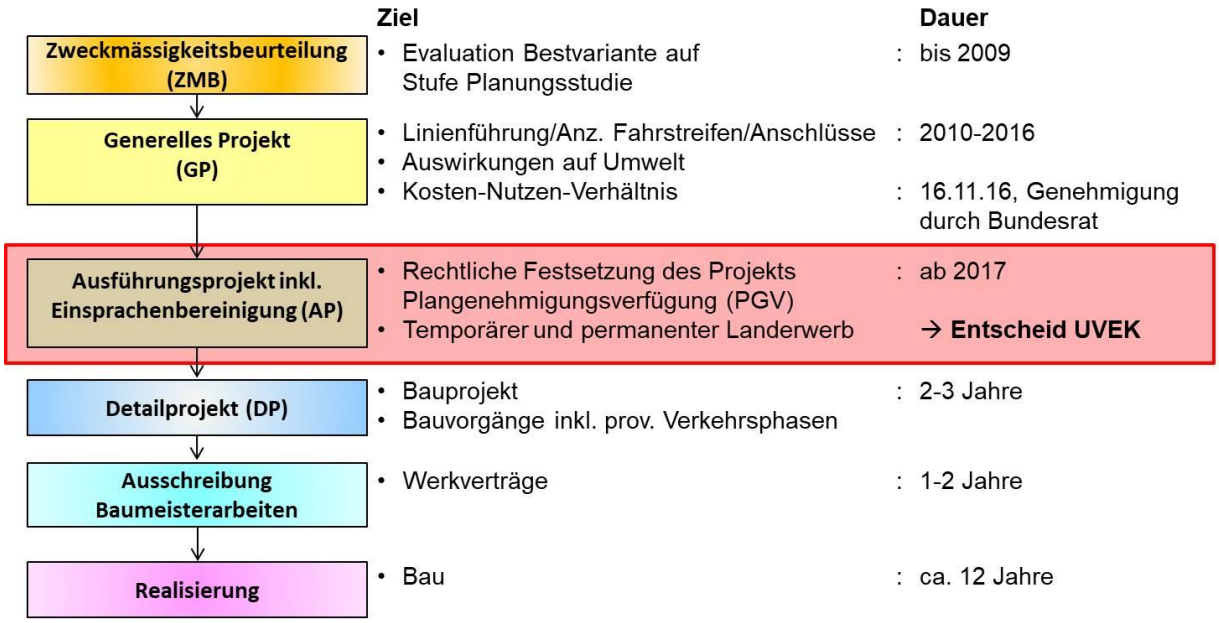


Abbildung 1: Planungsphasen Bypass Luzern

2.2. Auftrag

Gemäss Nationalstrassengesetz (NSG) Art. 21 muss das Ausführungsprojekt AP (= Auflagerprojekt) Aufschluss über Art, Umfang und Lage des Werkes samt allen Nebenanlagen, die Einzelheiten seiner bautechnischen Gestaltung und die Baulinien geben.

Basierend auf dem vom Bundesrat genehmigten generellen Projekt aber für den Betriebszustand ohne Spange Nord sind für folgende Elemente alle auflagerelevanten Details auszuarbeiten und aufzuzeigen (siehe Anhang 1).

Tunnel Bypass

- Es sind zwei richtungsgetrennte Tunnelröhren mit je zwei Fahrstreifen zu realisieren.
- Der nördliche Anschluss des Tunnel Bypass erfolgt auf die N02 im Bereich Ibach (Verflechtungsbereich Ibach) und der südliche Anschluss im Bereich Grosshof.

Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk

- Das Siegerprojekt des Wettbewerbs Grosshofbrücken / Portal Süd Kriens ist technisch und gestalterisch in den Tunnel Bypass bzw. in die Portallandschaft Grosshof zu integrieren.

Ausbau Nord (Emmen-Nord - Buchrain)

- Die bestehende Nationalstrasse N14 wird zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Buchrain in beiden Richtungen durch je einen dritten Fahrstreifen ergänzt.
- Im Bereich der Verzweigung Rotsee sind zwei Fahrstreifen pro Richtung und ausreichend lange Verflechtungsbereiche zu realisieren.
- Auf der N14 wird der Tunnel Rathausen durch eine 3. Röhre erweitert.

Ergänzung Süd (Lopper-Horw)

- Auf der Nationalstrasse N02 ist ein dritter Fahrstreifen zwischen der Verzweigung Lopper und dem Anschluss Luzern-Horw in Fahrtrichtung Nord zu realisieren. In Fahrtrichtung Süd wird zwischen dem Anschluss Luzern-Horw und dem Halbanschluss Hergiswil der bestehende Pannenstreifen zu einem permanenten Fahrstreifen umgenutzt.
- Die verkehrstechnische Sanierung der Verzweigung Lopper in Fahrtrichtung Luzern ist baulich nicht Gegenstand des AP Bypass Luzern. Diese Massnahmen werden im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze Luzern/Nidwalden – Hergiswil bis Ende 2021 realisiert. Mit dem vorliegenden Ausführungsprojekt wird die Nutzung des Pannenstreifens zwischen der Verzweigung Lopper und dem Südportal Tunnel Spier als permanenter Fahrstreifen genehmigt.

Weitere Vorgaben

- Die bestehende Nationalstrasse (heutiger Cityring, zukünftige Stadtautobahn) verbleibt auch nach der Inbetriebnahme des Tunnel Bypass im Nationalstrassenperimeter. Damit wird dem heute gültigen Netzbeschluss Rechnung getragen und der Bund verfügt in Zukunft im Raum Luzern über zwei redundante Nationalstrassenverbindungen.
- Im ganzen Projektperimeter sind die Lärmschutzmassnahmen inkl. der entsprechenden Gestaltung zu definieren.
- Nachweis der Umweltverträglichkeit mittels UVB 3. Stufe.
- Die bauliche Instandsetzung und der Ersatz der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) der bestehenden Tunnel Rathausen, Reussport, Sonnenberg, Schlund und Spier sind nicht Bestandteil des Projekts Bypass Luzern. Die Planung dieser Massnahmen wird durch das ASTRA jedoch so in Auftrag gegeben, dass die Umsetzung im gleichen Realisierungszeitfenster wie der Bypass Luzern erfolgen kann.

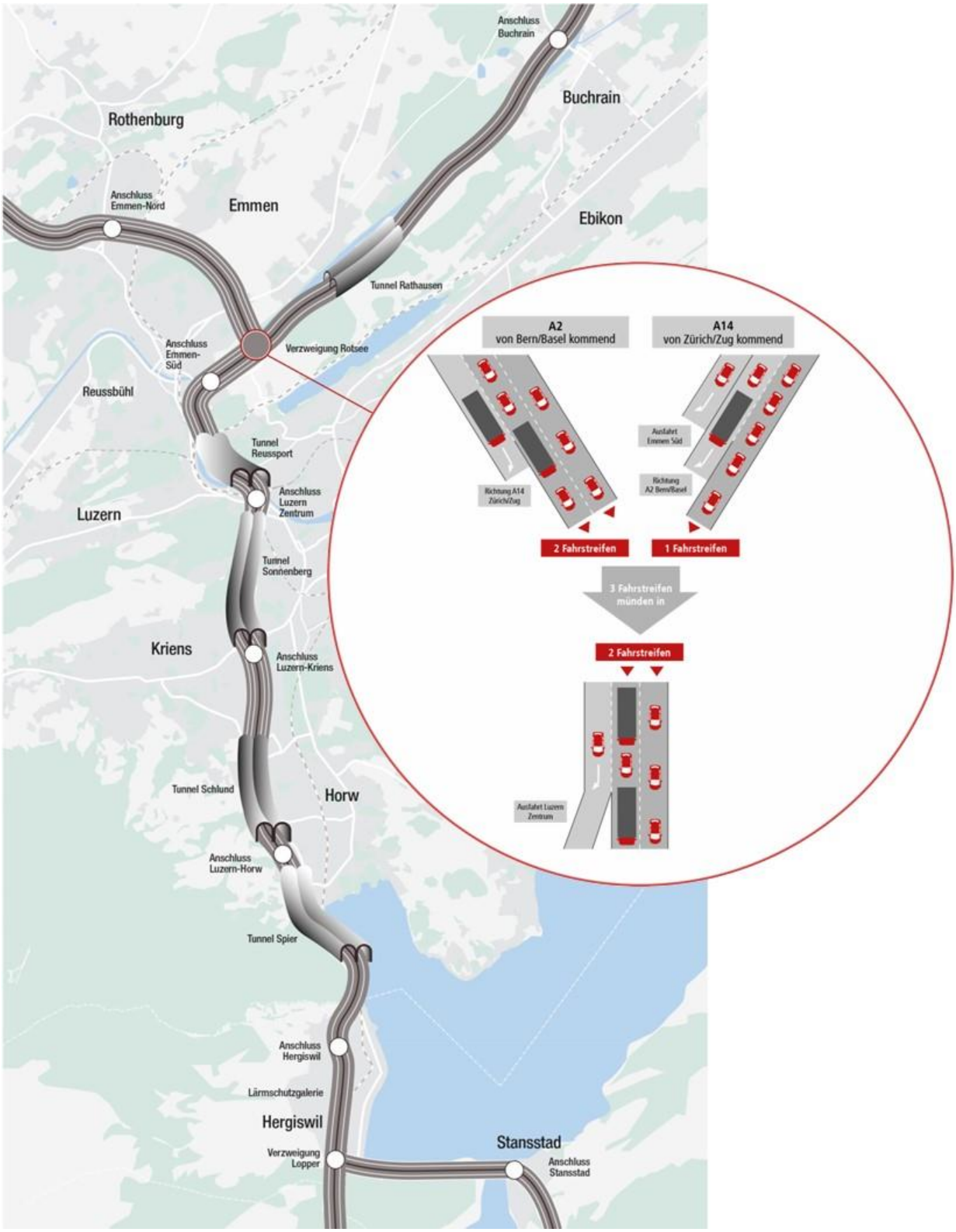


Abbildung 2: Aktueller Stand der N02/N14

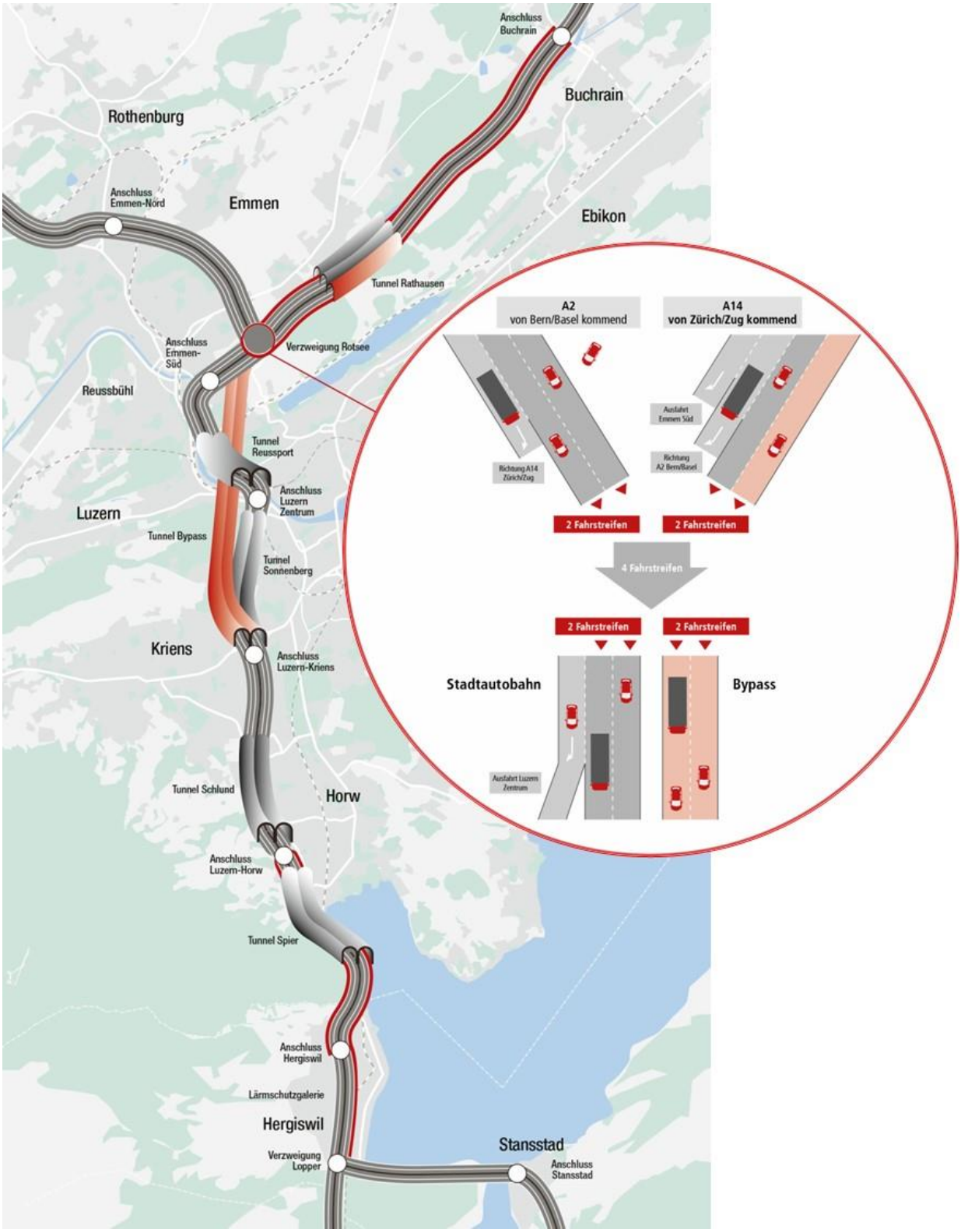


Abbildung 3: Stand mit Ausbau Bypass Luzern

2.3. Projektstruktur

Im Unterschied zum Generellen Projekt ist beim vorliegenden Ausführungsprojekt der Anschluss Luzern-Lochhof nicht enthalten.

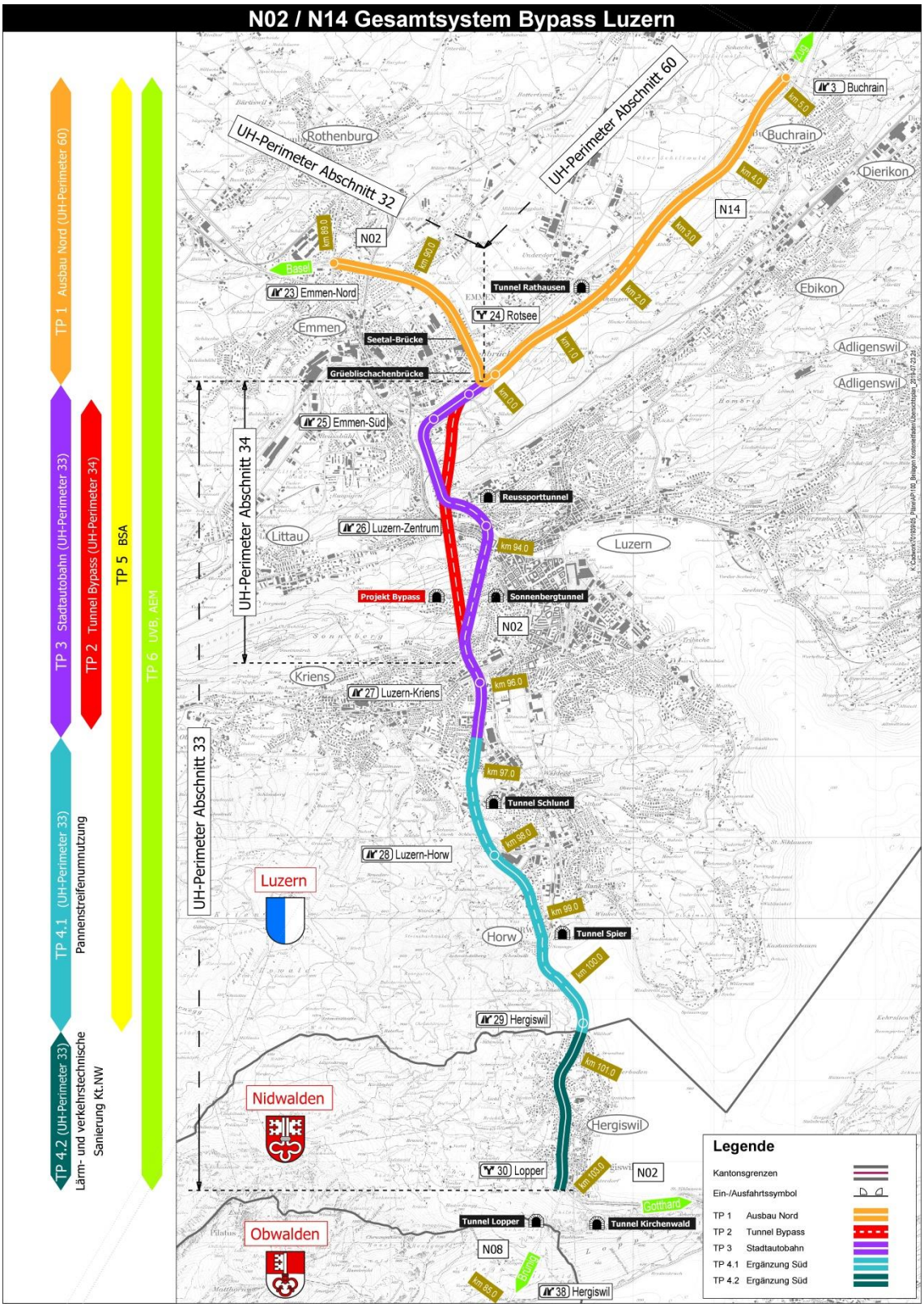


Abbildung 4: Übersicht Projektstruktur Gesamtsystem Bypass Luzern mit dem Betriebszustand ohne Spange Nord

2.3.1. Ausbau Nord (TP 1)

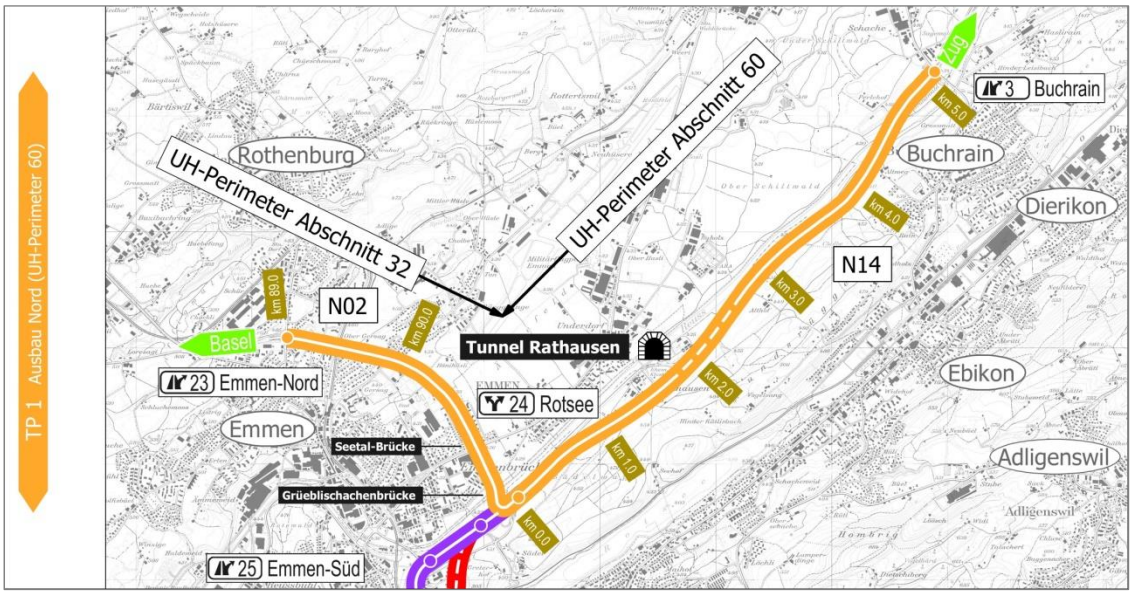


Abbildung 5: Ausbau Nord (TP 1)

Im Abschnitt N14, Verzweigung Rotsee bis Anschluss Buchrain, wird die Fahrbahn von vier auf sechs Fahrstreifen ausgebaut. Im Bereich des Tunnel Rathausen wird eine dreistreifige neue Röhre realisiert, welche im Endzustand folgende Verkehrsführung erlaubt:

- 4 Fahrstreifen (FS) Richtung Luzern in bestehenden zwei Röhren Tunnel Rathausen (1 FS Ausfahrt Emmen-Süd; 1 FS in Richtung Basel; 1 FS zur Stadtautobahn; 1 FS zum Tunnel Bypass).
- 3 Fahrstreifen Richtung Zug in 3. Röhre Tunnel Rathausen.
- In der Verzweigung Rotsee werden der Fahrtrichtung Basel ↔ Zug je zwei Fahrstreifen zur Verfügung gestellt.

2.3.2. Tunnel Bypass (TP 2)

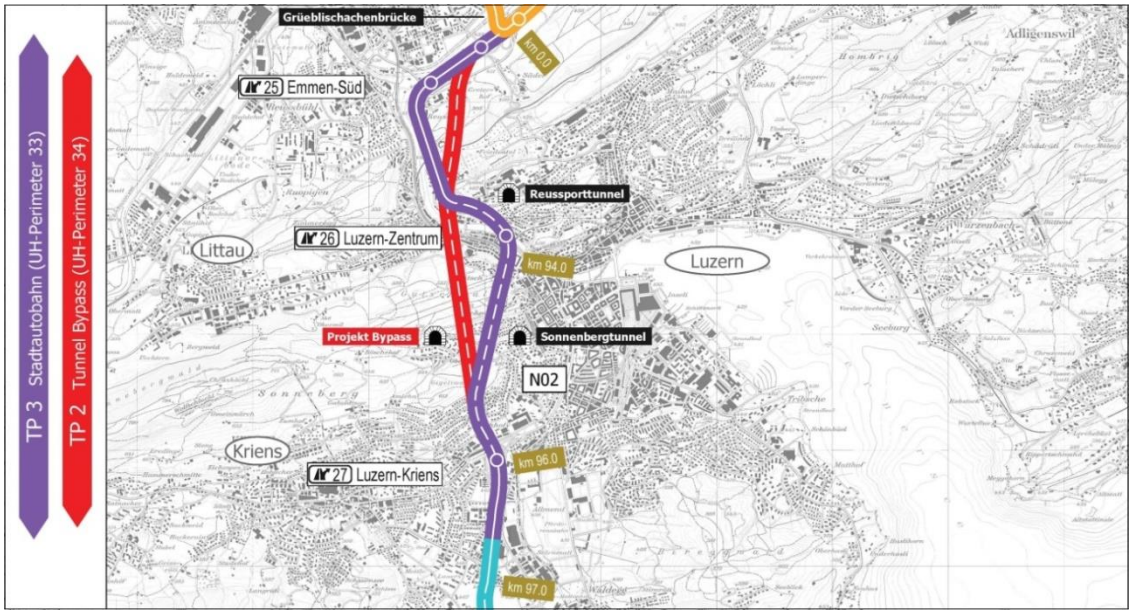


Abbildung 6: Tunnel Bypass (TP 2)

Zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Luzern-Kriens wird ein neuer Tunnel mit je zwei Röhren und zwei Fahrstreifen pro Fahrtrichtung realisiert. Er dient in erster Linie zur Aufnahme des nationalen und regionalen Durchgangsverkehrs.

Stadtautobahn (TP 3)

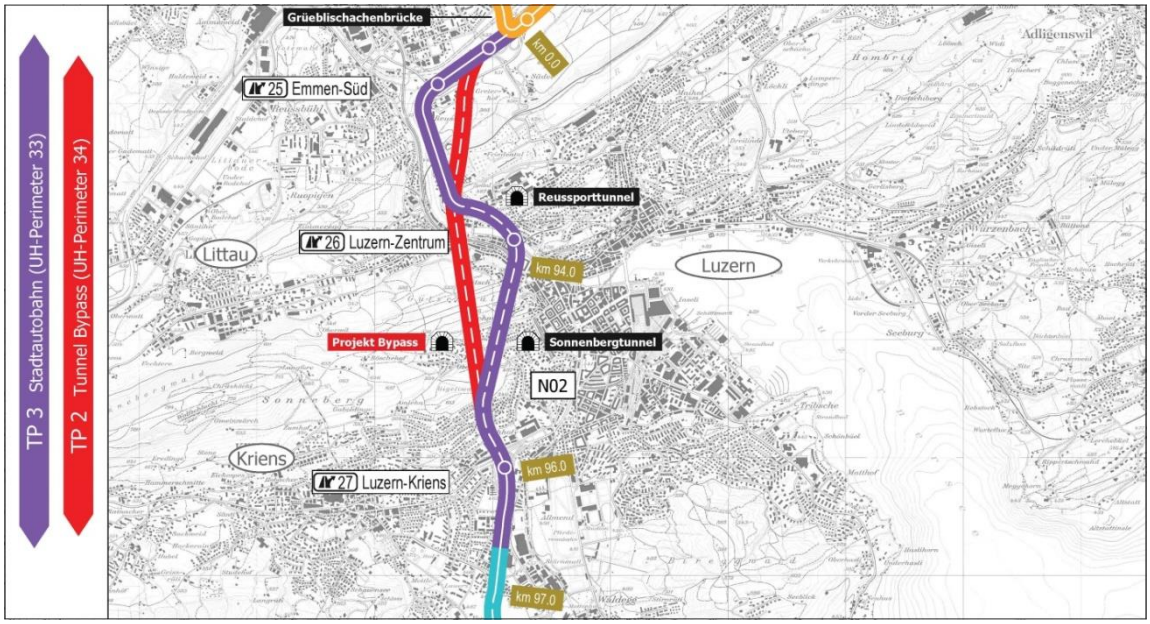


Abbildung 7: Stadtautobahn (TP 3)

Unter dem Begriff Stadtautobahn wird der Nationalstrassenabschnitt des heutigen Cityrings bestehend aus dem Tunnel Reussport und dem Tunnel Sonnenberg verstanden. Die Stadtautobahn dient primär dem Ziel-/Quellverkehr der Stadt Luzern.

2.3.3. Ergänzung Süd (TP 4.1, TP 4.2)

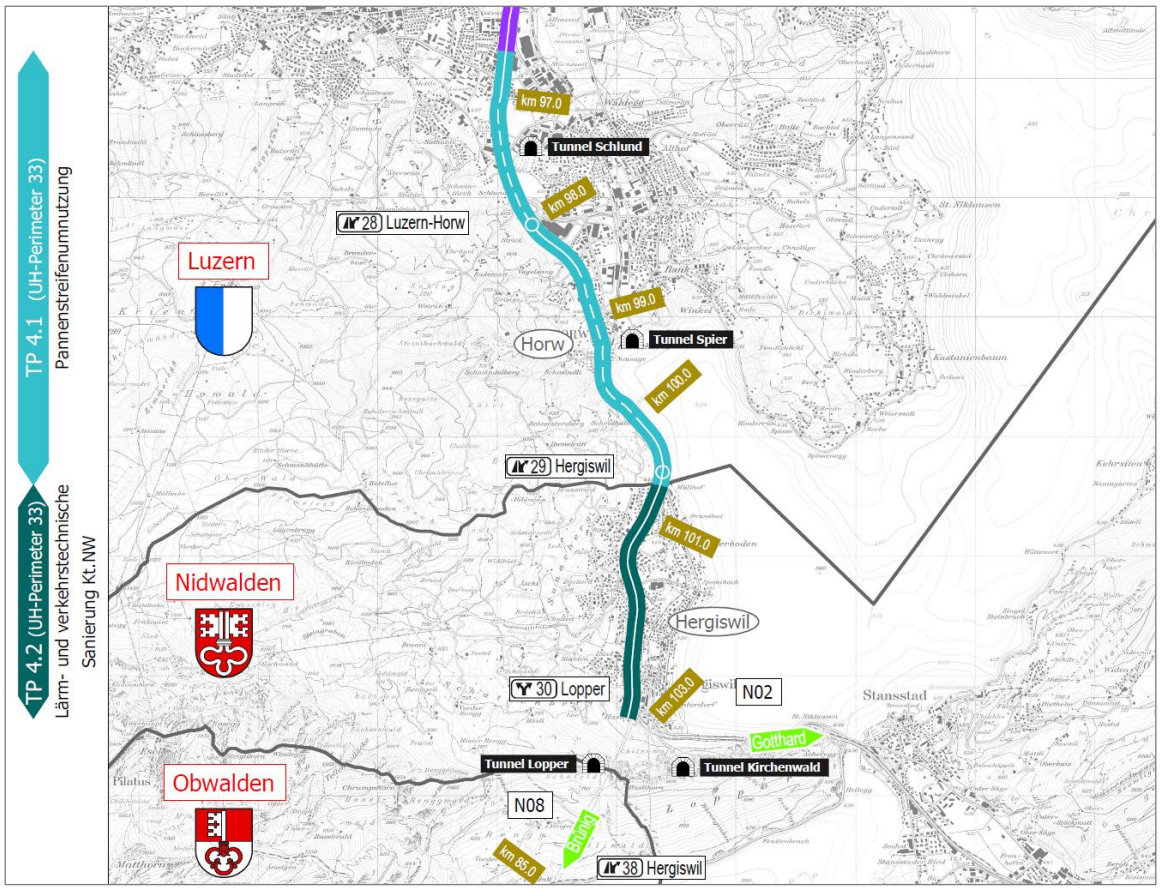


Abbildung 8: Ergänzung Süd (TP 4.1, TP 4.2)

Die Ergänzung Süd besteht aus den Teilprojekten TP 4.1, Pannenstreifenumnutzung im Kt. LU und dem TP 4.2, lärm- und verkehrstechnische Sanierung im Kt. NW. Das TP 4.1 ist Bestandteil des Gesamtsystems Bypass Luzern.

Das Teilprojekt TP 4.2 sieht eine lärm- und verkehrstechnische Sanierung der N02, sowie eine vollumfängliche Instandsetzung im Abschnitt Halbanschluss Hergiswil - Verzweigung Lopper vor. Die Realisierung ist bis 2021 abgeschlossen. Die Fahrbahn FBNO (= Fahrtrichtung Norden) wird mit dem Projekt auf drei Fahrstreifen ausgebaut. Der Pannenstreifen wird zugunsten des 3. Fahrstreifens aufgehoben. Mit dem vorliegenden Ausführungsprojekt wird die permanente Nutzung des Pannenstreifens als durchgehender dritter Fahrstreifen in Fahrtrichtung Nord genehmigt. In Fahrtrichtung Süd (FBSU) verbleibt die Anzahl Fahrstreifen unverändert.

2.4. Auflageperimeter

Im Anhang 1 sind sowohl der auflagerelevante, als auch der nicht auflagerelevante Bereich des Projekts Gesamtsystem Bypass Luzern für den Betriebszustand ohne Spange Nord dargestellt.

2.5. Drittprojekte

ASTRA

- Instandsetzungsprojekte Tunnel Rathausen (bestehende Röhren), Tunnel Reussport, Tunnel Sonnenberg, Tunnel Schlund und Tunnel Spier
- Lärm- und verkehrstechnische Sanierung N02 im Kt. NW (TP 4.2) des ASTRA (betrifft die baulichen Massnahmen und die lärmtechnische Sanierung)
- Lärmschutz Sentibrücken

Kanton Luzern

- Projekt Hochwasserschutz Reuss (HWS) des Kantons Luzern

SBB

- Durchgangsbahnhof Luzern

Dritte

- Hochwasserschutz Gütschbäche
- Überbauung Eichhof West
- Rückbau KVA Ibach (real)
- Neubau Recyclingcenter Ibach (real)

3. Projektspezifische Grundlagen und Randbedingungen

3.1. Geologische und hydrogeologische Grundlagen

(Übersicht über geologische Verhältnisse und über geologische, geotechnische Problemzonen)

3.1.1. Allgemeine geologische Übersicht

Das Projektgebiet liegt am Südrand des Molassebeckens am Übergang von der flach liegenden mittelländischen Molasse zur aufgerichteten und verfalteten Molasse. Unmittelbar südlich des Projektgebiets folgt der Übergang zur subalpinen Molasse, welche im Rahmen der Bildung der Alpen von den helvetischen Decken überfahren und so tektonisch beeinflusst wurde. Dieser tektonische Einfluss zeigt sich im Projektgebiet mit einem Aufstellen der Schichtung von Norden gegen Süden. Dadurch werden von Norden gegen Süden entlang der Linienführung zunehmend ältere Gesteine angetroffen. Von Norden gegen Süden werden so die Obere Süsswassermolasse OSM, die Obere Meeresmolasse OMM und die Untere Süsswassermolasse USM angetroffen.

Die Topografie der Felsoberfläche wurde im Wesentlichen durch die Vorgänge während den letzten Eiszeiten geprägt. Durch die Gletscher und Schmelzwasserabflüsse wurde die Felsoberfläche erodiert und geprägt. Insbesondere in weichen Gesteinen und tektonischen Störzonen wurden tief reichende Rinnen erodiert. Durch die Ablagerungen von Lockergesteinen während und nach den Eiszeiten wurde das Relief der Felsoberfläche wieder ausgeglichen. Die vorwiegend im Bereich von Felsrinnen anzutreffenden Lockergesteine bestehen aus glazialen und fluvialen Ablagerungen.

Die Gesteine weisen in der Regel nur eine sehr geringe Grund- bzw. Felswasserzirkulation auf. Im Porenraum von grobkörnigen Sandsteinen und über Klüfte ist eine Zirkulation im Fels möglich. In den Lockergesteinen findet die Grundwasserzirkulation hauptsächlich in den grobkörnigen, kiesigen Ablagerungen statt. Diese Grundwasserleiter können durch feinkörnige Schichten in mehrere, hydraulisch unabhängige Grundwasserleiter aufgetrennt werden.

3.1.2. Ausbau Nord (3. Röhre Tunnel Rathausen)

3.1.2.1. Geologische Verhältnisse

Der Tunnel Rathausen verläuft entlang des flach gegen Nordwesten einfallenden Felsrückens Sädel-Hundsrüggen und liegt überwiegend im Fels der Oberen Süsswassermolasse, die im Bereich des Tunnels aus einer heterogenen Wechsellagerung aus Konglomeraten, Sandsteine, Siltsteinen, Mergeln und Tonsteinen besteht. Grundsätzlich lassen sich zwei lithologische Felseinheiten unterscheiden:

- Konglomerate (Nagelfluh) mit Sandsteinbänken.
- Gebankte Abfolge aus Ton-, Silt- und Sandsteinen mit Zwischenschichten aus Mergeln.

Der oberflächennahe Bereich des Fels ist infolge Verwitterung durch eine Gesteinsentfestigung gekennzeichnet. In den Tonsteinen und Mergeln sind häufig Vernässungen, Verlehmungen und Aufweichungen beobachtbar. Die Verwitterungszone des Fels ist meist einige Meter mächtig. Sie reicht aber entlang von Schwächezonen deutlich tiefer und ist somit eine der massgebenden geotechnischen Randbedingungen. Generell sind die Gesteine der Molasse verwitterungsanfällig. Dementsprechend ist mit reduzierten Scherfestigkeiten zu rechnen.

Der Fels wird von einer gering mächtigen Lockergesteinsschicht überlagert, die im Bereich der Hügelzone aus einer Grundmoräne und im Bereich der Talflanken aus Hangschutt und Hanglehm besteht. Die Grundmoräne setzt sich aus tonig-siltigem Feinsand bis tonig-sandigem Silt mit Kies, Steinen und Blöcken zusammen und ist mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Die Hangsedimente setzen sich aus tonig-siltigem Sand mit Kies, Steinen und teilweise Blöcken zusammen und sind locker bis mitteldicht (teilweise dicht) gelagert.

Infolge der geringen tektonischen Beanspruchung sowie der vorhandenen Ton- und Siltanteile ist der gesunde Fels in der Regel sehr gering durchlässig. In der Verwitterungszone zirkulieren geringe Wassermengen im Porenraum von Sandsteinen und den Klüften. Gemäss durchgeführter Bohrkampagne liegt der Tunnel Rathausen oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels.

3.1.2.2. Geotechnische Eigenschaften

Die Schichtung fällt nach Nordnordwest mit einem Fallwinkel von rund 10° – 15. Die Gesteine sind witterungsanfällig und neigen zur Auflockerung bzw. zum Aufweichen. Die Mergel- und Tonsteine weisen je nach Verwitterungsgrad teilweise stark reduzierte Scherfestigkeiten auf.

In der Verwitterungszone sind gut ausgeprägte Kluftsysteme mit geringen Scherfestigkeiten vorhanden. Offene Kluftsysteme verleihen der Verwitterungszone in der Molasse oft lockergesteinsähnliche geotechnische Eigenschaften sowie vergleichsweise hohe Durchlässigkeiten.

Aufgrund der Mineralogie mit wesentlichen Anteilen an quellbaren Tonmineralien ist ein Quellen speziell der Mergel und Tonsteine grundsätzlich nicht auszuschliessen. Die gute Zementation und die deutliche Wechselschichtung des Gebirges aus potenziell quellfähigen und nicht quellfähigen Schichten sowie die generell sehr geringe Überlagerung bewirken jedoch eine deutliche Reduktion des Quellpotenzials. In der Verwitterungszone dürfte ein mögliches Quellen bereits stattgefunden haben und die entsprechenden Deformationen bereits abgeklungen sein. Gemäss geologischem Bericht waren die Sohlpressungen bei den bereits bestehenden beiden Tunnelröhren ausreichend, um Quellerscheinungen in Grenzen zu halten. Zudem sind bislang keine Beeinträchtigungen oder Schäden infolge Quellens an den bestehenden Tunnelröhren bekannt. Aus diesem Grund wird das Gefährdungsbild Quellen als gering eingestuft.

3.1.3. Tunnel Bypass

Im Projektperimeter des zukünftigen Tunnel Bypass sind bereits einige bergmännisch erstellte Bauwerke vorhanden. Die geologisch-geotechnischen Verhältnisse können daher auch aus den Erkenntnissen vom Bau dieser Bauwerke abgeleitet und verifiziert werden.

Vorhandene Untertagbauten im Projektperimeter sind:

- N02, Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg.
- N02, Werkleitungsstollen parallel zum Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg.
- Hochwasserentlastungsstollen Krienbach.
- Gütschstollen.
- Tunnel Buchrain (Zubringer Rontal).

Ein besonderes Augenmerk für den Tunnelbau gilt den Talunterquerungen St. Karli und Friedental – Lochhof. Südlich des Tunnels folgt die Vorzone Grosshof, wo ebenfalls mächtige Lockergesteinsablagerungen anstehen.

3.1.3.1. Geologische Verhältnisse

Aus geologischer Sicht kann das Projektgebiet Tunnel Bypass in folgende zwei Kategorien von Untergrund unterteilt werden, welche sich entlang des projektierten Längenprofils gegenseitig abwechseln:

- Hügelzonen der Molasse, in denen der Felsuntergrund unmittelbar oder unter nur geringer Quartärbedeckung anstehend ist (Ibach / Greterwald, Reussport, Sonnenberg / Gütsch).
- Taleinschnitte mit mächtigerer Lockergesteinsfüllung über dem Felsbett (Friedental-Lochhof, St. Karli und Vorzone Grosshof).

Durch das Umbiegen der Schichten im Bereich der Region Luzern werden die Molasse-Schichten gegen Südosten hin steiler, sodass beim Vortrieb von Nord nach Süd zunehmend ältere Gesteine durchfahren werden: Von der oberen Süsswassermolasse (Greterwald) über die obere Meeresmolasse (Gütsch) bis zur unteren Süsswassermolasse (Sonnenberg).

Im Bereich der weicheren Gesteine und tektonischen Schwächezonen wurden die Talungen des Rontals (Friedental-Lochhof), der Reuss (St. Karli) und des Chrienbachs (Grosshof) steilwandig ins Felsbett erodiert.

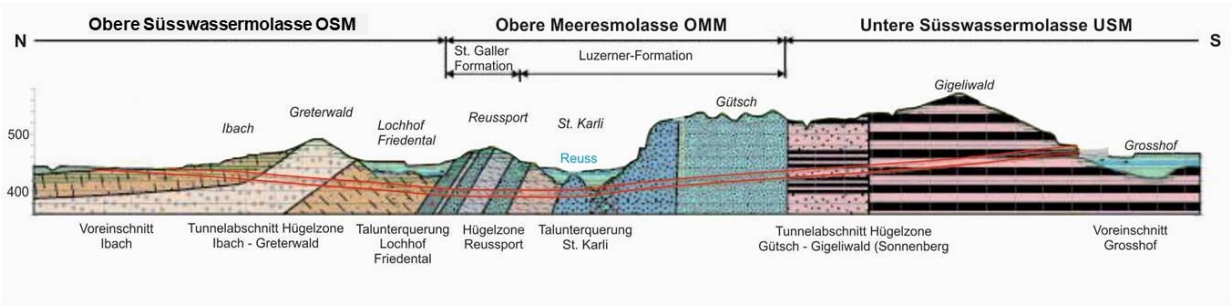


Abbildung 9: Geologische Verhältnisse Tunnel Bypass

Aus geologisch-geotechnischer Sicht lässt sich der Tunnel Bypass zwischen Ibach im Norden und Grosshof im Süden in die folgenden Abschnitte mit unterschiedlichem geologisch-geotechnischen Charakter unterteilen:

- Voreinschnitt Ibach: Obere Süsswassermolasse (OSM), mit geringmächtigen Lockergesteinen (Austritt Talflanke).
- Hügelzone Ibach-Greterwald:Obere Süsswassermolasse (OSM), schwach tektonisiert und günstig stehender Schichtlagen
- Talunterquerung Lochhof / Friedental: Obere Süsswassermolasse (OSM), teilweise verwittertet bis auf Tunnelsohle.
- Hügelzone Reussport: Obere Meeresmolasse (OMM), unterschiedliche Felsarten mit günstig, stehenden Schichtlagen.
- Talunterquerung St. Karli: Obere Meeresmolasse (OMM), stärker tektonisiert und verwittert mit komplizierter Felsoberfläche, Tunnel streift die heterogene Talfüllung, welche mit dem Wasser der Reuss kommuniziert
- Hügelzone Gütsch-Gigeliwald: Obere Meeresmolasse (OMM) bzw. Untere Süsswassermolasse USM, mässig tektonisiert (gegen S stärker), mit günstig stehenden Schichtlagen.
- Voreinschnitt und Talrandbereich Grosshof: Untere Süsswassermolasse (USM), mit mächtigen und komplexen Lockergesteinsfüllungen mit unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.

3.1.3.2. Geotechnische Eigenschaften

Es lassen sich den anstehenden Gesteinen generell folgende geotechnische Eigenschaften zuweisen:

Mineralgehalt

Der teilweise hohe Anteil (>50 %) an Quarz in den Molassesandsteinen führt zu hohen Abrasivitäten und kann zu übermässigem Verschleiss bei mechanischem Vortrieb führen.

Quellverhalten

Das Quellpotenzial der quellbaren Mineralien in Mergeln und Schlammsteinen der Molasse wird infolge geringer Durchlässigkeit der Schichten und der geringmächtigen quellfähigen Schichtstärken als gering eingestuft. Bei bereits ausgeführten Objekten (Sonnenberg, Krienbachstollen usw.) sind keine Probleme mit Quellvorgängen bekannt.

Gesteinskennwerte

Aufgrund des Mineralgehalts ergeben sich teilweise hohe Gesteinsfestigkeiten.

Lithologische Einheit	Lithologie	Einachsiale Druckfestigkeit [MPa]		
		Minima	Mittelwerte	Maxima
Untere Süsswassermolasse USM	Sandstein, Konglomerat	20	65 - 70	120
	Silt-, Tonstein	10	55 - 60	110
Obere Meeresmolasse OMM	Sandstein, Konglomerat	20	65 - 70	120
	Silt-, Tonstein	5	55 - 60	110
Obere Süsswassermolasse OSM	Silt-, Tonstein	5	30 - 35	100

Abbildung 10: Gesteinskennwerte

Schichtung / Klüftung

Durch das erwähnte Aufsteilen der Schichten entlang des Tunnelprofils liegen wenige weitständige Kluftzonen vor, welche relativ steil einfallen. Bei den tektonischen Trennflächen handelt es sich einerseits um kohäsionslose Rutschflächen mit tonmineralbelegten Harnischen, sowie andererseits um stark deformierte Tonsteine. Diese verhalten sich geotechnisch eher wie Lockergesteine und sind wasserempfindlich. Durch die nacheiszeitliche Entlastung sind offene Klüfte und Spalten als Talklüfte in den Hangbereichen Reussport und Greterwald sowie in weicheren Gesteinen der Talunterquerung St. Karli zu erwarten.

Es muss lokal mit tiefgründig verwittertem Fels gerechnet werden. Diese Verwitterung ist insbesondere im Bereich der beiden Talunterquerungen Lochhof und St. Karli (Schwächezonen Fels) von Bedeutung, da die Lockergesteinsrinne in den Tunnelbereich respektive mindestens bis in die Auflockerungszonen des Tunnelbereichs hinab greift. Diese Zone ist gekennzeichnet durch Verminderung der Gesteinsfestigkeiten, Kluftbildungen (teilweise offen oder verfüllt mit Kluftlehm), fehlende Kohäsion und der Ausbildung von wasserführenden Kluftaquiferen (Spalten). Je nach Lockergesteinsbedeckung können sich hydraulische Druckhöhen (oder gespannte Höhen) bis auf Terrainoberkante ausbilden.

Bergwasser

Der Anfall des Bergwassers bestimmt sich massgebend aus dem Kluftwasservorkommen. Die Kluftbildung ist im frischen Felsen als gering zu betrachten, sodass demzufolge der Wasseranfall als sehr gering prognostiziert wird. In den Tunnelvorzonen und im Bereich der Talunterquerung Lochhof sind diese Kluftbildungen infolge Durchfahren der Verwitterungszone des Felsen bedeutender. Im Bereich der Talunterquerung St. Karli wird der Wasseranfall am grössten sein, da sich der Tunnel in der Verwitterungszone respektive in der Lockergesteinszone befindet, welche das Flussbett der Reuss bildet. Das anfallende Bergwasser zeigt keine Betonaggressivität. Es neigt aber infolge hoher Wasserhärte zur Versinterung.

Gasgefährdung

Es ist von einer kleinen Gasgefahr der Stufe 1 auszugehen. Lokal ist aufgrund von dünnen Steinkohleflözen eine Gasgefahrstufe 2 möglich. Eine entsprechend ausgelegte Tunnellüftung im Bauzustand inkl. der üblichen Gasmessungen sind die adäquaten Massnahmen dazu.

3.1.4. Spezielle Bereiche im Tunnelperimeter

3.1.4.1. Unterquerung Lochhof-Friedental

Der Felsuntergrund des Abschnitts Lochhof-Friedental besteht aus den Ablagerungen der Oberen Süsswassermolasse OSM. Im südlichen Teil bilden die konglomeratischen Sandsteine den Übergangsbereich zur OMM. Gegen Norden hin gehen die konglomeratischen Sandsteine zunehmend in Silt- und Schlammsteine mit Sandsteinbänken über. Zusammen mit der glazial geformten Oberfläche bildet sich ein lebhaftes Relief ab. Die Felsoberfläche der Talmulde liegt bei ca. 425 m. ü. M.

In der Verwitterungszone sind die Sandsteine sowie die Silt-/Tonsteine durch Kluftbildungen, Lösungen von Gesteinszemente und Aufweichung / Vernässung gezeichnet und zerfallen teilweise in lockergesteinsähnliche Strukturen. Es ergeben sich verminderte Gesteinsfestigkeiten und reduzierte Elastizitätsmoduli. Die Wasserdurchlässigkeit der Kluftaquifere ist zwar gering. Im Fall von offenen Klüften ist dennoch mit kleineren Quellwasseraustritten zu rechnen.

Neben der teilweisen Moränenabdeckung des Felsreliefs bestehen die Lockergesteinsablagerungen (je nach Standort) aus kiesig-sandigen Ablagerungen, Seeablagerungen, Reussschotter, Hangsedimenten oder künstlichen Auffüllungen. Diese beinhalten keine zusammenhängenden Grundwasservorkommen.

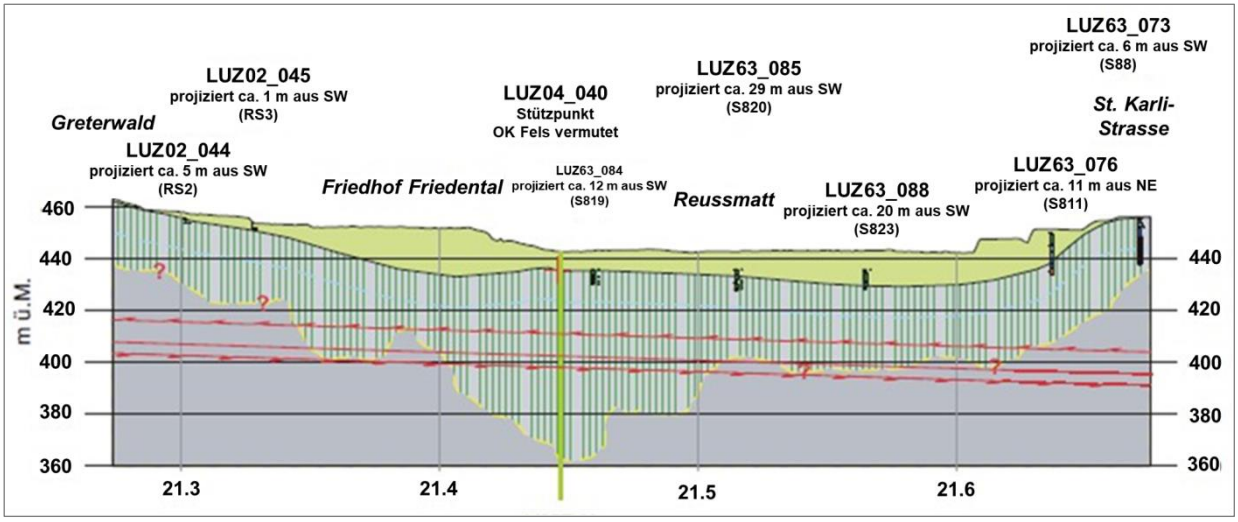


Abbildung 11: Geologische Verhältnisse Lochhof - Friedental

3.1.4.2. Unterquerung St. Karli

Der Felsuntergrund der Talunterquerung im Gebiet St. Karli besteht aus den Gesteinen der Oberen Meeresmolasse OMM. Von Süden (Kreuzstutz) bestehen diese etwa bis auf Höhe des nördlichen Brückenkopfs der St. Karli Brücke aus grauen (in frischem Zustand) harten Sandsteinen der Luzern-Formation. Nördlich anschliessend bis bergseits des Schulhauses folgt eine Einheit aus Silt- und Tonsteinen mit Mergeln sowie dünnen Sandsteinbänken und vereinzelten kohligen Horizonten, die der sogenannten *regressiven Einheit der Luzern Formation* zugerechnet werden *(= Ablagerungen der Küstenzone resp. Wattenmeeres als Folge eines vorübergehenden Meeresrückzugs)*.

Der Felsverlauf ist charakterisiert durch einen Buckel inmitten des Reussbetts (Kote ca. 431 m) und den beidseits der Reuss verlaufenden tief erodierten Felsrinnen. Die Felsrinnen sind tektonische Schwächezonen und wurden dementsprechend stärker erodiert.

Die Verwitterungszone des Felsens ist in beiden Felsrinnen mehrere Meter mächtig und weist teilweise eine deutlich verminderte Gesteinsqualität auf.

Die Lockergesteinsfüllung der Reuss-Talung besteht aus bis zu 10 m mächtigen, dicht gelagerten Moränenablagerungen. Über den Moränenablagerungen folgen in der linksufrigen (südlichen) Felsrinne bis auf eine Kote von ca. 430 m. ü. M. spät- bis nacheiszeitliche Alluvionen bestehend aus Fluss- und Überschwemmungssedimenten mit lockerer bis mitteldichter, schichtweise dichter Lagerung. Das Grundwasser in den Lockergesteinen zirkuliert überwiegend in den sandigen Schotterschichten, welche begrenzte Mächtigkeiten und laterale Ausdehnungen aufweisen. Der Grundwasserspiegel liegt ca. 20 bis 30 cm über dem Reuss-Spiegel und wird weitgehend durch die Wasserführung des Flusslaufs bestimmt. In der Verwitterungszone des Felsen zirkuliert in den offenen Klüften ebenfalls Grundwasser. Der Grundwasserspiegel liegt hier zumeist etwa gleich hoch wie im Lockergestein.

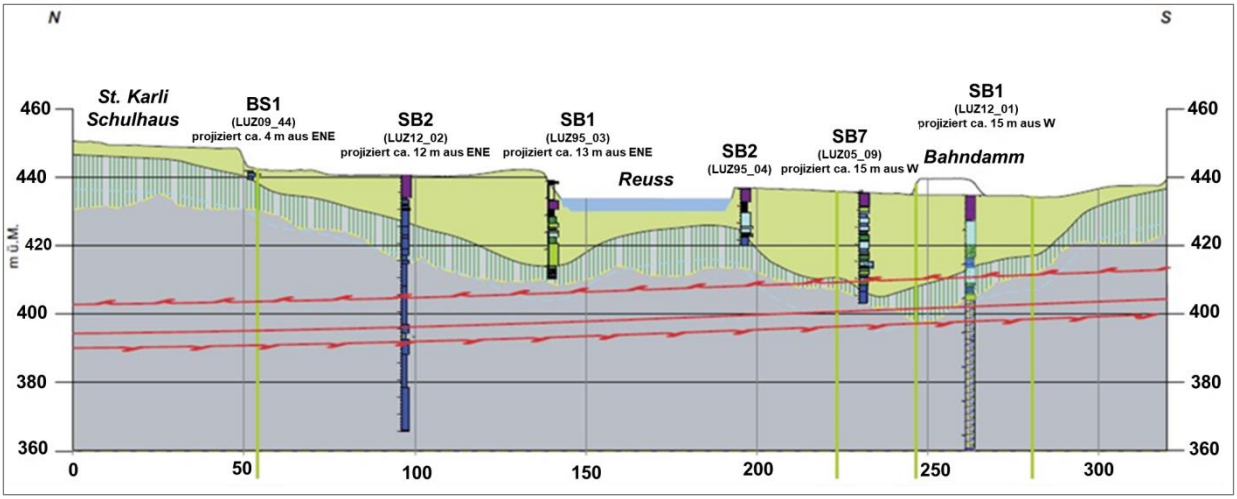


Abbildung 12: Geologische Verhältnisse St. Karli

3.1.5. Portalbereiche

3.1.5.1. Vorzone Nord (Ibach)

Der Felsuntergrund im Bereich des Voreinschnitts besteht aus den Ablagerungen der Oberen Süsswassermolasse OSM. Die Verwitterungszone ist generell ca. 3 bis 7 m mächtig und durch ausgeprägte Verwitterungs- und Entlastungsklüftung sowie schwache Zementation charakterisiert.

Die Lockergesteinsbedeckung über der Felsoberfläche weist eine lokal variable Mächtigkeit zwischen ca. 1 m und 5 m auf und besteht vorwiegend aus mitteldicht bis dicht gelagerten künstlichen Auffüllungen, die beim früheren Bau der Nationalstrasse eingebracht wurden. Es handelt sich um ein stark siltiges bis toniges Kiesgemisch. Die ursprünglich anstehenden Hangsedimente und Moränenablagerungen sind nur noch lokal vorhanden.

3.1.5.2. Vorzone Süd (Grosshof)

Der Felsuntergrund im Gebiet Grosshof gehört zu den Ablagerungen der Unteren Süsswassermolasse USM. Die längs der Projektachse kontinuierlich steil abfallende Felsoberfläche wird durch einen Felsrücken im Gebiet der Haftanstalt Grosshof unterbrochen.

Die Lockergesteinsfüllung besitzt einen sehr kleinräumigen, stark wechselhaften geologischen Aufbau mit einer Moränenschicht und hauptsächlich mit Schutt und Schlammströmen aus randglazialen Seeablagerungen respektive Ablagerungen des Haupt-Rinnensystems des Krienbachs. Die Durchlässigkeit der einzelnen Schichten variiert teilweise sehr stark.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass dort zwei übereinander liegende, deutlich getrennte Grundwasser-Stockwerke vorhanden sind. Es bestehen einerseits ein nicht nutzbares oberes Grundwasserstockwerk und ein bedeutenderes unteres gespanntes Grundwasserstockwerk, welches in den späteiszeitlichen Ablagerungen liegt. Dieses liegt ca. 10 - 15 m unter der Terrainoberfläche und wurde aufgrund seiner grossen Ergiebigkeit bis ins Jahr 2003 genutzt.

Das Wasser der beiden Grundwasserstockwerke hat generell keine hohe Betonaggressivität. Lokale saure Porenwässer (pH-Wert ca. 6) sind bisher nur bei vorhandenen Torfablagerungen im Bereich Allmend festgestellt worden. Diese sind jedoch für den Bau des Tunnels Bypass unbedeutend.

3.1.6. Gewässerschutz

Gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern werden mit der Linienführung des Tunnel Bypass die Gewässerschutzbereiche üB und Au durchfahren. Insbesondere ist der Gewässerschutzbereich Au in Zusammenhang mit den Vorzonen Grosshof und Ibach sowie mit den Talunterquerungen Lochhof-Friedental und St. Karli von Bedeutung. In diesen Bereichen handelt es sich zudem um Grundwasservorkommen, welche zur Wasserentnahme von Trink- und Brauchwasser verwendet werden können.

3.1.7. Naturgefahren

3.1.7.1. Rutschgebiete

Die Gefahrenkarte resp. Gefahrenhinweiskarte Stadt Luzern weist im Bereich Gütschwald bis zum Bereich Gigeliwald örtlich entweder eine Restgefährdung oder eine geringe Gefahrenstufe für spontane Rutschungen aus.

Im Portalbereich der Vorzone Süd (Grosshof) sowie im Gütschhang ist gemäss Gefahrenkarte Stadt Luzern eine mittlere Gefährdung und im Bereich Reussegg eine erhebliche Gefährdung durch spontane Rutschungen vorhanden.

3.1.7.2. Hochwasser

Gemäss Gefahrenkarte der Stadt Luzern ist das Gebiet St. Karli von einer geringen bis mittleren Gefährdung durch Wasserprozesse betroffen. Die erhebliche Gefahrenzone ist beschränkt auf das Flussbett der Reuss und ist somit für das unterirdische Bauwerk und allfällige oberirdische Bauten ausserhalb des Gerinnes nicht relevant.

3.2. Lärmschutz, Akustik

Seit Inkrafttreten der NFA ist das ASTRA für den Lärmschutz an Nationalstrassen zuständig. Bei der Lärmschutzplanung sind die Anforderungen folgender Gesetze, Richtlinien, Weisungen und Standards zu erfüllen:

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983.
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986.
- Bundesgesetz über die Nationalstrassen (NSG) vom 8. März 1960
- Nationalstrassenverordnung (NSV) vom 7. November 2007
- Leitfaden Strassenlärm, Vollzugshilfe für die Sanierung. Publikation BAFU / ASTRA UV-0637, Ausgabe 2006 (ASTRA Richtlinie, Bestandteil der geltenden Standards im Nationalstrassenbau).
- Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen, Optimierung der Interessenabwägung. Publikation BAFU UV-0609, Ausgabe 2006.
- Weisung des GS UVEK vom 1. Januar 2011 "Lärmschutz an Nationalstrassen - Schallschutzmassnahmen an Gebäuden", ASTRA 78001, Ausgabe vom 01.01.2011 V1.00.
- Richtlinie des ASTRA vom 1. Januar 2011 "Lärmschutz an Nationalstrassen - Realisierung von Schallschutzmassnahmen an Gebäuden", ASTRA 18004, Ausgabe 2011 V1.02.
- Fachhandbuch Trassee/Umwelt ASTRA

Ziel des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (USG) ist der Schutz des Menschen vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen. In der vom Bundesrat erlassenen Lärmschutz-Verordnung (LSV) sind die vom Eigentümer einer Lärm verursachenden Strasse zu treffenden Massnahmen festgehalten.

3.3. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Die verschiedenen Anlagen für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) in den einzelnen Objekten sind Gesamtanlagen, welche automatisierte Daten für den Betrieb der Anlagen austauschen. Die Anlagen werden somit als Ganzes in unterschiedlichen Etappen aufgebaut, teilweise bestehende Anlagen ersetzt und neue Anlagen hinzugefügt. Die einzelnen Anlagen haben untereinander definierte Abhängigkeiten, welche zeitgleich nachgeführt werden müssen.

Alle Anlagen in einem Objekt werden über Abschnittsrechner in die bestehende übergeordnete Anlageinfrastruktur für den Betrieb integriert. Diese Integration erfolgt abgestimmt in die bestehende bzw. die zukünftigen neuen übergeordneten Anlagen (BKN, UeLS, VTV, NTA), welche die gesamte Gebietseinheit betreffen. Die Integration erfolgt in Etappen über separate Rechner teilweise als Gateway oder als Datenbankintegrator.

Es wird gemäss Realisierungsetappierung von drei Hauptperioden seitens BSA ausgegangen mit (a) Tunnel Schlund/Spier, (b) Tunnel Bypass/Stadtautobahn und (c) Tunnel Rathausen.

Zur Integration aller neuen als auch der bestehenden Objekte sind diverse Provisorien notwendig, welche für das Gesamtsystem Bypass Luzern berücksichtigt sind. Die bestehenden Objekte ausserhalb des Projektperimeters sind nicht Bestandteil dieses technischen Berichtes.

4. Verkehr

4.1. Verkehrsprognosen

4.1.1. Kantonales Verkehrsmodell (KVM Luzern)

Das kantonale Verkehrsmodell Luzern, Obwalden und Nidwalden (KVM Luzern) ist ein wichtiges Planungsinstrument und bildet eine Grundlage für Betrachtungen zu Änderungen im Verkehrssystem (zum Beispiel Neubau einer Strasse). Es stellt eine vereinfachte Abbildung des Verkehrssystems und -geschehens dar und dient dazu, Auswirkungen von Massnahmen aus Verkehrspolitik, -planung und/oder -technik abzuschätzen. Es ist zu beachten, dass das KVM Luzern als sogenanntes Makromodell für Anwendungen mit einem relativ grossen Fokus konzipiert ist. Für übergeordnete Strassen liefert es zuverlässige Resultate. Für kleinräumige Betrachtungen ist die Aussagekraft jedoch beschränkt, bzw. es sind bei Bedarf Vorarbeiten (wie z.B. Verfeinerungen der Zonenanbindungen, Validierungen mit lokalen Zähldaten) nötig. Solche Verfeinerungen sind für die Zweckmässigkeitsbeurteilung des kantonalen Projekts Spange Nord im Bereich der Stadt Luzern mit der aktuellen Version KVM 17/40 erfolgt.

Zur Verfügung stehen im MIV-Modell des KVM Luzern ein Ist-Zustand und ein Prognosezustand. Der Ist-Zustand 2017 basiert auf folgenden Datengrundlagen (Themenbereiche):

- Siedlungsraum (Einwohner, Arbeitsplätze, etc.)
- Verkehrsangebot (Strassennetz, Geschwindigkeiten, Kapazitäten an neuralgischen Knoten)
- Verkehrsverhalten (Erhebung Mikrozensus Verkehr)
- Verkehrsbelastungen 2015-2017 (Verkehrsmengen an Zählstellen)

Beim **Prognosezustand** handelt es sich um eine Langfristprognose unter Berücksichtigung der Siedlungsentwicklung und Veränderungen sowie der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur.

4.1.2. Prognose 2040 für Bypass Luzern

Gemäss Vorgaben des Bundes muss für ein Ausführungsprojekt AP (= Auflageprojekt) ein Prognosehorizont 2040 unterlegt werden. Basierend auf dem nationalen Verkehrsmodell des Bundes wurde für das Gesamtsystem Bypass Luzern eine Teilaktualisierung des MIV-Modells des KVM Luzern vorgenommen.

Auf Basis der aktuellen Zonenpläne und deren Reserven wurden die Einwohner- und Arbeitsplatzdaten und -prognosen für den gesamten Kanton Luzern in Abstimmung mit der Dienststelle Raum und Wirtschaft (rawi) sowie dem Agglomerationsprogramm überarbeitet.

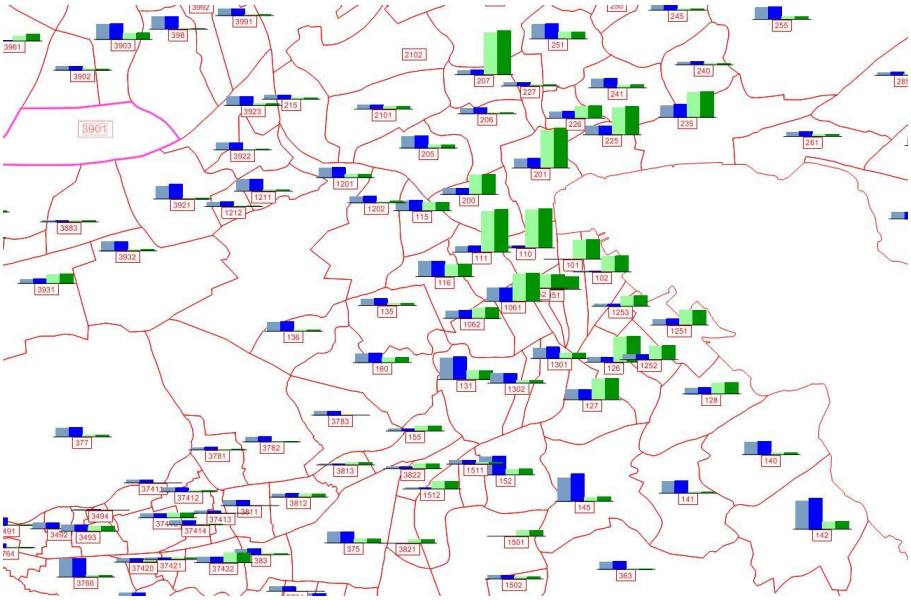


Abbildung 13: Ausschnitt für Raum Luzern-Kriens mit der Entwicklung der Einwohner (blau) und Arbeitsplätze (grün) von 2015 bis 2040 gemäss kantonaler Siedlungsprognose

Die Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzahlen im Kanton Luzern entwickeln sich wie folgt:

Jahr	Einwohner	Beschäftigte
2015 (Z0)	399‘034	243‘081
2040 (Z1)	481‘875 (+21 %	295‘558 (+22 %)

Abbildung 14: Entwicklung der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzahlen im Kanton Luzern

Ebenfalls in den Siedlungsdaten 2040 des Kantons Luzern enthalten sind Fahrtenkontingente für einzelne Projekte, fallweise bezogen auf eine maximale Fahrtenerzeugung für DTV und/oder zur ASP. Es handelt sich dabei um eine wahrscheinliche Prognose und nicht um eine Ausschöpfung der Baureserven. Die aktualisierten Siedlungsdaten dienen als Grundlage für die Nachführung des KVM Luzern.

Die Erstellung der Basisprognose 2040 und die anschliessende Verfeinerungen für das Ausführungsprojekt auf den neuen Ist-Zustand 2017 und den Prognosezustand 2040 wurde zusammenfassend folgendermassen vorgenommen:

- Lokale Verfeinerung der Verkehrszonen und Strassennetz (z.B. Übernahme der Zoneneinteilung und Netzdefinition des Verkehrsmodells Kriens, Verfeinerungen im Stadtgebiet von Luzern).
- Hochrechnung der MIV-Nachfrage im IST-Zustand aufgrund der kantonalen Siedlungsdaten und spezifischer Aufkommensraten pro Modellzone.
- Abgleich mit den aktualisierten Aussenverkehrsbeziehungen des nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) und mit Zählungen an den Einfallsachsen des Modelles und an wichtigen Querschnitten.
- Kalibrierung des Ist-Zustands 2017 mithilfe von aktuellen Verkehrszähldaten im gesamten Modellgebiet und Plausibilisierung des errechneten Verkehrsverhaltens mithilfe des Mikrozensus 2015 (z.B. Fahrtlängen).
- Analoge Berechnung des neuen Prognosezustands 2040 aufgrund der kantonalen Siedlungsdaten 2040 sowie bestehender bzw. zukünftiger Bauvorhaben mit rechtlich festgelegten Fahrtenkontingenten.
- Abgleich der Entwicklung für die Verkehre ausserhalb des Kantons LU (Aussenverkehre) mit der nationalen Verkehrsprognose 2040 des Bundes (VM-UVEK).
- Anpassung der Berechnungsfunktionen im KVM Luzern zur Berücksichtigung der Effizienzgewinne der Verkehrsinfrastruktur auf Nationalstrassen infolge vermehrten Einsatzes von Fahrerassistenzsystemen.
- Berechnung der angebotsorientierten Prognose 2040 mit Abgleich der ermittelten MIV-Belastungen der Rohprognose 2040 in den Spitzenstunden mit den verfügbaren Strassenkapazitäten sowie Reduktion der Nachfrageentwicklung auf aus- oder überlasteten Netzteilen infolge verlängerter Fahrzeiten.

Mit der vorliegenden Teilaktualisierung des KVM können mit der gewählten Methodik sowohl die Auswirkungen der Siedlungsentwicklung als auch der Kapazitätslimiten auf dem Strassennetz durch die Neuberechnung der einzelnen MIV-Fahrbeziehungen berücksichtigt werden. Berechnet wird immer das Total der Fahrzeuge, da im KVM Luzern nicht zwischen einzelnen Fahrzeugkategorien (z.B. Lastwagen) unterschieden wird.

Für den Prognosezustand 2040 werden im KVM Luzern folgende Planfälle berechnet:

- Referenzzustand 2040 = mit allen geplanten Strassenbauvorhaben, aber ohne Berücksichtigung der Teilprojekte des Gesamtsystems Bypass Luzern; abgekürzt nachfolgend auch als 2040 ohne AP oder Ausgangszustand bezeichnet.
- Projektzustand 2040 = Strassennetz des Referenzzustands mit Ausbauten der Nationalstrassen im vorliegenden Ausführungsprojekt (Tunnel Bypass, Ausbau Nord und Ausbau Süd) aber ohne die kantonalen Projekte Spange Nord und der flankierenden Massnahmen zur Förderung des öV in der Stadt Luzern ; abgekürzt nachfolgend auch als *2040 mit AP* oder Betriebszustand ohne Spange Nord bezeichnet.

Es wurden folgende MIV-Modelle erstellt:

- Den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV, 0-24 Uhr, Ø Mo-So)
- Die durchschnittliche werktägliche Morgenspitzenstunde (MSP, 7-8 Uhr, Ø Mo-Fr)
- Die durchschnittliche werktägliche Abendspitzenstunde (ASP, 17-18 Uhr, Ø Mo-Fr)
- Durch die Anpassung der Nachfrageentwicklung bis 2040 infolge überlasteter Netzteile weisen die Fahrtenmatrizen im Ausgangszustand und Projektzustand unterschiedliche Fahrtensummen auf. Es sind somit 9 verschiedene Zustände mit dem KVM abgebildet.

4.1.3. Schwerverkehr

Aus dem aktualisierten KVM Luzern können für die verkehrstechnische Dimensionierung die Verkehrsbelastungen des Gesamtverkehrs in Motorfahrzeugen (Mfz/24h oder Mfz/h) verwendet werden. Das KVM Luzern kann jedoch keine Angaben zum Schwerverkehr liefern.

Analog dem Generellen Projekt Gesamtsystem Bypass Luzern ist es deshalb notwendig für die verkehrstechnische Dimensionierung sowie für die Bestimmung der Lärmkennwerte für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ein alternatives Verfahren für die Ermittlung der Schwerverkehrsanteile auf den verschiedenen Fahrbeziehungen resp. Streckenabschnitten des ASTRA-Projektperimeters zu nutzen:

- Die Analyse der Dauerzählstellen im ASTRA-Projektperimeter zeigt, dass die Schwerverkehrsanteile DTV, MSP und ASP für die Jahre 2010 und 2016 konstant oder teilweise gar leicht rückläufig sind.
- Zusätzliche Auswertungen des VM-UVEK bezüglich der dort in einer groben Zonierung abgebildeten Schwerverkehrs- und Gesamtfahrten im Modell- und Projektperimeter.

Für das Verkehrsmengengerüst der Prognose Zustände 2040 wird aufgrund dieser Analyse davon ausgegangen, dass auch für den Prognosehorizont 2040 die Schwerverkehrsanteile konstant bleiben. Auf Basis dieser Schwerverkehrsanteile und der Prognose 2040 des KVM Luzern werden die Schwerverkehrsanteile für die einzelnen Fahrbeziehungen im Projektperimeter abgeschätzt. Die ermittelten Werte werden sowohl bei der Dimensionierung der Anlage als auch als Datengrundlage für das Lärmschutzprojekt verwendet.

4.1.4. Bewältigbarer Verkehr 2040

Das KVM Luzern dient als Makromodell der Nachfragemodellierung und umfasst keine detaillierte Abbildung der einzelnen Knoten mit deren Steuerungen und berücksichtigt keine einzelne Fahrer/Fahrzeug-Einheiten. Daher bildet das KVM Luzern den Stau nicht direkt ab.

Um die Verkehrsmengen für den Prognosezustand 2040 und die effektiv möglichen Verkehrsentwicklungen realistisch abbilden zu können, wurden für das gesamte Untersuchungsgebiet Angaben zum bewältigbaren Verkehr für die ASP und MSP zusammengetragen. In der Regel entspricht dies der Kapazität (Leistungsfähigkeit) der Knotenzufahrten. Wo keine Angaben vorhanden waren, wurden Kapazitätsbetrachtungen aufgrund der Grünzeiten der LSA-Steuerungen vorgenommen bzw. in der MSP Analogiebetrachtungen zur ASP (z.B. Knotensummen) durchgeführt.

Die wichtigsten Bereiche des Strassennetzes mit Kapazitätsrestriktionen sind:

- Innenstadt Luzern inkl. nördliche und südliche Zufahrtsachsen (Schlossberg, Obergrundstr.)
- Entwicklungsgebiet Schlund (Gemeinden Kriens und Horw)
- Strassennetz im Rontal (Gemeinden Ebikon und Buchrain, inkl. Zubringer Rontal)
- Strassennetz Luzern Nord (Bereiche Seetalplatz, Emmen, Emmenbrücke).

Die massgebenden Kapazitätsengpässe wurden in das Netz des Modells eingebaut und mit der Verkehrsnachfrage verglichen.

Die mittels Siedlungsdaten und spezifischen Verkehrsaufkommen abgeschätzte Rohprognose 2040 wurde bei Vorliegen von aus- oder überlasteten Netzteilen wie folgt im Sinne eines durch das Strassennetz effektiv bewältigbaren Verkehrs berechnet:

- Korrektur der CR-Funktionen im KVM Luzern infolge besserer Ausnutzung der Kapazitäten auf Nationalstrassen infolge Fahrassistenzsysteme (verbesserte Kanalisierungswirkung Nationalstrassen).

- Berechnung der Reisezeitverlängerungen im Ausgangszustand 2040 infolge des Nachfragewachstums sowie zunehmender Netzauslastung oder gar -überlastung. Auf Basis von Nachfrage-Elastizitäten aus Forschungsvorhaben wurde die Nachfrage entsprechend den verlängerten Reisezeiten reduziert.
- Derselbe Schritt wurde ebenfalls für den Projektzustand 2040 durchgeführt, bei welchem die Gesamtkapazität des Strassennetzes infolge des Gesamtsystems Bypass Luzern erhöht ist.
- Reduktionskalibrationen auf Streckenabschnitten, wo die Nachfrage weiterhin die Kapazitäten übersteigt, so dass die Nachfrage an den Engpässen den effektiven Kapazitäten entspricht.

4.2. Verkehrsanalyse inkl. Schwachstellen

4.2.1. Verkehrsentwicklung

Die Verkehrsbelastung durch den MIV nimmt im gesamten Modellgebiet zwischen 2015 und 2040 aufgrund der wachsenden Einwohner- und Beschäftigtenzahlen um rund +22 % zu (DTV) zu. In der Abendspitze fällt die Zunahme mit rund +14 % aufgrund zahlreicher Kapazitätsengpässe deutlich tiefer aus, während die Fahrtenzahl in der Morgenspitze durch die Kapazitätslimiten im Strassennetz mit rund +19 % weniger stark ansteigt als im DTV. Das durch die Kapazitätslimiten im Strassennetz weniger beeinflusste Verkehrswachstum im DTV liegt somit in einer ähnlichen Grössenordnung wie das Siedlungswachstum, welches bei rund +21 % liegt.

Fahrtenzahl [Fz/Tag] Modellgebiet KVM Luzern	DTV	ASP	MSP
Ist-Zustand 2017 (Z0)	1'099‘023	103‘797	86‘758‘
Ausgangzustand 2040 (Z1.0)	1‘341‘471 (+22.1 %,+0.96%/Jahr)	118‘875 (+14.5 %, + 0.63 %/Jahr)	102‘943 (+18.7 %, +0.81 %/Jahr)
Projektzustand 2040 (Z1.1)	1‘343‘701 (+22.3%,+0.97/Jahr)	118‘431 (+14.1%, +0.61%/Jahr)	103‘461 +19.3%, +0.84%/Jahr)

Abbildung 15: Vergleich Fahrtenzahlen (Zuwachs Ausgangszustand 2040 (Z1.0) und Projektzustand 2040 (Z1.1) ggü. 2017 (Z0), ohne Zonenbinnenverkehr) im gesamten Modellgebiet des KVM Luzern

Die Fahrtenzahl im gesamten Modellgebiet nimmt im DTV gesamthaft um rund 21% oder rund 0.96%/Jahr zu. Infolge des Kapazitätsausbaus mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern wird die Nachfrage um zusätzliche 2‘230 Fahrten/Tag oder +0.2% zunehmen. Die jährliche Zunahme von gegen 1 % stimmt gut mit den bereits im Generellen Projekt prognostizierten Zunahmen überein.

Mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern nimmt zur Morgenspitze die Fahrtenzahl im Projektzustand 2040 im Vergleich zum Ausgangzustand 2040 in einer ähnlich geringer Zahl wie im DTV zu (+0.6%). Zur Abendspitze wird durch den Kapazitätsausbau im Gesamtsystem Bypass Luzern zusätzlicher grossräumiger Verkehr durch den Raum Luzern möglich, welcher zu einer grösseren Auslastung und somit wieder längere Reisezeiten auf den Nationalstrassen führen wird. Diese grossräumigen Effekte haben somit auf die Verkehrsentwicklung einen bremsenden Effekt (-0.4% gegenüber dem Ausgangszustand).
Die Fahrleistungen aller Fahrzeuge im Modellperimeter verändern sich wie folgt:

Fahrleistung [Fzkm/Tag] Modellgebiet KVM Luzern	DTV	ASP	MSP
Ist-Zustand 2017 (Z0)	14‘694‘774	1‘421‘075	1‘188‘644
Ausgangzustand 2040 (Z1.0)	18‘318‘932 (+24.7%)	1‘676‘954 (+18%)	1‘428‘044 (+20.1%)
Projektzustand 2040 (Z1.1)	18‘375‘378 (+25%)	1‘673‘839 (+17.8%)	1‘438‘974 (+21.1%)

Abbildung 16: Vergleich Fahrtleistungen (Zuwachs Ausgangszustand 2040 (Z1.0) und Projektzustand 2040 (Z1.1) ggü. 2017 (Z0), ohne Zonenbinnenverkehr) im gesamten Modellgebiet des KVM Luzern

Infolge des Kapazitätsausbaus im Projektzustand nimmt die Fahrleistung sowohl im DTV als auch zur Morgenspitze gegenüber dem Ausgangszustand mit +0.3 % bzw. +1 % stärker zu als die Fahrtenzahl. Dies ist auf die Kanalisierungswirkung der ausgebauten Autobahnen mit vergleichsweise längeren Fahrtlängen zurückzuführen. Der gleiche Effekt wirkt auch zur Abendspitze.

4.2.2. Auswirkungen auf Nationalstrasse

Am Beispiel der Morgen- und Abendspitzenstunde im Referenzzustand 2040 können die Auswirkungen des aufgezeigten Verkehrswachstums (Zustand 2040 ohne Projekt) mit der Überlastung von einzelnen Teilen des Nationalstrassennetzes gut aufgezeigt werden, wenn dort kein Kapazitätsausbau mit dem Projekt Gesamtsystems Bypass Luzern erfolgen würde.

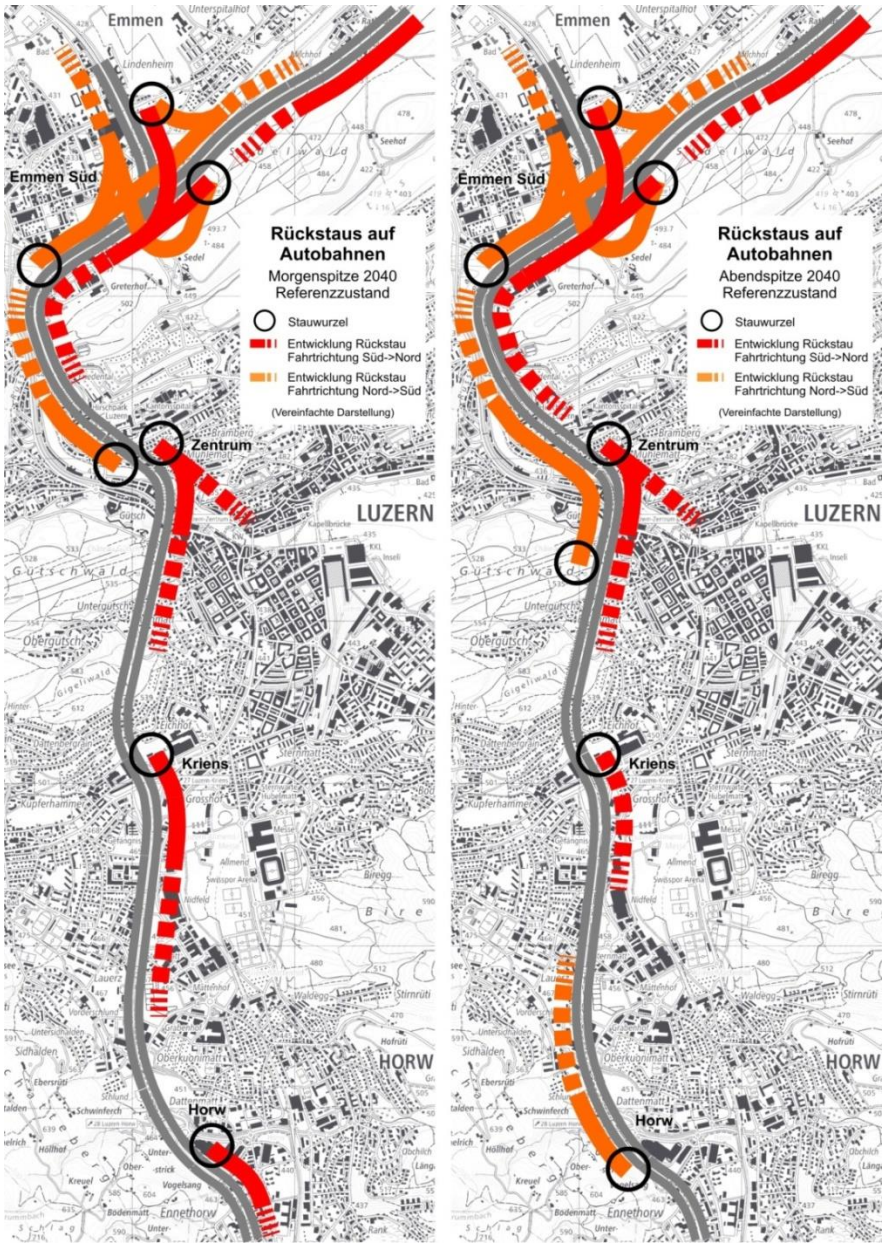


Abbildung 17: Rückstauentwicklung auf Nationalstrassen N02/N14, Referenzzustand 2040 ohne Projekt (Morgenspitze links, Abendspitze rechts)

Wie die Abbildung 17 zeigt, wird das Nationalstrassensystem N02/N14 im Raum Luzern während dieser Tageszeiten komplett aus- bzw. überlastet sein, so dass dieses keine weiteren Verkehre aufnehmen kann bzw. die Kanalisierungswirkung für den Gesamtverkehr weitgehend verliert.

4.2.3. Hauptaussagen zur Verkehrsentwicklung

- Ohne Gesamtsystem Bypass Luzern sind als wesentliche Entwicklungen zu nennen:
- Die Verkehrsnachfrage 2040 wird rund um die Stadt Luzern weiter zunehmen, auch wenn im Stadtgebiet von Luzern heute die Kapazitäten in den Spitzenstunden weitestgehend limitierend wirken.
- Die dem Prognosezustand 2040 unterstellte Entwicklung der Einwohner- und Arbeitsplatzzahlen bewirkt eine gesamträumliche Erhöhung in der MIV-Nachfrage vor allem auf den Nationalstrassen N02 und N14, sowohl im DTV als auch in den Spitzenstunden. Dies trotz der oben beschriebenen Kapazitätslimiten, d.h. der Druck auf das Strassennetz wird zunehmen.
- Das Nationalstrassensystem N02/N14 wird ohne Kapazitätsausbau regelmässig über mehrere Tagesstunden komplett aus- und überlastet sein und kann seine zentrale Funktion als Rückgrat im MIV innerhalb der Agglomeration Luzern nicht ausüben.
- Es muss – wie teilweise bereits heute schon - mit umfangreichem Ausweichverkehr über das untergeordnete Strassennetz gerechnet sein.
- Auch an der Kantonsgrenze LU/NW erfolgt eine Verlagerung von vergleichsweise wenigen Fahrten in der jeweiligen tageszeitlichen Lastrichtung auf die parallele Kantonsstrasse (Hergiswilerstrasse).
- Dieser Nachfragedruck wird auch – trotz allfälliger Verkehrsmanagementmassnahmen - den Betrieb des strassengebundenen öV weiter beeinträchtigen und die Aufenthaltsqualität in den Strassenräumen schmälern.

Durch das Gesamtsystem Bypass Luzern und insbesondere mit dem Kapazitätsausbau auf den Nationalstrassen ergeben sich folgende Veränderungen der Verkehrsbelastungen im durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV):

- Die Nationalstrasse N02 wird am Querschnitt Sonnenberg (Summe Tunnel Sonnenberg + Tunnel Bypass) im DTV um +2 % (gegenüber. Referenzzustand 2040 (Z1.0)) mehr belastet. Der Durchgangsverkehr wird jedoch neu durch den Tunnel Bypass geführt, wodurch die bestehende Stammachse durch den Tunnel Sonnenberg im DTV um ca. –59 % (Summe beider Richtungen), d.h. mehr als die Hälfte entlastet wird. Gegenüber dem IST-Zustand 2017 entspricht dies immer noch einer Entlastung um ca. –48 % (Summe beider Richtungen).
- Der Ausbau der N14 zwischen dem Anschluss Buchrain und der Verzweigung Rotsee führt zu einer Entlastung der parallelen Achsen K16 und K17 im Rontal (ab Ebikon in Richtung Luzern) und im Reusstal. Hier ergibt sich insbesondere eine Entlastung der beiden Strassenachsen Ballwil - Eschenbach - Rothenburg und Gisikon - Inwil - Emmen. Diese Ausweichrouten zur überlasteten N14 führen durch Siedlungsgebiete werden direkt von der Rückverlagerung von Fahrten auf die N14 durch die wiederhergestellte Kanalisierungswirkung profitieren.
- Infolge der Kanalisierungswirkung der N14 und der zusätzlichen Kapazitäten der N02 zwischen den Anschlüssen Emmen-Süd und Luzern-Kriens ergeben sich weitere verkehrliche Effekte:
  - Infolge der Kanalisierungswirkungen der N14 und N02 werden auch die Stadtzufahrten über die Hauptstrasse (Bereich Fluhmühle), die Obergrundstrasse sowie die Verbindung Zürichstrasse-/Sedelstrasse – Schlossberg-Seebrücke leicht entlastet (zwischen 1-3 % der Verkehrsmenge DTV), gleichzeitig weist der Anschluss Luzern-Zentrum eine leichte Mehrbelastung auf. Die genannten Veränderungen innerhalb des Stadtgebietes sind somit vergleichsweise sehr gering und liegen für den Prognosehorizont 2040 in der Innenstadt meist im Bereich der Prognoseunschärfe.
- Südlich des Anschlusses Luzern-Kriens nimmt die Verkehrsmenge auf der N02 infolge der Kanalisierungswirkung um rund 1-2 % leicht zu. Lokal ergeben sich im Raum Luzern-Süd und im angrenzenden Nidwalden aber keine wesentlichen Veränderungen.

Die bereits im Generellen Projekt ausgewiesenen Auswirkungen der Teilprojekte des Gesamtsystems Bypass Luzern können in der vorliegenden Projektstufe wie folgt auch für den Prognosehorizont 2040 bestätigt werden:

- Der Tunnel Bypass dient vor allem dem nationalen und regionalen Durchgangsverkehr.
- Mit dem Ausbau der N02 und der N14 im Projektperimeter wird deren volle Kanalisierungswirkung wiederhergestellt und die parallelen Kantons- und Gemeindestrassen entlastet.
- Die deutlich Entlastung der städtischen Hauptachse Obergrundstrasse - Seebrücke - Schlossberg wird erst durch die kantonalen Vorhaben (z.B. Spange Nord, Busstreifen auf dieser Achse als flankierende Massnahmen) erreicht, welche nicht Gegenstand des vorliegenden Ausführungsprojekts sind.
- Das vorliegende Ausführungsprojekt schafft aber durch die starke Entlastung der heutigen N02 im Abschnitt Tunnel Sonnenberg – Tunnel Reussport die Voraussetzungen, dass auf dieser Stadtautobahn zukünftig zusätzlicher städtischer Verkehr im Rahmen der kantonalen Projekte aufgenommen und um die Siedlungsgebiete herumgeführt werden kann.

Für die einzelnen funktionalen Teilräume sind folgende Veränderungen der Verkehrsmenge DTV zu erwarten:

Bereich Raum Luzern-Nord:

Für den Bereich Raum Luzern-Nord (Gemeinden Emmen, Rothenburg) werden gemäss KVM Luzern folgende Verkehrsentwicklungen erwartet (Werte gerundet):

DTV (Mfz/Tag)	2017	2040 ohne Gesamtsystem Bypass LU	2040 mit Gesamtsystem Bypass LU
N02 Emmenbrücke Richtung Norden	43‘400	50‘900	52‘300 (+3 %)
N02 Emmenbrücke Richtung Süden	42‘900	52‘500	54‘000 (+3 %)
N02 Rothenburg (R‘burg Station) Richtung Norden	33‘400	40‘500	41‘100 (+2 %)
N02 Rothenburg (R‘burg Station) Richtung Süden	32‘200	41‘400	41‘900 (+1 %)
N14 Tunnel Rathausen: Richtung Zug	37‘400	50‘500	53‘000 (+5 %)
N14 Tunnel Rathausen: Richtung Luzern	36‘100	47‘200	48‘800 (+3 %)
Emmen Seetalstr. (Flugzeugwerke)	12‘900	16‘700	16‘000 (-4 %)
Emmen Gerliswilstrasse (Sprengi)	10‘800	12‘500	12‘300 (-2 %)
Rothenburg Rothenburgstrasse (Brücke)	15‘000	21‘200	21‘200 (+/- 0 %)
Verbindung Rothenburg - Inwil	3‘300	6‘300	5‘600 (-11 %)

Abbildung 18: Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Nord

Als wesentliche Entwicklungen sind zu nennen:

- Die dem Prognosezustand 2040 unterstellte Entwicklung der Einwohner- und Arbeitsplatzzahlen bewirkt eine gesamträumliche Erhöhung in der MIV-Nachfrage vor allem auf den Nationalstrassen N02 und N14, sowohl im DTV als auch in den Spitzenstunden.
- Da auch die Nationalstrasse N02 und N14 ohne das Projekt Bypass Luzern mit der prognostizierten Entwicklung teilweise überlastet sein werden wird mit umfangreichem Ausweichverkehr über das untergeordnete Strassennetz zu rechnen sein. Dies betrifft insbesondere die zur N14 parallelen Ausweichstrecken zwischen Inwil/Eschenbach und Emmen/Rothenburg.
- Das Gesamtsystem Bypass Luzern bewirkt vor allem eine Erhöhung der Kapazität auf den Nationalstrassen N02/N14. Damit wird ihre Aufnahmefähigkeit und Kanalisierungswirkung auch für den Zeithorizont 2040 erhalten. Parallele Kantonsstrassen wie die Eschenbachstrasse in Rothenburg, die Ortsdurchfahrt Emmenbrücke und die Seetalstrasse in Emmen werden entlastet. Für Emmen selber werden durch das Projekt nur kleine Änderungen in der lokalen Fahrtroutenwahl erwartet.

- Der Anschluss N14 Buchrain wird mit und ohne Gesamtsystem Bypass Luzern (wie in der bisherigen Prognose 2030 im Konzept LuzernOst) zur Abendspitze überlastet sein. Der Ausbau der N14 im Projekt ermöglicht hingegen eine Anordnung der Rückstaukolonnen auf dem rechten Ausfahrtsstreifen, so dass der starke Verkehr auf der Stammfahrbahn N14 in Richtung Rotkreuz weniger behindert werden wird.

Bereich Raum Luzern-Ost:

Für den Bereich Raum Luzern-Ost (Gemeinden Adligenswil, Buchrain, Dierikon, Ebikon, Meggen) werden gemäss KVM Luzern folgende Verkehrsentwicklungen erwartet (Werte gerundet):

DTV (Mfz/Tag)	2017	2040 ohne Gesamtsystem Bypass LU	2040 mit Gesamtsystem Bypass LU
N14 Tunnel Rathausen Richtung Zug	37‘400	50‘500	53‘000 (+5 %)
N14 Tunnel Rathausen Richtung Luzern	36‘100	47‘200	48‘800 (+3 %)
Zubringer Rontal (Tunnel)	19‘000	28‘000	28‘400 (+2 %)
Ebikon Luzernerstrasse (Löwen)	18‘700	27‘600	26‘800 (-3 %)
Ebikon Zugerstrasse (Schindler)	16‘200	19‘000	18‘800 (-1 %)
Dierikon Kantonsstrasse (Migros)	10‘500	17‘200	17‘200 (+/-0 %)
Buchrain Hauptstr. (nördl. Unterdorfstr.)	11‘300	16‘400	16‘500 (+1 %)
Adligenswil Luzernerstrasse (Dorf)	4‘800	6‘700	6‘700 (+/-0 %)
Meggen Luzernerstrasse (Balm)	8‘000	10‘300	10‘100 (-2 %)
Meggen Seeburgstr. (Hotel Seeburg)	9‘500	12‘100	11‘900 (-2 %)

Abbildung 19: Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Ost

Als wesentliche Entwicklungen sind zu nennen:

- Die dem Prognosezustand 2040 unterstellte Entwicklung der Einwohner- und Arbeitsplatzzahlen bewirkt in den Gemeinden des Teilraums Luzern-Ost gegenüber dem IST-Zustand eine Erhöhung in der MIV-Nachfrage, sowohl im DTV als auch in den Spitzenstunden.
- Analog der Prognose 2030 im Gesamtverkehrskonzept LuzernOst wird auch im Zeitraum 2040 in und um die Spitzenstunden ein Nachfrageüberhang mit Überlastungen von Knoten, insbesondere auf der K17 in Ebikon und dem Zubringer Rontal, resultieren.
- Da auch die Nationalstrasse N14 ohne Gesamtsystem Bypass Luzern mit der prognostizierten Entwicklung überlastet sein wird, wird die grossräumige Erreichbarkeit der Gemeinden im MIV im Jahr 2040 noch stärker eingeschränkt werden und ein vermehrtes Ausweichen von Verkehren über Alternativrouten (z.B. Küssnacht – Meggen – Stadt Luzern) erfolgen.
- Das Gesamtsystem Bypass Luzern bewirkt vor allem eine Erhöhung der Kapazität auf den Nationalstrassen N02/N14. Damit wird ihre Aufnahmefähigkeit und Kanalisierungswirkung gestärkt. Parallele Kantonsstrassen wie die K17 in Ebikon, die Seeburgstrasse sowie die Gotthard-/Luzernerstrasse in Meggen werden um rund 1-4% entlastet.
- Für Buchrain werden durch das Projekt nur kleine Änderungen in der lokalen Fahrtroutenwahl erwartet (Vermehrte Fahrten via Anschluss Buchrain), aber kein übergeordneter Ausweichverkehr durch Buchrain.
- Auf der Kantonsstrasse in Dierikon ergeben sich durch das Gesamtsystem Bypass Luzern keine wesentlichen Änderungen der Verkehrsbelastungen.
- Die Verkehrsbelastungen auf Nebenrouten wie z.B. auf der Verbindung Meggen – Adligenswil werden durch das Gesamtsystem Bypass Luzern kaum beeinflusst. Die Zunahme der dortigen Verkehrsbelastungen gegenüber heute ist allein auf die Einwohner- und Arbeitsplatzentwicklung zurückzuführen.

- Der Anschluss N14 Buchrain wird mit und ohne Gesamtsystem Bypass Luzern zur Abendspitze überlastet sein, wie dies auch in der bisherigen Prognose 2030 im Konzept LuzernOst festgehalten wird. Der Ausbau der N14 im Projekt ermöglicht hingegen eine Anordnung der Rückstaukolonnen auf dem rechten Ausfahrtsstreifen, so dass der sehr starke Verkehr auf der Stammfahrbahn N14 in Richtung Rotkreuz und Zug nicht behindert werden wird. Ein Ausbau des Anschlusses Buchrain ist mit einem allfälligen Ausbau der N14 östlich des Anschlusses zu koppeln und daher nicht Bestandteil des Gesamtsystems Bypass Luzern.

Stadtgebiet Luzern

Auf Gebiet der Stadt Luzern werden gemäss KVM Luzern folgende Verkehrsentwicklungen erwartet (Werte gerundet):

DTV (Mfz/Tag)	2017	2040 ohne Gesamtsystem Bypass LU	2040 mit Gesamtsystem Bypass LU
N02 Tunnel Reussport Richtung Norden	48‘400	62‘000	39‘400 (-36 %)
N02 Tunnel Reussport Richtung Süden	48‘400	62‘400	38‘400 (-38 %)
N02 Tunnel Sonnenberg Richtung Norden	32‘200	41‘100	17‘500 (-57 %)
N02 Tunnel Sonnenberg Richtung Süden	32‘600	41‘400	16‘500 (-60 %)
N02 Tunnel Bypass Richtung Norden	--	--	24‘600
N02 Tunnel Bypass Richtung Süden	--	--	25‘600
Luzern Sedelstrasse (Bahnunterführung)	18‘600	20‘800	20‘700 (-1 %)
Luzern Maihofstrasse (Maihof)	13‘400	17‘800	17‘200 (-3 %)
Luzern Zürichstrasse (Löwenplatz)	18‘300	22‘000	21‘600 (-2 %)
Luzern Seebrücke	33‘500	39‘200	38‘700 (-1 %)
Luzern Baselstrasse (Gütsch)	18‘400	22‘900	23‘300 (+1 %)
Luzern Obergrundstrasse (Paulusplatz)	34‘100	41‘100	40‘800 (-1 %)
Luzern Obergrundstrasse (Eichhof)	28‘100	35‘600	35‘600 (+/-0 %)
Luzern Horwerstrasse (Allmend)	11‘000	14‘000	14‘000 (+/-0 %)

Abbildung 20: Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Stadtgebiet Luzern

Als wesentliche Entwicklungen sind zu nennen:

- Die Verkehrsnachfrage 2040 im DTV wird rund um die Stadt Luzern weiter zunehmen, auch wenn im Stadtzentrum selber die Kapazitäten heute weitestgehend limitierend wirken. Im KVM Luzern kann das regionale Makromodell die einzelnen Knotensteuerungen nicht detailliert und als Obergrenze abbilden. Die Modellierung lässt demnach eine Überschreitung der effektiven Kapazitäten zu, so dass die im Gleichgewichtsverfahren errechnete Zunahme der Nachfrage z.B. auf der Seebrücke kaum eintreffen wird und somit eher als Nachfragedruck zu interpretieren ist
- Diese allgemeine Verkehrszunahme wird bestehende Engpässe (z.B. am Schlossberg) weiter verschärfen und Massnahmen auf kantonaler Ebene jedwelcher Art erfordern. Dies unabhängig vom Gesamtsystem Bypass Luzern (Ohnehin-Massnahmen).
- Die Nationalstrasse N02 wird am Querschnitt Sonnenberg (Summe Tunnel Sonnenberg + Tunnel Bypass) im DTV um +2 % (gegenüber. Referenzzustand 2040 (Z1.0)) mehr belastet.
- Der Durchgangsverkehr wird jedoch neu durch den Tunnel Bypass geführt, wodurch die bestehende Stammachse durch den Tunnel Sonnenberg im DTV um ca. –59 % (Summe beider Richtungen), d.h. mehr als die Hälfte entlastet wird. Gegenüber dem IST-Zustand 2017 entspricht dies immer noch einer Entlastung um ca. –48 % (Summe beider Richtungen).

- Der Tunnel Reussport wird durch die Verlagerung des Durchgangsverkehrs in den Tunnel Bypass um ca. -37 % (Summe beider Richtungen) entlastet. Nur so kann die Nachfrage im Querschnitt Reussport (Tunnel Reussport + Tunnel Bypass) bewältigt werden, welche gegenüber dem Ausgangszustand 2040 nochmals um ca. +3 % (Summe beider Richtungen) zunimmt.
- Infolge der Kanalisierungswirkungen der N14 und N02 werden auch die Stadtzufahrten über die Hauptstrasse (Bereich Fluhmühle), die Obergrundstrasse (Paulusplatz) sowie die Verbindung Zürichstrasse - Seebrücke leicht entlastet (zwischen 1-3 % der Verkehrsmenge DTV), gleichzeitig weist der Anschluss Luzern-Zentrum und die Baselstrasse eine leichte Mehrbelastung auf. Die genannten Veränderungen innerhalb des Stadtgebietes sind somit vergleichsweise gering und liegen für den Prognosehorizont 2040 meist im Bereich der Prognoseunschärfe.

Bereich Raum Luzern-Süd

Im Bereich Raum Luzern-Süd (Gemeinden Kriens, Horw) werden gemäss KVM Luzern folgende Verkehrsentwicklungen erwartet (Werte gerundet):

DTV (Mfz/Tag)	2017	2040 ohne Gesamtsystem Bypass LU	2040 mit Gesamtsystem Bypass LU
N02 Tunnel Sonnenberg Richtung Süden	32‘600	41‘400	16‘500 (-60 %)
N02 Tunnel Sonnenberg Richtung Norden	32‘200	41‘100	17‘500 (-57 %)
N02 Tunnel Schlund Richtung Süden	33‘500	44‘400	45‘000 (+2 %)
N02 Tunnel Schlund Richtung Norden	34‘200	44‘500	45‘200 (+2 %)
Kriens Luzernerstr. (Kupferhammer)	19‘200	22‘300	22‘300 (+/-0 %)
Kriens Obernauerstrasse (Südstr.)	12‘000	17‘200	17‘200 (+/-0 %)
Horw Kantonsstrasse (Kirchweg)	6‘900	8‘200	8‘400 (+2 %)

Abbildung 21: Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Süd

Als wesentliche Entwicklungen sind zu nennen:

- Die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung wird ohne das Gesamtsystem Bypass Luzern auf der N02 im Tunnel Sonnenberg und im Tunnel Schlund zu einer nochmaligen deutlichen Verkehrszunahme und zu dortigen Kapazitätsproblemen führen. Ein Folge daraus wird Ausweichverkehr über Kantons- und Gemeindestrassen sein, welche in den Spitzenstunden noch nicht an der Kapazitätsgrenze angelangt sind (z.B. Kriens-Littau über Obernau; Beispiel Obernauerstrasse, Südstrasse).
- Mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern wird die Kapazität auf der N02 im Bereich Luzern-Kriens – Hergiswil soweit erhöht, dass der zukünftige Verkehr auf der N02 und den Anschlüssen aufgenommen und die Kanalisierungswirkung der N02 aufrechterhalten werden kann. Dies gilt auch für die Funktionsfähigkeit des Anschlusses Luzern-Kriens.
- Der bestehende Tunnel Sonnenberg und die N02 Stadtautobahn werden stark entlastet, so dass auch der heutige Engpasse auf der Einfahrt am Anschluss Luzern-Kriens in Richtung Norden nicht mehr auftreten wird.
- Die Verkehrsbelastung auf der Luzernerstrasse in Kriens verändert sich durch das Gesamtsystem Bypass Luzern nur sehr geringfügig (im Bereich der Prognoseunschärfe).
- Die bestehende Verkehrssituation auf dem Kantonsstrassennetz zur Abendspitze (z.B. K19 Ringstrasse) werden durch das Projekt Gesamtsystem Bypass Luzern nicht verändert, es entsteht aber kein zusätzlicher Ausweichverkehr von der N02 weg.

Nidwalden (Hergiswil)

Auf Nidwaldner Boden werden rund um Hergiswil gemäss KVM Luzern folgende Verkehrsentwicklungen erwartet (Werte gerundet):

DTV (Mfz/Tag)	2017	2040 ohne Gesamtsystem Bypass LU	2040 mit Gesamtsystem Bypass LU
N02 Tunnel Spier Richtung Süden	32‘700	42‘900	43‘200 (+1%)
N02 Tunnel Spier Richtung Norden	31‘700	40‘800	41‘100 (+1%)
N02 Stansstad Richtung Süden	21‘300	25‘300	25‘400 (+1%)
N02 Stansstad Richtung Norden	23‘000	26‘900	27‘000 (+1%)
N08 Tunnel Lopper Richtung Spiez	13‘100	17‘100	17‘100 (+/-0%)
N08 Tunnel Lopper Richtung Luzern	12‘400	15‘700	15‘800 (+1%)
Kantonsstr. Grenze LU/NW	2‘900	3‘500	3‘500 (+/-0%)

Abbildung 22: Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen in Nidwalden (Bereich Hergiswil)

Als wesentliche Entwicklungen sind zu nennen:

- Die Verkehrsentwicklung auf der N02 östlich Stansstad wird überwiegend durch Wechselwirkungen mit der A4 Axenstrasse und der Prognose der überregionalen Verkehrsbeziehungen aus dem NPVM (allgemeine Verkehrsentwicklung ausserhalb der Kantone LU/NW) beeinflusst und nicht durch das Gesamtsystem Bypass Luzern.
- Das Gesamtsystem Bypass Luzern hat sowohl im DTV wie auch in den Spitzenstunden auf die Verkehrsentwicklungen an den beiden Querschnitten N08 Tunnel Lopper und N02 Stansstad kaum Auswirkungen. Im DTV werden sowohl auf der N02 wie auf der N08 Belastungsänderungen im DTV unter 1 % prognostiziert.
- Die allgemeine Siedlungs- und Verkehrsentwicklung führt auf der N08 Tunnel Lopper zur Abendspitze in der Lastrichtung (Richtung Süd) zu Verkehrsbelastungen nahe zur Kapazitätsgrenze von langen einstreifigen Tunneln. Dies unabhängig vom Gesamtsystem Bypass Luzern.
- Ohne Ausbau der N02 erfolgt in den Spitzenstunden an der Kantonsgrenze LU/NW eine Verlagerung von vergleichsweise wenigen Fahrten in der jeweiligen tageszeitlichen Lastrichtung auf die parallele Kantonsstrasse (Hergiswilerstrasse).
- Der Ausbau der N02 hingegen bewirkt an der Kantonsgrenze NW/LU in den Spitzenstunden wiederum eine verstärkte Kanalisierung des Verkehrs auf der N02. Die Kantonsstrasse erreicht dabei wieder in Etwa das heutige geringe Belastungsniveau.
- Die bestehende Verkehrssituation im Raum Horw auf dem Kantonsstrassennetz zur Abendspitze (z.B. K19 Ringstrasse) werden durch das Projekt Gesamtsystem Bypass Luzern nicht verändert, es entsteht aber kein zusätzlicher Ausweichverkehr von der N02 weg.

4.3. Dimensionierung der Anlage

4.3.1. Dimensionierung der Nationalstrassen

In einem ersten Schritt werden die Elemente der Nationalstrasse mit den Verkehrsmengen Morgenspitze 2040 und Abendspitze 2040 bezüglich der erzielbaren Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität beurteilt und ein allfälliger Anpassungsbedarf gegenüber dem Generellen Projekt ermittelt.

Das Vorgehen für die verkehrstechnische Dimensionierung ist in Abbildung 23 schematisch dargestellt. Für kritische Elemente, welche gemäss statischer Leistungsfähigkeitsprüfung die Kapazitätsgrenze überschreiten (VQS F), wurden zuerst Bestvarianten ausgearbeitet und deren Funktionalität anschliessend mittels Verkehrsfluss-Simulation (Mikromodell; Programm VISSIM) verifiziert.

Die Simulation liefert neben der Kapazitätsbeurteilung aber auch Erkenntnisse zur Anordnung der Markierungen und Wegweisungen.

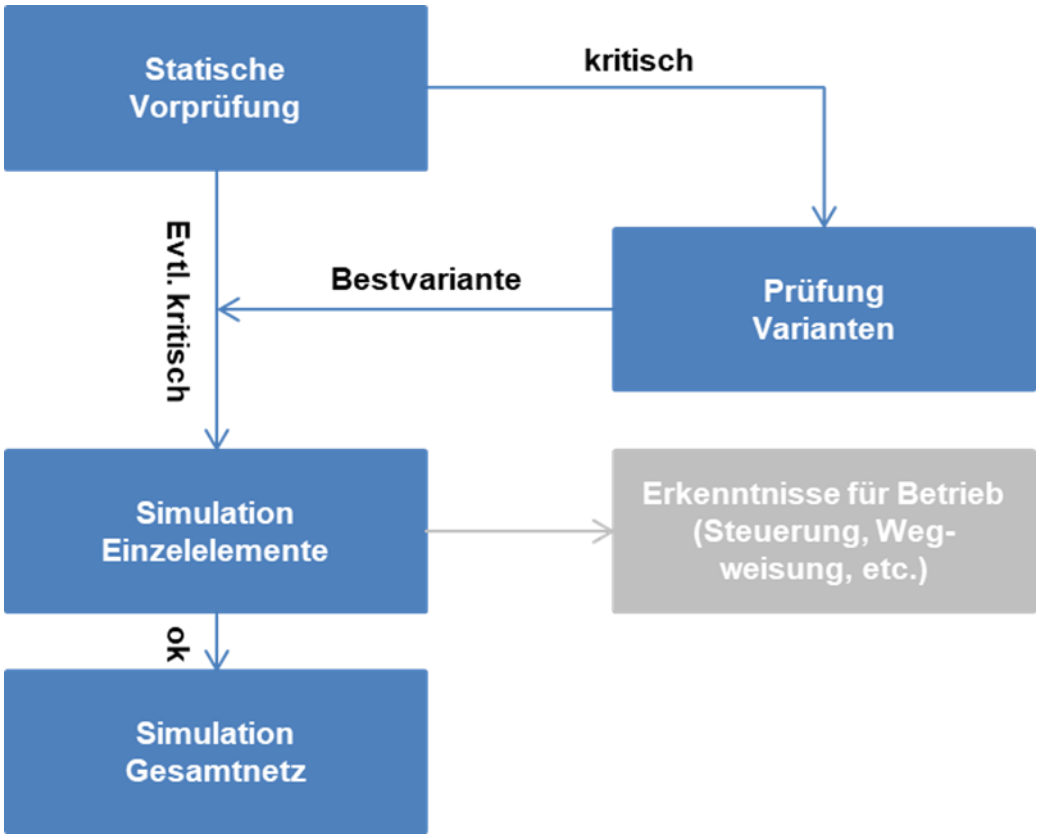


Abbildung 23: Vorgehens-Schema verkehrstechnische Dimensionierung Nationalstrassen

Sowohl die Stammstrecken der N02 und der N14 wie auch sämtliche Rampen bei den Anschlüssen und Verzweigungen werden gemäss den Projektvorgaben auf die Spitzenstundenbelastungen der Prognose 2040 aus dem aktualisierten KVM Luzern primär für den vorliegenden Betriebszustand ohne Spange Nord berechnet und ausgelegt.

Parallel wurde ein Zielzustand mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern (inkl. kantonalem Projekt Spange Nord) gemäss Planungsstand aus dem Generellen Projekt verkehrstechnisch überprüft. Dabei wurde sichergestellt, dass die neu zu bauenden oder anzupassenden Strassenteilstücke ohne grössere Anpassungen auch für den längerfristigen Zielzustand Bypass mit Spange Nord oder mit alternativen Massnahmen aufwärtskompatibel dimensioniert sind. Dies betrifft vor allem den Abschnitt N02 Stadtautobahn zwischen den Anschlüssen Emmen-Süd und Luzern-Kriens. Sollte das kantonale Projekt vom bisherigen Planungsstand im GP abweichen, so sind allfällige Anpassungen verkehrstechnisch zu überprüfen und in einer zweiten späteren Planauflage, mit der dannzumal vorhandenen Bestvariante Spange Nord auszuweisen und zu bewilligen.

Gemäss Richtlinien (VSS-Normen) sind mit der für die Nationalstrasse geltenden nachfrageorientierten Dimensionierung für die im KVM Luzern hinterlegten Jahresmittelwerte 2040 jeweils Verkehrsqualitäten der Stufen D oder besser zu erreichen. Werden diese Vorgaben erreicht:

- wird im Durchschnitt ein stabiler und sicherer Verkehrsfluss während der ganzen Spitzenstunde erreicht.
- können Schwankungen der Verkehrsmengen innerhalb des Jahres oder innerhalb der Spitzenstunde aufgenommen werden. Dabei sind kurzzeitige Stop-and Go-Situationen in Kauf zu nehmen.

4.3.2. Dimensionierung der Anschlüsse

Im Gegensatz zu den Nationalstrassen können die Anschlüsse nicht immer nach Bedarf ausgebaut werden, da sie teilweise in dicht bebautem und genutztem Umfeld liegen und dessen Kapazitäten auf das untergeordnete Netz abgestimmt werden müssen. Bei der Betrachtung der Lokalstrassen stehen vor allem Knoten mit LSA-Steuerung im Fokus. In Abbildung 24 sind die VQS-Abstufungen für diese Knoten gemäss Schweizer Norm SN 640 023a die Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit für Lichtsignalknoten aufgeführt.

Fokus Lokalstrasse		
VQS	**Wartezeit**	**Auslastungsgrad**
F (völlig ungenügend)	> 100s	> 105%
E (mangelhaft)	≤ 100s	≤ 105%
D (ausreichend)	≤ 70s	≤ 95%
C (zufriedenstellend)	≤ 50s	
B (Gut)	≤ 35s	
A (Sehr gut)	≤ 20s	

Abbildung 24: Grenzen für verkehrstechnische Beurteilung von Knoten mit Lichtsignalanlagen

Die Beurteilung der Verkehrsqualitäten von Lichtsignalanlagen wird gemäss Abbildung 24 anhand mittlerer Wartezeiten (gewichtet nach den zugehörigen Verkehrsmengen) der massgebenden Verkehrsströme und einem Auslastungsgrad vorgenommen. Als Bemessungsverkehrsstärke gelten die Morgen- sowie die Abendspitzenstunde. Mittlere Wartezeiten über 100 Sekunden und/oder einem Auslastungsgrad höher 105 % entsprechen einer völlig ungenügenden VQS der Stufe F.

Die Beurteilungen anderer Knotenformen (Kreisel, vortrittsgeregelte Knoten) erfolgen ebenfalls analog gängiger VSS-Normen, wobei dort die Kapazitätsgrenze (als Übergang der Stufen E/F) bei 100 % Auslastung liegt.

Für die verkehrstechnische Dimensionierung ist eine VQS D oder besser anzustreben. Gerade aber in dicht bebauten Gebieten können die Knoten nicht ausgebaut werden. Hier muss mittels betrieblicher Optimierungen (Fahrstreifenzuordnung, Lichtsignalsteuerung, Qualität der öV-Bevorzugung) in einer angebotsorientierten Sichtweise die bestmögliche Verkehrsabwicklung gesucht werden.

Die Synthese-Grafiken in Kap. 4.4.3 zeigen die Auslastung des jeweiligen Anschlussknotensystems anhand einer statischen Leistungsbeurteilung. Dabei wurde jeweils die Auslastung des höchstbelasteten Knotens als Wert für das System angenommen.

4.4. Verkehrliche Wirkung des Gesamtsystems Bypass Luzern

4.4.1. Zukünftige Funktionalität Nationalstrassen

Die Beseitigung des Engpasses auf der Nationalstrasse N02/N14 im Grossraum Luzern wird durch den Tunnel Bypass und die Ausbauten Nord und Süd erreicht. Die verkehrliche Wirkung des Projekts kann mittels Vergleich des Ausgangszustandes (links) mit dem Projektzustand (rechts) am Bespiel der Fahrtrichtung Nord – Süd wie folgt vereinfacht bildlich dargestellt werden:

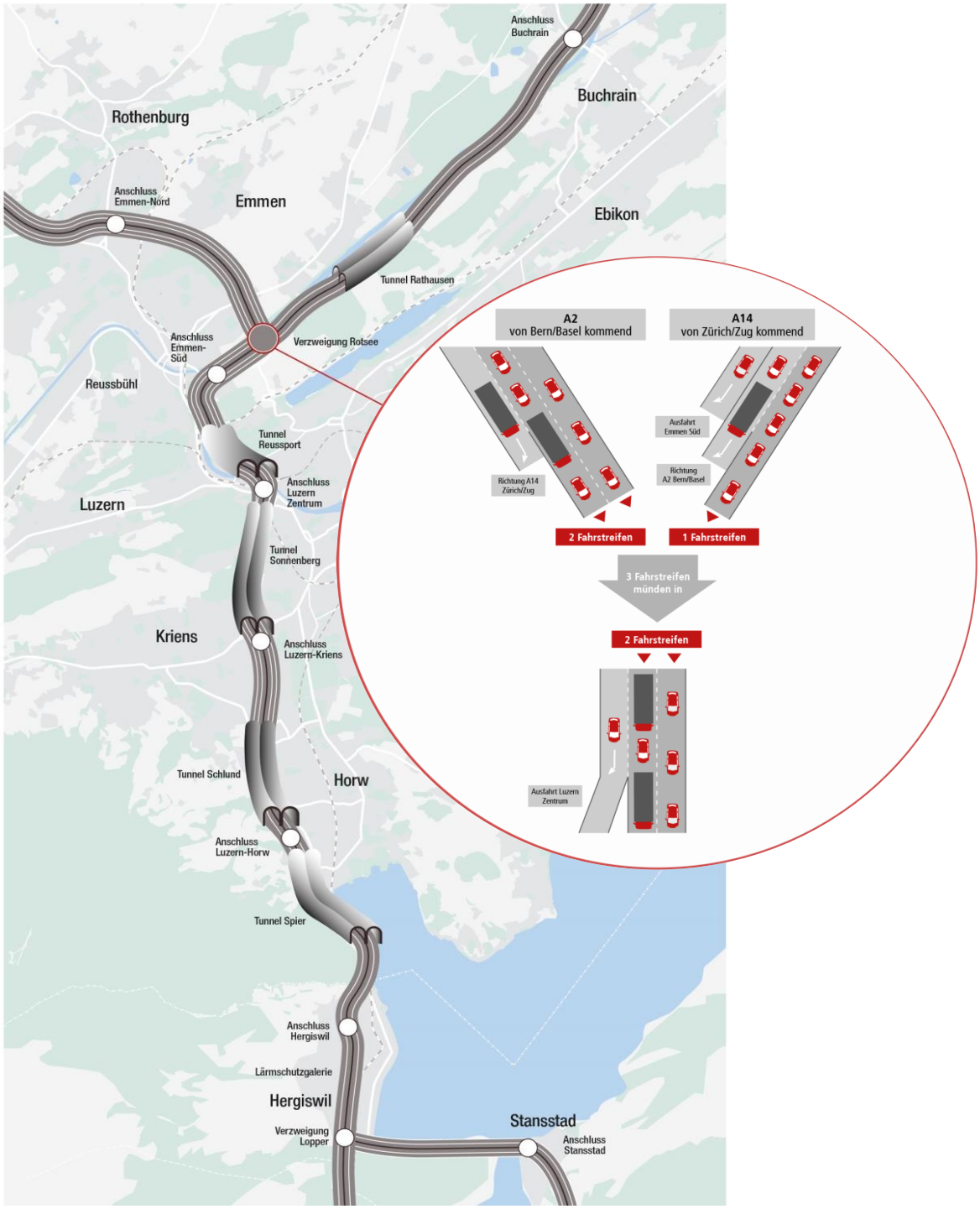


Abbildung 25: IST-Zustand N02/N14

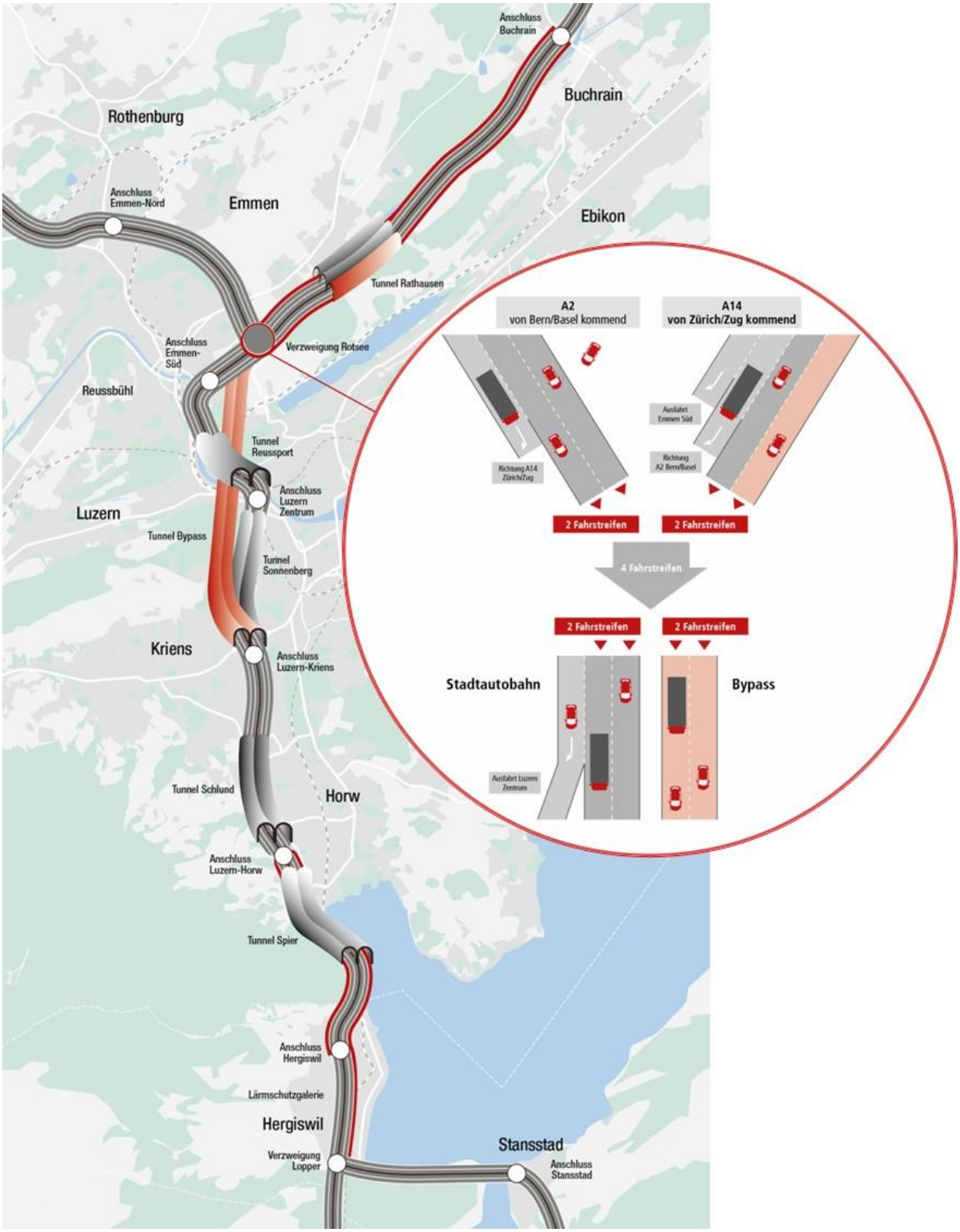


Abbildung 26: Zustand N02/N14 mit Gesamtsystem Bypass Luzern

Wie die Abbildungen 25 und 26 zeigen, kann mit dem Projekt die von Norden und Osten her kommenden vier Fahrstreifen der N02 und N14 auf den Stammstrecken ohne Fahrstreifenabbau weitergeführt werden, nämlich mit zwei Fahrstreifen im Tunnel Bypass und zwei Fahrstreifen auf der bestehenden Stadtautobahn. Die gleiche Wirkungsweise wird auch in der Fahrtrichtung Süd – Nord erreicht.

Auf der Nationalstrasse kann durch die Ausbauten im Projekt die ganze Verkehrsmenge 2040 bewältigt werden. Die Aufteilung in eine Stadtautobahn und einen Transittunnel schafft folgende Vorteile:

- Entkoppelung des grossräumigen Transit- und Agglomerationsverkehrs vom städtischen Ziel-/Quellverkehr.
- Es entstehen Kapazitäten auf der Stadtautobahn zur Aufnahme von lokalem Ziel- und Quellverkehr sowie für weitere das Stadtgebiet entlastende Massnahmen im Rahmen des kantonalen Projekts Spange Nord (oder Alternativlösungen hierzu) zur Verfügung.
- Teilweise längere separate Fahrstreifen vor Autobahnein- und ausfahrten, so dass vermehrte Pufferräume zwischen dem Nationalstrassen- und dem Kantonsstrassennetz entstehen.

Die Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern bewirkt vor allem eine Erhöhung der Kapazität auf den Nationalstrassen N02/N14. Damit wird ihre Aufnahmefähigkeit und Kanalisierungswirkung auch für den Zeithorizont 2040 erhalten. Parallele Kantonsstrassen wie die z.B. die Ortsdurchfahrt Emmenbrücke und die Seetalstrasse in Emmen werden entlastet.

Veränderung Fahrtrouten

Mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern ergeben sich zahlreiche Änderungen von Fahrrouten. Untenstehend sind zwei Beispiele aufgezeigt:

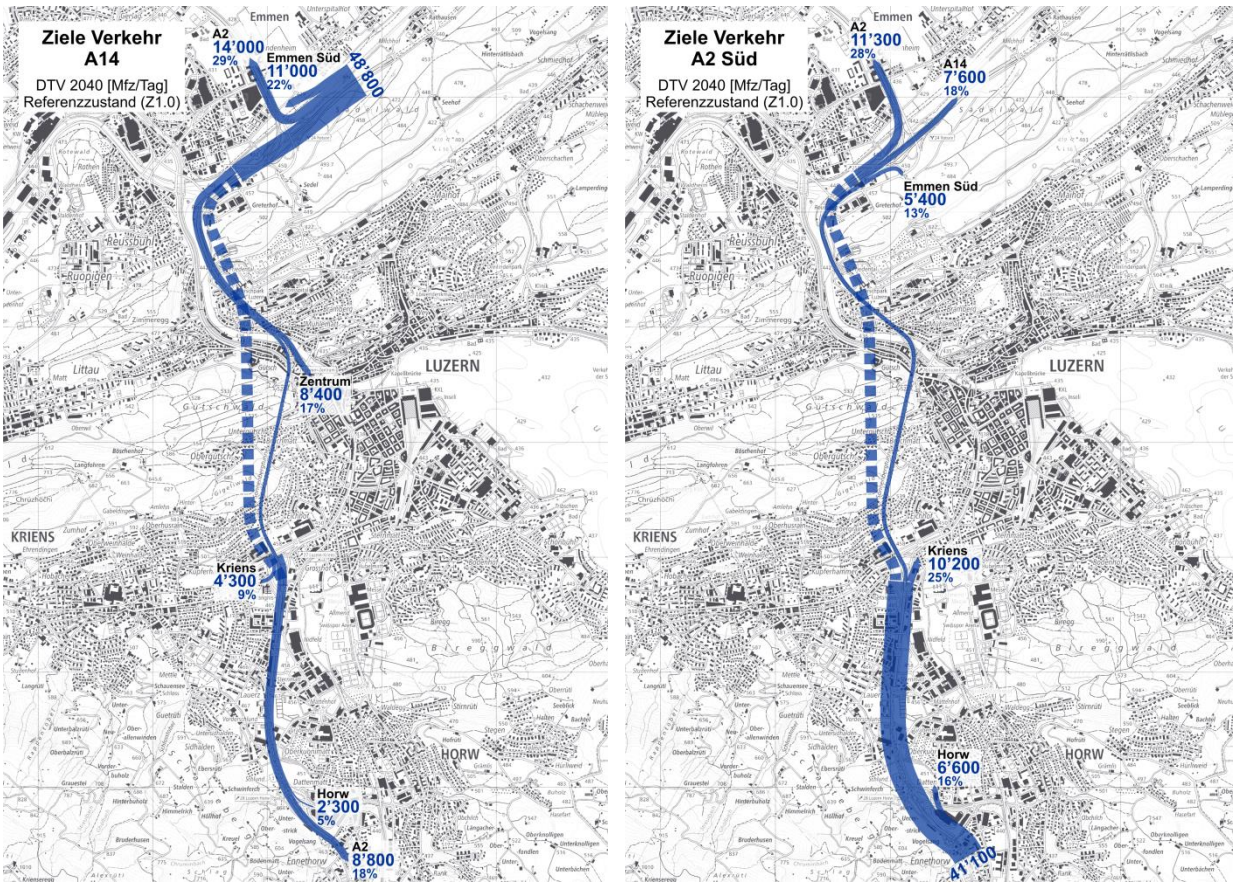


Abbildung 27: Veränderung Fahrtrouten von der N14 aus Richtung Zug (links) und von der N02 aus Richtung Süden (rechts) 2040 mit/ohne Projekt

Fahrtenstruktur Nationalstrasse

Die Auswertungen der Fahrtenstruktur im DTV des Jahres 2040 im Projektzustand ergeben folgende Schlussfolgerungen:

- Aus Fahrtrichtung N02 von Norden her benutzen alle Fahrzeuge mit Fahrtziel südlich des Anschlusses Luzern-Kriens den neuen Tunnel Bypass (und entlasten somit die bestehende Nationalstrasse im Stadtgebiet).
- Auch aus Fahrtrichtung N14 von Osten her benutzen alle Fahrzeuge mit Fahrtziel südlich des Anschlusses Luzern-Kriens den neuen Tunnel Bypass.
- Aus Fahrtrichtung N02 von Süden her benutzen alle Fahrzeuge mit Fahrtziel nördlich des Anschlusses Emmen-Süd den neuen Tunnel Bypass (und entlasten somit die bestehende Nationalstrasse im Stadtgebiet).

Resultierender Verkehrsfluss

Bezogen auf die Nationstrassen wurden gegenüber dem Generellen Projekt folgende Optimierung an der Fahrstreifenauslegung vorgenommen:

- Auf der N14 Richtung Luzern im Zulauf zum Tunnel Rathausen wird die Fahrstreifenauftrennung auf die beiden Tunnel (Weiche) so angepasst, dass sich der mittlere Fahrstreifen auf die beiden Strecken Richtung N02 Luzern und N02 Basel aufspaltet.
- Im Bereich der Autobahnausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Süden beginnt der Ausfahrtsstreifen früher, so dass der Ausfahrtsbereich früher von der Rampe N02 Stadtautobahn – N14 abmarkiert und so der Verkehrsfluss an dem nachfolgenden Fahrstreifenabbau auf der Rampe verbessert werden kann.

Die mittels Verkehrsfluss-Simulation ermittelten Verkehrsqualitäten für die Abendspitze 2040 im Gesamtsystem Bypass Luzern lauten:

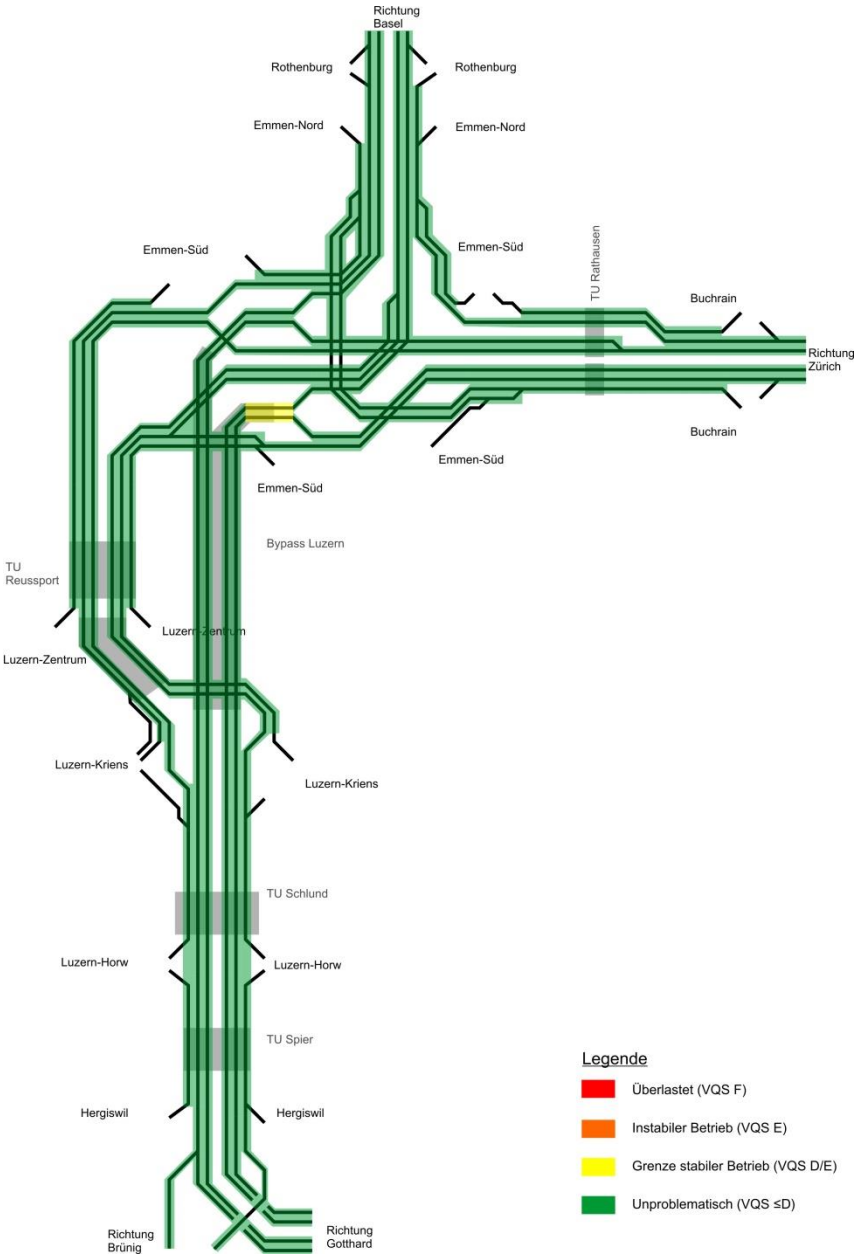


Abbildung 28: Resultierende Verkehrsqualitäten zur Abendspitze 2040 auf den Nationalstrassen

Es wird auf dem gesamten Nationalstrassennetz eine Verkehrsqualität der Stufe D oder besser erreicht. Der für die Abendspitze 2040 prognostizierte Verkehr kann von der Nationalstrasse mit dauernd stabilem Verkehrsfluss verarbeitet werden.

Für die Morgenspitze 2040 wurde die gleiche Leistungsanalyse durchgeführt. Die erzielten Verkehrsqualitäten zur Morgenspitze 2040 lauten:

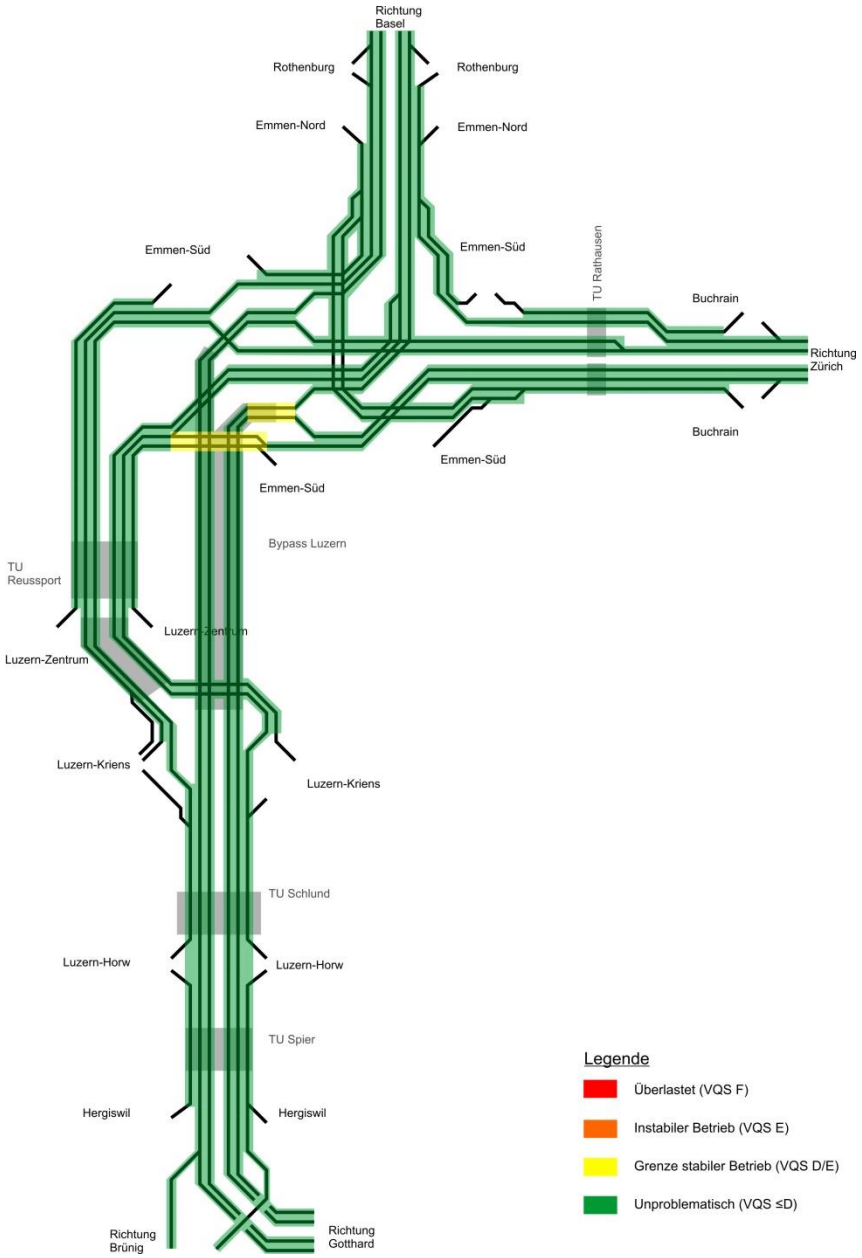


Abbildung 29: Resultierende Verkehrsqualitäten zur Morgenspitze 2040 auf den Nationalstrassen

Es werden die Vorgaben auch für die Morgenspitze 2040 erreicht.

Die parallelen Berechnungen für das Gesamtsystem Bypass Luzern zeigten, dass das Gesamtsystem Bypass Luzern betreffend die Fahrstreifenanordnung auch für diesen Zustand in gleichwertiger Weise funktionsfähig bleibt und somit aufwärtskompatibel angeordnet ist.

Die Umsetzung des Gesamtsystems Bypass Luzern (in Ausprägung wie im GP) wie auch des Betriebszustands ohne Spange Nord ermöglicht somit in beiden Spitzenstunden 2040 auf den Nationalstrassen in der Regel einen stabilen und stetigen Verkehrsfluss. Der gesamte zu- und einfahrende Verkehr kann verarbeitet werden. Das System ist aber nicht überdimensioniert, denn bei einem Eintreffen der Verkehrsentwicklung gemäss der Prognose 2040 gelangen einzelne Abschnitte in einen Bereich, bei dem ein stabiler Verkehrsfluss über die ganze Stunde gerade noch erreicht werden kann. Zudem wird die zwischen den Verzweigungen Rotsee und Lopper signalisierte Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h zu einer weiteren Homogenisierung und Beruhigung des Verkehrsflusses führen (siehe Anhang 2).

Verkehrstechnische Sensitivitätsanalyse

Zur Prüfung der Auswirkungen der jahreszeitlichen Schwankungen der Nachfrage wurden die Dauerlinien an den heutigen verschiedenen Zählstellen im ASTRA-Projektperimeter ausgewertet. Es zeigte sich, dass diese Kennwerte je nach Nationalstrassenabschnitt um einen Mittelwert von ca. 10 % variieren.

Für diese Sensitivitätsbetrachtungen wurde die prognostizierte Verkehrsbelastung 2040 für die Morgen- und Abendspitzenstunde auf den Nationalstrassen N02/N14 um pauschal 10 % erhöht wurde, um die Kapazitätslimiten im Bereich Verzweigung Lopper – Verzweigung Rotsee – Anschluss Emmen-Nord bzw. Anschluss Buchrain auszutesten. Sie zeigten auf, dass die im GP definierte Gesamtkonzeption mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern und dem entsprechenden Ausbau der Nationalstrassen dort eine homogene Verteilung der Kapazitäten bewirkt, welche auch Realisierungsetappen wie das Gesamtsystem Bypass Luzern mit einem Betriebszustand ohne Spange Nord aufnehmen kann.

4.4.2. Netzredundanz

Mit dem neuen Tunnel Bypass wird für den heutigen Abschnitt Cityring (Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg) eine Redundanzstrecke realisiert. Es kann somit im Falle der Sperrung der Stadtautobahn (Tunnel Reussport und/oder Tunnel Sonnenberg) zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Luzern-Kriens der Tunnel Bypass als Ausweichstrecke genutzt werden und umgekehrt. Dementsprechend reduziert sich der Stauumfahrungsverkehr durch Luzern und die angrenzenden Gemeinden im Ereignisfall.

Im Weiteren kann bei einer zukünftigen Instandsetzung der Stadtautobahn oder des Tunnel Bypass der Verkehr über die Nationalstrasse abgewickelt werden. Er muss nicht mehr wie bei der Instandsetzung Cityring über das untergeordnete Strassennetz geführt werden. Auch auf der N14 wird im Abschnitt Tunnel Rathausen durch die neue 3. Tunnelröhre eine Redundanz bei einer Sperrung einer Tunnelröhre geschaffen.

4.4.3. Funktionalität der Anschlüsse

4.4.3.1. Autobahnanschluss Buchrain

Gemäss Gesamtverkehrskonzept LuzernOst wird für den Prognosezeitraum 2030 (ohne Bypass) eine Überlastung des Autobahnanschlusses Buchrain mit entsprechenden Verkehrsmanagementmassnahmen aufgeführt. Auch die östlich des Anschlusses liegenden Teilstücke der N14 sind in diesem Zeitraum nahe an der Kapazitätsgrenze. Der Betrieb läuft im 2040 mit vorliegendem Projekt aber noch stabil. Mögliche Ausbauszenarien am Anschluss Buchrain bedingen neben baulichen Ergänzungen von Rampen auch eine bauliche Anpassung der Stammstrecke im Anschlussbereich. Zudem würde ein Ausbau der N14 zwischen dem Anschluss Buchrain und der Verzweigung Rütihof nötigt, um - bei Aufrechterhaltung eines stabilen Verkehrsflusses - zusätzlichen Verkehr aufnehmen zu können.

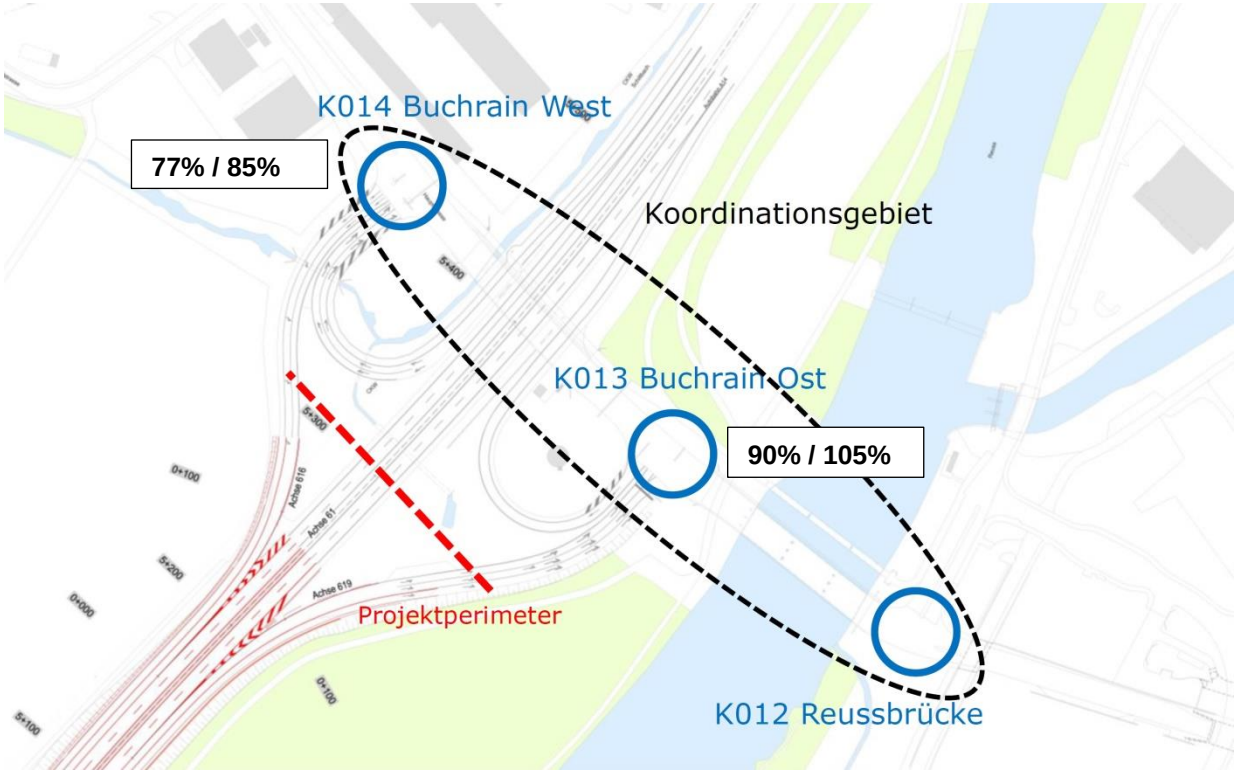


Abbildung 30: Autobahnanschluss Buchrain mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)

Mit der Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern kann der rechte Fahrstreifen bei Überlastungen vor dem Anschluss als Stauraum abmarkiert werden, ohne den Verkehrsfluss auf der N14 zu beeinträchtigen. Der Ausfahrtsbereich erhält eine neue LSA-Schlaufenanlage, um Rückstaus rechtzeitig zu erkennen und mit der LSA-Steuerung entsprechend reagieren zu können. Die bestehende Betriebsausrüstung der N14 ermöglicht mit der signaltechnischen Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung bereits heute eine Beeinflussung des Verkehrsflusses und der Verkehrssicherheit auf der N14.

4.4.3.2. Autobahnanschluss Emmen-Süd

Am Anschluss Emmen-Süd werden folgende Anschlussknoten tangiert:

- Bestehender LSA-gesteuerter Knoten K079 Brücke Ibach: Diese Anlage wird 1:1 ersetzt und die Programmierung entsprechend den neuen Bedürfnissen angepasst.
- Bestehender LSA-gesteuerter Knoten K025 Sedel 1-1: Hier werden die Zufahrten Ausfahrt N02 und Reusseggstrasse Ost neu erstellt und die Schlaufenanlagen ersetzt. Der Knoten behält seine heutige Fahrstreifenanzahl. Die LSA-Anlage wird 1:1 ersetzt.
- Baulich erweiterter LSA-gesteuerter Knoten K026 Sedel 2: Hier werden die massgebenden Abbiegebeziehungen zweistreifig ausgebaut, um für 2040 eine ausreichende Leistungsfähigkeit zu erreichen. Die LSA-Anlage wird vollständig neu erstellt.
- Östlich des Knotens Sedel 1-1 wird ein neuer LSA-gesteuerter Teilknoten Sedel 1-2 erstellt, welcher mit dem Knoten Sedel 1-1 koordiniert betrieben wird und die Autobahneinfahrt N14 in Richtung Zürich/Zug steuert.
- Die bestehenden Knoten Sedel 3/Mooshüsli an der Seetalstrasse werden gemäss den veränderten Anforderungen neu programmiert, aber baulich nicht verändert.

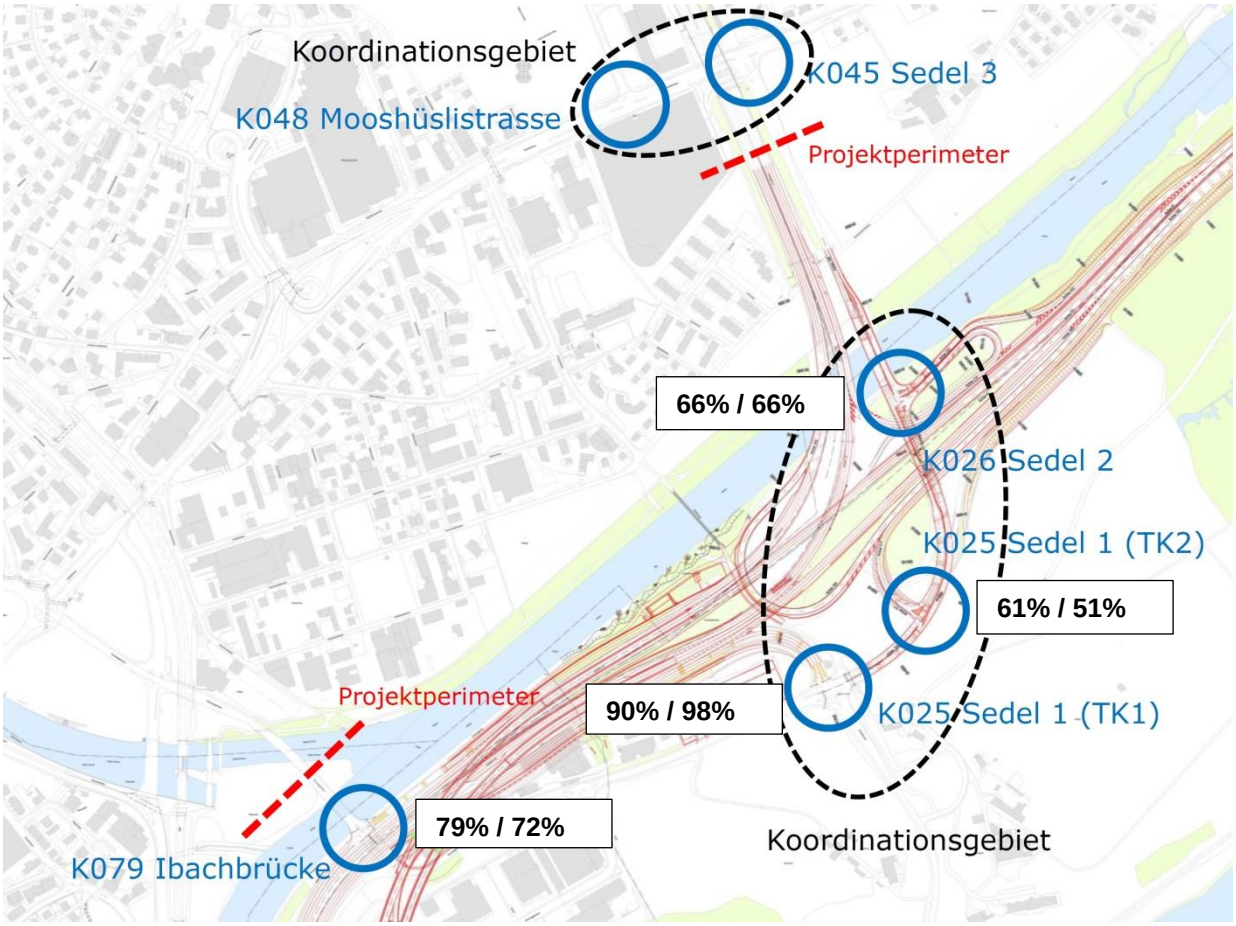


Abbildung 31: Autobahnanschluss Emmen Süd mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)

Ohne die entlastende Wirkung eines Anschlusses Luzern-Lochhof bleibt das Gesamtsystem Bypass Luzern der Anschlussbereich Emmen-Süd und dabei insbesondere der Knoten Sedel 1 weiterhin stark ausgelastet.

4.4.3.3. Autobahnanschluss Luzern-Zentrum

Der Autobahnanschluss Luzern-Zentrum setzt sich aus 3 LSA-Knoten zusammen und liegt im dicht genutzten Innenstadtrand von Luzern. Dieser Strassenraum kann baulich nicht erweitert werden. Verbesserungen können bei Bedarf nur mittels betrieblicher Optimierungen oder einer Begrenzung der öV-Bevorzugung realisiert werden.

Beim Knoten K115 (Kasernenplatz) wird nur so viel Verkehr Richtung Stadt zugelassen, wie das nachfolgende städtische Netz verarbeiten kann, auch wenn die Leistungsfähigkeit des Knotens viel höher wäre. Aus den Werten der Zählstelle Hirschengraben Nr. 48 (206) kann abgeleitet werden, dass der Abfluss in die Stadt in der MSP bei 1‘600 Mfz/h und in der ASP bei 1‘500 Mfz/h an die Grenzen stösst. Damit ist das Kapazitätsangebot am Knoten K115 (Kasernenplatz) gedeckelt und die Gesamtkapazität des Knotens kann auf die Zufahrten verteilt werden.

Im vorliegenden Zustand Betriebszustand ohne Spange Nord fehlt die im kantonalen Projekt Spange Nord entlastende Wirkung der Fluhmühlebrücke und des neuen Anschlusses Luzern-Lochhof, welche den Verkehrsdruck auf den Anschluss Luzern-Zentrum lindern würden. So ergibt das allgemeine Verkehrswachstum bis 2040 eine sehr hohe Auslastung. Diese hohe Auslastung des Anschlussbereichs tritt unabhängig vom Gesamtsystem Bypass Luzern auch im Referenzzustand auf.

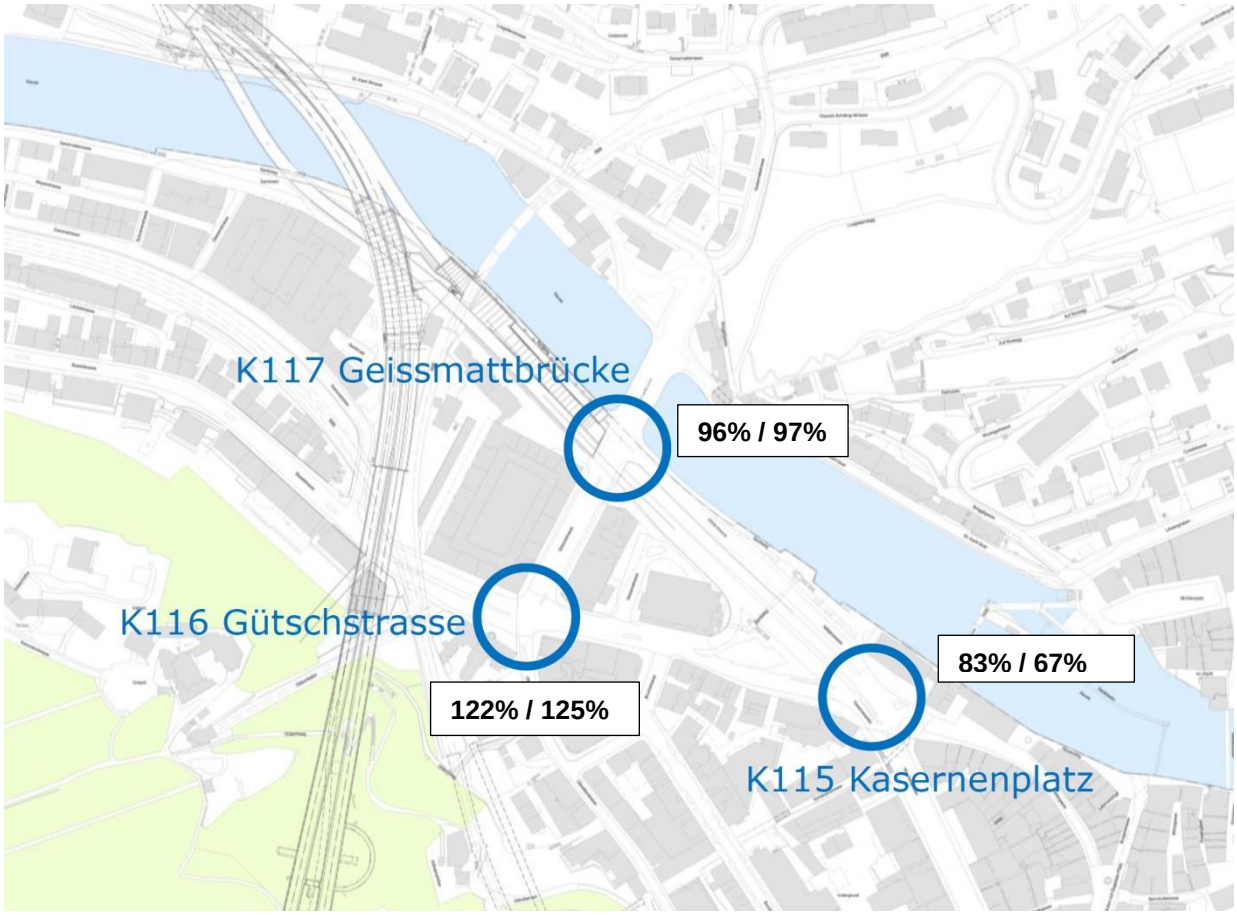


Abbildung 32: Anschluss Luzern-Zentrum mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)

Um im hochbelasteten Anschluss Luzern-Zentrum die heutige Funktionalität auch in Zukunft in der heutigen Qualität aufrechterhalten zu können, werden unabhängig des Gesamtsystems Bypass Luzern für den Referenzzustand sogenannte Ohnehin-Massnahmen oder entlastende Strassenverbindungen notwendig.

4.4.3.4. Anschluss Luzern-Kriens

Der Bereich rund um den Anschluss Luzern-Kriens ergibt ein zweigeteiltes Knotensystem:

- LSA-Koordinationsbereich des Knotens Grosshof 1 mit dem nahen Knoten Kupferhammer und Grosshof 5 (direkt an der Autobahnausfahrt) am Ortseingang von Kriens
- LSA-Knoten Grosshof 2 an der Arsenalstrasse
- LSA-Knoten Grosshof 4 (an der Autobahneinfahrt) und Grosshof 3 Eingangs der Obergrundstrasse.
- Der Knoten K111 Eichhof liegt bereits ausserhalb des Projektperimeters und ist Bestandteil der LSA-Kette entlang der Obergrundstrasse.

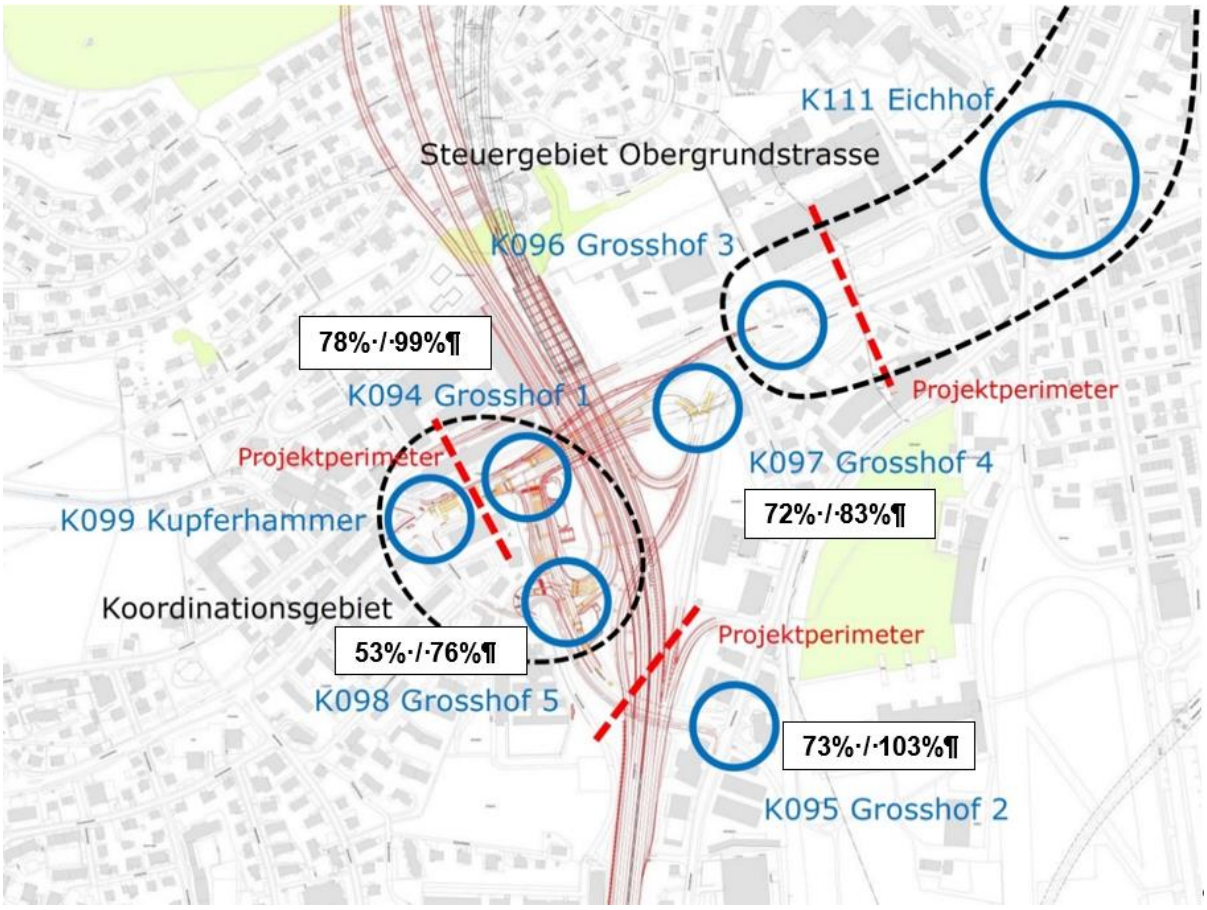


Abbildung 33: Anschluss Luzern-Kriens mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)

Grosshof 1 (K 094): Der Knoten weist zusammen mit dem benachbarten kantonalen Knoten K099 Kupferhammer mit den Verkehrsmengen 2040 wie bereits heute sehr hohe Auslastungen auf. Eine verkehrstechnisch sinnvolle bauliche Erweiterung ist infolge der anschliessenden dichten Randbebauung am Knoten Kupferhammer sowie der benachbarten Nationalstrassenunterführungen, Ausfahrts- und Einfahrtsrampen nicht möglich. Der Verkehr muss auch in Zukunft mehr oder weniger auf der heutigen Verkehrsfläche abgewickelt werden.

Das Gesamtsystem Bypass Luzern führt aber nicht zu einer grundlegend veränderten Verkehrsbelastung. Der Verkehr auf den Autobahnein- und ausfahrten wird schrittweise zunehmen und durch verlängerte Rückstauräume (aus Richtung Norden) vermehrt bewirtschaftet werden. Das Gesamtsystem Bypass Luzern mit der Trennung der Transit-Fahrstreifen (durch Tunnel Bypass) von den Fahrstreifen im Tunnel Sonnenberg (Stadtautobahn) bietet hierzu eine deutlich verbesserte Ausgangslage.

Zudem kann der heutige Engpass in der Einfahrt Tunnel Sonnenberg in Richtung Norden vollständig beseitigt werden, welcher heute den Abfluss am Knoten Grosshof 1 durch längere Rückstaukolonnen im Bereich Grosshof erschwert und ohne Gesamtsystem Bypass Luzern zukünftig noch mehr erschweren wird.

Dieser kritische LSA-Steuerungsbereich (zusammen mit der Autobahneinfahrt Grosshof 4) wurde mit einer Verkehrsflusssimulation überprüft, bei welcher die Wirkungen der koordinierten Lichtsignalprogramme als auch der öV-Priorisierungen modelliert und ausgewertet werden können. Die Resultate für die kritischere Abendspitzenstunde:

- Die Gesamtzahl der Fahrzeuge kann den Bereich passieren. Die Kapazitätsgrenze wird nicht überschritten.
- Es bilden sich teilweise längere Rückstaukolonnen, welche aber den Betrieb benachbarter Knoten (z.B. Grosshof 2 und 3) nicht beeinträchtigen.
- Die Stärke der öV-Priorisierung (und somit z.B. der Phasenzuteilung) der beiden Buslinien im 3.5-Minutentakt steht im Gegensatz zur gewünschten Begrenzung des Nationalstrassenrückstaus von der Stadtautobahn her. Hier muss die Gruppe von Lichtsignalanlagen im Steuergebiet gemäss den tatsächlichen Verkehrsmengen im Prognosezeitraum 2040 entsprechend programmiert werden
- Im Gegensatz zur heutigen Situation blockieren aber keine Rückstaus in der Autobahnausfahrt den Betrieb der Nationalstrasse mehr. Infolge der separaten Ausfahrtsspur auf der Stadtautobahn (im Tunnel Sonnenberg), der erweiterten Staudetektionsmöglichkeiten im Ausfahrtsbereich sowie der Gefahrenwarnungen können Störungen des Nationalstrassenbetriebs auf Ausnahmefälle begrenzt werden.

Grosshof 2 (K095): Der Knoten ist zur Abendspitze komplett ausgelastet. Da dieser Knoten wegen der engen Randbebauung nicht erweitert werden kann, wird die Steuerung optimiert und mit derjenigen des benachbarten Knotens Grosshof 5 abgestimmt (für Fahrbeziehung Autobahnausfahrt – Arsenalstrasse).

Grosshof 3 (K096): An dieser LSA wird nur so viel Verkehr in das Stadtnetz eingespiesen, wie weitergehend verarbeitet werden kann (analog Knoten Kasernenplatz). Für den MIV in Richtung Obergrundstrasse stehen weiterhin zwei Fahrstreifen für den MIV zur Verfügung.

Grosshof 4 (K097): Der Knoten bewältigt ausschliesslich den Verkehr der beiden Autobahneinfahrten und führt keine ÖV-Linie. Der Betrieb ist auch mit den veränderten Verkehrsmengen 2040 unproblematisch.

4.4.3.5. Anschluss Luzern-Horw

Die Funktionsfähigkeit des Anschlusskreisels Schlund wurde mit einer Verkehrsflusssimulation überprüft. Er bildet einerseits das Scharnier zwischen dem Nationalstrassen- und dem Kantonsstrassennetz, andererseits ist er auch einer von zahlreichen Knotenpunkten entlang der Ringstrasse (K19).

Autobahnausfahrt aus Richtung Süd: Der Kreisel Schlund ist mit der heutigen Ausgestaltung in der Morgenspitze (MSP) 2040 überlastet. Dies ergibt einen maximal ca. 450 m langen Rückstau, welcher rund 70m in den Tunnel Spier auf dem rechten Ausfahrtsstreifen hineinragt. Der Rückstau reicht somit nur bis kurz vor die Ausfahrt. Da am Kreisel Schlund auch die Kantonsstrasse (Hergiswilerstrasse) in der Kreiseleinfahrt überlastet ist, dürfte kein grosser Verlagerungseffekt von der Nationalstrasse auf die parallele Kantonsstrasse erfolgen. Da für den ausfahrenden Verkehr ein eigener Fahrstreifen zur Verfügung steht, ist der Durchgangsverkehr auf dem mittleren und linken Fahrstreifen im Tunnel Spier vom Kreiselrückstau nicht betroffen.

Autobahnausfahrt aus Richtung Nord: Bei der Simulation des Kreisels Schlund mit den Prognosewerten 2040 ergeben sich an dieser Autobahnein- und Ausfahrt keine Überlastungen, wohl aber auf dem anschliessenden Kantonsstrassennetz (K 19 Ringstrasse). Gemäss der Studie *Kantonsstrasse* K19/K19a Kriens, Schlund: Massnahmen für den öffentlichen Verkehr, Optimierung Lichtsignalanlagen, Verkehrsmanagement der Dienststelle Verkehr und Infrastruktur des Kantons LU vom Oktober 2017 sind unter Berücksichtigung der limitierten Kapazitäten des Kantons- und Gemeindestrassennetzes kurze Rückstaus bis in den Tunnel Schlund nicht auszuschliessen. Sie betreffen jedoch nur den Ausfahrtsstreifen und nicht den Durchgangsverkehr auf dem mittleren und linken Fahrstreifen.

Massnahmen: In den Spitzenstunden wird eine Zuflussdosierung mit einer LSA-Steuerung des Kreisels Schlund vorgesehen, um die Kreiseleinfahrt zu erleichtern und den Rückstau in Richtung Nationalstrasse zu begrenzen. Zudem werden die Staubereiche auf den Ausfahrtsrampen abmarkiert. Mit der neuen Signalisationsausrüstung können die Rückstaus rechtzeitig detektiert und die Fahrzeuglenker mittels Gefahrenwarnung informiert werden.

Eine Behebung der Kapazitätsmängel auf dem weiterführenden Kantonsstrassennetz ist nicht Gegenstand des Gesamtsystems Bypass Luzern. Eine optimale Ausgestaltung und Steuerung der Ringstrasse ist Bestandteil der kantonalen Planungen Luzern-Süd.

4.4.3.6. Halbanschluss Hergiswil

Die beiden Knoten des Halbanschlusses Hergiswil sind auch im Jahre 2040 weiterhin schwach belastet. Der Betrieb der Anschlussknoten wird keine Probleme verursachen. An diesem Anschluss sind keine Massnahmen notwendig.

4.4.3.7. Fazit

Im Rahmen dieser Leistungsprüfungen konnte der Anschlussknoten Sedel 2 (heutiger Anschlussknoten an der Ausfahrt N14/Einfahrt N02 an die Verzweigung Rotsee) so ausgestaltet werden, dass dieser auch längerfristig ausreichende Kapazitäten aufweist.

Als Fazit der nachfolgenden Erläuterungen kann festgehalten werden, dass die Funktionsfähigkeit der Nationalstrasse auch durch teilweise überlastete Anschlussknoten nicht eingeschränkt wird. Durch die Fahrstreifenanordnungen im vorliegenden Ausführungen können die Folgen dieser Überlastungen besser bewältigt werden.

4.5. Fazit für Entlastungen und Belastungen im Strassennetz

Die Realisierung des Auflageprojekts bewirkt im Prognosehorizont 2040 je nach Strassenzug Verkehrszu- und -abnahmen, welche für den DTV in der nachfolgenden Darstellung abgebildet sind. Die wesentlichen Auswirkungen lassen sich wie folgt beschreiben:

- Im Tunnel Bypass wird der nationale und regionale Durchgangsverkehr zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Luzern-Horw kanalisiert und so die bestehende Stadtautobahn entlastet.
- Die Teilstücke N02 Tunnel Reussport und N02 Tunnel Sonnenberg werden stark entlastet Die dortigen heutigen Engpässe werden beseitigt. .
- Südlich des Anschlusses Luzern-Kriens ergeben sich vergleichsweise geringe Auswirkungen, wobei die Aufnahmefähigkeit der N02 gestärkt wird.
- Die verbesserte Aufnahmefähigkeit der N02 im Stadtgebiet bewirkt auch eine verbesserte Kanalisierungswirkung der N02 und der N14 im Zulauf zum Stadtgebiet von Luzern mit einer Entlastung der Parallelrouten durch Emmen und durch das Rontal.
- Im Stadtgebiet von Luzern ergeben sich unwesentliche Entlastungen auf der Achse Obergrundstrasse – Pilatusstrasse – Seebrücke – Schweizerhofquai – Zürichstrasse.

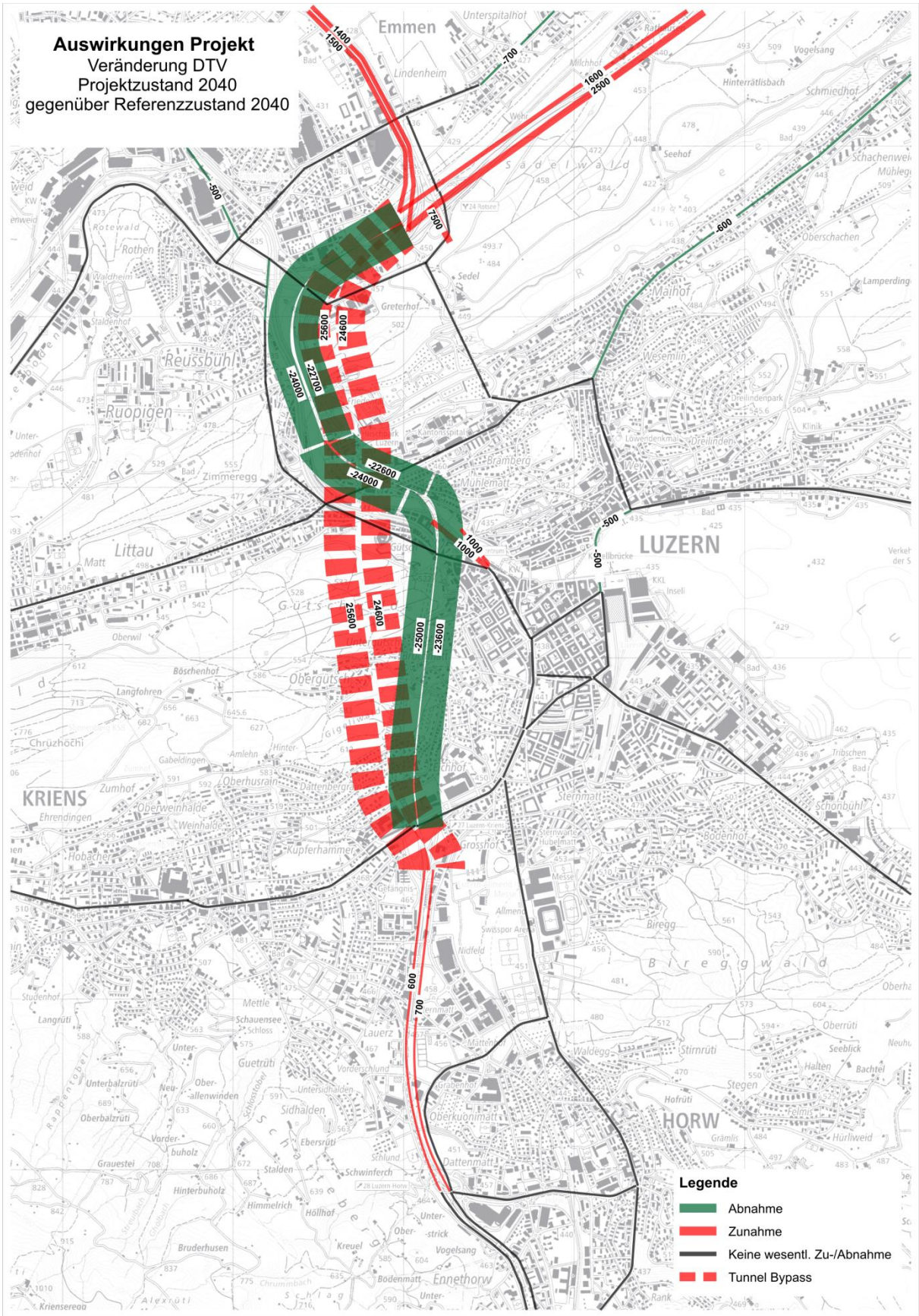


Abbildung 34: Veränderung der Verkehrsbelastungen durch das Projekt (DTV 2040, Mfz/Tag)

4.6. Erwartete Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit

Durch das Gesamtsystem Bypass Luzern werden bezüglich der Verkehrssicherheit folgende Verbesserungen angestrebt:

- Kanalisierung Verkehr auf Nationalstrassennetz: Trotz dem prognostizierten Verkehrswachstum im MIV kann der Anteil der Fahrzeugkilometer pro Tag auf den Nationalstrassen gesteigert werden.
- Entlastung Kantonsstrassennetz: Durch das Gesamtsystem Bypass Luzern ergeben sich Entlastungen auf den parallelen Kantons- und Gemeindestrassen. und somit auch eine Reduktion der Anzahl Konflikte unter den Verkehrsteilnehmern.
- Gemäss Richtlinien ist mit den niedrigeren Unfallraten auf Nationalstrassen von 0.42-0.55 Unfällen/MioFzkm gegenüber den Unfallraten von 0.75-0.85 Unfällen/MioFzkm auf Hauptverkehrsstrassen mit einer Reduktion der Gesamtzahl der Unfälle zu rechnen.
- Erhöhung Kapazität Nationalstrassennetz: Durch die ausreichende verkehrstechnische Dimensionierung selbst für die Prognosewerte 2040 können Stau- und Stop-and-Go-Situationen deutlich reduziert werden. Die Anzahl Auffahrunfälle wird reduziert.
- Getrennte Führung (Transitverkehr): Mit der getrennten Führung des überregionalen Transitverkehrs im Tunnel Bypass, insbesondere auch des Schwerverkehrs, wird durch eine Umfahrung der weiterhin stark belasteten Anschlussbereiche und Verflechtungsbereiche im Tunnel Reussport, eine Verbesserung erzielt.
- Verbesserte Autobahnein- und ausfahrten: Mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern können mit der neuen Fahrstreifenanordnung mit getrennten Ein-/Ausfahrtsstreifen heutige kritische und stark belastete Einfahrtsbereiche (z.B. Einfahrt Luzern-Kriens Richtung Norden) bezüglich dem Verkehrsfluss und somit auch der Verkehrssicherheit verbessert werden.

Nr	Gefahrenstellen + Unfallursachen	Erwartete Verbesserung durch Bypass Luzern
1	Einfahrt Emmen-Nord: Hohe Zahl von Auffahrunfällen durch Rückstaukolonnen	Aufhebung der Stauwurzel durch Kapazitätserhöhung auf der N02 (Tunnel Bypass) und der N14 (3-Streifigkeit)
2	Anschluss Emmen-Süd: Unfälle mit Fahrstreifenwechsel durch hohe Verkehrsbelastungen Ein-/Ausfahrten + Überlastung	Entlastung durch Tunnel Bypass, insbesondere vom Schwerverkehr im Transit (Entlastung rechter Fahrstreifen) und neuen Anschluss Luzern-Lochhof
3	Verzweigung Rotsee: Unfallhäufung bei Vereinigung der Verzweigungs- und Anschlussrampen (Auffahr-/Schleuderunfälle)	Aufhebung der Stauwurzel durch Kapazitätserhöhung der N14 (3-Streifigkeit), 2-streifige Verbindungsrampe N02-N14
4	Tunnel Reussport: Auffahrunfälle vor Ausfahrt Luzern-Zentrum durch Überlastung	Entlastung durch Tunnel Bypass, insbesondere vom Schwerverkehr im Transit;
5	Tunnel Reussport: Unfälle durch Fahrstreifenwechsel nach Einfahrt Luzern-Zentrum infolge hoher Verkehrsbelastung	Entlastung durch Tunnel Bypass, insbesondere vom Schwerverkehr im Transit (Entlastung rechter Fahrstreifen)
6	Anschluss Luzern-Kriens: Einfahrt vor Tunnel Sonnenberg: Auffahrunfälle und Unfälle durch Fahrstreifenwechsel infolge Verkehrsbelastung und kurzem Einfahrtbereich	Entlastung durch Tunnel Bypass, insbesondere vom Schwerverkehr im Transit sowie separaten Einfahrstreifen in den Tunnel Sonnenberg
7	Tunnel Spier: Unfälle nach Einfahrten durch sehr hohe Verkehrsbelastung (in beiden Richtungen)	Entlastung durch 3-Streifigkeit mit jeweils separaten Ein-/Ausfahrtsreifen zur Verbesserung der Fahrstreifenwechsel

Abbildung 35: Verbesserung der Verkehrssicherheit an den heutigen Gefahrenstellen

4.7. Langsamverkehr

Die Auswirkungen des Gesamtsystems Bypass Luzern auf den Langsamverkehr sind im Bericht zum Langsamverkehr ausführlich dargestellt.

Das Bauvorhaben beinhaltet meist Massnahmen auf den Stammachsen oder neue Tunnelbauten und beeinträchtigt die Oberflächen nur an vergleichsweise wenigen Stellen.

Bauliche Veränderungen ergeben sich überwiegend im:

- Bereich Grosshof (Anschluss Luzern-Kriens)
- Bereich Verzweigung Rotsee/Anschluss Emmen-Süd
- Entlang N14 zwischen der Verzweigung Rotsee – Anschluss Buchrain

Das bestehende Fussweg- und Radwegenetz wird in den genannten Bereichen ersetzt. Es gehen keine bestehenden Verbindungen verloren.

Im Bereich Grosshof wird auf dem neuen Portalwerk eine niveaufreie Querungsmöglichkeit der stark befahrenen Strassenachsen Luzernerstrasse und Eichwilstrasse geschaffen. Zusammen mit der geplanten Weiterführung des Fuss-/Radweges entlang der Eichwilstrasse (separates kantonales / kommunales Projekt) können zwischen dem Sonnenberg, der Langsamverkehrstrasse entlang der ehemaligen Zentralbahn und der Allmend zusammenhängende und vom übrigen Verkehr getrennte Langsamverkehrsrouten geschaffen werden.

Der seitlich an der Reussbrücke der N14 angebrachte Steg für den Langsamverkehr kann gegenüber heute verbreitert werden. Zusammen mit dem weiterführenden Wegenetz wird die Attraktivität für den Langsamverkehr erhöht.

4.8. Verkehrlich flankierende Massnahmen im Endzustand

Gemäss der Nationalstrassenverordnung enthalten Nationalstrassenprojekte auch flankierende Massnahmen, welche einerseits zur Entlastung bestehender (Durchgangs-) Strassen als auch zur Vermeidung von Rückstau auf die Nationalstrasse dienen.

Die Umsetzung des Gesamtsystems Bypass Luzern schafft die Voraussetzung, dass kantonale Projekte zur zusätzlichen Verkehrsverlagerung auf die Nationalstrassen und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr realisiert werden können und so alle Projektziele des GP längerfristig erfüllt werden können.

Das Gesamtsystem Bypass Luzern bewirkt eine Verlagerung des nationalen und regionalen Durchgangsverkehrs im Bereich Emmen – Kriens/Horw von der bestehenden Nationalstrasse auf den neuen Tunnel Bypass. Mit dem Projekt werden Kapazitäten auf den bestehenden Nationalstrassenabschnitten N14 und N02 zwischen den Anschlüssen Buchrain, Emmen-Süd, Luzern-Lochhof, Luzern-Zentrum, Luzern-Kriens und Luzern-Horw geschaffen, welche durch Entlastungen von parallelen Strassenverbindungen dem lokalen Ziel-, Quell- und Binnenverkehr zugutekommen und die mittel- bis langfristige Kanalisierung des Verkehrs auf den Nationalstrassen ermöglichen.

Im Bewusstsein der Verlagerungswirkungen der einzelnen Elemente des Gesamtsystems Bypass Luzern wurde bereits im Generellen Projekt eine räumliche Unterteilung des Perimeters von flankierenden Massnahmen vorgenommen, welche auf der vorliegenden Projektstufe weiterhin Gültigkeit haben:

- Perimeter der flankierenden Massnahmen des kantonalen Projektes: Diese werden durch neue Verkehrsbeziehungen im Stadtgebiet (z.B. über die Spange Nord und den Anschluss Luzern-Lochhof) notwendig und sind im Rahmen des Gesamtsystems Bypass Luzern nicht relevant. Sie sind Bestandteil von flankierenden Massnahmen einer späteren Planauflage des kantonalen Projektes.
- Perimeter der flankierenden Massnahmen im Gesamtsystem Bypass Luzern: Diese erstrecken sich über den gesamten Projektperimeter und unterstützen und sichern die aufgezeigten verkehrlichen Auswirkungen:
    - Unterstützung der Kanalisierungswirkung der Nationalstrassen zur Entlastung der untergeordneten Strassen in den Anschlussbereichen durch eine Anpassung der Lichtsignalsteuerungen
    - Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und des Verkehrsflusses auf den Nationalstrassen durch Beeinflussung der Zufahrtsmengen und Rückstaulängen in den Anschlussbereichen (Verkehrsmanagement).

Die flankierenden Massnahmen des Gesamtsystems Bypass Luzern sollen zudem die verkehrlichen Ziele des Gesamtsystems Bypass Luzern unterstützen:

a) Engpassbeseitigung für Durchgangsverkehr

Die Beseitigung des Engpasses auf der Nationalstrasse N02/N14 im Grossraum Luzern wird durch den Tunnel Bypass und somit allein durch das vorliegende Auflageprojekt erreicht. Die ganze Verkehrsmenge 2040 kann zu jeder Zeit bewältigt werden. Die Aufteilung in eine Stadtautobahn und einen Transit-Tunnel schafft die nötige Kapazitätserweiterung und Entkoppelung vom städtischen Ziel-/Quellverkehr. Der Tunnel Bypass inkl. die dazu notwendigen Ausbauten auf der Nationalstrasse stellen an und für sich bereits eine flankierende Massnahme zur Sicherstellung der Kanalisierungswirkung der Nationalstrassen dar.

b) Netzredundanz der Tunnelsysteme

Mit dem neuen Tunnel Bypass wird für den Abschnitt N02/N14 – Kriens-Horw eine zweite Stammstrecke geschaffen, welche bei längerfristigen Unterhaltsarbeiten (UPlaNS) durch die im Projekt berücksichtigte Gegenverkehrsführung in den neuen Tunnelröhren eine Kapazitätsverteilung pro Fahrtrichtung ermöglichen wird. Dementsprechend ist eine Redundanz gegeben und keine flankierende Massnahme notwendig.

c) Sicherstellung Funktionalität der Anschlüsse

Die Funktionalität der bestehenden Anschlüsse an die Nationalstrasse erfordert eine Abstimmung der Zu- und Ablaufkapazitäten auch auf den kantonalen Zubringerstrecken. Es werden auch die ausserhalb des Projektperimeters liegende Knotenpunkte miteinbezogen.

Zudem müssen an bereits schon heute stark ausgelasteten Autobahnanschlüssen die Rückstauentwicklung auf die Nationalstrasse mittels optimierter Rückstauerkennung und Lichtsignalsteuerung auf unkritische Ausmasse beschränkt werden. Der heute ungesteuerte Anschlussknoten Kreisel Schlund beim Anschluss Luzern-Horw bildet im Prognosezustand 2040 eine mögliche Schwachstelle, welche eine Steuerungsmöglichkeit an den einzelnen Kreiselästen – im Verbund mit dem Verkehrsmanagementkonzept im Raum Luzern-Süd entlang der kantonalen Ringstrasse – erfordert.

Zur Sicherstellung des Projektziels werden folgende flankierende Massnahmen (FlaMa) vorgesehen:

- Monitoring der Verkehrsmengen/-entwicklung vor/nach Inbetriebnahme des Tunnel Bypass. Das Monitoring umfasst neben dem Projektperimeter auch die angrenzenden bzw. parallel führenden übergeordneten Strassen in der Stadt Luzern und der Agglomeration und somit weite Teile der gesamten Agglomeration.
- Aufbau einer Task Force Verkehr mit entsprechender Fach- und Entscheidungskompetenz zur Beobachtung der Verkehrsentwicklungen bereits während der Bauzeit und nach Inbetriebnahme, zur Information, zur Beurteilung der Monitoringergebnisse sowie bedarfsweise zur Festlegung von Optimierungsmassnahmen.
- Auf Grundlage der Monitorings werden je nach Zielerfüllung nicht nur Optimierungen der Verkehrssteuerungen an den Anschlussknoten, sowie auch in den unmittelbaren Zuläufen auf Kantons- und Gemeindestrassen vorgenommen. Am Beispiel des Anschlusses Emmen-Süd würde diese Massnahme nicht nur die Knoten im unmittelbaren Anschlussbereich betreffen, sondern bei Bedarf auch Knoten im Zulauf wie beispielsweise den Knoten Schlossberg in der Stadt Luzern, dem Seetalplatz oder Knoten an der Seetalstrasse in Emmen. Der zu betrachtende Perimeter umfasst das Gebiet zwischen den Gemeinden Giskon – Inwil – Eschenbach - Rothenburg – Stadt Luzern – Hergiswil – Ebikon – Gisikon.
- Zusätzlich wird zum Zeitpunkt drei Monate nach Inbetriebnahme des Tunnel Bypass und dem Einspielen der verkehrlichen Gleichgewichte ein weiteres Monitoring vorgenommen, um die Verkehrssteuerungen nachjustieren zu können.
- Der Kreisel Schlund wird bereits in der Bauphase mit einer Lichtsignalregelung ausgerüstet und mit den benachbarten Lichtsignalanlagen auf den Kantonsstrassen in einem Koordinationsgebiet zusammengefasst. Als weitere Massnahme ist eine optimierte Markierung der Kreiseleinfahrten möglich, falls sich dies infolge des Monitorings als notwendig bzw. vorteilhaft zeigt (vorbehaltene Massnahme).

d) Verbesserung Erreichbarkeit der Agglomeration

Infolge der Beseitigung des Kapazitätsengpasses im Nationalstrassennetz wird die Erreichbarkeit der Agglomeration in den Spitzenstunden verbessert. Mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern werden jedoch keine neuen Fahrbeziehungen oder Autobahnanschlüsse geschaffen. Somit muss die Verkehrslenkung (z.B. Wegweisung) an den bestehenden Autobahnanschlüssen à priori nicht geändert werden. Punktuelle Optimierungen sind im Rahmen des Monitorings bei Bedarf aber möglich.

e) Entlastung untergeordnetes Strassennetz für Verbesserung ÖV

Mit der Umsetzung des Gesamtsystems Bypass Luzern werden parallele Kantons- und Gemeindestrassen entlastet und dort die Bedingungen für den öV dadurch verbessert. Die Entlastungswirkung ist jedoch insbesondere in der Stadt Luzern zu gering, um dort Umwidmungen von Fahrstreifen in Busstreifen unter Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses vornehmen zu können.

Die Flankierenden Massnahmen Sicherstellung der Kanalisierungswirkung im Gesamtsystem Bypass Luzern an den Anschlussknoten und deren Zuläufe tragen zur Verbesserung der öV-Qualität auf den zur Autobahn parallelen Strassenachsen bei.

4.9. Betriebskonzept/-zustände

Im Rahmen des Generellen Projekts (GP) wurden bereits erste Überlegungen zu möglichen Verkehrsführungen für unterschiedliche Betriebsfälle gemacht. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Ausführungsprojekts (AP) weitergeführt und mit den zukünftigen Betreibern und Blaulichtorganisationen abgestimmt.

Dabei wird auf den bereits heute bestehenden Anlagen und Funktionalitäten der Nationalstrasse aufgebaut und diese für die kommenden Bedürfnisse des Gesamtsystems Bypass Luzern und – soweit erkennbar - auch der längerfristig möglichen Lösungen im Rahmen des kantonalen Projektes Spange Nord (oder Alternative bzw. Ohnehin-Massnahmen) angepasst oder erweitert.

Die Betriebsausrüstung wird neben dem Grundzustand Normalbetrieb auch für folgende Betriebsfälle ausgelegt:

- Langfristiger baulicher Unterhalt (Instandsetzung gemäss UPlaNS): langfristig angelegte und länger dauernde Erhaltungsmassnahmen unter Aufrechterhaltung der Kapazitäten; die hierfür notwendigen Einrichtungen (Absperrungen, provisorische Signalisation und Markierungen) können geplant angebracht werden; es wird kein hoher Automatisierungsgrad der Betriebsausrüstung benötigt.
- Kurzfristiger Unterhalt: kurzzeitige planbare Sperrungen von ganzen Streckenteilen oder einzelnen Fahrstreifen (Fahrstreifenbewirtschaftung) für Unterhaltszwecke; diese werden in der Regel auf verkehrsarme Tageszeiten gelegt; eine automatisierte Unterstützung ist sehr hilfreich (z.B. bei Einrichtung Gegenverkehr im Tunnel).
- Sperrung Ereignis: die Ereignisse treten in der Regel kurzfristig und ungeplant auf (z.B. Unfall) und erfordern ein rasches Sperren einzelner Streckenteile oder einzelner Fahrstreifen und ein rasches Handeln der Blaulichtorganisationen; hier ist ein hoher Automatisierungsgrad hilfreich.
- Brand: ein solches Grossereignis tritt zwar selten auf, erfordert aber umfassende Sicherheitsmassnahmen und ebenfalls ein rasches Handeln der Blaulichtorganisationen; hier ist ein hoher Automatisierungsgrad der Betriebsausrüstung notwendig.

Als Elemente der verkehrstechnischen Betriebsausrüstung gelten:

- Tunnel-Lichtsignalanlagen
- Lichtsignalanlagen an den Anschlussknoten
- Wechselsignale (WS), Wechselwegweisung (WWW) und Wechseltextanzeigen (WTA)
- Fahrstreifen-Lichtsignale (FLS)
- Verkehrsdatenerfassung (VDE)
- Mittelstreifen-Überfahrten (MÜLS) und Unterflurfeuer („flexible Markierung“)
  Absperr-Schrankenanlagen

Auf den Nationalstrassen im Projektperimeter werden die Betriebsfälle mittels verkehrstechnischer Betriebsausrüstung auf folgenden Objekten berücksichtigt:

Objekt	Instandsetzung / Erhaltungsprojekt	Sperrung (Unterhalt, Ereignis)	Brand	Fahrstreifen-Bewirtschaftung
Tunnel Rathausen	X	X	X	X
Tunnel Bypass	X	X	X	X
Tunnel Reussport	Nur mit Nachtsperrung	X	X	X
Tunnel Sonnenberg	X	X	X	X
Tunnel Schlund	Nur mit Nachtsperrung	X	X	X
Tunnel Spier	Nur mit Nachtsperrung	X	X	X
Offene Strecke	X	X	k.A.	X
Anschlüsse (Ausfahrt)	teilweise	X	k.A.	k.A

k.A. = keine Ausrüstung (nötig)

Abbildung 36: Verkehrstechnische Ausrüstung auf den einzelnen Objekten

Bezüglich Tunnels bedeutet dies, dass jede einzelne Röhre gesperrt und der Verkehr entsprechend um-/abgeleitet werden kann. In den nachfolgenden Abbildungen werden beispielhaft die Handlungsmöglichkeiten bei einer Sperrung einer Tunnelröhre aufgezeigt. In **Rot** die gesperrten Elemente dargestellt und in **Grün** die daraus resultierende Verkehrsführung visualisiert. Im Fall einer Sperrung einer Tunnelröhre sind Überleitstellen vorhanden, um den Verkehr in die noch befahrbare Tunnelröhre zu leiten.

Sperrung Tunnel Rathausen

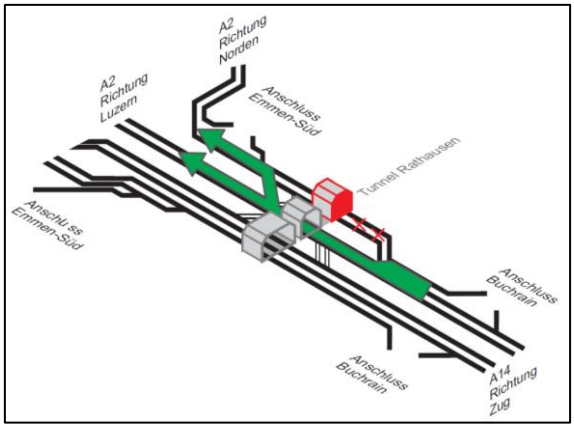


Abbildung 37: Sperrung Tunnel Rathausen Röhre 1 Fahrtrichtung Luzern

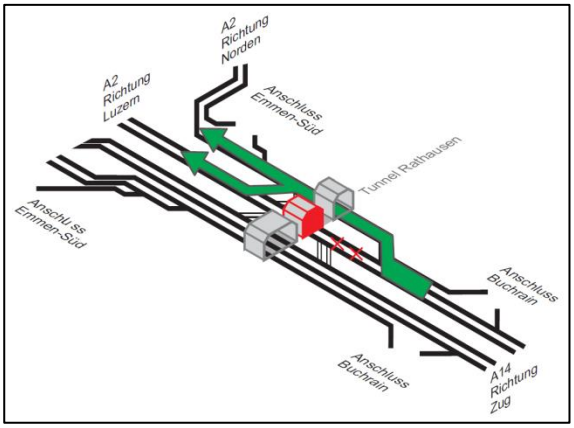


Abbildung 38: Sperrung Tunnel Rathausen Röhre 2 Fahrtrichtung Luzern

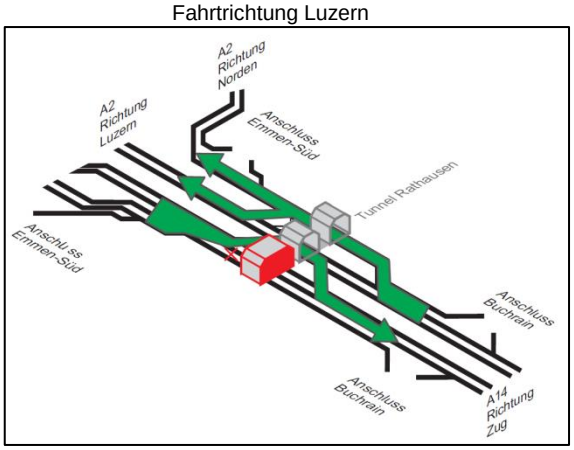
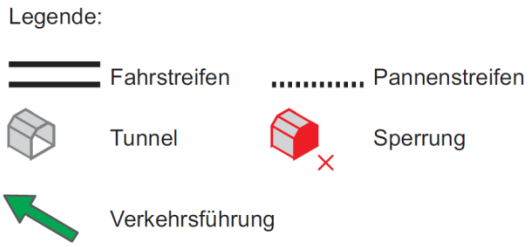


Abbildung 39: Sperrung Tunnel Rathausen Fahrtrichtung Zug



Im Fall einer Sperrung einer Röhre des Tunnels Rathausen sind Überleitstellen vorgesehen um den Verkehr über die noch befahrbaren Tunnel Röhre zu führen.

Sperrung Tunnel Bypass

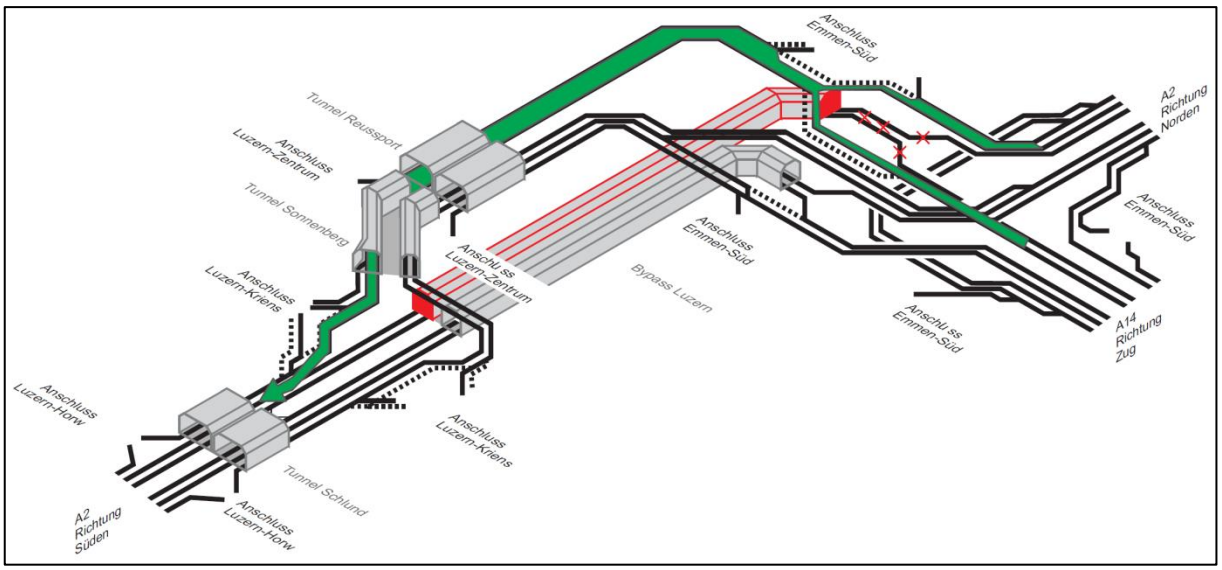


Abbildung 40: Sperrung Tunnel Bypass in Fahrtrichtung Süden

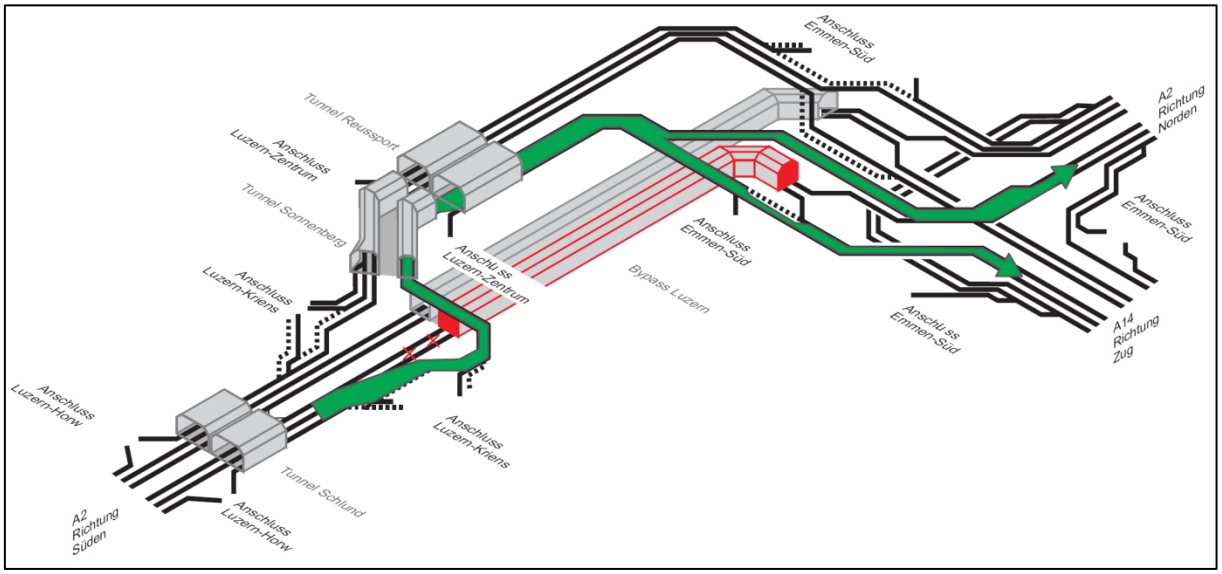


Abbildung 41: Sperrung Tunnel Bypass in Fahrtrichtung Norden

Bei einer Sperrung des Tunnel Bypass in einer der beiden Fahrtrichtungen, kann der Verkehr über die bestehende Stadtautobahn oder bei längerfristig geplanten Unterhaltsarbeiten als Gegenverkehr in der anderen Tunnelröhre geführt werden.

Sperrung Tunnel Reussport

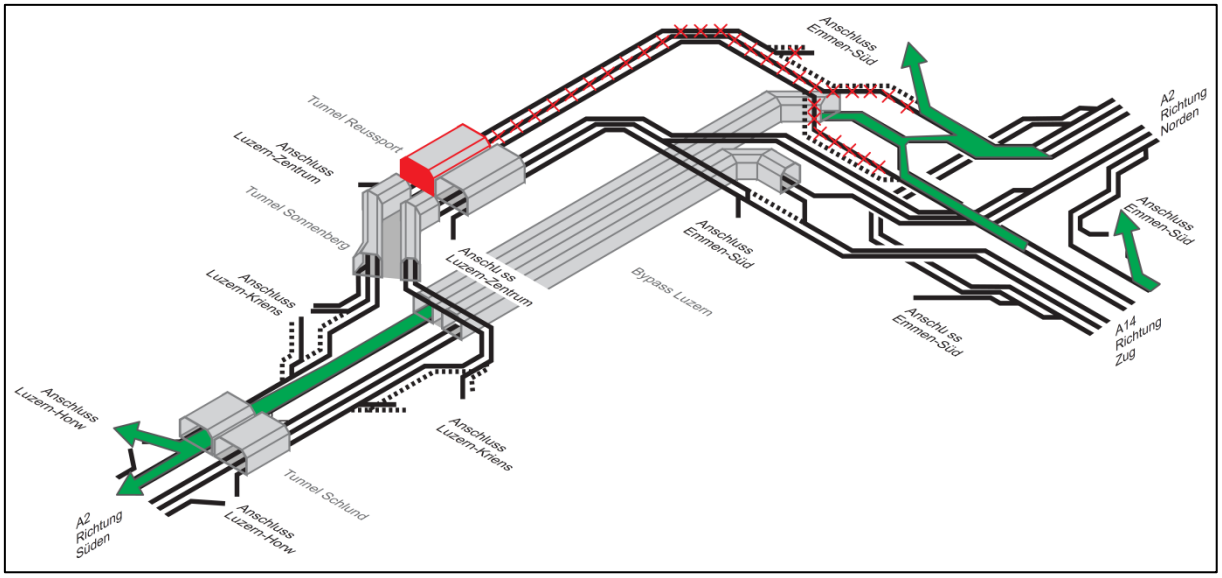


Abbildung 42: Sperrung Tunnel Reussport in Fahrtrichtung Süden

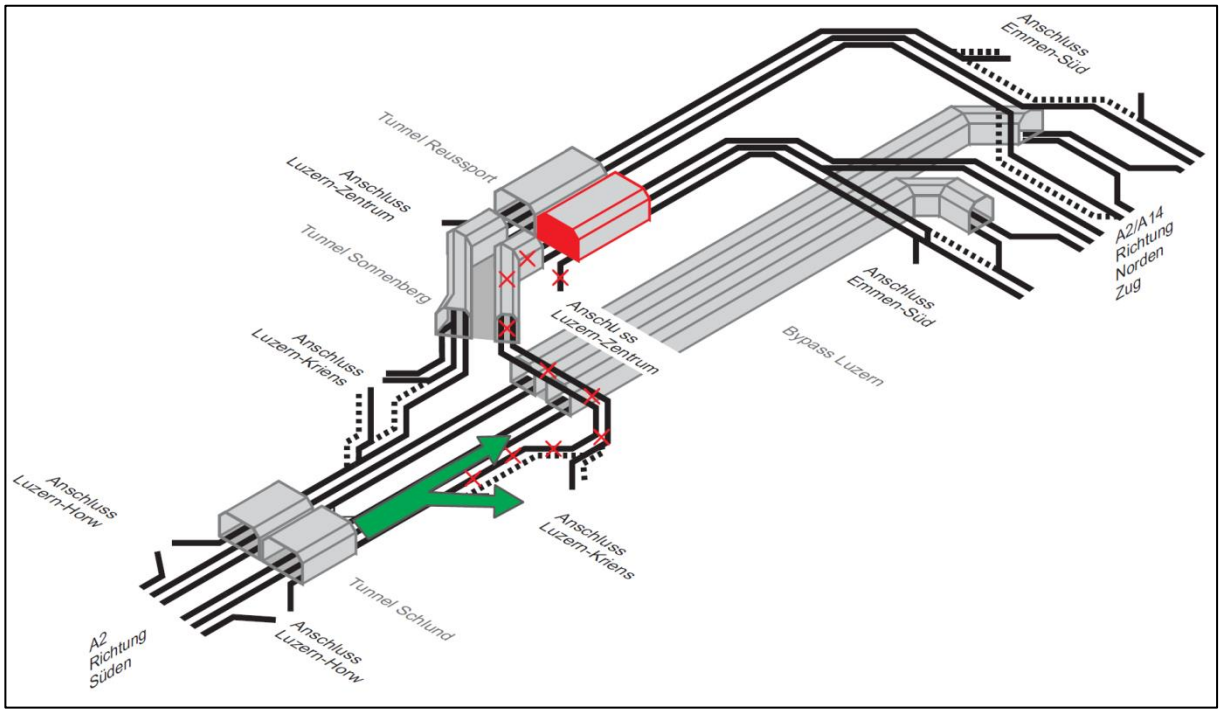


Abbildung 43: Sperrung Tunnel Reussport in Fahrtrichtung Norden

Sperrung Tunnel Sonnenberg

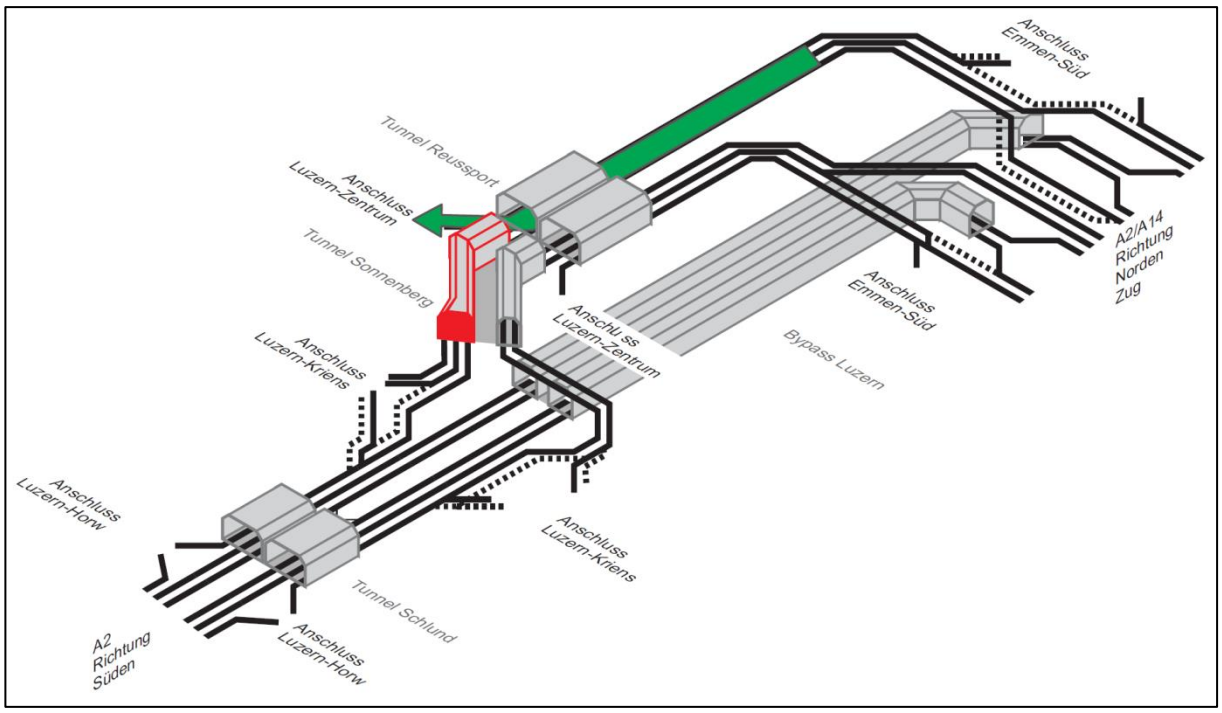


Abbildung 44: Sperrung Tunnel Sonnenberg in Fahrtrichtung Süden

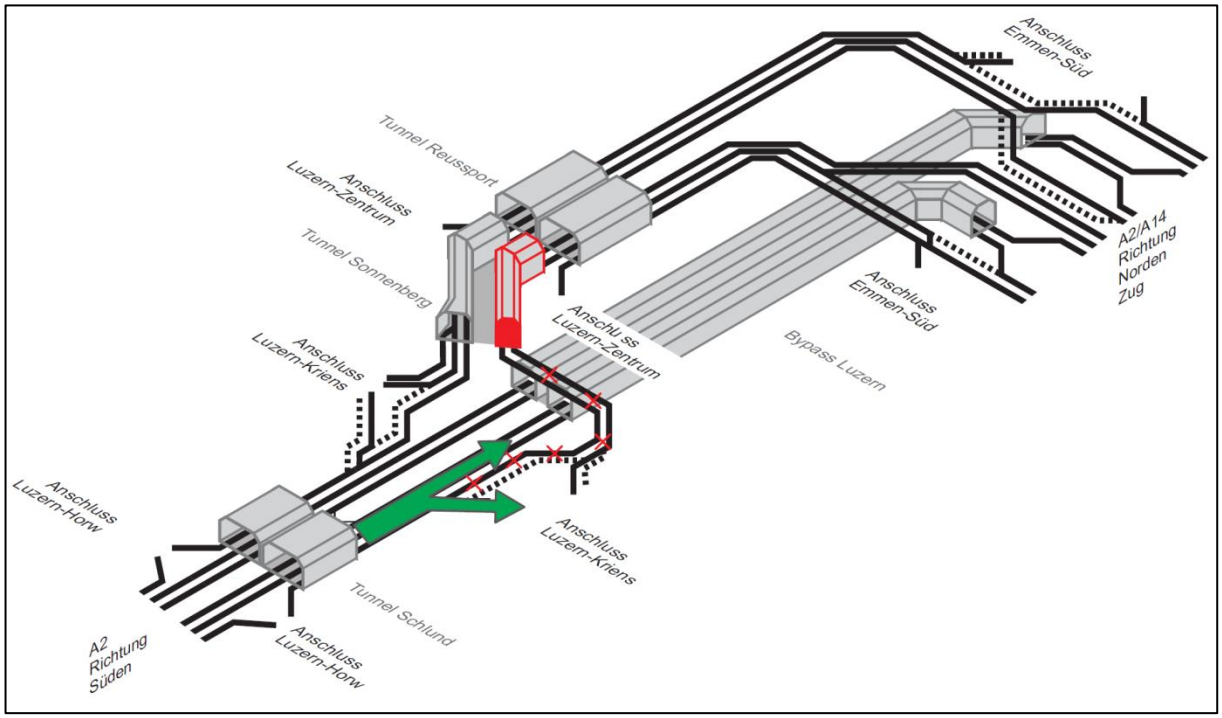


Abbildung 45: Sperrung Tunnel Sonnenberg in Fahrtrichtung Norden

Sperrungen der Tunnel Reussport und Sonnenberg in Fahrtrichtung Süden führen zu Ableitungen über das lokale Strassennetz. Sperrungen in Fahrtrichtung Norden werden beim Anschluss Luzern-Kriens angekündigt und führen zu einer Umleitung über den Tunnel Bypass sowie über das lokale Strassennetz.

5. Variantenstudium

5.1. Ausbau Nord (TP 1)

5.1.1. Variantenstudium in Phase GP

Das Variantenstudium im Generellen Projekt bezog sich vor allem auf die horizontale und vertikale Linienführung, sowie auf die Anzahl Fahrstreifen der in der Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) evaluierten Bestvariante. Die erarbeiteten Varianten für die horizontale und vertikale Linienführung wurden bezüglich verschiedener Kriterien wie Kosten, Nutzen, Einwirkungen auf Umwelt und Umgebung beurteilt und anschliessend die Bestvariante evaluiert.

Das durchgeführte Variantenstudium für den 6-Streifen-Ausbau der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Buchrain hat die Bestvariante aus der ZMB im Grundsatz bestätigt. Zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Tunnel Rathausen wird ein hangseitiger Ausbau angestrebt, um die Uferböschung der Reuss nicht zu tangieren. Die neue 3. Röhre Tunnel Rathausen mit drei Fahrstreifen wird dementsprechend auf der Südseite des bestehenden Tunnels angeordnet. Eine offene Führung in einem Einschnitt im Bereich Tunnel Rathausen ist aufgrund der bestehenden Infrastruktur der Stiftung für Schwerbehinderte (SSBL) und aufgrund der bestehenden kantonalen Vernetzungsachse für Kleintiere nicht realisierbar. Zwischen dem Tunnel Rathausen und dem Anschluss Buchrain erfolgt ein zentrischer Ausbau, d.h. je ein zusätzlicher Fahrstreifen wird nördlich und südlich angehängt.

5.1.2. Ausbau Reusseggstrasse und Anschluss Emmen-Süd (N14 UH-km 0+000)

Im Ausführungsprojekt (AP) konnte das Variantenstudium auf den Perimeter Reusseggstrasse und Anschluss Emmen beschränkt werden.

Die im generellen Projekt ausgearbeitete Lösung stellt in Bezug auf die wirtschaftlichen und baulichen Kriterien eine sehr gute Lösung dar. Verkehrlich ist die Lösung jedoch unter Anbetracht der neuen Verkehrsprognosen 2040 nicht befriedigend. Eine Analyse der Verkehrsbeziehungen (Spinnenanalyse) aus dem KVM Luzern für den IST-Zustand 2017 und den Projektzustand 2040 mit dem Gesamtsystem Bypass Luzern lassen folgende Veränderungen im Verkehrsgeschehen erwarten:

- Im Projektzustand 2040 ergibt sich eine Mehrbelastung der Autobahnausfahrt aus Richtung Süd in die LSA 025-1 Sedel 1, mehrheitlich auf der Fahrbeziehung LSA 025-1 Sedel 1 nach Emmen.
- Im Prognosezustand 2040 ergibt sich ebenfalls eine Zunahme der Fahrbeziehungen vom Seetalplatz in Richtung N14 über die Reusseggstrasse (und umgekehrt).

In der Phase AP musste daher untersucht werden, wie das Verkehrssystem Reusseggstrasse optimiert werden kann. Der Betrachtungsperimeter bezieht sich auf den gesamten Abschnitt Reusseggstrasse (Knoten Sedel 1 bis Sedel 3). Im Variantenstudium wurden unter Anbetracht des Gesamtsystems Lösungen für die Knoten Sedel 2 und ein komplett neuer Anschluss untersucht.

5.1.3. Optimierung SABA Rathausen

Im Rahmen des Generellen Projekts wurden mehrere Varianten zur optimalen Platzierung der neuen SABA Rathausen geprüft. Als Bestvariante wurde der Standort zwischen Reusskanal und Stammachse N14 evaluiert, da in diesem Bereich genügend Platz für das vorgesehene Retensionsfilterbecken bestand und die Höhenlage keine massiven Erdarbeiten zur Erstellung voraussetzte.

In der Projektierung des Ausführungsprojektes wurden die Dimensionierungsgrundsätze dahin gehend präzisiert, dass die Grösse des vorgesehenen Retentionsfilterbeckens den Anforderungen nicht mehr genügte. Der im Generellen Projekt vorgesehene Standort der SABA Rathausen konnte aufgrund der engen Platzverhältnisse damit nicht mehr beibehalten werden.

Ergänzend dazu wurde das Einzugsgebiet des zu behandelnden Strassenabwassers für die SABA Rathausen optimiert. Neu wird bei der bestehenden SABA Buchrain der bewachsene Bodenfilter durch einen mit Schilf bewachsenen Sandfilter ersetzt. Dadurch erhöht sich die Reinigungsleistung beträchtlich und es kann mehr Strassenabwasser aus dem Projektperimeter des TP 1 über die SABA Buchrain abgeleitet werden.

Unter diesen neuen Voraussetzungen brachte eine erneute Standortevaluation die neue Lage der SABA Rathausen hervor. Die Grösse ist auf die aktuellen Dimensionierungsgrundsätze sowie auf das Einzugsgebiet angepasst.

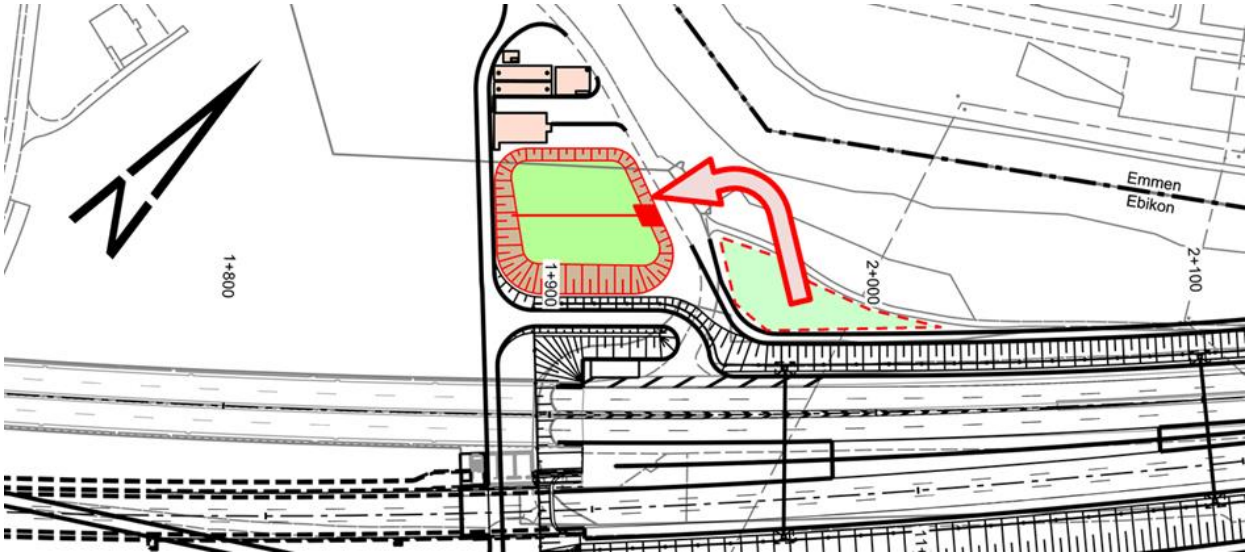


Abbildung 46: Situation neue Lage SABA Rathausen

Neben der ohnehin benötigten grösseren Fläche für das Retentionsfilterbecken bringt die neue Lage den grossen Vorteil mit sich, dass sämtliche Anlagen der Ver- und Entsorgung kompakt beieinander liegen (autonome Löschwasserversorgung, Absetzbecken, Pumpwerk sowie Stapelbecken). Zudem ergibt sich mit dem die SABA umrandenden Flurweg auch aus gestalterischer Sicht eine saubere Trennung zum angrenzenden Landwirtschaftsland und es entsteht ein in sich geschlossenes Gesamtbauwerk.

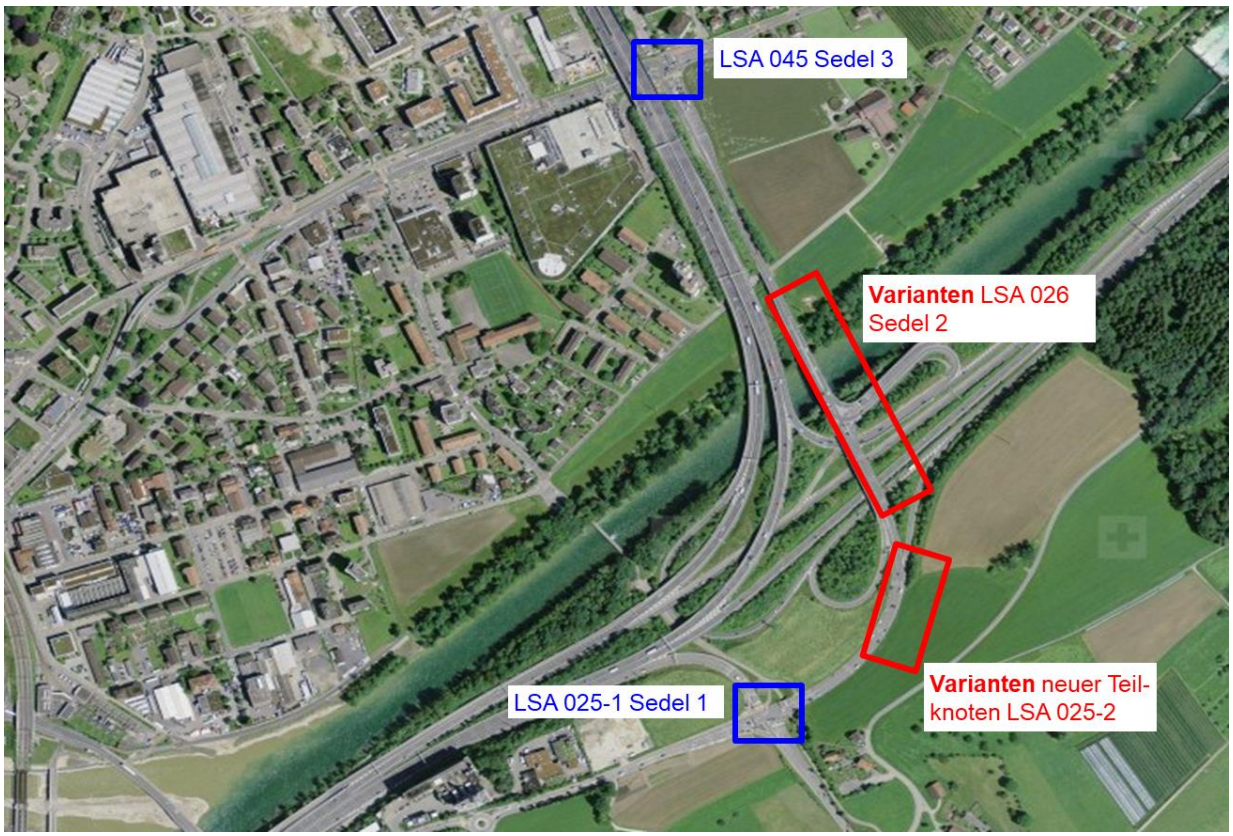


Abbildung 47: Verkehrssystem Reusseggstrasse mit den bestehenden und neu geplanten LSA-Knoten

Die Varianten wurden nach den Kriterien der technischen Machbarkeit, Verkehrsqualität, sowie den Baukosten beurteilt. Anschliessend wurde für diese Parameter eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Das Hauptgewicht für die Variantenbeurteilung wurde auf den verkehrlichen Aspekt gelegt, welcher für das vorliegende Variantenstudium massgebend ist.

Lichtsignalanlage (LSA) 026 Sedel 2

Die Bestvariante für den Knoten LSA 026 Sedel 2 ist in Abbildung 48 dargestellt. Dank der Verbreiterung der Brücke Reuss Reusseggstrasse (Nord) kann pro Fahrtrichtung ein Fahrstreifen mehr angeboten werden. Damit ist mehr Stauraum vorhanden und die nachfolgenden Knoten werden entlastet. Die Variante stellt bezüglich den verkehrlichen Aspekten die klare Bestlösung dar. Die Umsetzung dieser Variante erfordert allerdings beträchtliche bauliche Anpassungen, woraus entsprechende Investitionskosten resultieren.

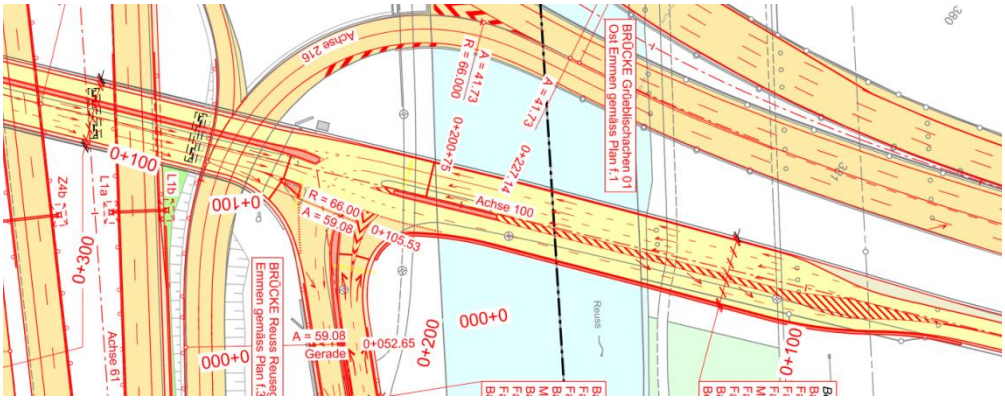


Abbildung 48: Bestvariante Knoten LSA 026 Sedel 2

Lichtsignalanlage (LSA) 025-2 Neuer Teilknoten

Für die Variante resultierte aus dem Variantenstudium eine sehr hohe Verkehrsqualität bei vergleichsweise tiefen Baukosten.

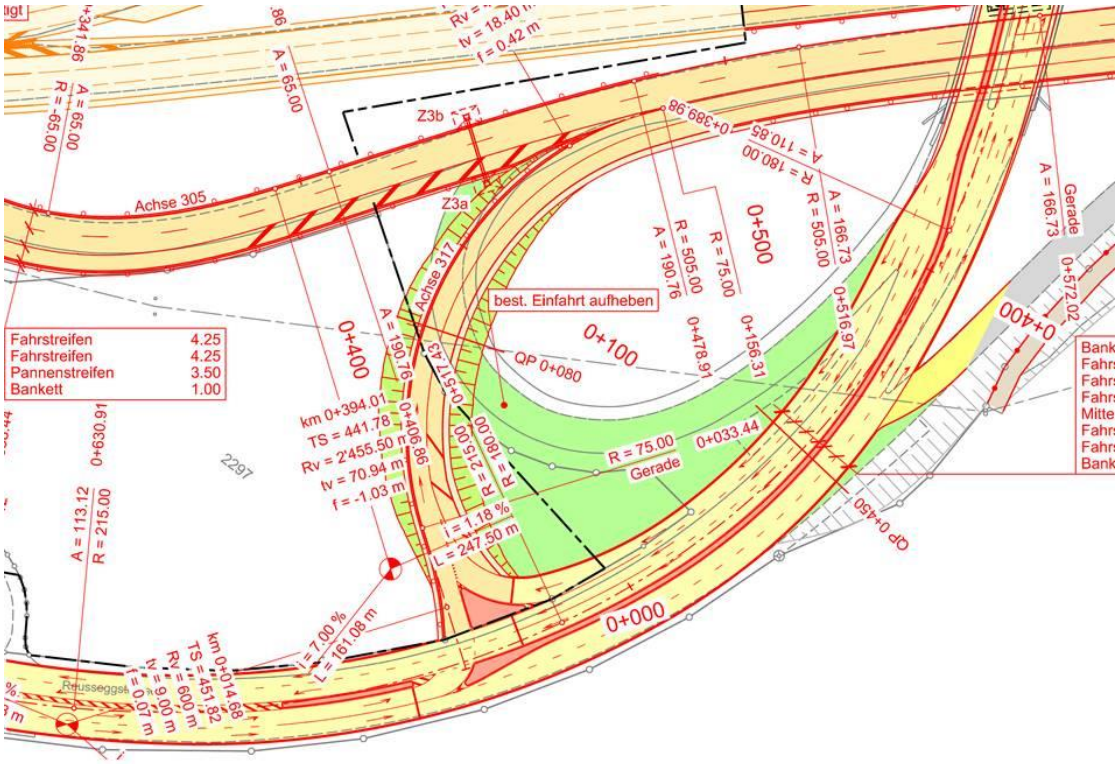


Abbildung 49: Bestvariante neuer Knoten LSA 025-2

5.2. Tunnel Bypass/Stadtautobahn (TP 2/3)

Im Ausführungsprojekt (AP) wurden für den Perimeter des Teilprojektes 2/3 zu verschiedenen Themen vertiefte Variantenstudien durchgeführt. Auslöser der durchgeführten Studien sind die Vernehmlassung des generellen Projekts (GP), veränderte Randbedingungen, neue Erkenntnisse im Zuge der Projektvertiefung oder eine Kombination davon.

In den nachfolgenden Kapiteln sind die wesentlichen Variantenstudien im Perimeter des Teilprojektes 2/3 auf Stufe AP beschrieben.

5.2.1. Linienführung Tunnel Bypass

Die aktuelle Linienführung des Tunnel Bypass hat sich über mehrere Projektphasen herauskristallisiert und wurde dabei stetig weiter konkretisiert. Im Grundsatz definiert wurde sie bereits im Rahmen einer Machbarkeitsprüfung (2003). In der folgenden Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB, 2005/06) wurde sie zunächst als Variante Bypass kurz 1 diversen anderen Lösungsansätzen gegenübergestellt. Sie ging als Bestvariante aus dem Variantenvergleich hervor. Weitere Untersuchungen, welche die Identifizierung einer kostengünstigeren Alternative zum Ziel hatten, bestätigten den Entscheid.

Der Variantenfächer bzgl. der Linienführung wurde im GP generell nochmals geöffnet. Untersucht wurden zunächst einzelne Bereiche (Anschlüsse Nord in Ibach und Süd im Grosshof, Reussunterquerung) und anschliessend mögliche Gesamtvarianten (d.h. wirtschaftliche, bewilligungsfähige und technisch sinnvoll realisierbare Kombinationen der einzelnen Teillösungen). Nicht mehr hinterfragt wurden die generellen Anbindungspunkte (Bereich Verzweigung Rotsee sowie Bereich Anschluss Luzern-Kriens), da diese durch die verkehrstechnische Funktionalität der Anlage vorgegeben sind.

5.2.2. Wettbewerb Grosshofbrücken

Die Lage der neuen Strassen- und Tunnelachsen wurde im Rahmen des Generellen Projektes 2016 durch den Bundesrat genehmigt. Machbarkeitsstudien zu Brücken und Lärmschutzkonstruktionen belegten zwar die Machbarkeit, brachten jedoch keine umfassend befriedigende Lösung hervor. Angesichts der grossen Bedeutung für die weitere Gebietsentwicklung wurde deshalb beschlossen, einen einstufigen Wettbewerb mit vorausgehender Präqualifikation durchzuführen.

Die sieben gültigen der acht Projekteingaben liessen sich grob einteilen in solche, die vorrangig zwei eingehauste Brücken vorschlugen und solche, die den Städtebau in den Vordergrund stellten. Das Projekt VIVA wurde zur Weiterbearbeitung ausgewählt. Es wurde weiterentwickelt und ins vorliegende Ausführungsprojekt integriert.

Projekt VIVA (Wettbewerbssieger)

Das Projekt VIVA versteht sich als Brückenhaus. Der Erholungsraum vom Sonnenberg ergiesst sich hier gleichsam in den Stadtdschungel hinunter: Das Dach wird als Park, Langsamverkehrsverbindung und sogar Naturschutzreservat genutzt (Reptilienkorridor). Der Raum zwischen den Brücken wird als Oblicht mit Liftschächten und Kletterwänden zur Vertikalverbindung ausgestattet. Die Längstragwerke werden in Zwischenwänden untergebracht.

Abbildung 50: Querschnitt / Ansicht / Situation Projekt VIVA © Planergemeinschaft Grosshof c/o ACS Partner AG

5.2.3. Umlegung Krienbachstollen

Der bestehende Krienbachstollen muss aufgrund des Konflikts mit dem neuen Tunnel Bypass vor Ankunft des Tunnelvortriebs verlegt werden. Im generellen Projekt (GP) war vorgesehen, den neuen Stollenabschnitt mittels eines Zugangs aus dem Lüftungsschacht Gütschwald zu erstellen. Baustellenlogistik und Materialumschlag wären folglich über die gleiche Baustelle wie der Schacht und die Lüftungszentrale Gütschwald gelaufen.

Zu berücksichtigen ist im Zusammenhang mit dem Krienbachstollen auch das Drittprojekt Hochwasserschutz Gütschbäche, welches infolge der Verlegung des Krienbachstollens angepasst werden muss. Da zum jetzigen Zeitpunkt nicht feststeht, welches der beiden Projekte (Bypass, Hochwasserschutz Gütschbäche) zuerst ausgeführt wird, wurde die Situation im AP aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes noch einmal im Detail untersucht (inkl. Austausch mit den Entscheidungsträgern des Drittprojektes). Neben der Planung aus dem GP wurden weitere Szenarien entwickelt und in Bezug auf das Gesamtprojekt beurteilt. Gleichzeitig wurden mögliche Optimierungen des Bauablaufs (insbesondere der Logistik) studiert, da diese im Untertagebau in der Regel kosten- und oftmals terminrelevant sind.

Im Ausführungsprojekt ist aufgrund des durchgeführten Variantenstudiums jetzt die Erstellung des neuen Stollenabschnitts von der Südseite her vorgesehen (Zugang durch den neuen Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU, statt über den Lüftungsschacht Gütschwald). Die Bauzeit kann damit nicht reduziert werden, aber die Logistik wird einfacher und damit stabiler. Der geplante Bauvorgang weist keine Abhängigkeiten mit dem Drittprojekt Hochwasserschutz Gütschbäche auf. Im Zuge der Abklärungen hat sich gezeigt, dass die beiden Projekte auf stark unterschiedlichen Zeitschienen laufen (u.a. Finanzplanung, Prozesse). Mit dem getroffenen Entscheid kann die Wahrscheinlichkeit gegenseitiger Behinderungen auf ein Minimum reduziert werden.

5.2.4. Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA)

Das Strassenabwasser der offenen Strecken wird heute vorwiegend über Ölrückhaltebecken (ÖRB) dem Vorfluter (Reuss, Krienbach) zugeführt. Aufgrund der Belastung des Wassers ist das nicht mehr zulässig und entspricht auch nicht mehr dem Stand der Technik. Im Rahmen des AP wurden darum in den Tunnelvorzonen Nord (Ibach) und Süd (Grosshof) des Tunnel Bypass neue Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) geplant. Im GP war aufgrund der Platzverhältnisse an beiden Standorten die Umsetzung einer technischen SABA vorgesehen.

In der Phase AP wurde entschieden, dass das Projekt an die inzwischen geänderten umweltrechtlichen Vorgaben seitens des ASTRA angepasst werden soll: Technische SABA sind nur in Ausnahmefällen zulässig, stattdessen sind zwingend natürliche SABA vorzusehen. Dieser Anlagentyp braucht generell deutlich mehr Fläche, wobei der verfügbare Raum an beiden vorgesehenen Standorten begrenzt ist und zusätzlich massgebende Nutzungskonflikte bestehen:

- Im Norden (SABA Sedel) mit dem Drittprojekt HWS Reuss
- Im Süden (SABA Grosshof) mit den formulierten Zielen der städtebaulichen Aufwertung (Gestaltung, Projektwettbewerb Grosshofbrücken).

Vor diesem Hintergrund war die technische Umsetzbarkeit der neuen Anforderung im Projekt einerseits und die Verhältnismässigkeit der dafür nötigen Massnahmen andererseits zu beurteilen. Als naheliegendster Ansatz wurde dafür die im GP durchgeführte Standortevaluation aufgearbeitet, mit dem Resultat, dass keine vergleichbaren Alternativstandorte vorhanden sind. Weiter wurden für die bisherigen Standorte direkte Gegenüberstellungen der beiden Anlagentypen vorgenommen. Diese erlaubten es, die Konsequenzen des Konzeptwechsels abzuschätzen. Es konnten die Randbedingungen schliesslich so festgelegt werden, dass die Umsetzung je einer natürlichen SABA im Rahmen der Verhältnismässigkeit möglich ist.

5.2.5. Standort Zwischenangriff St. Karli

Das Generelle Projekt Bypass Luzern beinhaltet den Hilfsschacht St. Karli (Standort auf dem bestehenden Spielplatz Dammgärtli). Der Tunnel Bypass unterquert die Reuss in einer geotechnisch anspruchsvollen Zone. Dementsprechend wird vorgängig die Umsetzung von Bauhilfsmassnahmen auf Tunnelniveau erforderlich. Für die Ausführung der Bauhilfsmassnahmen wird ein Hilfsschacht St. Karli auf der Parzelle des Spielplatzes Dammgärtli realisiert.

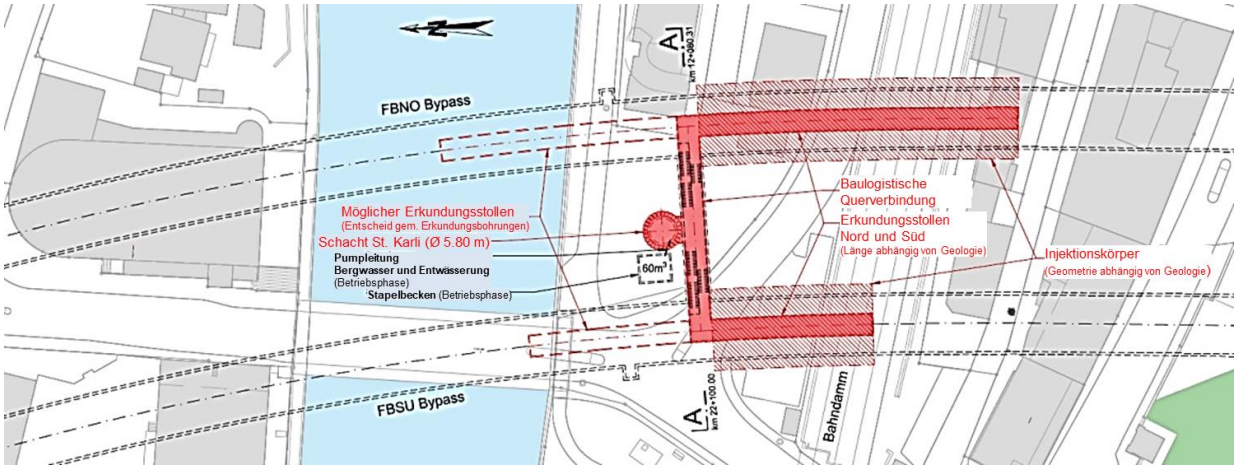


Abbildung 51: Geplante Bauhilfsmassnahmen St. Karli gemäss GP

Im Ausführungsprojekt Bypass Luzern wurden die auflagerelevanten Aspekte vertieft. Überprüft wurde u.a. der Standort aus dem Generellen Projekt, welcher für das Quartier einen mehrjährigen Verzicht auf die Spielfläche bedeutet.

Betrachtet wurden mehrere Alternativen auf genügend grossen, nicht überbauten Flächen am linken und rechten Reussufer sowie auch die Anordnung im Reussbett. Die Beurteilung stützte sich auf die Kriterien erforderliche Geometrie der Zugangsbauwerke (Schachttiefe und Länge der Zugangsstollen), bautechnische Erschwernisse, Quartierverträglichkeit und Beeinträchtigung der Umwelt ab. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei implizit in den ersten beiden Kriterien enthalten.

Aus der Evaluation ergibt sich die Empfehlung, am Standort gemäss GP festzuhalten. Dieser ist aus Projektsicht (Geometrie Zugangsbauwerke, bautechnische Erschwernisse, Wirtschaftlichkeit) optimal gelegen, weil die erkannten Belastungen für das Quartier und die Umwelt auch an den anderen, aus Sicht des Projekts zweckmässigen Standorten nicht eliminiert resp. massgebend reduziert werden können. Während der Nutzung des Spielplatzes Dammgärtli für die erwähnten Bauhilfsmassnahmen wird in Absprache mit der Stadtgärtnerei Luzern eine temporäre oder permanente Lösung für den Spielplatz an einer geeigneten Stelle im Quartier realisiert.

5.2.6. Evaluation Deponiekonzept und Standort Bahnverladeanlage

Für den Bau des neuen Tunnel Bypass stellt der Materialumschlag eine massgebende Grösse dar. Auflagerelevant sind in diesem Zusammenhang einerseits der Flächenbedarf (inkl. Zwischenlager und allfälligen projektspezifischen Deponien) und andererseits die vorgesehene Transportart. Im AP wurden die möglichen Deponiekonzepte und -standorte studiert. Eine weitere Standortanalyse wurde durchgeführt, welche die Machbarkeit einer Bahnverladeanlage im Raum Rothenburg bestätigt hat.

5.2.7. Technikzentrale Grosshof

Mit dem Projekt Bypass Luzern werden im Bereich des heutigen Südportals des Tunnels Sonnenberg neu für den Tunnel Bypass und die Stadtautobahn zwei unabhängig funktionierende Technikzentralen benötigt (vgl. übergeordnetes Projektziel der Systemredundanz). Sie können zwar im gleichen Gebäude untergebracht werden, müssen innerhalb aber so getrennt sein, dass ein Schaden an einem System das andere nicht in Mitleidenschaft ziehen kann.

Im GP war die Erstellung eines einzigen neuen Zentralengebäudes Grosshof oberhalb der Tunnels vorgesehen und an der bestehenden Technikzentrale Sonnenberg Süd sollten nur Anpassungen vorgenommen werden. Provisorien waren keine vorgesehen.

Im AP wurden folgende Varianten nochmals geprüft:

- Umsetzung Variante GP
- Etappierter Neubau mit Komplettersatz der bestehenden Technikzentrale Sonnenberg Süd mit Provisorien und ohne Leerstände im Endzustand.

Die Variantenevaluation hat zum Entscheid geführt, dass im AP die zweite Variante weiter verfolgt wird.

5.2.8. Bachumlegung Ibach

Der heutige grösstenteils eingedolt verlaufende Bach Ibach im Bereich der Tunnelvorzone Ibach steht auf dem Abschnitt zwischen Reusseggstrasse und Auslauf in den Vorfluter Reuss mit dem Projekt Bypass Luzern in Konflikt:

- Der bestehende Durchlass unter der Nationalstrasse wird durch die auf- / abtauchenden Rampen des neuen Tunnel Bypass durchschnitten und muss entsprechend verlegt werden. Eine Tieferlegung am IST-Standort ist aufgrund der Höhenverhältnisse (Vorfluter) nicht möglich.
- Das kleine Bachtobel nördlich der KVA Ibach, in welchem der Bach Ibach heute noch offen geführt wird, ist für den Bauzustand zu verfüllen (Erschiessung Baugrube Technikzentrale Ibach mit Hauptvortrieb Tunnel Bypass und Installationsflächen).

Der Bachverlauf muss daher auf andere Weise in die Reuss geführt werden. Im GP war vorgesehen, den Bach ab der Reusseggstrasse geschlossen zunächst hinter der Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon und dann durch eine neue Nationalstrassenquerung knapp westlich der SABA Sedel (wie sie im GP geplant war) in die Reuss zu leiten.

Eine Führung gemäss GP westlich der SABA ist aufgrund veränderten Randbedingung nicht mehr möglich. Einerseits musste die SABA aufgrund des Entscheids natürliche SABA im Rahmen des AP gegenüber dem GP vergrössert werden und andererseits sind gemäss Drittprojekt HWS Reuss neu Fischbuchten im Bereich der SABA geplant, welche eine Bacheinleitung (mit grossem Anteil Meteorwasser) verunmöglichen.

Aufgrund der Randbedingungen ist somit eine Querung des Nationalstrassenstrasses für den Bach Ibach nur auf Höhe der Technikzentrale Ibach möglich. Ab dem Bereich des Kreisels Ibach wird der Bach Ibach dabei in einer Rohrleitung parallel zur Reusseggstrasse in Richtung der Technikzentrale geführt.

Ein Erhalt des Bachtobels im Endzustand mit offener Bachführung analog dem IST-Zustand wurde geprüft. Aufgrund der Höhenverhältnisse (Bachsohle – Höhe Querung Technikzentrale Ibach) ist dies jedoch nicht möglich. Zudem bestünden Konflikte mit den erforderlichen Ankern der Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon (Baugrube und Endzustand).

5.2.9. Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon

Durch die hangseitige Trasseeverbreiterung in der Tunnelvorzone Ibach des neuen Tunnels Bypass vergrössert sich die Geländestufe, welche mit einer geeigneten Stützkonstruktion überwunden werden muss. Aufgrund ihrer Gesamthöhe wird sie vom gegenüberliegenden Reussufer für die Einwohner der Gemeinde Emmen gut sichtbar sein resp. das Landschaftsbild ähnlich stark prägen, wie dies heute die KVA Ibach tut.

Im GP waren zwei vertikal versetzte rund 7 m hohe Stützmauern vorgesehen (unten rückverankerte Stützmauer, oben Winkelstützmauer mit Konsole). Die Anordnung der Berme zwischen den beiden Mauern vereinfacht den Unterhalt und entschärft die optische Wirkung. Im Zuge der Vernehmlassung zum GP hat sich gezeigt, dass diese Lösung für die Gemeinde Emmen aus gestalterischen Aspekten ungenügend ist. Auch im Rahmen des übergeordneten Gestaltungskonzepts wurde die Vorgabe formuliert, die sichtbaren Betonflächen im Bereich Ibach möglichst zu reduzieren.

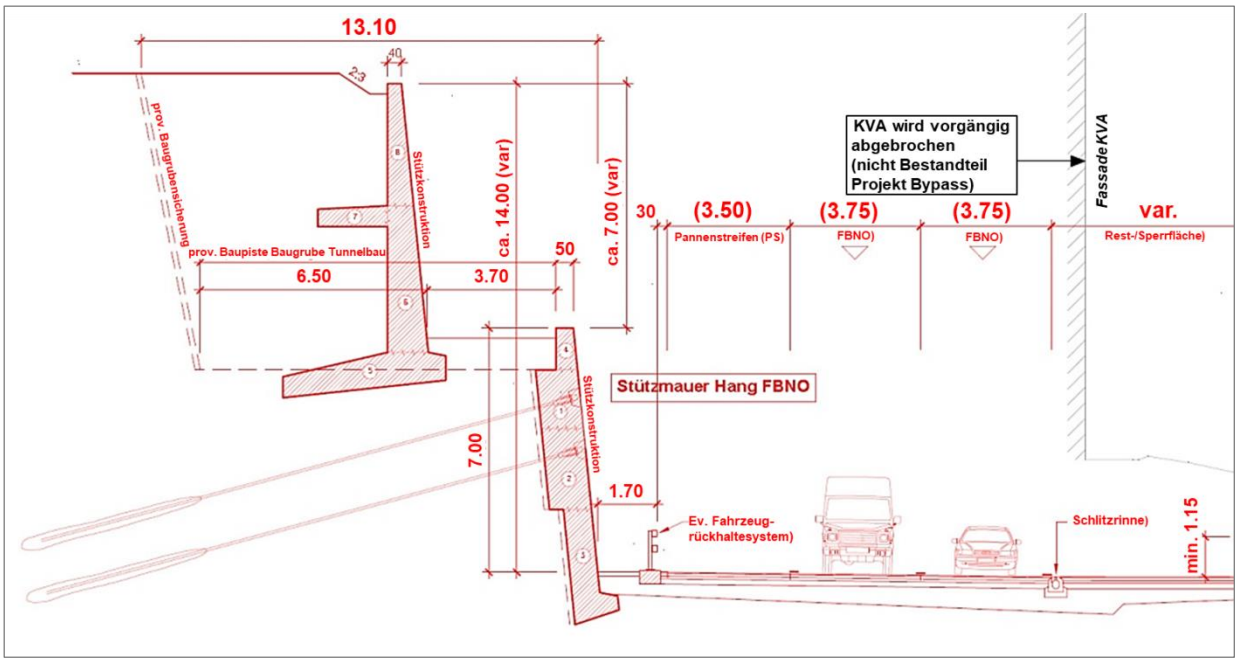


Abbildung 52: Querprofil Stützmauer SM 01 Ibach Fahrbahn Richtung Nord (Stand GP)

Unter Berücksichtigung der statischen- und geotechnischen Anforderungen, der Platzverhältnisse sowie der Bedürfnisse des betroffenen Grundeigentümers wurden in der Folge diverse neue Varianten entwickelt und zusammen mit der Lösung aus dem GP einer Beurteilung unterzogen. Sie umfassen verschiedene Winkelstützmauergeometrien, rückverankerte Wände, verschiedene Böschungssysteme und diverse Kombinationsmöglichkeiten der unteren mit der oberen Stützkonstruktion. Nur eine Variante verzichtet zugunsten eines Stützgitterböschungssystems über die volle Höhe von rund 14 m auch auf die untere Stützmauer.

Die qualitative Evaluation der Varianten basiert auf den Kriterien Dauerhaftigkeit / Unterhaltsfreundlichkeit, Erstellungskosten, Ästhetik und bautechnisches Risiko. Als Bestvariante wurde im AP nun eine Kombination Stützmauer mit Böschung weiterverfolgt . Die Stützmauer ist dabei so konzipiert, dass im Bereich der heutigen Zufahrt auch in Zukunft wieder eine Zufahrt zu den Grundstücken zwischen der Autobahn und der Reusseggstrasse erstellt werden kann.

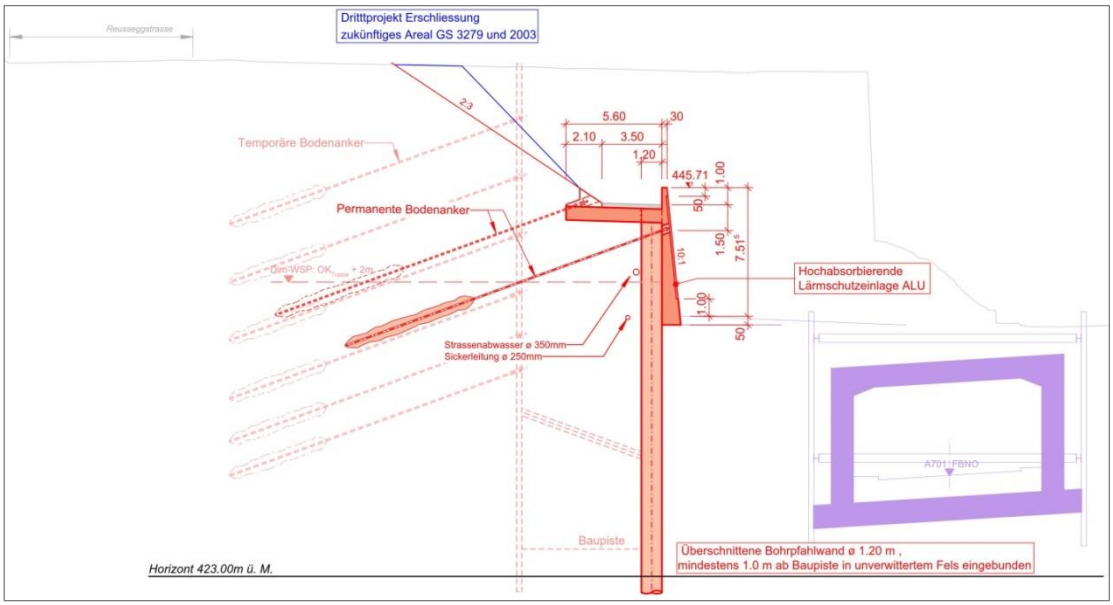


Abbildung 53: Querprofil Stützmauer SM 01 Ibach Fahrbahn Richtung Nord

6. Ausbau Nord

6.1. Linienführung

6.1.1. Projektperimeter

Der Perimeter des Ausführungsprojekts umfasst im Teilprojekt Ausbau Nord (TP 1) die beiden Abschnitte der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee (UH-km 0.000) bis zum Anschluss Buchrain (UH-km 5.400) und der N02 zwischen der Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Emmen Nord. Im Abschnitt auf der N02 zwischen der Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Emmen Nord werden im Bereich des Trassees keine geometrischen und baulichen Anpassungen vorgenommen. Der Abschnitt auf der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Buchrain wird von 4 auf 6 (beziehungsweise total 7 in der neuen Tunnelröhre Rathausen) Fahrstreifen ausgebaut.

Im Projektperimeter sollen gleichzeitig mit dem Ausbau der Strecke die bestehenden Kunstbauten (Brücken, Über- und Unterführungen) instandgesetzt werden, falls sie nicht ausbaubedingt verbreitert werden müssen.

Der Istzustand kann wie folgt charakterisiert werden:

- Nationalstrasse 1. Klasse mit je 2 Fahrstreifen und 1 Pannenstreifen
- Streckenlänge zwischen den Anschlüssen N14 VZ Rotsee - AS Buchrain: 5.400 km
- Inbetriebnahme N14 AS Buchrain - VZ Rotsee: 1984
- Inbetriebnahme N02 Abschnitt Emmen Nord - VZ Rotsee: 1971
- Inbetriebnahme AS Buchrain/Zubringer Rontal: 2011

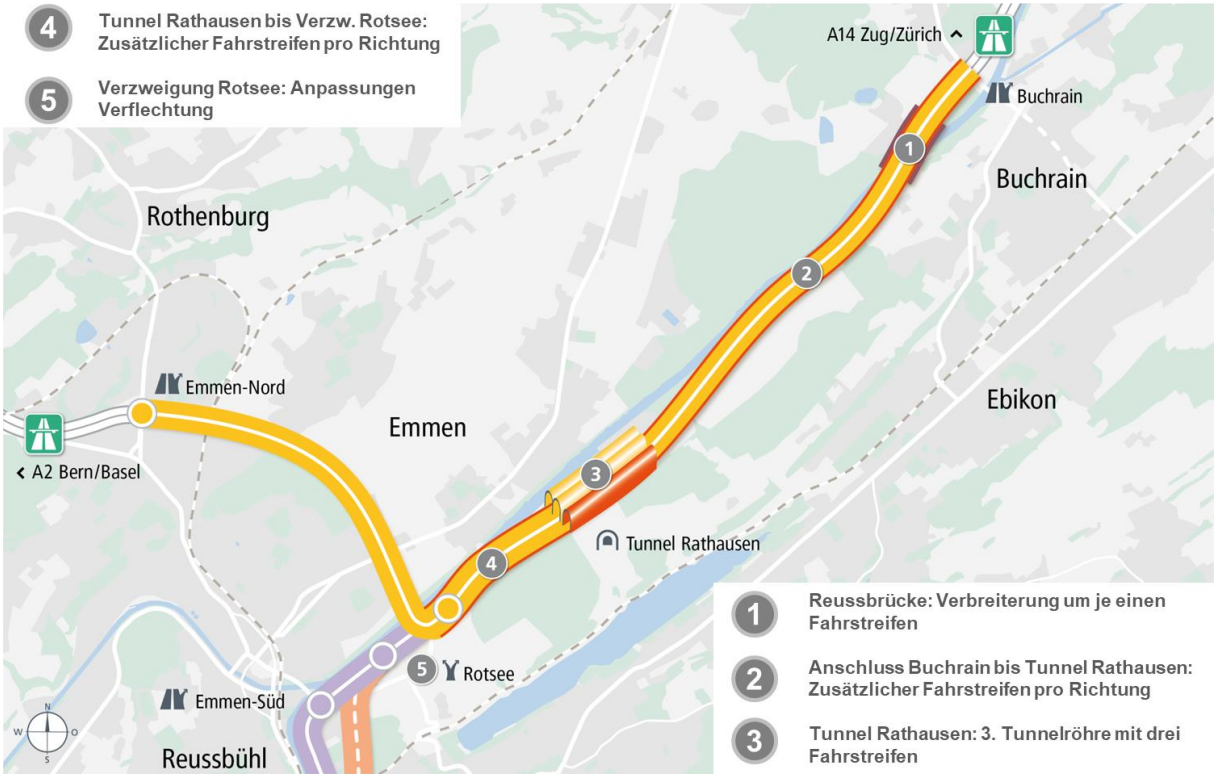


Abbildung 54: Übersicht Projektperimeter

6.1.2. Trassierungsgrundsätze

Grundsätzlich werden für den 6-Streifen-Ausbau der N14 die Horizontal- und Vertikalachsen über den gesamten Projektperimeter in bestehender Lage übernommen. Der 6-Streifen-Ausbau erfolgt symmetrisch zur bestehenden Achse. In den zwei Bereichen vor und nach dem Tunnel Rathausen wird von diesem Grundsatz abgewichen. Die Ausbaugeschwindigkeit beträgt ab der Verzweigung Rotsee bis nach dem Tunnel Rathausen 100 km/h und ab dem Tunnel Rathausen bis zum Anschluss Buchrain 120 km/h. Im Bereich der Verzweigung Rotsee beträgt die Ausbaugeschwindigkeit 80 km/h. Die Minimalradien der Stammachse der N14 entsprechen mit R = 1‘000 m der SN-Norm. Die nach SN-Norm erforderlichen Sichtweiten sind durchwegs eingehalten. Alle im Projektbereich liegenden Beschleunigungs- und Verzögerungsstreifen (Ein- und Ausfahrten, Verzweigungen) von und ab der durchgehenden N14 werden gemäss SN-Normen oder den Vorgaben der Verkehrstechnik entsprechend verlängert. Das Längenprofil entspricht der bestehenden Anlage. Es weist im Bereich Reussbrücke bis Anschluss Buchrain ein Maximalgefälle von 1.75 % auf. Die vertikalen Ausrundungen entsprechen den SN-Normen. Dem Grundsatz, eine ressourcenschonende Anlage zu trassieren, wurde Rechnung getragen, indem der bestehende Oberbau in weiten Teilen wieder verwendet wird.

6.1.3. Abschnitt Verzweigung Rotsee bis Tunnel Rathausen

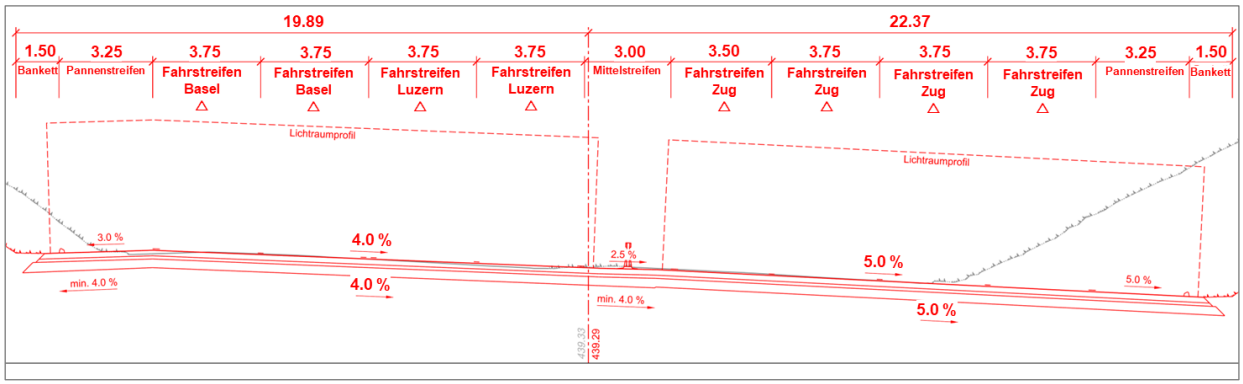


Abbildung 55: Querschnitt Abschnitt Verzweigung Rotsee bis Tunnel Rathausen

Im Abschnitt zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Tunnel Rathausen wird die Fahrbahn von 4 auf 7 Fahrstreifen (exkl. Einfahrt Emmen Süd) ausgebaut. Die Verbreiterung der Fahrbahn erfolgt dabei nahe der Verzweigung Rotsee zentrisch und nahe des Tunnels Rathausen exzentrisch (südlich) zum Bestand. Das Quergefälle liegt in diesem Abschnitt zwischen 3 % (Gerade) und 5 % (Kurve). Das Längsgefälle liegt zwischen 0.50 % und 1.65 %. Zwischen UH-km 0+400 und UH-km 1+200 werden sechs neue Signalportale angeordnet. Sämtliche Fahrzeugrückhaltesysteme werden auf dem Abschnitt erneuert. Die Strassenentwässerung wird komplett neu erstellt. Die bestehende Fahrbahnmitte wird rückgebaut und mit Belag ausgebildet. Durch die Verbreiterung entstehen Hanganschnitte. Die entlang der Nationalstrasse parallel verlaufenden Flurwege werden teilweise nach aussen hin verschoben.

6.1.4. Abschnitt Tunnel Rathausen

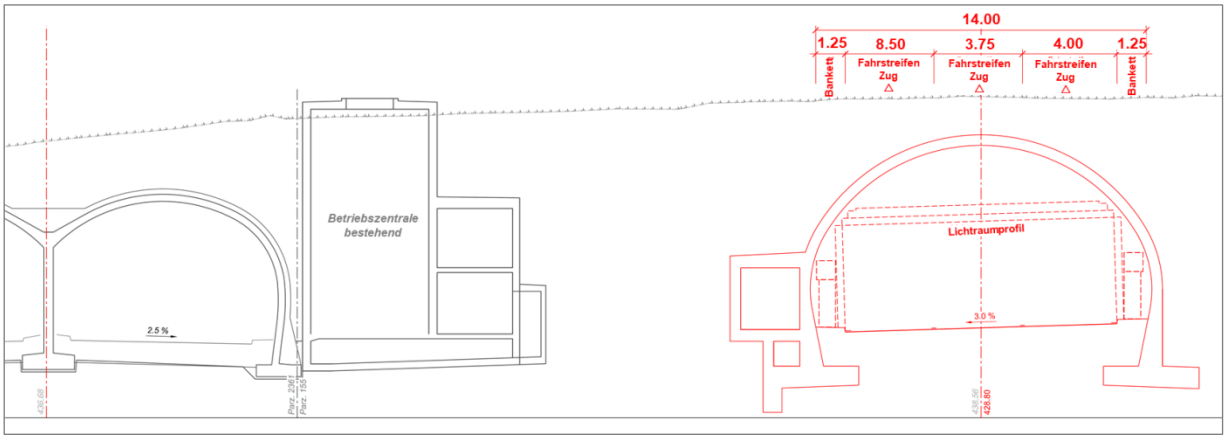


Abbildung 56: Querschnitt Abschnitt Tunnel Rathausen

Im Abschnitt des bestehenden Tunnels Rathausen wird eine neue 3. Tunnelröhre mit 3 Fahrstreifen erstellt. Die Fahrbahn wird dementsprechend von 4 auf 7 Fahrstreifen ausgebaut. Das Quergefälle in der neuen 3. Tunnelröhre beträgt 3 %. Das Längsgefälle liegt bei 0.40 % bis 1.50 %.

Der bestehende Tunnel Rathausen ist nicht Bestandteil des vorliegenden Ausführungsprojekts.

6.1.5. Abschnitt Tunnel Rathausen bis Anschluss Buchrain

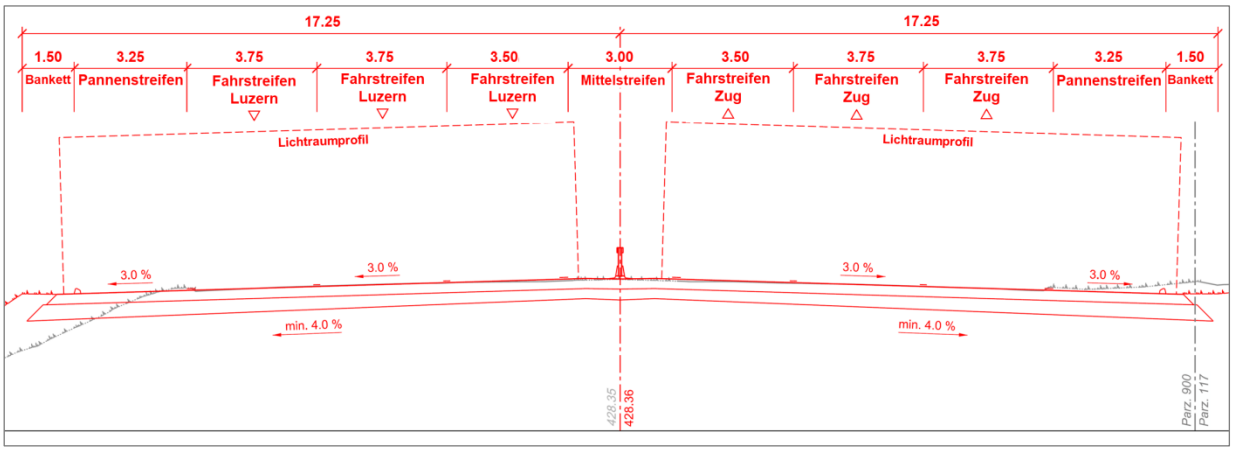


Abbildung 57: Querschnitt Abschnitt Tunnel Rathausen bis Anschluss Buchrain

Im Abschnitt zwischen dem Tunnel Rathausen und dem Anschluss Buchrain wird die Fahrbahn von 4 auf 6 Fahrstreifen ausgebaut. Die Verbreiterung der Fahrbahn erfolgt dabei zentrisch zum Bestand. Das Quergefälle liegt in diesem Abschnitt zwischen 3 % (Gerade) und 5.5 % (Kurve). Das Längsgefälle liegt bei 0.35 % bis 1.75 %. Zwischen UH-km 1+900 und UH-km 5+400 werden zehn neue Signalportale angeordnet. Sämtliche Fahrzeugrückhaltesysteme werden auf dem Abschnitt erneuert. Die Strassenentwässerung wird komplett neu erstellt. Die bestehende Fahrbahnmitte wird rückgebaut und mit Belag ausgebildet. Durch die Verbreiterung entstehen Hanganschnitte und Geländeschüttungen. Die entlang der Nationalstrasse parallel verlaufenden Flurwege werden teilweise nach aussen hin verschoben.

6.2. Trassee Allgemein

6.2.1. Strassenbau / Normalprofil

Lichtraumprofil (**LRP**)

Die Lichtraumprofile erfüllen die Anforderungen gemäss SN 640 201 sowie ASTRA-Richtlinie 11001. Für das Lichtraumprofil wird nebst dem Betriebszustand auch der Unterhaltsfall berücksichtigt. Bei Neubauten (3. Röhre Tunnel Rathausen) beträgt die lichte Höhe 4.50 m. Seitliche Hindernisse wie Widerlager, Stützen usw. werden im Normalfall um 2.00 m ab Pannenstreifenrand zurückgesetzt.

Geometrisches Normalprofil (GNP)

Der 6-Streifen-Ausbau der N14 erfolgt durch eine symmetrische Verbreiterung der Anlage:

- Verbreiterung um je einen zusätzlichen Fahrstreifen von 3.75 m Breite und je einem 3.25 m breiten Pannenstreifen im Abschnitt Tunnel Rathausen bis Anschluss Buchrain (total je 3 Fahrstreifen und 1 Pannenstreifen pro Richtung).
- Im Abschnitt Tunnel Rathausen bis Verzweigung Rotsee werden drei zusätzliche Fahrstreifen angehängt (total 3 Fahrstreifen Richtung Zug und 4 Fahrstreifen Richtung Luzern).
- Der Mittelstreifen wird von 4.00 m auf 3.00 m Breite reduziert und in Schwarzbelag ausgeführt. Als Trennelement der Fahrbahnen ist ein mobiles Rückhaltesystem vorgesehen.
- Ausserhalb des Pannenstreifens wird beidseitig ein Bankett von je 1.50 m Breite für die Platzierung von Schächten, Fundamenten, Entwässerungsleitungen und weiterer Bauteile angeordnet. Lokal kann die Bankettbreite auch schmäler ausfallen.
- Die gesamte Kronenbreite vergrössert sich im Vergleich mit dem heutigen Zustand im Abschnitt Tunnel Rathausen bis Buchrain um ca. 10.00 m (von ca. 25.00 m auf 35.00 m) und im Abschnitt Tunnel Rathausen bis Verzweigung Rotsee um ca. 13.00 m (von ca. 26.00 m auf 39.00 m).
- Die Abmessungen in Querrichtung zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Tunnel Rathausen in Fahrtrichtung Zug betragen:
  - 2. Überholstreifen 3.50 m
  - 1. Überholstreifen 3.75 m
  - Normalfahrstreifen 3.75 m
  - Pannenstreifen 3.25 m
  - Bankettbreite 1.50 m
  - Dies ergibt eine Verkehrsfläche von insgesamt 15.75 m Breite pro Fahrbahn.
- Die Abmessungen in Querrichtung zwischen dem Tunnel Rathausen bis zum Anschluss Buchrain betragen:
  - 3. Überholstreifen 3.75 m
  - 2. Überholstreifen 3.75 m
  - 1. Überholstreifen 3.75 m
  - Normalfahrstreifen 3.75 m
  - Pannenstreifen 3.25 m
  - Bankettbreite 1.50 m
  - Dies ergibt eine Verkehrsfläche von insgesamt 19.75 m Breite pro Fahrbahn.

Ausser im Bereich des Tunnels Rathausen wird das Normalprofil grundsätzlich über die gesamte Projektlänge konsequent durchgezogen.

- In den zwei bestehenden Röhren des Tunnels Rathausen sind keine Pannenstreifen vorhanden. Die bestehenden Fahrstreifenbreiten betragen je 2 x 3.875 m.
- In der neuen 3. Röhre Tunnel Rathausen ist kein Pannenstreifen vorgesehen. Die Fahrstreifenbreiten betragen 2 x 3.75 m + 1 x 3.50 m. Zusätzlich werden in der neuen Röhre je 0.25 m breite Randmarkierungen angebracht, welche nicht zur Fahrbahnbreite zählen.

Auf der offenen Strecke der N14 wird der jeweils kurvenaussenseitig liegende Pannenstreifen mit einem Quergefälle von 3 % abgeknickt ausgeführt. Die am Mittelstreifen anliegenden Fahrstreifenränder bilden die Drehachsen für die Quergefälle und sind auf gleicher Höhe angeordnet (+/- 0.00).

Die Damm- und Einschnittböschungen werden in der Regel mit einer Neigung von 2:3 ausgeführt.

Bautechnisches Normalprofil

Der Oberbau wird für die Verkehrslastklasse T6 und die Tragfähigkeitsklasse S2 dimensioniert. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsresultate der Fundationsschicht ist eine Weiterverwendung der bestehenden Fundationsschicht aus Qualitätsgründen in weiten Teilen des Projektes möglich. Bei den durch den Ausbau nicht tangierten Rampen kann der bestehende Oberbau ebenfalls belassen werden. Die Trag-, Binder- und Deckschichten werden jedoch in allen Bereichen erneuert.

Belagsaufbau

Der Belagsaufbau wird über die ganze Fahrbahnbreite mit nachfolgendem Aufbau einheitlich und mit einer konstanten Gesamtdicke ausgeführt.

Deckschicht SDA 8-12	3 cm
Binderschicht AC EME 22 C1	8 cm
Tragschicht AC EME 22 C2	8 cm

Aufbau Fundationsschichten

Im Bereich der zu belassenden zementgebundenen Stabilisationsschichten wird die notwendige Erhöhung der Fundationsschicht mit einer Asphaltfundationsschicht AC F 22 ausgeführt. Im Kiessandbereich wird die Erhöhung mit Ungebundenem Gemisch UG 0/45 (Kiessand) und einer konstant 100 mm dicken AC F 22 vorgesehen. Im Bereich, wo die bestehende Stabi-Schicht dimensionierungsmässig ungenügend stark ist, muss so viel Stabi abgetragen und durch eine Asphaltfundationsschicht ersetzt werden, bis der Gesamtoberbau eine genügende Tragfähigkeit aufweist. Im Extremfall muss sie komplett ersetzt werden. Der Aufbau der neuen Fundationsschicht wird in diesem Fall mit einem Ungebundenen Gemisch UG 0/45 (Kiessand) und einer Asphaltfundationsschicht (AC F 22) vorgesehen. Dasselbe Vorgehen gilt im Bereich, wo die bestehende Fundationsschicht aus Kiessand besteht. Im Bereich der Fahrbahnverbreiterungen muss die Fundationsschicht neu erstellt werden. In diesen Fällen ist ein Aufbau mit einem Ungebundenen Gemisch UG 0/45 und einer Asphaltfundationsschicht (AC F 22) geplant.

Quergefälle

Die Fahrbahnoberflächen der bestehenden N14 weisen bezüglich gültiger SN-Normen grösstenteils zu geringe Quergefälle auf. Die bestehenden Quergefällübergänge sind zu lang und zu flach ausgeführt. Im Rahmen des 6-Streifen-Ausbaus werden die Quergefälle im Trassee den gültigen Normen angepasst. Einzig in den bestehenden Tunneln Rathausen und auf den Reussbrücken Buchrain werden die heutigen Quergefälle aus wirtschaftlichen und technischen Gründen nicht angepasst. Sie liegen mit 2.6 % nur knapp unter dem geforderten Normwert von 3 %. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da in diesen Bereichen keine Unfallschwerpunkte aufgrund von ungenügendem Oberflächenwasserabfluss beziehungsweise von Aquaplaning bekannt sind.

Mittelstreifenüberfahrt

Im Bereich der Portale West und Ost des Tunnels Rathausen werden neue Mittelstreifenüberfahrten angeordnet. Diese weisen eine Länge von 100 m auf. Im Endzustand wird die zulässige Überfahrtsgeschwindigkeit auf 60 km/h festgelegt.

Anpassungen übriges Strassennetz

Durch den 6-Streifen-Ausbau werden die Flurwege in der Lage parallel zur N14 gegen aussen verschoben. Bei den zwei Querungsstellen werden die Unterführungsbauwerke angepasst respektive verlängert.

6.2.2. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA)

Folgende Massnahmen sind geplant:

- Für den Hauptrohrblock werden neu 9 Rohre (3 x 3) vorgesehen:
  - 4 Rohre für die Transitverkabelung Lichtwellenleiter (LWL), Energiekabel, Dritte und Reserve.
  - 5 Rohre für die Selektiverschliessung der BSA mit Energie, Erde und LWL.

  Für den Nebenrohrblock werden neu 4 bzw. 6 Rohre vorgesehen:
  - 2 bzw. 3 Rohre für die Transitverkabelung (LWL), Energiekabel, Dritte und Reserve.
  - 2 bzw. 3 Rohre für die Selektiverschliessung der BSA mit Energie, Erde und LWL.
- Für die Transitverbindungen sind in einem Abstand von maximal 500 m M-Schächte notwendig.
- Für die Selektiverschliessung sind in einem Abstand von maximal 250 m Z-Schächte geplant. Bei diesen Schächten werden 5 Rohre der Selektiverschliessung eingeführt.
- Für den Nebenrohrblock sind auf der Seite Fahrbahn Fahrtrichtung Luzern 4 Rohre geplant:
  - Im Abstand von 1'000 m werden Querverbindungen von 8 Rohren vorgesehen.
  - Im Abstand von 250 m werden Querverbindungen von 4 Rohren geplant.
- Für die Selektiverschliessung sind in einem Abstand von maximal 250 m Z-Schächte vorgesehen. Bei diesen Schächten werden die 2 Rohre der Selektiverschliessung eingeführt.
- Der Nebenrohrblock soll durchgängig ausgeführt werden, sodass ein redundantes LWL-Transitkabel eingezogen werden kann.
- Beide Rohrblöcke werden im 1.5 m breiten Bankettstreifen platziert. In Bereichen, wo der Bankettstreifen durch die Längsleitungen der Entwässerung bereits belegt ist, werden die Rohrblöcke in den Pannenstreifen gelegt. Sämtliche Kabelschächte werden im Bankettstreifen angeordnet.

6.2.3. Übrige Werkleitungen

Hochspannungs-Freileitungen

Im Zuge des 6-Streifen-Ausbaus der N14 müssen aufgrund des grösseren Platzbedarfes verschiedene Abschnitte oder Einzelmasten von parallel verlaufenden oder querenden Hochspannungs-Freileitungen versetzt werden. Betroffen sind insbesondere Freileitungen der CKW. Die Kosten für diese Anpassungen sind eingerechnet.

Wasser, Gas, Elektro, Telekommunikation und Schmutzwasser

Auf der offenen Strecke sind nur wenige Konflikte mit Werkleitungen Dritter vorhanden. Oftmals muss nur eine Verlängerung der entsprechenden Leitung vorgenommen werden. Im Bereich der neuen 3. Röhre Tunnel Rathausen sind während der Realisierung Provisoren für Telekommunikations-, Elektro- und Schmutzwasserleitungen notwendig. Die Provisorien werden grösstenteils an den temporären Fussgänger- und Baustellenbrücken aufgehängt.

6.2.4. Fahrzeugrückhaltesysteme

Die Fahrzeugrückhaltesysteme werden im gesamten Projektperimeter komplett ersetzt und gemäss der gültigen ASTRA-Richtlinie ausgeführt. Dies gilt auch für alle Rampen in den Bereichen des Anschlusses Buchrain und der Verzweigung Rotsee. Auf offener Strecke der N14 wird im Mittelstreifen ein mobiles Rückhaltesystem angeordnet.

6.2.5. Zäune

Die Zaunanlagen werden im gesamten Projektperimeter komplett ersetzt und gemäss den gültigen Normen und ASTRA-Richtlinien ausgeführt. Dies gilt auch für alle Rampen in den Bereichen des Anschlusses Buchrain und der Verzweigung Rotsee. Die generelle Anordnung der Zäune ist im Normalprofil dargestellt. Die vorhandenen Zugänge für den Unterhalt werden wieder an gleicher Stelle angeordnet und die Zugangstore ersetzt.

6.2.6. Signalisation / Markierung

Die Markierung wird über dem ganzen Abschnitt der N14 inkl. Verzweigung Rotsee ersetzt.

6.3. Verzweigung Rotsee

Bei der Verzweigung Rotsee wird die Rampe N02/N14 Basel in Richtung Zug 2-streifig ausgebaut. Die Neutrassierung wird dabei auf das bestehende Terrain ausgerichtet. Die Rampen der Ausfahrt Emmen Nord sowie N14/N02 in Richtung Basel werden gemäss Bestand beibehalten. Die gesamte Verzweigung Rotsee wird einer Oberbausanierung unterzogen.

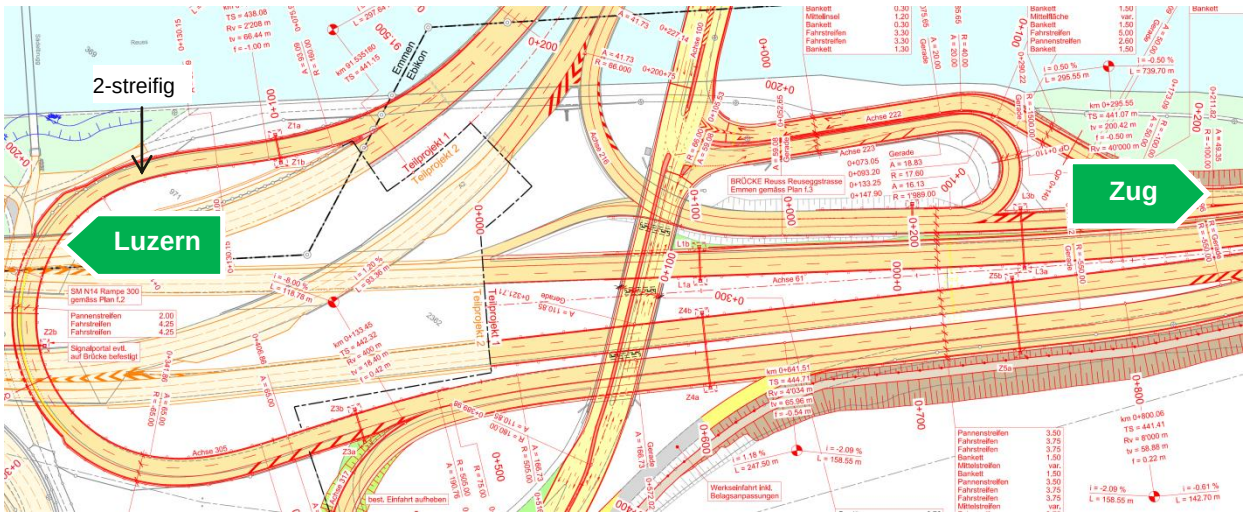


Abbildung 58: Situation Verzweigung Rotsee

6.4. Anschluss Emmen-Süd inkl. Reusseggstrasse

Abbildung 59: Situation Anschluss Emmen Süd inkl. Reusseggstrasse

Beim Anschluss Emmen Süd werden folgende Massnahmen umgesetzt:

- Die zwei bestehenden Einfahrtsrampen in Fahrtrichtung Zug werden aufgehoben und durch eine neue Einfahrtsrampe ersetzt. Diese wird mit einem neuen LSA-gesteuerten Knoten mit der Reusseggstrasse verknüpft.
- Die bestehende östliche Einfahrtsrampe wird künftig als Unterhaltszugang umgenutzt.
- Die Reusseggstrasse wird im Bereich der Einfahrt Emmen Süd auf 5 Fahrstreifen (inkl. Abbiegestreifen) ausgebaut.
- Die bestehende Brücke Reusseggstrasse wird auf 5 Fahrstreifen verbreitert.

6.5. Anschluss Buchrain

Der Anschluss Buchrain wurde im Jahr 2011 zusammen mit dem Zubringer Rontal in Betrieb genommen. Am Anschluss sind im vorliegenden Ausführungsprojekt keine Massnahmen vorgesehen. Allfällige Modifikationen bezüglich Leistungsfähigkeit am Anschluss Buchrain werden im Zusammenhang mit dem Projekt Ausbau N14 Anschluss Buchrain – Verzweigung Rütihof auf 6 Fahrstreifen geprüft werden.

Mit dem 6-Streifen-Ausbau der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee und Buchrain muss der Rampenbereich der Ausfahrt Anschluss Buchrain Fahrtrichtung Zug leicht angepasst werden. Der seitlich der Nationalstrasse verlaufende Lärmschutzdamm wird durch die Verbreiterung nicht tangiert.

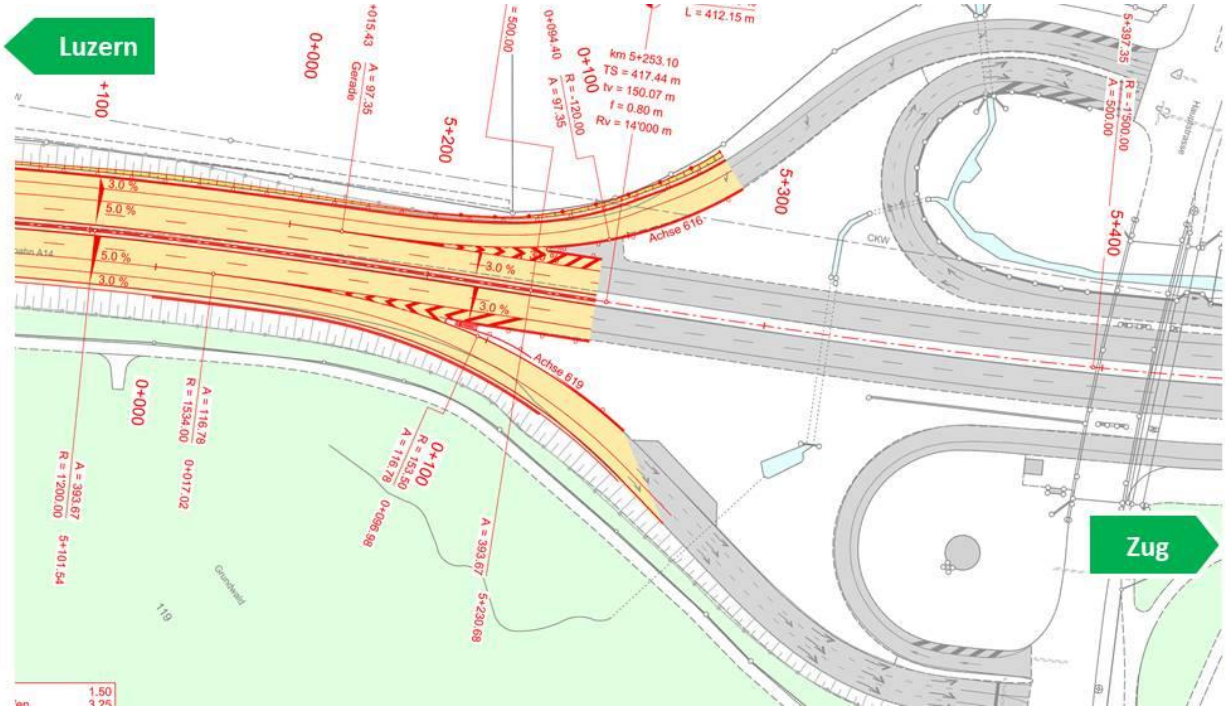


Abbildung 60: Situation im Bereich Anschluss Buchrain

6.6. Kunstbauten, Stützmauern

6.6.1. Allgemeine Massnahmen

Die bereits bestehenden Kunstbauten wurden bezüglich dem baulichen Zustand untersucht. Generell ist der Zustand der Bausubstanz gut. Chloridbelastete Betonbauteile und weitere Schäden wie z.B. Risse werden im Rahmen des Projektes instandgesetzt. Die Brückenausrüstung, welche zum Zeitpunkt der Realisierung ihre Nutzungsdauer erreicht hat, wird ebenfalls ersetzt.

6.6.2. Brücken und Überführungen

Brücke Reuss Buchrain

Die Brücke Reuss Buchrain ist eine Zwillingsbrücke und dient als Verkehrsträger der N14 über die Reuss. Sie liegt südlich des Anschlusses Buchrain. Beim nördlichen Widerlager (Seite Gisikon) sind ein Lagerraum sowie die Unterführung Bewirtschaftungsweg 8 in monolithischer Bauweise angehängt. Die Bodenplatte des Lagerraumes ist zwischen den beiden anderen Bauwerken eingehängt. Die ca. 150 m lange Spannbetonbrücke mit je zwei Hohlkasten wurde 1984 erbaut. Sie führt mit drei Felder und Spannweiten von 46.00 m / 55.00 m / 46.00 m über die Reuss. Die Brücke ist schwimmend gelagert und die Widerlager flach fundiert. Die Lasten aus den Pfeilern werden via Grossbohrpfähle in den Untergrund abgeleitet. In Fahrtrichtung Zug ist ein Weg für den Langsamverkehr vorhanden. Dieser wird durch eine mit der Fahrbahnplatte monolithisch verbundenen Leitmauer vom Strassenverkehr abgetrennt. Diese Leitmauer und der Mittelstreifen aus Ortbeton (ebenfalls monolithisch mit der Platte verbunden) sind je mit einer Lärmschutzwand ausgestattet.

Im Rahmen des Ausbaus der N14 wird die Brücke beidseitig verbreitert (Fahrbahn LU um ca. 2.40 m, Fahrbahn Zug um ca. 3.25 m). Die Verbreiterung erfolgt pro Seite mit einem zusätzlichen vorgespannten Längsträger, welcher auf weiteren Brückenpfeilern fundiert wird. Um das Durchflussprofil der Reuss nicht zu beeinträchtigen, liegen die Pfeiler jeweils in der Flucht der bestehenden Pfeilerachsen. Zusätzlich zur Brückenausrüstung werden auch die Lärmschutzwände ersetzt. Die statische Überprüfung der Brücke und des Lagerraums auf Basis der Erhaltungsnormen SIA 269 ff. hat ergeben, dass keine Verstärkungsmassnahmen notwendig sind.

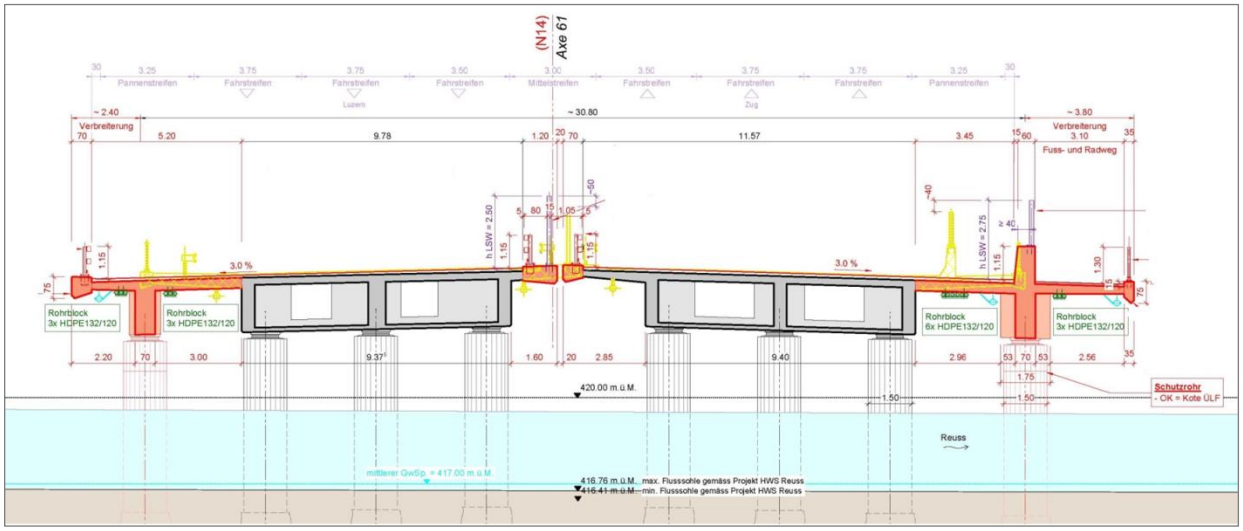


Abbildung 61: Querschnitt Brücke Reuss Buchrain

Brücken Grüeblischachen 01 Ost und 02 West Emmen

Die beiden vorgespannten Brücken Grüeblischachen 01 Ost und 02 West der N02 wurden 2007 komplett instandgesetzt. Das vorliegende Ausführungsprojekt hat keinen Einfluss auf die beiden Bauten. Aufgrund der in der Phase generelles Projekt durchgeführten statischen Überprüfung ist beim Querträger 5 der Brücke Grüeblischachen West eine Schubverstärkung zwischen Querträger und Fahrbahnplatte erforderlich.

Brücke Grüeblischachen N14 Rampe 200 + 400 Anschluss Emmen-Süd

Die 1986 erstellte Brücke Grüeblischachen N14 Rampe 200 + 400 verbindet den Zubringer mit der N14 Richtung Luzern und liegt zwischen der N14 und der Reuss. Die schwimmend gelagerte und flach fundierte Rampenbrücke ist 19.10 m breit und weist am Ende zur N14 eine Aufweitung auf. Die zweistegige, vorgespannte Plattenbrücke hat fünf Felder (Spannweiten 21.00 m / 25.00 m / 25.00 m / 25.00 m / 21.00 m). Das Verkehrsregime auf der Rampe wird angepasst und die Fahrstreifen sowie die Mittelinsel in ihrer Geometrie verändert. Aufgrund der statischen Überprüfung gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 sind keine Verstärkungsmassnahmen erforderlich.

Überführung Reusseggstrasse Zubringer Anschluss Emmen-Süd 2

Die Überführung Reusseggstrasse ist Teil des Zubringers zur N14 und zur N02 und liegt in der Verlängerung der Brücke Reuss Reusseggstrasse Emmen. Die vorgespannte zweistegige Plattenbrücke (Baujahr 1986) führt mit vier Feldern (Spannweiten 24.00 m / 29.00 m / 30.00 m / 24.00 m) über die N14 sowie die Einfahrten N02 Richtung Basel und N14 Richtung Zug. Die schwimmend gelagerte und flach fundierte Brücke ist im Regelfall 19.40 m breit und weitet sich im Knotenbereich auf. Der Ausbau der N14 und der entsprechend für das Jahr 2040 prognostizierte Verkehr führen zu einer Verkehrsüberlastung an den angrenzenden Knoten der Ausfahrt Emmen Süd 2. Aus diesem Grund wird das Verkehrsregime auf der Überführung angepasst und die Fahrstreifen sowie die Mittelinsel in ihrer Geometrie verändert. Aufgrund der statischen Überprüfung gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 sind keine Verstärkungsmassnahmen erforderlich.

Brücke Reuss Reusseggstrasse Emmen

Die Brücke Reusseggstrasse ist Teil des Zubringers zu den Nationalstrassen N14 und N02. Sie liegt in der Verlängerung der Überführung Reusseggstrasse Zubringer Anschluss Emmen-Süd 2, überquert die Reuss und verläuft parallel zu den Nationalstrassenbrücken Grüeblischachen Ost und West. Die 198.30 m lange Spannbetonbrücke mit einem resp. zwei Hohlkasten wurde 1986 erbaut. Sie führt mit fünf Felder und Spannweiten von 38.94 m / 40.60 m / 40.60 m / 40.60 m / 34.05 m über die Reuss. Die schwimmend gelagerte Konstruktion ist mittels Grossbohrpfählen im Fels fundiert. Wie bereits erwähnt, kommt es aufgrund des Ausbaus und dem für das Jahr 2040 prognostizierten Verkehr zur Überlastung der angrenzenden Knoten der Ausfahrt Emmen Süd 2. Um zusätzlichen Stauraum vor allem während den Spitzenstunden anzubieten, wird die Brücke Reuss Reusseggstrasse Emmen mit einem zusätzlichen Träger einseitig um 1.00 m bis 5.70 m verbreitert. Die neuen Pfeiler liegen in der Flucht der bestehenden Pfeilerachsen (geringe Beeinträchtigung der Reuss). Aus der statischen Überprüfung gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 sind keine weiteren Verstärkungsmassnahmen an der bestehenden Konstruktion notwendig.

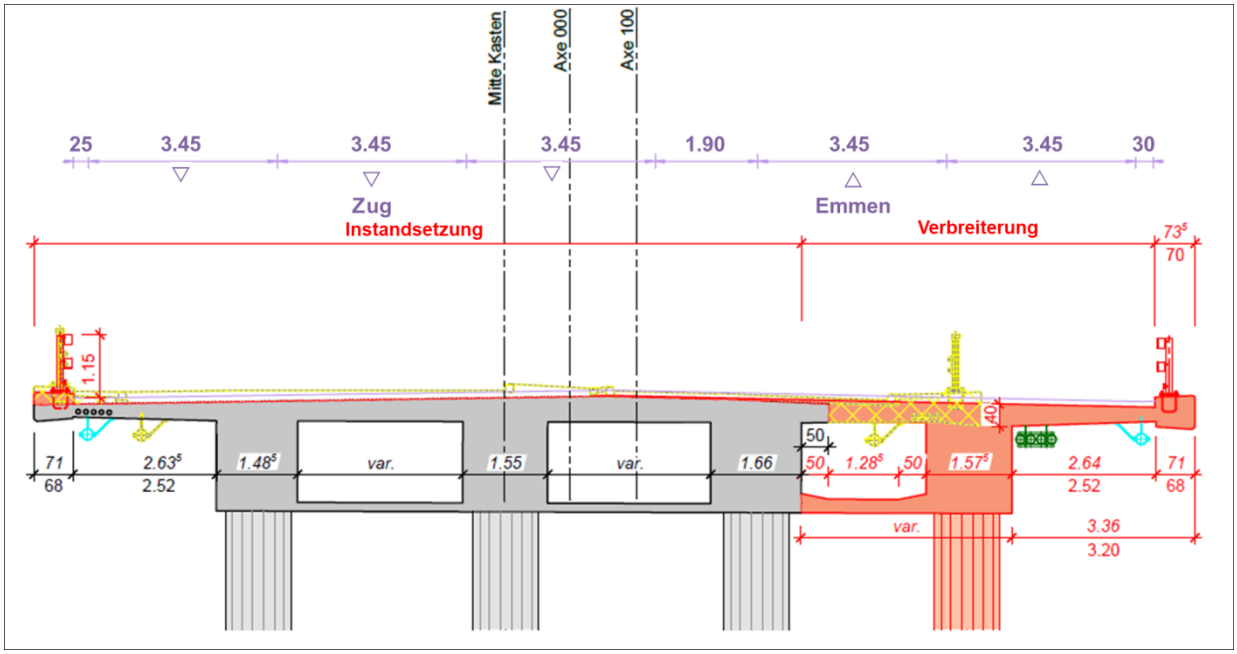


Abbildung 62: Querschnitt Brücke Reuss Reusseggstrasse Emmen

6.6.3. Unterführungen

Unterführung Bach und Wild Rathausen

Die Unterführung Bach und Wild Rathausen liegt nördlich des Tunnels Rathausen beim UH-km 2+400 und stellt die Querung unter der N14 für Bach und Wild sicher. Der auf Streifenfundamenten flach fundierte Stahlbetonrahmen wurde 1984 erstellt. Das dreifach dilatierte Bauwerk weist 35 cm starke Stiele und Fundamente auf. Die Deckenplatte verfügt über ein Dachgefälle und ist zwischen 35 bis 44 cm stark. Der Bach verläuft in einem offenen, 1.50 m breiten Betongerinne mit Querschotten. Für das Wild stehen eine lichte Breite von 5.00 m und eine lichte Höhe von 2.20 m zur Verfügung. Aufgrund der zentrischen Verbreiterung des Trassees wird die Unterführung beidseitig mit ähnlichen Querschnittsabmessungen verlängert (FBLU um ca. 1.35 m, FBZG um ca. 5.60 m). Dazu wird der neue Querschnitt stirnseitig monolithisch an die bestehende Konstruktion angeschlossen. Die Deckenplatte inkl. Dilatationsfugen wird von oben bis über die Fuge Decke / Wand abgedichtet. Die Kabelrohranlagen werden einlagig zwischen Schutzschicht und Belag geführt. Aufgrund der Verbreiterung der Nationalstrasse wird auch der unterwasserseitige Uferweg des Reusskanals geometrisch angepasst. Dies führt zum Abbruch der bestehenden Konstruktion und Neubau eines schlaff bewehrten Betonstegs. Der heute in einem Betontrog mit Querschotten geführte Bach wird ausgedolt und renaturiert. Die Tragsicherheit gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 ist erfüllt.

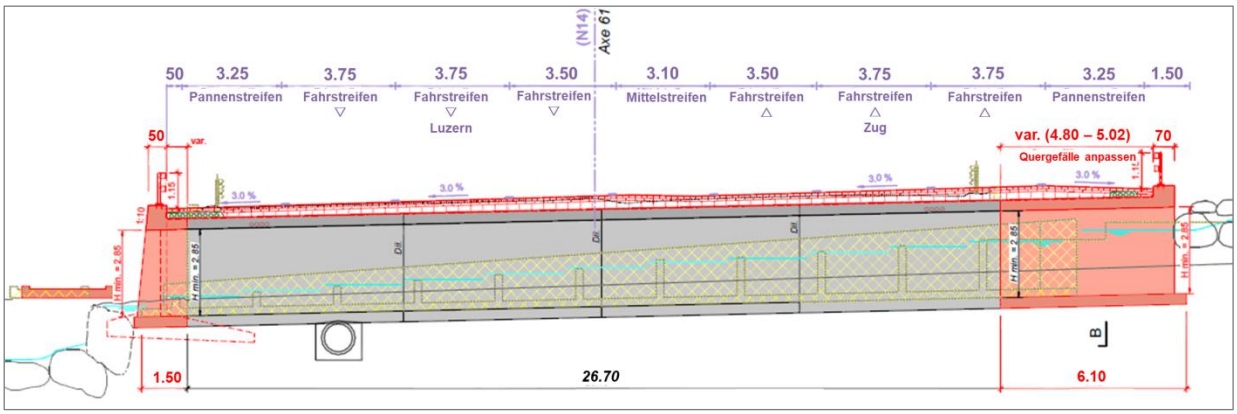


Abbildung 63: Längsschnitt UNF Bach und Wild Rathausen

Unterführung Bewirtschaftungsweg 8 Buchrain

Die Unterführung Bewirtschaftungsweg 8 dient als Unterhalts- und Wanderweg und ist monolithisch mit dem Lagerraum resp. dem Widerlager Gisikon der Brücken Reuss Buchrain verbunden. Der auf Streifenfundamenten flach fundierte Stahlbetonrahmen wurde 1984 erstellt. Seite Fahrbahn Zug ist die Wand 35 cm stark. Die lichte Breite beträgt 4.50 m und die lichte Höhe 3.80 m. Das Bauwerk weist auf der Deckenplatte dieselbe Topologie auf wie die Brücke Reuss Buchrain und wird analog abgebrochen und verlängert. Die Tragsicherheit der bestehenden Konstruktion ist gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 erfüllt.

Unterführung Bewirtschaftungsweg 7 Buchrain

Die Unterführung Bewirtschaftungsweg 7 Buchrain unterquert die N14 südlich der Brücke Reuss Buchrain und dient als Unterhalts- und Wanderweg. Der Stahlbetonrahmen mit Bodenplatte wurde 1984 erstellt. Das dreifach dilatierte Bauwerk weist 35 cm starke Wände auf. Die Deckenplatte ist ebenfalls 35 cm stark, die Bodenplatte variiert von 35 cm in der Mitte bis 42 cm am Aussenrand. Die lichte Breite beträgt 4.50 m und die lichte Höhe min. 3.82 m. In Fahrtrichtung Zug führt ein Lärmschutzhügel mit Lärmschutzwand über das Bauwerk. Aufgrund der zentrischen Verbreiterung des Trassees wird die Unterführung in Fahrtrichtung Luzern um ca. 1.95 m verlängert. Aufgrund der neuen Quergefällverhältnisse wird die Konstruktion jeweils bis zur ersten Dilatationsfuge abgebrochen. In Fahrtrichtung Zug handelt es sich daher um eine geometrische Anpassung und nicht um eine eigentliche Verlängerung. Die Deckenplatte inkl. Dilatationsfugen wird von oben bis über die Fuge Decke / Wand abgedichtet. Die Lärmschutzwand wird neu direkt auf dem Konsolkopf befestigt.

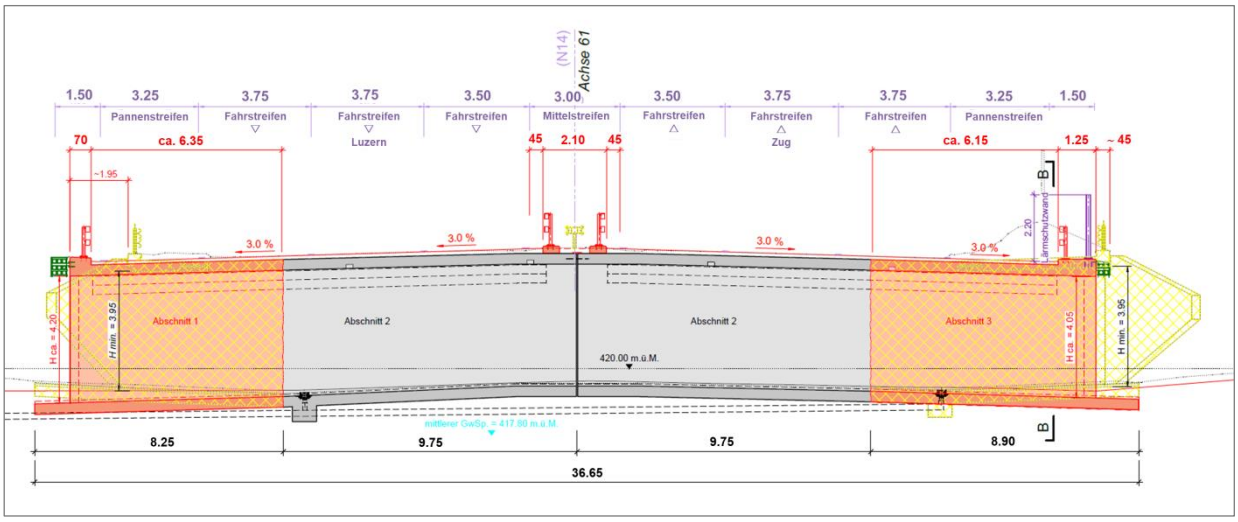


Abbildung 64: Längsschnitt UNF Bewirtschaftungsweg 7

Unterführung Cholbe

Die Unterführung Cholbe Buchrain dient als Unterhalts- und Wanderweg und führt unter der N14 durch.

Der auf Streifenfundamenten flach fundierte Stahlbetonrahmen wurde 1984 erstellt. Der Rahmen ist konstant 35 cm stark. Die erdüberdeckte Unterführung weist ein relativ starkes Längsgefälle auf. Die lichte Breite beträgt 4.50 m und die lichte Höhe 3.50 m. Aufgrund des Ausbaus wird die Stahlbetonkonstruktion beidseitig um ca. 3.25 m bis 3.50 m verlängert (monolithischer Anschluss an den Bestand). Das Terrain ist so anzupassen, dass die lichte Höhe gemäss Bestand wieder angeboten werden kann. Die Kabelrohranlage wird im Koffer des Trassees geführt. Auch unter der zusätzlichen Erdüberdeckung infolge Trasseeverbreiterung ist die Tragsicherheit gemäss Neubaunormen SIA 260 - 262 gewährleistet.

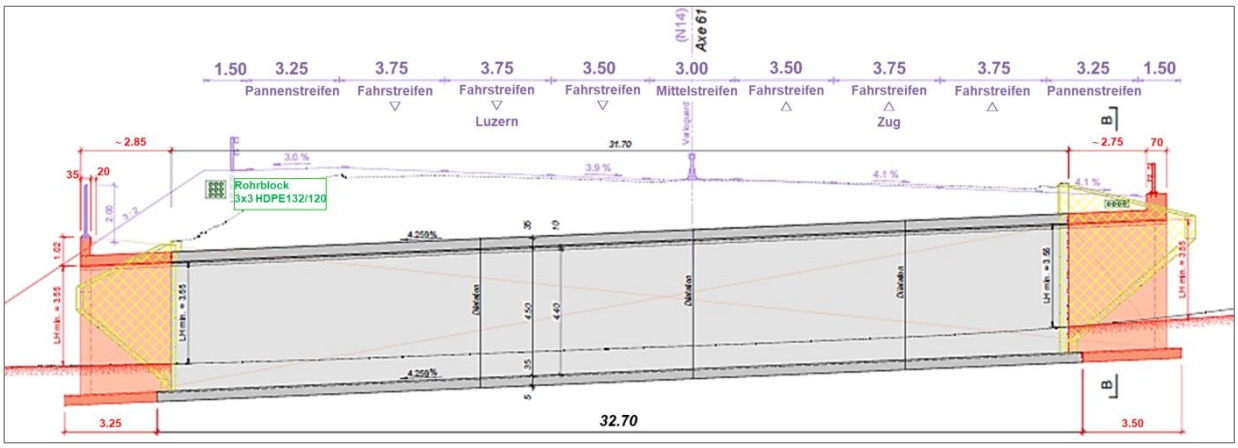


Abbildung 65: Längsschnitt UNF Cholbe

6.6.4. Stützmauern

Stützmauer (SM) N14 Rampe 300 Verzweigung Rotsee

Bereits heute befindet sich in der Verzweigung Rotsee zwischen der Rampe Basel - Zug und der Radwegverbindung Sedel eine Stützmauer. Im Rahmen des Ausbaus der Rampe Basel – Zug auf zwei Fahrstreifen wird die bestehende Stützmauer abgebrochen und durch einen Neubau von knapp 100 m Länge, und bis zu 5 m Höhe ersetzt. Vor der Erstellung der Stützmauer müssen diverse Werkleitungen umgelegt werden. Der bestehende Unterhaltsweg wird verschmälert, jedoch in seiner Funktion erhalten.

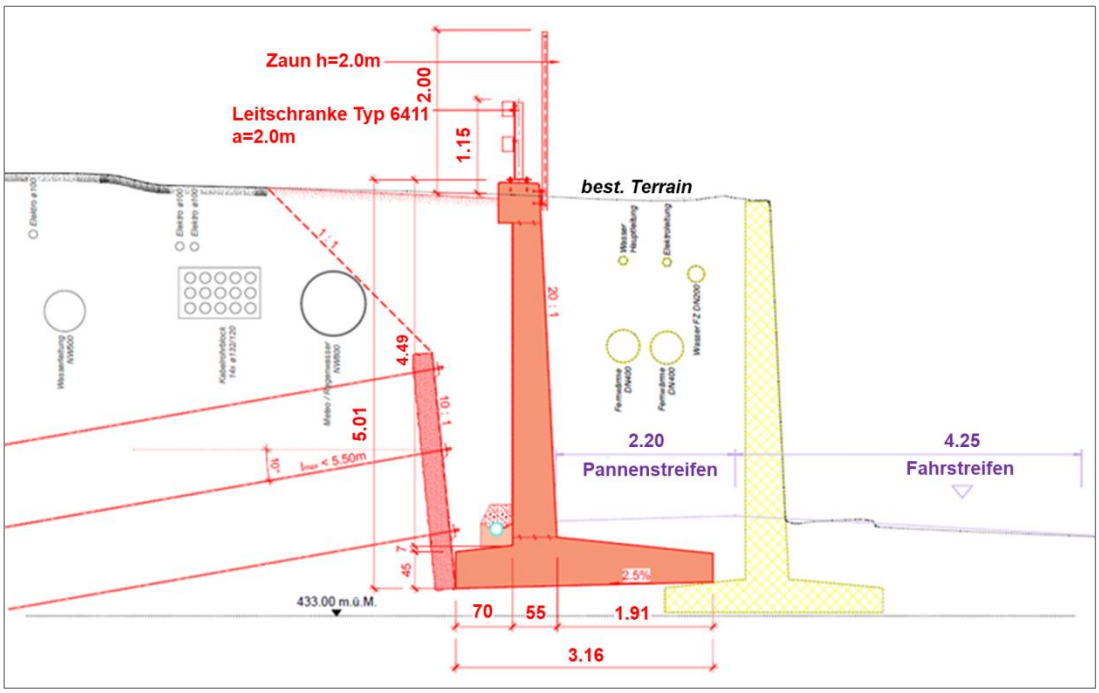


Abbildung 66: Querschnitt Stützmauer (SM) N14 Rampe 300 Verzweigung Rotsee

Stützmauer (SM) Reuss Kanal FBLU Rathausen

In Fahrtrichtung Luzern verläuft das Trassee der N14 vor dem Tunnel Rathausen entlang dem Reusskanal (Oberwasserkanal). Um einerseits dem Nationalstrassentrassee wie auch dem Flurweg genügend Breite zu bieten und andererseits die Längsvernetzung von Flora und Fauna zu verbessern, wird der entstehende Höhenversatz mithilfe einer neuen Stützmauer überwunden. Die neue Winkelstützmauer wird ca. 475 m lang und bis ca. 4 m hoch.

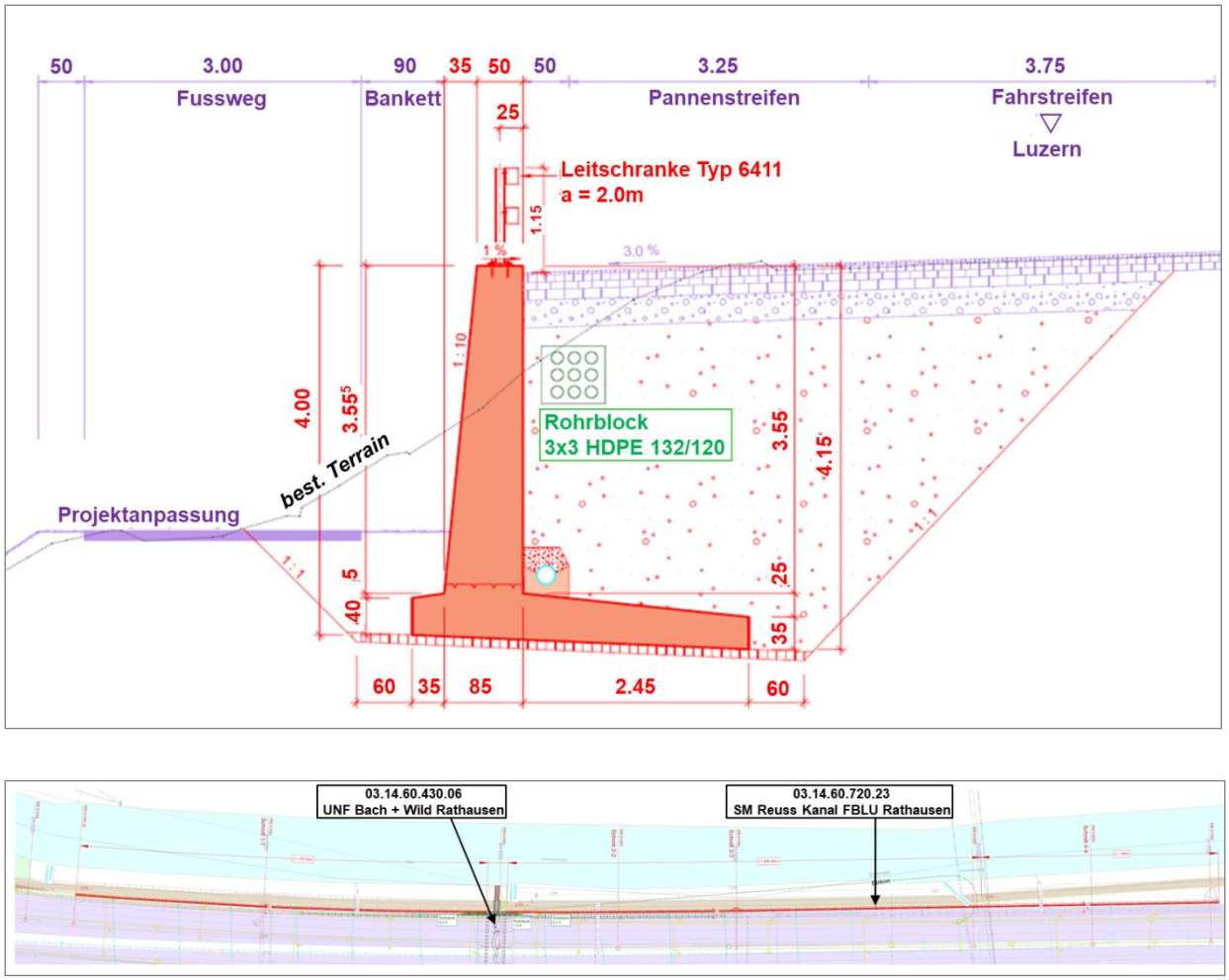


Abbildung 67: Querschnitt (oben) und Situation (unten) Stützmauer (SM) Reuss Kanal FBLU Rathausen

6.7. 3. Röhre Tunnel Rathausen

6.7.1. Übersicht

Mit dem geplanten Neubau der 3. Röhre Tunnel Rathausen wird die Anzahl der Fahrstreifen von vier auf sechs beziehungsweise sieben im Bereich 3. Röhre Tunnel Rathausen erhöht.

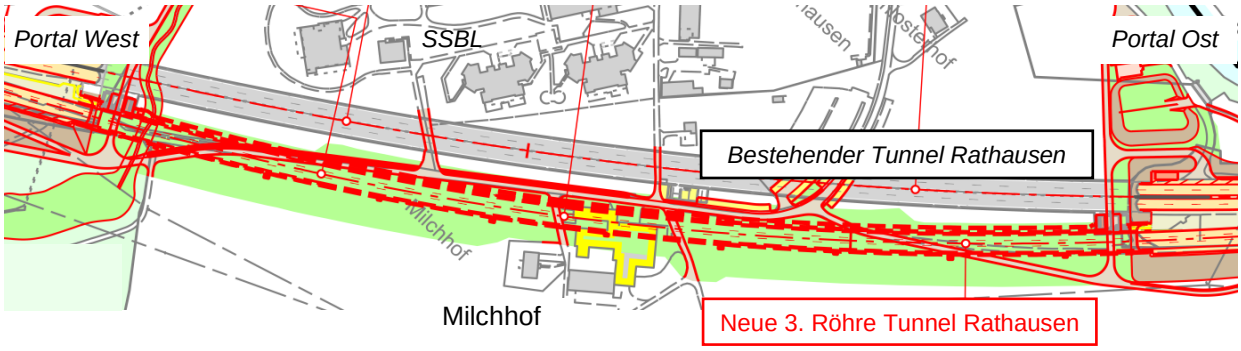


Abbildung 68: Situation Tunnel Rathausen

Die neue, dreistreifige Tunnelröhre ist 714 m lang, liegt südlich, in einem Abstand von rund 15 – 20 m zum Bestand und wird mit Ausnahme der Tunnelvorzone Ibach als Gewölbequerschnitt ausgeführt. Beim bestehenden Tunnel, der Anfang der 1980er Jahre gebaut und in Betrieb genommen wurde, handelt es sich um ein gering eingeschüttetes Doppelgewölbe mit gemeinsamer Mittelwand. Die Tunnellänge beträgt 685 m. Nördlich des bestehenden Tunnels liegen die Anlagen der Stiftung für Schwerbehinderte Luzern (SSBL). Der zugehörige Gebäudekomplex dehnt sich zwischen Reuss und bestehendem Tagbautunnel aus. Ein Teil der Anlage ist das mittelalterliche Kloster Rathausen sowie der Milchhof aus dem Jahr 1912, der seit 2011 denkmalpflegerisch inventarisiert und als schützenswertes Objekt eingestuft ist. Ein weiterer Teil des Milchhofs grenzt südlich an den Tagbautunnel. Dieser Teil unterliegt keinem denkmalpflegerischen Schutz. Die unterirdischen Tunnelzentralen in den Portalbereichen Ost und West wurden vorgängig im Rahmen des N14 Erhaltungsprojektes (EP) Verzweigung Rotsee – Anschluss Buchrain (EP RoBu) geplant und im Jahre 2015 realisiert. Beide werden nun mit dem Bau der 3. Röhre durch je ein Stockwerk über Terrain für die Frischluftansaugung der Ventilatoren-Stationen und für den Fluchtweg erweitert.

Abbildung 69: Visualisierung 3. Röhre Tunnel Rathausen, Portal West

Abbildung 70: Visualisierung 3. Röhre Tunnel Rathausen, Portal Ost

6.7.2. Baugrubenaushub

Der Baugrubenaushub für die 3. Röhre Tunnel Rathausen erfolgt grundsätzlich in einer frei geböschten Baugrube mit einer Neigung 3:2. Aufgrund des geringen Abstands zum bestehenden Tunnel im Bereich der Portale bzw. aufgrund der engen Platzverhältnisse im Bereich des Milchhofs, erfolgt der Baugrubenabschluss in diesen Bereichen mit einer Vernagelung. Im Bereich von rutschgefährdeten Zonen, werden weitere Sicherungsmassnahmen vorgesehen, wie z.B. Verpressanker und Longarinen.

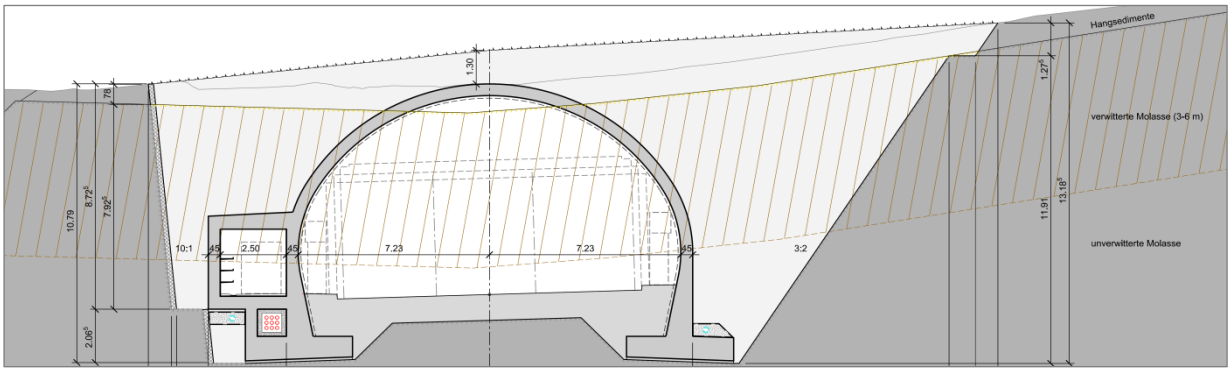


Abbildung 71: Querprofil Baugrube der 3. Röhre Tunnel Rathausen

6.7.3. Vorgesehene Nutzung

Der neue Tagbautunnel wird im Normalzustand als dreistreifige Fahrbahn der Nationalstrasse N14 in Richtung Zug genutzt. Die bestehenden Röhren nehmen den vierstreifigen Verkehr in Richtung Luzern auf. Der Abschnitt der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Buchrain ist nicht als Ausnahmetransportroute klassiert.

Für den verkehrstechnischen Nutzraum gelten folgende Vorgaben:

Dimension	Mass	
Breite	Fahrstreifen 1 + 2 (LW):	2 x 3.75 = 7.50 m
	Fahrstreifen 3 (PW):	3.50 m
	Randlinie 2 x 0.25 m:	0.50 m
	Fahrbahnbreite:	***11.50 m***
	Sicherheitszuschlag Süd:	0.30 m
	Sicherheitszuschlag Nord:	0.30 m
	Lichte Breite:	***12.10 m***
	Fahrbahnbreite:	11.50 m
	Bankett Süd:	1.32 m
	Bankett Nord:	1.25 m
	Verkehrstechnische Breite:	***14.07 m***
Höhe	Fahrzeughöhe (LW):	4.00 m
	Bewegungsspielraum:	0.30 m
	Sicherheitszuschlag:	0.20 m
	Lichte Höhe:	***4.50 m***
	Sicherheitsabstand über Lichtraum:	0.30 m
	Raum für Betriebs- und Sicherheitsausrüstung:	0.40 m
	Höhe Verkehrstechnischer Nutzraum:	***5.20 m***

Abbildung 72: Verkehrstechnischer Nutzraum

Die Fahrstreifen 1 und 2 werden je mit 3.75 m ausgebildet, da aufgrund der Nähe zur Verzweigung Rotsee der Tunnel Rathausen noch im Verflechtungsbereich des Anschlusses ist. Es muss somit davon ausgegangen werden, dass sowohl auf dem rechten als auch auf dem mittleren Fahrstreifen Lastwagen fahren.

Der seitliche Sicherheitszuschlag von 0.30 m wird über dem Bankett, unabhängig von der Banketthöhe, vorgesehen und ist somit Teil der Bankettbreite. Mit Ausnahme der Tunnelvorzonen weist der Tunnel über die Länge von ca. 646 m ein konstantes Normalprofil auf, der südlich alle 150 m durch kombinierte SOS-, Hydranten- und Spülnischen bzw. dazwischenliegend durch einfache Spülnischen ergänzt wird.

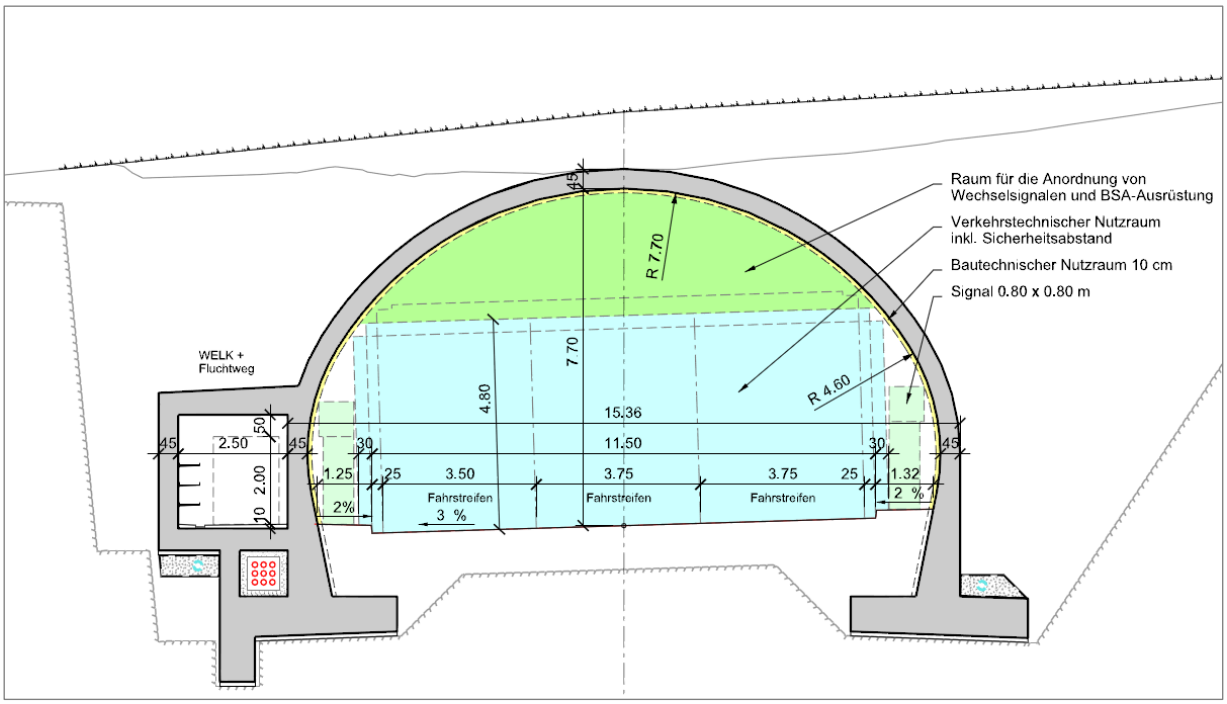


Abbildung 73: Normalprofil Gewölbe und verkehrstechnischer Nutzraum

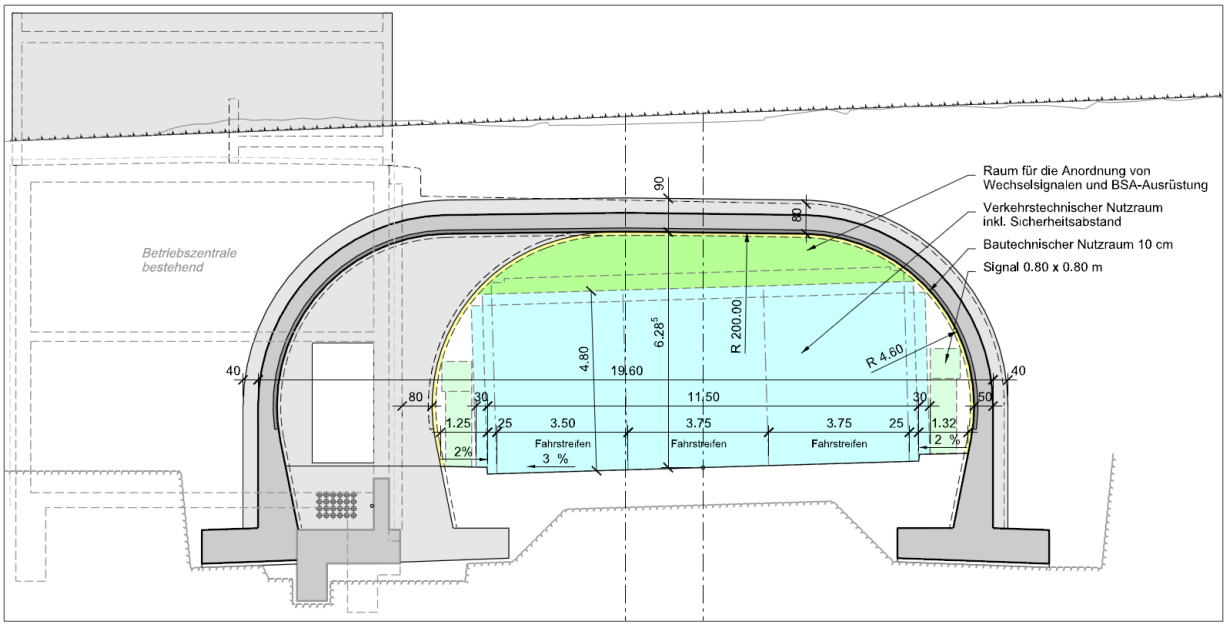


Abbildung 74: Normalprofil Portalbereiche und verkehrstechnischer Nutzraum

Des Weiteren gelten folgende Randbedingungen:

- Eine Zwischendecke ist nicht erforderlich.
- Als bautechnischer Nutzraum sind 10 cm einzuplanen. Der bautechnische Nutzraum wird nur als Raum für Abweichungen genutzt. Das Vorhalten eines Raums für spätere bauliche Massnahmen ist nicht erforderlich.
- Aufgrund des verkehrstechnischen Nutzraumes (inkl. Sicherheitsabstand) und des Quergefälles ergibt sich geometrisch eine minimale Bankettbreite von 1.25 m. Dadurch ist auch der bautechnische Nutzraum von 10 cm eingehalten.
- Ausführungstechnisch hat sich gezeigt, dass eine minimale Bankettbreite von 1.25 m sinnvoll ist. Mit der Breite von 1.25 m können die Schächte im Bankett integriert werden. Die für den Unterhalt / Betrieb ungünstigen Stufendeckel können somit vermieden werden.
- Das Quergefälle der Fahrbahn beträgt 3 %. Der Tiefpunkt liegt im Norden.
- Das Quergefälle der Bankette beträgt 2 % in Richtung Fahrbahn.
- Für Signale über dem Bankett wird im Lichtraumprofil eine Fläche von 0.8 x 0.8 m vorgesehen.
- Der Raum oberhalb des verkehrstechnischen Nutzraums wird zur Anordnung von Wechselsignalen und BSA-Ausrüstung genutzt. So ist über dem Bankett kein Raum für Wechselsignale erforderlich.

Die Pannenstreifen auf der offenen Strecke laufen in den Tunnelvorzonen aus. Dadurch weist der Gewölbequerschnitt ein veränderliches Normalprofil auf. Zur Selbstrettung dient der zwischen dem Bestand und der 3. Röhre liegende, neu zu bauende Werkleitungskanal (WELK), der in die Tunnelzentralen mündet. Der Werkleitungskanal wird mit den Innenabmessungen von 2.50 x 2.50 m ausgeführt. Das erforderliche Lichtraumprofil (1.50 x 2.00 m) für Betriebs-/Unterhaltspersonal sowie Flüchtende wird durch eine einseitige BSA-Ausrüstung sichergestellt. Gemäss den normativen Vorgaben sind vier Fluchttüren zum Werkleitungskanal mit einem gegenseitigen Abstand von 150 m vorgesehen. Des Weiteren wird der Tunnel südlich mit vier kombinierten SOS-, Hydranten- und Spülnischen im Abstand von 150 m und dazwischen weiteren fünf einfachen Spülnischen versehen. Der Werkleitungskanal wird mit neun Spülschächten alle 75 m und vier Elektrorohrblock-Schächten alle 150 m ausgestattet.

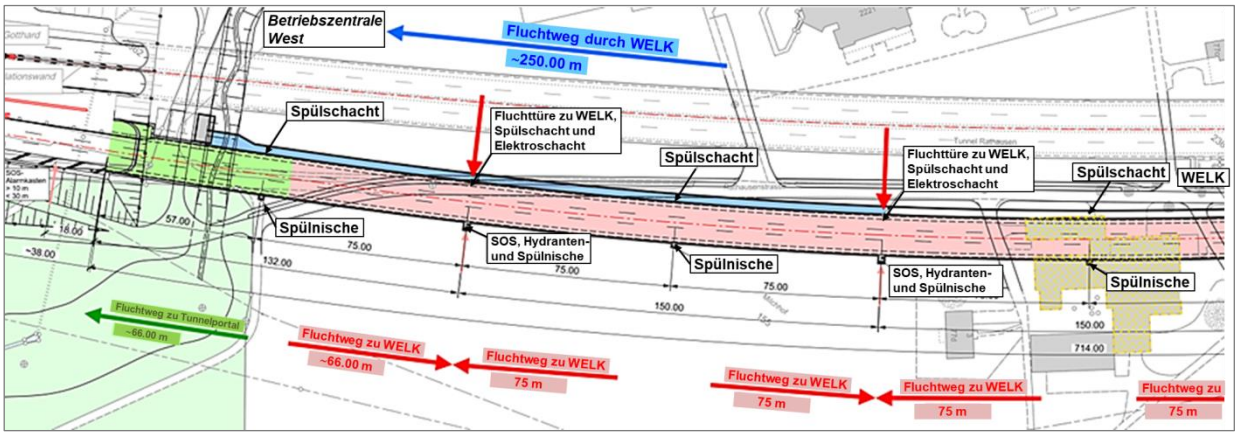


Abbildung 75: Situation Fluchtwege und SOS-, Hydranten und Spülnischen/-schächte

6.7.4. Antirezirkulationswände (ARZW)

Eine projektspezifische Risikoanalyse zur Beurteilung der Notwendigkeit der Antirezirkulationswände (ARZW) zwischen dem Bestandstunnel und der 3. Röhre hat gezeigt, dass deren Wirkung nicht effizient und ein Verzicht aus risikoanalytischer Sicht möglich ist. Eine Optimierung der Brandfalllüftung führt im Brandereignis zu einer weitaus grösseren Risikoreduktion eines Rauchübertritts in die benachbarte Röhre als der Bau einer ARZW. Hinzu kommt, dass der Entfall der ARZW beträchtliche Ersparnisse bei den Investitions- und Betriebskosten bringt. Bautechnisch gesehen bringt der Entfall der ARZW weiter den Vorteil, dass im Portalbereich die Anordnung von BSA-Elementen und der Zugang zum Bereich zwischen bestehendem Tunnel Rathausen und der 3. Röhre unter Betrieb vereinfacht werden. Aus architektonischer Sicht wird ein Portal ohne ARZW ebenfalls bevorzugt.

6.7.5. Tunnellüftung

Zur Belüftung des Tunnels ist im Normal- und im Ereignisfall eine Längslüftung mit Strahlventilatoren vorgesehen. Der auch als Sicherheitsstollen (SiSto) verwendete Werkleitungskanal (WELK) wird über je eine Ventilatoren-Station am Portal West resp. Portal Ost im Normalbetrieb und im Ereignisfall mit Aussenluft versorgt. Die Luftansaugung erfolgt über zwei Öffnungen je 1.50 x 4.00 m und durch einen Luftschacht bis zum Ventilator in der Werkleitungszentrale (Abbildung 76). Das Wetterschutzgitter ist dabei jeweils dem Portal abgewandt. Die Distanz von dem jeweiligen Portal zur Luftansaugung beträgt knapp 30 m. Für beide Ventilatoren-Stationen ist die Installation eines Rauchmelders in der Luftansaugung geplant.

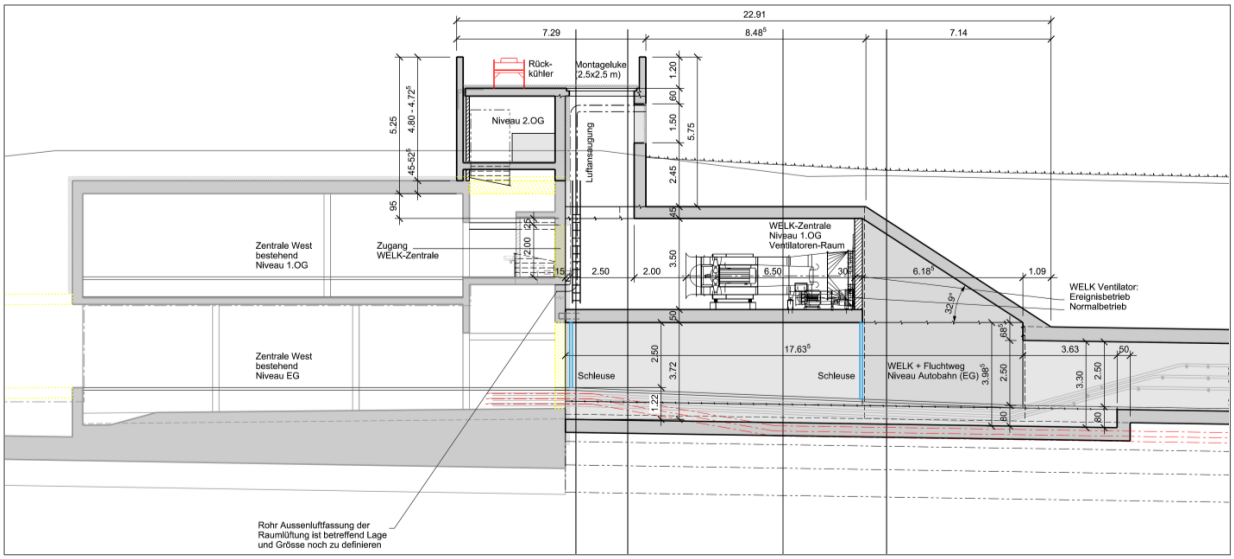


Abbildung 76: Schnitt durch die geplante WELK-Zentrale mit dem Ventilatoren-Raum am Portal Ost (Portal West analog)

6.7.6. Entwässerung

Die Fahrbahnentwässerung des Tunnels wird über eine nordseitig angeordnete Schlitzrinne realisiert. Die Schlitzrinne muss ein Abfluss von 100 l/s gewährleisten. Damit brennende Flüssigkeiten in der Entwässerungsleitung nicht weiterbrennen können, führen alle Schlitzrinnen über Siphonschächte (alle 50 m), welche direkt an die Zuleitung zum Rückhaltebecken angebunden sind. Die Siphonschächte müssen zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit immer mit Wasser gefüllt sein. Das wird durch die Gebietseinheit für jeden Siphonschacht manuell sichergestellt. Allenfalls ist eine Zuleitung ab der Löschwasserleitung vorzusehen. Es ist anzustreben, die Schachtabdeckungen vollständig im Bankett anzuordnen. Die Strassenwasserfassung und -ableitung erfolgt getrennt vom gefassten Drainagewasser. Das Strassenwasser wird einer Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) zugeführt und anschliessend vor Ort versickert. Zur Drainage des Tunnelbauwerkes wird das Bergwasser beidseitig gefasst, und als unverschmutztes Sickerwasser direkt einem Vorfluter zugeleitet. Alle Wassersammelleitungen werden im natürlichen Gefälle mit Fliessrichtung zum Portal Ost realisiert.

6.7.7. Löschwasserversorgung Tunnel Rathausen

Ausgangslage

Die Löschwasserversorgung der zwei bestehenden Röhren des Tunnels Rathausen erfolgt über eine jeweils seitlich im Bankett in Fahrtrichtung rechts angeordnete Rohrleitung DN 100 und Hydrantennischen in einem Abstand von ca. 130 m. In der geplanten dritten Röhre sind eine Leitung DN 200 und Hydrantennischen alle 120 m vorgesehen. Die bestehenden zwei Rohrleitungen DN 100 sind in eine Ringleitung der Wasserversorgung Emmen eingebettet, welche das Gebiet Rathausen erschliesst. Diese Ringleitung ist in der Nähe der Strassenbrücke Rathausen mit zwei Stichleitungen unter der Reuss an das Trinkwassernetz der Gemeinde Emmen angebunden.

Die Rohrdurchmesser in den bestehenden Tunnelröhren entsprechen nicht den heutigen Richtlinien. Weiter zeigte eine erste Analyse der hydraulischen Kapazitäten auf, dass die Ringleitung zu klein dimensioniert ist, um die geforderten hydraulischen Parameter bei Brandfall zu gewährleisten.

Soll die Löschwasserversorgung in Zukunft mit der dritten Tunnelröhre weiterhin im Trinkwassernetz der Gemeinde Emmen eingebettet sein, sind Anpassungen an der Ringleitung und ergänzende Massnahmen für die Einhaltung der Hygiene des Trinkwassers notwendig. Erste diesbezügliche Abklärungen mit der Gemeinde Emmen führten zur Erkenntnis, dass zwischen den Einwohnergemeinden Emmen, Ebikon und dem Unternehmen ewl AG (Energie Wasser Luzern) strategische Gespräche für die zukünftige Zusammenarbeit geführt werden. Die Resultate dieser Gespräche könnten einen erheblichen Einfluss auf die zukünftige Löschwasserversorgung haben. Das vorliegende Ausführungsprojekt basiert jedoch auf einer autonomen Lösung und berücksichtigt die entsprechenden Kosten und den notwendigen Landerwerb.

Konzept der autonomen Löschwasserversorgung

Das aktuelle Gemeindenetz von Ebikon/Emmen kann die geforderte maximale Bezugsmenge von 75 l/s nicht gewährleisten. Daher muss das Löschwasser vor Ort bereitgestellt werden. Dies wird mit einer erdverlegten Tankanlage für 250 m^3 Löschwasser in der Nähe des Tunnelportals Ost realisiert. Befüllt wird die Tankanlage mit Trinkwasser, jedoch wird die gesamte Löschwasserversorgungsanlage als Brauchwassersystem betrieben, um die benötigten Spülvolumina zu minimieren. Dies erfordert den Einbau eines Systemtrenners zwischen dem Trinkwassernetz der Gemeinde und der Tankanlage, damit eine Kontamination des Trinkwassers verhindert werden kann. Die der Tankanlage nachgeschalteten Pumpen versorgen die drei Rohrleitungsstränge der Tunnelröhren. Armaturenschächte am Portal Ost und eine Spüleinrichtung am Portal West mit anschliessender Ableitung in den Milchhofkanal werden für die periodische Spülung von jedem einzelnen Rohrstrang benötigt, um die Anforderungen an die Wasserqualität zu erfüllen.

Es ist vorgesehen, die Stromversorgung redundant mit zwei Einspeisungen inklusive einer automatischen Umschaltung auszuführen. Eine Einspeisung erfolgt von der bestehenden Trafostation beim Tunnelportal Rathausen Ost und eine aus dem angrenzenden Quartier aus einem bestehenden Mittelspannungsring. Alle Anlagenteile ausserhalb der Nationalstrasse sind im Bereich der neu zu erstellenden SABA angeordnet.

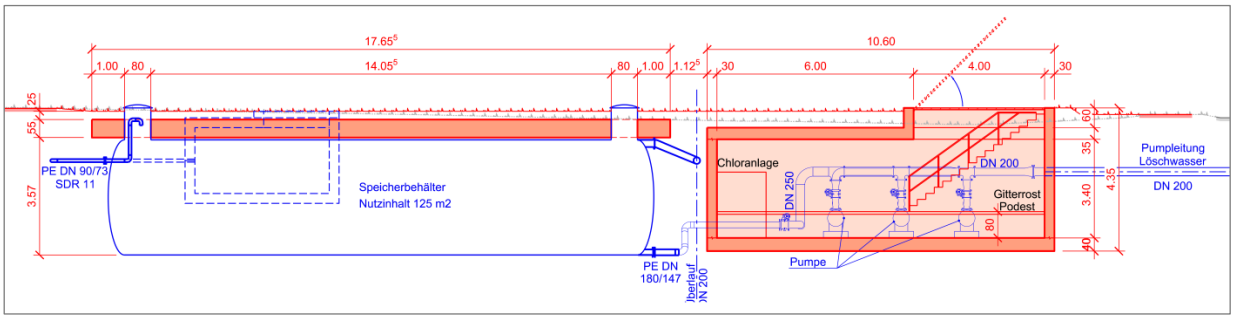


Abbildung 77: Längsschnitt Tankanlage für autonome Löschwasserversorgung Tunnel Rathausen

6.8. Entwässerung, Strassenabwasserbehandlung

6.8.1. IST-Zustand

Das Strassenabwasser der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Buchrain wird auf der gesamten Länge über Einlaufschächte, Schlammsammler und Sammelleitungen gefasst und den Ölrückhaltebecken (ÖRB) Milchhof, Rathausen und Hasenmatt zugeführt. Von dort gelangt das Abwasser unbehandelt in die Vorfluter. Das bestehende Entwässerungssystem hält insbesondere die geltenden gesetzlichen Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung und der Störfallvorsorge nicht ein und muss daher saniert werden.

6.8.2. Projekt

Das vorliegende Entwässerungskonzept für den Ausbau Nord sieht vor, das hoch belastete Strassenabwasser künftig in einer zentralen Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) zu behandeln. Das behandelte Abwasser wird gereinigt und gedrosselt in den Unterwasserkanal des Kraftwerks Rathausen eingeleitet. Der Projektperimeter wird in drei Einzugsgebiete unterteilt. Die bestehenden Ölrückhaltebecken Milchhof, Rathausen und Hasenmatt werden neu zu Pumpwerken umfunktioniert. Alle Entwässerungsleitungen werden neu erstellt. Hinzu kommen die Druckleitungen zwischen den Ölrückhaltebecken/Pumpwerken und der SABA. Die geplante SABA ist eine zweistufige Anlage und besteht aus einem Absetzbecken und einem mit Schilf bewachsenen Retentionsfilterbecken. Die SABA ist so dimensioniert, dass die Anforderungen an den Gesamtwirkungsgrad von 80 % erreicht werden.

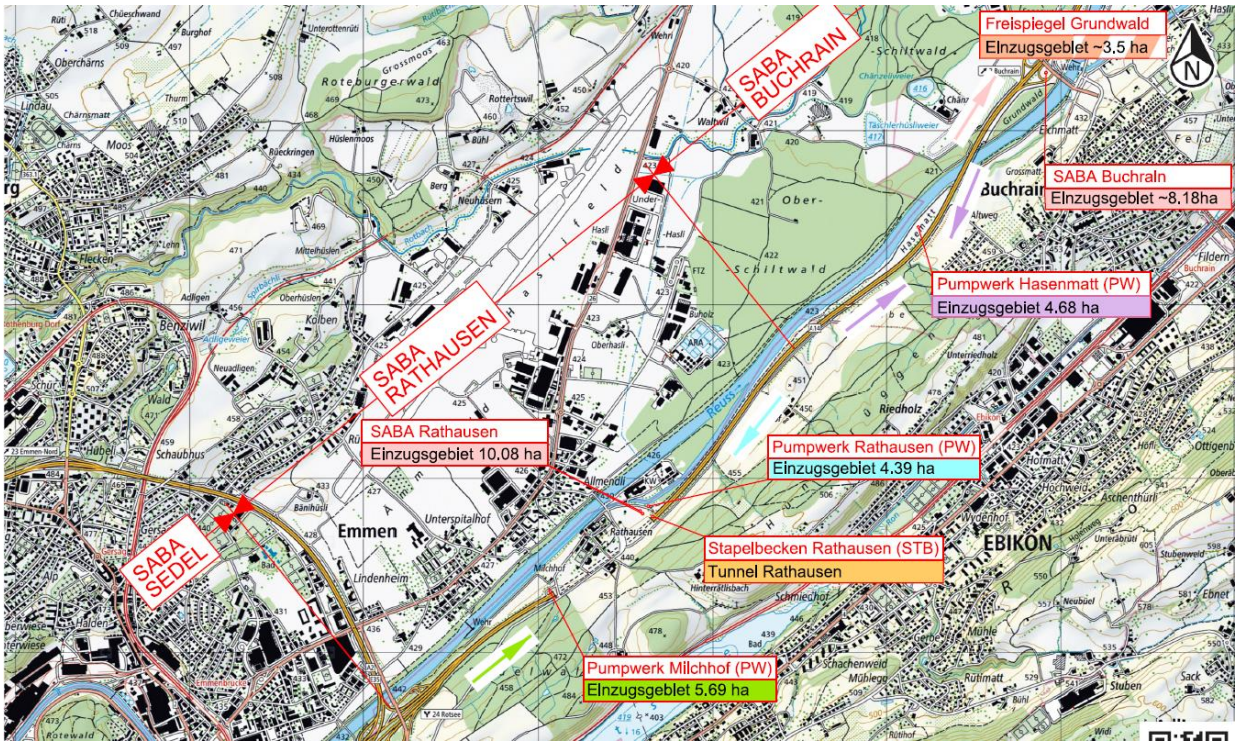


Abbildung 78: Perimeter Entwässerung

6.8.3. Strassenentwässerung

Die Ableitung des Strassenabwassers erfolgt über Strassenabläufe mit Schlammsammlern. Als Randabschluss ist ein Asphaltbord vorgesehen. Aufgrund des 6-Streifen-Ausbaus wird der grösste Teil der bestehenden Leitungen abgebrochen. Nur die Sammelleitungen mit genügender Kapazität, welche ausserhalb der erweiterten Fahrbahnflächen liegen, werden weiterhin genutzt. Bei den Kurven wird das Abwasser der höher gelegenen Fahrbahnhälfte im Mittelstreifen mit Sammelrinnen gefasst und via Schlammsammler zur Sammelleitung abgeleitet. Die Schlammsammler befinden sich am Rand des Pannenstreifens. Das anfallende Wasser der Pannenstreifen wird immer am Fahrbahnrand gesammelt. Im Bereich des Mittelstreifens sind keine Sammelleitungen geplant, sodass sämtliche Leitungen vom Strassenrand aus unterhalten werden können. Das gesamte Entwässerungssystem wird aus Sicherheitsgründen so ausgelegt, dass bei Unterhaltsarbeiten die Fahrbahn möglichst wenig beansprucht werden muss. Die neuen Sammelleitungen werden im Pannenstreifen geführt. Um den Unterhaltsaufwand zu reduzieren, sind ca. alle 80 m Kontrollschächte angeordnet.

6.8.4. Entwässerung Tunnel Rathausen

Im heutigen Zustand sind Überschneidungen der Tunnelentwässerung mit der Trassee-Entwässerung vorhanden. Im Tunnel fliesst das Fahrbahnwasser getrennt vom Sickerwasser bis zu den Portalen. Dort werden die beiden Wässer zusammengeführt und mit dem Strassenabwasser in das ÖRB Rathausen eingeleitet. In Zukunft erfolgt die Fahrbahnentwässerung der drei Tunnelröhren in ein separates Stapelbecken. Das unverschmutzte Sickerwasser wird direkt in den Vorfluter Reuss eingeleitet.

6.8.5. Teileinzugsgebiete der Strassenabwasserbehandlungsanlage

Die folgende Abbildung gibt Auskunft über die heutige und zukünftige Fläche der Einzugsgebiete (EZG) sowie über den Standort der Einleitung des Abwassers in den Vorfluter.

EZG	EZG IST-Zustand	EZG Ausbau	EZG	Volumen	Pumpenleistung	SABA	Vorflut
	[ha]	[ha]	[ha_{red}]	[m^3]	[l/s]		
ÖRB / PW Milchhof	3.20	5.69	5.12	93	2 x 40	Rathausen	Oberwasserkanal KW Rathausen
ÖRB / PW Rathausen	3.08	4.39	3.95	114	2 x 30	Rathausen	Unterwasserkanal KW Rathausen
ÖRB / PW Hasenmatt	2.97	4.68	4.21	93	2 x 40	Buchrain (best)	Reuss
Gesamt EZG	9.25	14.76	13.28				Reuss

Abbildung 79: Einzugsgebiete IST und Ausbau Nord sowie zugehörige Vorfluter

6.8.6. Absetzbecken

Nach den Pumpwerken, die bereits die gröbsten Schmutzstoffe wie PET etc. zurückhalten, bildet das Absetzbecken eine zweite Reinigungsstufe. Neben der Abscheidung von sinkfähigen Grobstoffen dient das Absetzbecken auch als Leichtflüssigkeitsabscheider und übernimmt die Funktion des Störfallbeckens für leichtflüssige Stoffe. Diese Funktion des Beckens wird durch einen Dauereinstau und Tauchwände erreicht. Die Pumpwerke funktionieren auch als Störfallbecken für alle Havariestoffe.

Absetzbecken	Kürzel	Wert	Einheit
Beckenoberfläche	A_{GrA}	101	m^2
Max. Zufluss		140	l/s
Oberflächenbelastung	q_{hydr}	5	m/h
Störfallrückhaltevolumen total	$V_{stör}$	30	m^3

Abbildung 80: Kennwerte Absetzbecken SABA Rathausen

6.8.7. Retentionsfilterbecken

Aus dem Absetzbecken fliesst das Wasser im Freispiegel in die mit Schilf bepflanzten Retentionsfilterbecken (RFB). In dieser dritten Stufe wird das Strassenabwasser so gereinigt, dass es in den Unterwasserkanal des Wasserkraftwerks Rathausen abgegeben werden kann. Die Pumpwerke und die SABA sind so dimensioniert, dass der geforderte hydraulische Wirkungsgrad von 90 % und der Gesamtwirkungsgrad von 80 % eingehalten werden können.

Bepflanztes Retentionsfilterbecken	
Fläche Einzugsgebiet (EZG)	10.08 ha
Reduzierte Fläche Einzugsgebiet (EZG)	9.07 ha_{red}
Filterfläche (FF)	1'150 m^2
Verhältnis EZG_{red} zu FF	79
Max. Aufstau im Filterbecken	1.0 m
Max. Zufluss	140 l/s
Max. Abfluss über Filter	38 l/s
Max. Überlaufmenge aus Filterbecken	102 l/s

Abbildung 81: Kennwerte Retentionsfilterbecken SABA Rathausen

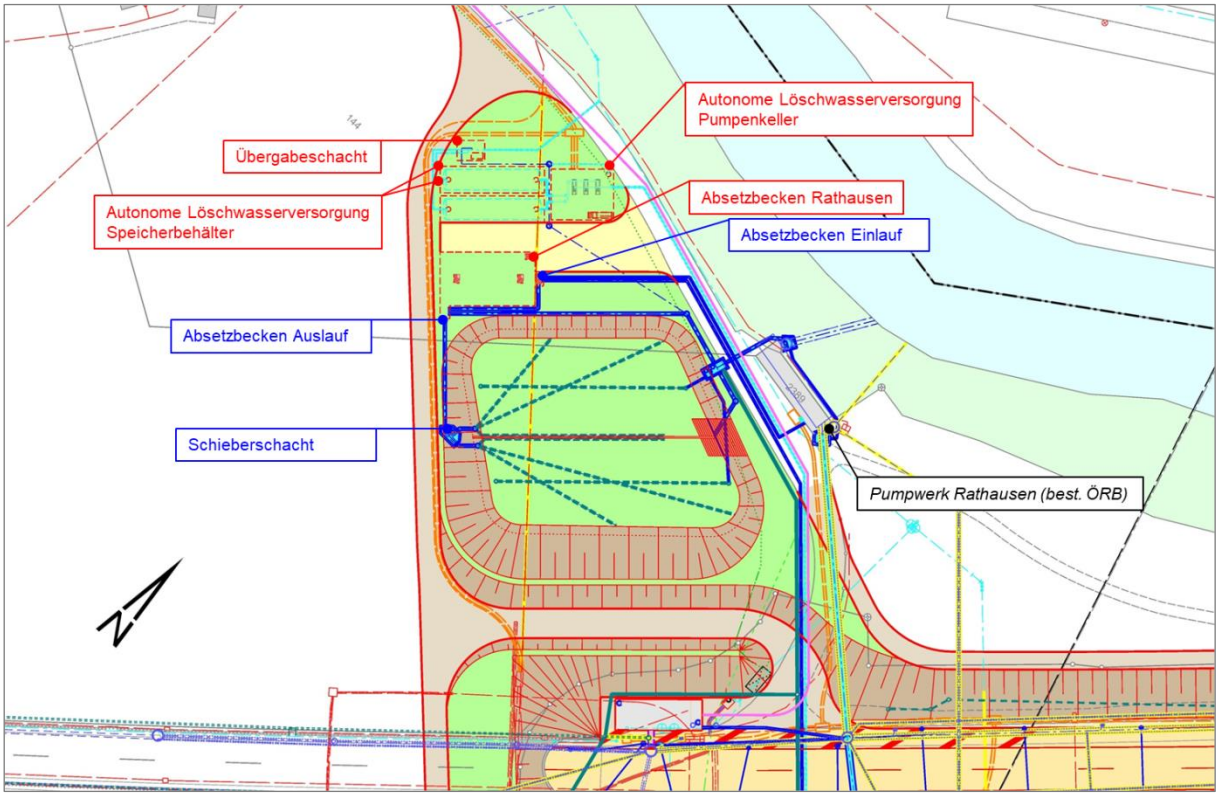


Abbildung 82: Situation SABA Rathausen

6.9. Lärmschutzmassnahmen

6.9.1. Lärmarmer Fahrbahnbelag

Auf dem Streckenabschnitt ist, wo nicht bereits erfolgt, der Einbau eines lärmarmen Belags (Deckbelag SDA 8/12) vorgesehen.

6.9.2. Lärmschutzwände Brücke Reuss Buchrain

Heute sind im Bereich der Brücke Reuss Buchrain zwei Lärmschutzwände (LSW) mit Stahlpfosten und einer Ausfachung aus schallabsorbierenden Alukassetten vorhanden. Im Rahmen des Ausbaus sind diese in derselben Bauweise zu ersetzen und im Bereich der Brücke Buchrain um ca. 0.3 – 0.45 m zu erhöhen. Aufgrund der neuen Lage und des Anschlusses an das Terrain kann die Länge etwas vom Bestand abweichen. Die projektierten Lärmschutzwände werden jedoch mindestens so lang wie der Bestand ausgeführt.

Die Lärmschutzwand (LSW) Mitte startet ca. 16.5 m vor der Unterführung Bewirtschaftungsweg 8 und endet 44 m in Fahrtrichtung Luzern nach der Brücke. Ausserhalb der Kunstbauten (Brücken und Unterführung) sind die Stahlstützen heute in Köchern von Bohrpfählen Ø 60 cm versetzt. Neu werden die Stahlpfosten der Lärmschutzwand alle 4 m mittels Fussplatte und Ankerbügel oder Verbundankern auf dem Konsolkopf resp. einem neuen Betonriegel verankert. Für die Weiterleitung der Kräfte aus dem Pfahlriegel in den Untergrund werden die bestehenden Bohrpfähle genutzt.

Die Lärmschutzwand (LSW) Fahrbahn Zug (FBZG) beginnt ca. 30 m vor der Unterführung Bewirtschaftungsweg 8, im Anschluss an den Lärmschutzdamm. Anschliessend führt sie in Fahrtrichtung Luzern bis über die Unterführung Bewirtschaftungsweg 7 hinaus und geht anschliessend wieder in den Lärmschutzdamm über. Die Stahlpfosten sind mittels Ankerbügeln auf der Leitmauer zwischen der Fahrbahn Zug und dem Weg für den Langsamverkehr befestigt. Der Pfostenabstand beträgt in der Regel 4 m.

Lärmschutzwand	Höhe bestehend [m]	Höhe projektiert [m]	Länge [m]
Mitte	2.15	H_{ist} + 0.35 = ca. 2.50	244
FBZG	2.25	H_{ist} + 0.45 = ca. 2.70	306

Abbildung 83: Lärmschutzwände

Es gelten die Anforderungen gemäss VSS-Normen *Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften, Teile 1 und 2* (SN 640 571-1 und -2):

	Lärmschutzwand	Anforderung	Referenz
Schallabsorption DL_α	generell	Mindestens Gruppe A3 (DL_α min. 8 bis 11 dB)	SN 640 571-1
Luftschalldämmung DL_R	generell	Mindestens Gruppe B3 (DL_R> 24 dB)	SN 640 571-2

Abbildung 84: Schalltechnische Anforderungen an den Lärmschutz

Die Lärmschutzwände werden gegen die Nationalstrasse hin einseitig (FBZG) resp. beidseitig (Mittelstreifen) absorbierend ausgeführt.

Die Wandkonstruktion muss insbesondere im Bereich der Träger des unteren Wandabschlusses zwischen den einzelnen Elementen und im Übergang zu bestehenden Bauteilen absolut schalldicht sein. Die zur Aufnahme der Dehnungen erforderlichen Dilatationen werden so ausgebildet, dass die Schalldämmung nicht beeinträchtigt wird.

6.10. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Die Erneuerung bzw. der Ersatz der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) in den beiden bestehenden Tunnelröhren Rathausen ist **nicht** Bestandteil des Ausführungsprojekts Bypass Luzern. Die Planung dieser Massnahmen erfolgt jedoch parallel, damit die Realisierung im gleichen Zeitfenster wie der Bypass Luzern stattfinden kann.

Die Technikzentralen Rathausen Ost und West sind für die Erschliessung der technischen Installationen der BSA in den Tunnelröhren bereits vorhanden und mit ausreichend Reserveplatz versehen. Die Mittelzentrale zwischen den Röhren 1 und 2 wird nicht tangiert.

Energieversorgung

Die Energieversorgung vom Tunnel Rathausen wird in der bestehenden Struktur belassen. Die Transformatorenstationen in den Technikzentralen Portal Ost und Portal West werden je um einen Transformator für die 3. Röhre Tunnel Rathausen ergänzt. Die Mittelspannungsanlage wird um je einen Abgangsschalter für den zusätzlichen Transformator erweitert. Für die bestehenden Röhren werden die separaten NS-Verteilungen belassen, respektive entsprechend angepasst. Für die neue 3. Röhre Tunnel Rathausen wird in beiden Technikzentralen je eine neue Verteilung installiert. Die NS-Verteilungen sind innerhalb der Zentrale alle koppelbar ausgeführt. Pro Zentrale wird eine neue, den neuen Bedürfnissen entsprechende USV-Anlage für alle Röhren installiert. Die USV-Verteilungen sind dem bisherigen Konzept nach Röhren getrennt aufgebaut. Die offene Strecke wird ab den Technikzentralen mit Energie versorgt.

Beleuchtung

Die zentrale Beleuchtungsanlage besteht aus einer Anlagensteuerung für alle drei Tunnelröhren in der Technikzentrale Portal Rathausen West sowie aus röhrengetrennten Lokalsteuerungen in den Technikzentralen Portal West und Ost.

Die gesamte Beleuchtung wird mit LED-Technologie realisiert. Ebenso werden alle Leuchtmitteleinsätze in den verschiedenen Signalisierungskomponenten mit LED ausgeführt.

Die Durchfahrtsbeleuchtung der 3. Röhre wird in zwei Reihen an neuen Kabeltrassen montiert. Jede vierte Leuchte ist am Notnetz angeschlossen. Die 3. Röhre wird mit einer zweireihigen Adaptationsbeleuchtung, welche an den Kabeltrassen der Durchfahrtbeleuchtung montiert wird, ausgestattet. Die Verteilung der Leuchten wird so gewählt, dass eine kontinuierliche Leuchtdichte auf der Fahrbahn und an den Tunnelwänden erreicht wird. Die Adaptationsbeleuchtung wird in konfigurierbaren Stufen aufgrund der Leuchtdichtemessung geschaltet. Die Durchfahrtsbeleuchtung verfügt über mehrere Helligkeitsstufen je nach Betriebssituation. Die 3. Röhre erhält keine Gegenadaptationsbeleuchtung, weil diese Röhre nie im Gegenverkehr betrieben wird. Die 3. Röhre erhält eine neue Brandnotbeleuchtung, welche 50 cm über dem Bankett auf Seite Überholspur montiert wird. Die Brandnotbeleuchtung wird vom Notnetz versorgt.

Bei den Mittelstreifenüberfahrten (MÜLS) wird eine Strassenbeleuchtung installiert. Ebenfalls wird eine Strassenbeleuchtung zwischen den Portalen und der MÜLS vorgesehen. Für eine eventuelle spätere Beleuchtung auf dem Trassee der Nationalstrasse werden in den Verflechtungszonen sowie auf der offenen Strecke zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Tunnel Rathausen Fundamente und Rohranlagen vorgesehen. Die Beleuchtung ist generell auf der Aussenseite und wo möglich auf den Lärmschutzwänden in der Mitte der Richtungstrennung vorgesehen. Im Knoten Emmen-Süd wird die Strassenbeleuchtung realisiert. Um die geforderte Leuchtdichte an Knotenpunkten zu erreichen, werden 10 m hohe Kandelaber im Abstand von rund 25 m vorgesehen.

Lüftung

Alle 3 Röhren des Tunnels Rathausen werden mit einer Längslüftung für den Normalbetrieb und den Ereignisfall ausgerüstet. Die Auslegung geht von Richtungsverkehr mit grosser Stauhäufigkeit aus (RV2).

Die Längslüftung wird mittels Strahlventilatoren sichergestellt. Im Normalbetrieb kann belastete Tunnelluft mittels der Längslüftung ausgestossen werden. Im Ereignisbetrieb stellt die Längslüftung eine kontrollierte Längsströmung sicher, welche bei Stau 1.0 m/s und bei flüssigem Verkehr 3.0 m/s beträgt.

Insgesamt werden 24 Strahlventilatoren mit einem Laufraddurchmesser von 710 mm in den 3 Tunnelröhren installiert. Im Fahrraum werden Luftstrommessgeräte und Sichttrübemessgeräte installiert.

Die neue 3. Tunnelröhre besitzt einen Werkleitungskanal, welcher als Sicherheitsstollen bzw. als Fluchtweg ausgerüstet ist. Er wird durch eine eigene Lüftung im Normalbetrieb gelüftet und im Ereignisbetrieb rauchfrei gehalten. Zusätzlich wird bei einem Ereignis in der 3. Röhre die Längslüftung der bestehenden Tunnelröhren betrieben, um einen Rauchübertrag an den Portalen in diese nicht vom Ereignis betroffenen Röhren zu minimieren.

Signalisation

Die Signalisation im Gesamtsystem Bypass Luzern zwischen dem Anschluss Buchrain (N14) und Anschluss Rothenburg (N02) über die Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Hergiswil wird neu erstellt respektive vollumfänglich ersetzt. Im gesamten Bereich sind Umleitungen über Wechselwegweisung und Verkehrsinformationen mittels Wechseltextanzeigen geplant. Auf der offenen Strecke N14 ist der Ausrüstungsgrad mittel und es ist eine Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung vorgesehen.

Überwachungsanlagen

(Brandmeldeanlage Tunnel, Verkehrsfernsehen, Divers)

Die Überwachungsanlagen für die 3. Röhre Tunnel Rathausen werden neu erstellt. Die 3. Röhre wird mit einem Linearmelder und Rauchmeldern sowie Videokameras ausgerüstet und in die Anlagesteuerung VTV, Bildspeicher- und Bildauswertesystem eingebunden. Die Videokameras der bestehenden Röhren Luzern und Zug werden ebenfalls erneuert und in die neue Anlagesteuerung eingebunden.

Kommunikations- und Leittechnik

(Kommunikationssystem, Leitsystem, Funk- und Einsprechanlage, Notruftelefon, VM-CH Ausrüstung)

Die Kommunikation und Leittechnik für die 3. Röhre Tunnel Rathausen werden neu erstellt.

Kabelanlage

(Erdungsanlage, Lichtwellenleiter, NT-Kabel, Rohranlagen)

Die Kabel-Anlagen für die 3. Röhre Tunnel Rathausen werden neu erstellt. Die neue Rohranlage sowie Kabelzug- und Erschliessungsschächte werden ausserhalb des Pannenstreifens erstellt. Die Rohranlagen im Bereich der Verzweigung Rotsee werden erneuert und bei der Rampe N02/N14 Basel in Richtung Zug im Bankettbereich angeordnet.

Nebeneinrichtungen

(Elektroinstallationen, HLKS (Heizung/Lüftung/Klima/Sanitär), Brandmeldeanlage Technikzentralen (BMA), Krananlagen)

In den bestehenden Technikzentralen Ost und West werden keine neuen Installationen vorgesehen. Sämtliche Räume sind bestehend und entsprechen in der Ausrüstung den Vorgaben.

Die Raumlüftungs- und Klimaanlagen werden belassen und erfüllen die Funktion auch mit den zusätzlichen Installationen für die 3. Röhre. Die Rückkühler der Kälteanlage werden vom heutigen Stand auf das Dach der neuen aussen liegenden Treppenzugänge bzw. Fluchtausgänge verschoben. Die Aussenluftansaugung wird in die neuen Treppenhauszugänge integriert.

Die Brandmeldeanlage in den beiden Technikzentralen ist bereits bestehend und muss nicht erweitert werden. Es werden keine zusätzlichen Räume gebaut, welche zusätzliche Brandmelder benötigen.

Die Hebezeuge für den Einbau der neuen Anlagen werden auf ihre Funktionstauglichkeit und auf Schäden geprüft und entsprechende Erneuerungsmassnahmen umgesetzt.

Pumpwerke

Die Pumpwerke auf der offenen Strecke dienen als Auffangbecken für Oberflächenwasser und als Auffangbecken im Havariefall. Diese sind mit automatisierten Schiebern und mit direkt gesteuerten Pumpen ausgerüstet. Die Auffangbecken verfügen über Anschlussstutzen. Das Füllstandsniveau wird überwacht und auf die Diversanlage aufgeschaltet.

Barrierenanlage/Absperrungen

Infolge der Trasseeverbreiterung wird die Barrierenanlage bei der Werksausfahrt Rathausen rückgebaut und an der neuen Werksausfahrt neu erstellt. Wo sich heute noch keine Barrierenanlagen bei den Einfahrten auf die Nationalstrasse befinden, werden neue installiert. Bestehende und durch den Bau vom Trassee nicht betroffene Barrierenanlagen werden revidiert.

SABA

Die SABA Rathausen Ost wird nach den Prozessvorgaben mit Sensorik, Schiebern zur Abtrennung im Havariefall und Pumpenanlage zur Förderung aus den Rückhaltebecken ausgerüstet. Die Prozesssteuerung läuft vollautomatisch. Die Steuerung ist autonom ausgeführt und in einem Steuerkasten bei der SABA untergebracht. Die Anlagen sind auf die Anlagesteuerung *Divers* aufgeschaltet und auch visualisiert.

7. Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken

Das Kernelement des Gesamtsystem Bypass Luzern ist der neue zweiröhrige Tunnel Bypass zwischen der Verzweigung Rotsee im Norden und dem Anschluss Luzern-Kriens im Süden. Er entlastet den bestehenden Cityring (Tunnel Reussport, Tunnel Sonnenberg) vom Transitverkehr. Nach der Inbetriebnahme des Gesamtsystems Bypass Luzern verfügt die Nationalstrasse auf dem Abschnitt zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Luzern-Kriens über zwei komplett getrennte und damit redundante Achsen: Das System Tunnel Bypass und das System Stadtautobahn (mit Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg).

Zur verträglichen Eingliederung des Nationalstrassenausbaus in den Siedlungskörper wird im Anschluss Luzern-Kriens eine städtebauliche Aufwertung realisiert. Anstelle der heute offen geführten und von Lärmschutzwänden gesäumten Grosshofbrücke entstehen ein architektonisch hochwertiger, geschlossener Brückenneubau sowie in deren südlichen Verlängerung das neue Portalbauwerk Grosshof. Das Brückendach und das Gebiet unterhalb der Brücke werden zum Stadtraum mit vielfältiger Nutzung und hoher Aufenthaltsqualität umgestaltet.

7.1. Linienführung

Die Projektierungsgeschwindigkeit für den Tunnel Bypass beträgt mit Ausnahme der Tunnelvorzonen 100 km/h. Gemäss aktuellem Planungsstand wird aber nur eine Geschwindigkeit von 80 km/h signalisiert werden.

7.1.1. Horizontale Linienführung

Die horizontale Linienführung des Tunnel Bypass ist durch etliche Zwangspunkte geprägt, u.a. die Tunnelvorzonen Ibach und Grosshof sowie die Lage von anderen, bestehenden unterirdischen Bauwerken, insbesondere dem Tunnel Sonnenberg. Ein weiterer Einflussfaktor ist der anstehende Baugrund (Geologie und Hydrogeologie), welche bei ungünstiger Wahl der Linienführung einen spürbaren Einfluss auf die Baukosten, die Bauzeit sowie die Umweltauswirkungen hat.

Von Norden her beschreibt der Tunnel Bypass nach dem Nordportal in Ibach (Ab-/Auftauchen in südwestlicher Richtung) zunächst eine Linkskurve ungefähr nach Südost und unterquert danach das Friedental im Bereich des Werkanschlusses Lochhof auf einer Geraden. Am Ende der folgenden Rechtskurve nach Süden unterquert der Tunnel das Reusstal auf dem kürzesten Weg (d.h. annähernd rechtwinklig) im Bereich der St. Karlibrücke und führt danach in einer längeren Geraden durch den Sonnenberg weiter nach Süden. Kurz vor dem Südportal in Kriens beschreibt der Tunnel wiederum eine Linkskurve und tritt parallel zur bestehenden Nationalstrasse aus dem Berg.

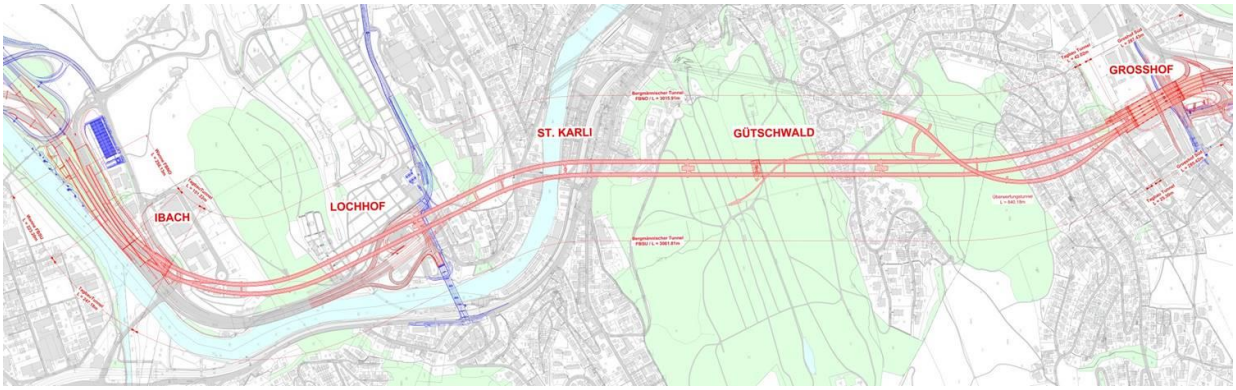


Abbildung 85: Situation Tunnel Bypass / Stadtautobahn

Die Linienführung untertag ergibt sich aus dem gewählten Achsabstand der bergmännischen Tunnelröhren von 40 m, aus den Trassierungsvorgaben (z.B. Kurvenradien, minimale Elementlängen) und aus den Baugrundverhältnissen. Das Felsbett des Reusstals, das mit tunnelbautechnisch ungünstigem wasserführenden Lockergestein gefüllt ist, weist bei St. Karli einen lokalen Hochpunkt in Form eines Felsbruchs auf. Eine Querung an genau dieser Stelle erlaubt es, den Tunnel in bautechnisch einfacheren Verhältnissen aufzufahren und gleichzeitig die Beeinträchtigung des dortigen Grundwasserleiters auf ein Minimum zu beschränken.

Die Trassierung in den Anbindungszonen Tunnel Bypass/Stadtautobahn im Norden (Ibach) und Süden (Grosshof) sind stark durch die beschränkten Platzverhältnisse geprägt:

- Die Tunnelvorzone Ibach liegt zwischen Reuss und Hang. Weitere Randbedingungen werden durch die Verzweigung Rotsee und den Anschluss Emmen-Süd (FBNO) gebildet.
- Der Bereich Grosshof befindet sich mitten im bebauten Siedlungsraum Luzern-Süd / Kriens. Hohe Anforderungen an die Trassierung stellen ausserdem die funktionsgerechte Zusammenführung von Tunnel Bypass und Stadtautobahn, der Anschluss Luzern-Kriens sowie die Randbedingungen der neuen Grosshofbrücken dar.

Die Trassierungselemente in den Anschlussbereichen sind aufgrund der beschriebenen Verhältnisse gegenüber den geltenden VSS-Normen teilweise reduziert. Das durchgeführte Road Safety Audit (RSA) hat bestätigt, dass die Abweichungen nicht sicherheitsrelevant sind.

7.1.2. Vertikale Linienführung

Die vertikale Linienführung des Tunnel Bypass erreicht unter dem Tunnel Reussport den Tiefpunkt und steigt nach Norden und Süden gegen die Anschlussbereiche an. Grund dafür sind die Höhenlage der Anschlussbereiche sowie die Topografie des Projektperimeters.

Die Wannen im Norden weisen für beide Tunnelröhren die maximale Längsneigung von 5 % auf, im Tagbautunnel wird die Neigung flacher. Der bergmännische Tunnel beginnt nach der Technikzentrale Ibach und fällt weiter bis zum Tiefpunkt nach rund 1‘000 m. Gegen Süden steigt der Tunnel wieder an, unterquert zunächst das Reusstal und dann den neuen Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU, bevor er gegen den Bereich Grosshof hin wieder abflacht. Die grösste Längsneigung im bergmännischen Bereich erreicht die Tunnelröhre FBNO mit rund 4.5 % südlich der Kreuzung mit dem neuen Überwerfungstunnel der Stadtautobahn. Im Bereich des Tunnelportals Süd (südliches Ende der Brücke Grosshof) erreicht die Trassierung einen lokalen Hochpunkt. Höhenlage und Längsneigung der Portal- und Anschlusszonen Nord und Süd orientieren sich am Bestand.

7.2. Tunnelvorzone Ibach

Die Tunnelvorzone Ibach umfasst den Bereich Ibach zwischen der Verzweigung Rotsee und der Brücke Ibach (Anschluss Emmen-Süd FBSU). Der Abschnitt beinhaltet als Kernelemente die aufeinanderfolgenden Verzweigungen zwischen Bypass und Stadtautobahn sowie zwischen der N02 und der N14. Im unmittelbaren Einflussbereich liegt zudem der Anschluss Emmen-Süd sowie die Verzweigung Rotsee.

Der Abschnitt beinhaltet die folgenden Hauptbauelemente:

- Trassee N02/N14 inkl. Rampen
- Strassenabwasserbehandlungsanlage SABA Sedel
- Tagbautunnel Nord
- Technikzentrale Ibach
- Stützmauern 01 – 03 Ibach
- Verbreiterung bestehende Unterführungen Grüeblischachen Nord und Süd
- In der Tunnelvorzone Ibach sind ausserdem die Drittprojekte Neubau Recyclingcenter Ibach (real) und Hochwasserschutzprojekt Reuss (Kanton Luzern) zu berücksichtigen.

7.2.1. Trassee

Aufgrund des neuen Tunnel Bypass wird die Breite der Nationalstrasse im Bereich von dessen Tunnelvorzonen von heute 40 m auf 80 m verdoppelt. Im Norden erfolgt diese Verbreiterung sowohl hangseitig als auch in geringerem Mass reussseitig. Die Fahrstreifen für den Transitverkehr werden in der Mitte geführt und tauchen über offene Wannen in den Tunnel Bypass ab (FBSU) resp. daraus auf (FBNO). Die Fahrstreifen der Stadtautobahn werden aussen liegend beidseitig um die Wannen herumgeführt. Am Ende der Tunnelvorzone in Fahrtrichtung Süd schliessen sie direkt an den Bestand (heute Cityring) an. In Fahrtrichtung Nord werden sie zunächst mit dem jeweils korrespondierenden Fahrstreifen aus dem Tunnel Bypass zusammengeführt und dann gemeinsam in den Bestand überführt.

Im Tunnel (inkl. Wannen) werden keine Pannenstreifen realisiert. Die Ausstellbuchten, welche im Regelfall unmittelbar vor dem Portal anzuordnen sind, werden aus Platzgründen unterirdisch im Bereich der Technikzentrale Ibach realisiert (grösster Abstand zum Portal in der Röhre FBSU mit rund 460 m).

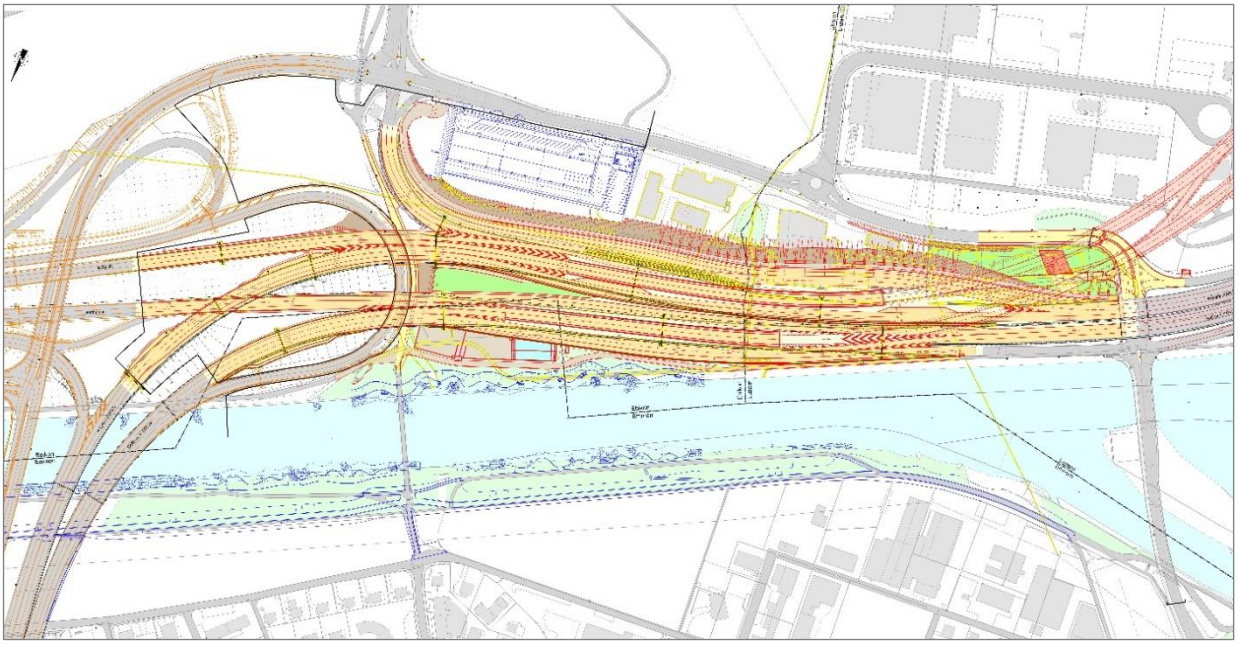


Abbildung 86: Situation Tunnelvorzone Ibach des neuen Tunnel Bypass

Die Fahrbahnen der offenen Strecke verfügen mit einer Ausnahme durchwegs über Pannenstreifen, wobei deren Breite im Bereich bestehender Kunstbauten lokal reduziert sein kann. Die Ausnahme betrifft die FBSU aus Richtung Basel, sowie die FBNO in Richtung Basel. Als Ersatz sind zwischen der Brücke Grüeblischachen West über die Reuss und der Unterführung Grüeblischachen Nord jeweils Nothaltebuchten vorgesehen.

Die Fahrstreifenbreiten auf der offenen Strecke betragen mindestens 3.75 m (Fahrstreifen mit Schwerverkehr) resp. 3.5 m (Fahrstreifen ohne Schwerverkehr), jene im Tunnel (inkl. Wannen) 4.0 m.

7.2.2. Entwässerung, Strassenabwasserbehandlung

Das Strassenabwasser der bestehenden Anlage im Bereich der Tunnelvorzone Ibach wird heute über Ölrückhaltebecken dem Vorfluter Reuss zugeführt. Dies ist aufgrund der verkehrsbedingten hohen Belastung nicht mehr zulässig. Zukünftig muss das Wasser vor der Einleitung in die Reuss behandelt werden. Aufgrund der örtlichen Randbedingungen ist eine neue zentrale Strassenabwasserbehandlungsanlage SABA Sedel geplant.

Es wird eine zweistufige Behandlung mittels Absetzbecken und bepflanztem Sandfilter realisiert. Die neue SABA Sedel wird aufgrund der Topografie im Bereich Grüeblischachen / Sedel zwischen Nationalstrasse und Reuss angeordnet. Die Anlage ist mit dem kantonalen Projekt HWS Reuss koordiniert.

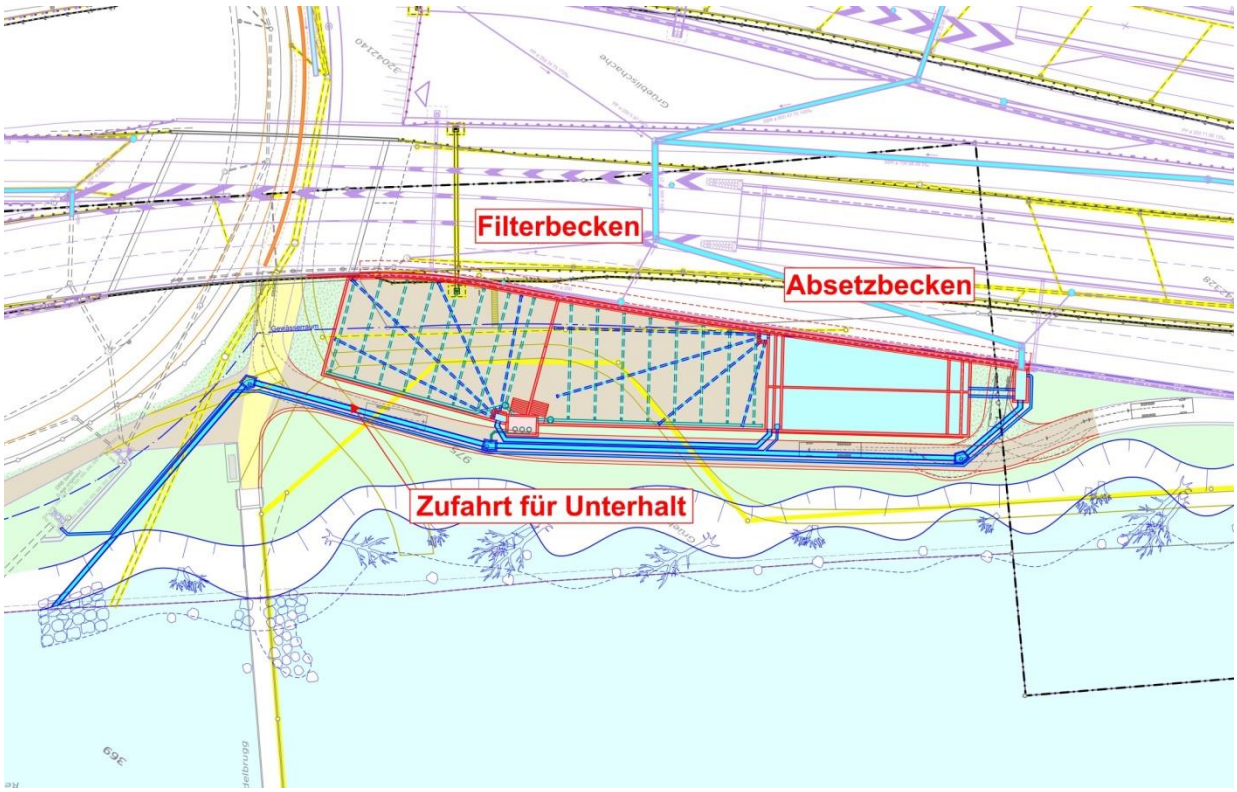


Abbildung 87: Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) Sedel

Das Einzugsgebiet der neuen SABA Sedel richtet sich nach den hydraulischen Hochpunkten. Es umfasst den gesamten Nationalstrassenabschnitt von und mit Verzweigung Rotsee bis und mit dem Werkanschluss Lochhof inkl. Wannen-/Tagbaubereiche des neuen Tunnel Bypass sowie den Knoten Sedel. Soweit möglich wird das Wasser im Freispiegel der SABA zugeführt. Für die übrigen Bereiche werden Pumpwerke erstellt (Verzweigung Rotsee, Technikzentrale Ibach) sowie ein bestehendes Pumpwerk im Lochhof weiter genutzt.

Die Strassenentwässerung des Gebietes Verzweigung Rotsee bis Brücke Ibach wird neu erstellt. Die neuen Leitungen und Schächte sind soweit möglich ausserhalb der befahrenen Flächen angeordnet. Darüber hinaus werden die bestehenden Anlagen möglichst belassen und weiter genutzt. Die Entwässerung der offenen Strecke ist auf ein einjähriges Regenereignis ausgelegt, jene der Wannen auf ein zehnjähriges.

7.2.3. Kunstbauten, Stützmauern

In der Tunnelvorzone Ibach werden im Zuge der Trasseeverbreiterung drei grosse Stützmauern erstellt resp. an die neue Geometrie der Nationalstrassenanlage angepasst. Weiter sind Anpassungen an drei bestehenden Unterführungen nötig. Betroffen sind:

- Stützmauer (SM) 01 Ibach FBNO Ebikon (Neubau)
- Stützmauer (SM) 02 Ibach Mitte Ebikon (Neubau)
- Stützmauer (SM) 03 Ibach FBSU Ebikon (Verlängerung / Anpassung)
- Unterführungen UNF Grüeblischachen Nord und Süd N14 Rampe 400 Verzweigung Rotsee
- Unterführung UNF N14 Verzweigung Rotsee

Die Stützmauern begrenzen resp. terrassieren die Geländeanpassung in der Tunnelvorzone Ibach. Die aus der Topografie resultierende Höhendifferenz zwischen der bestehenden Reusseggstrasse und dem Reussufer wird so in drei Stufen überwunden.

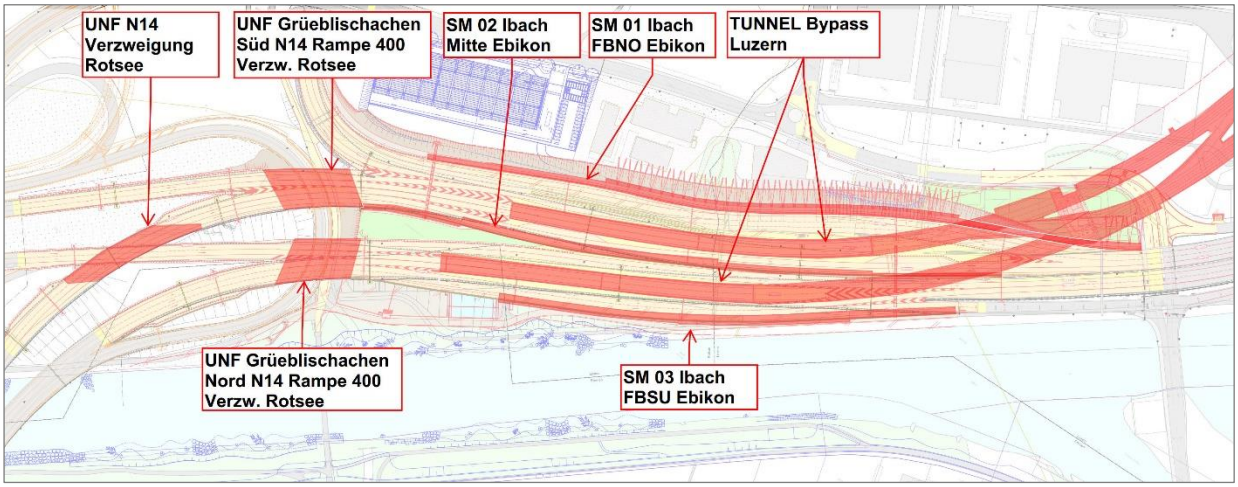


Abbildung 88: Situation Tunnelvorzone Ibach

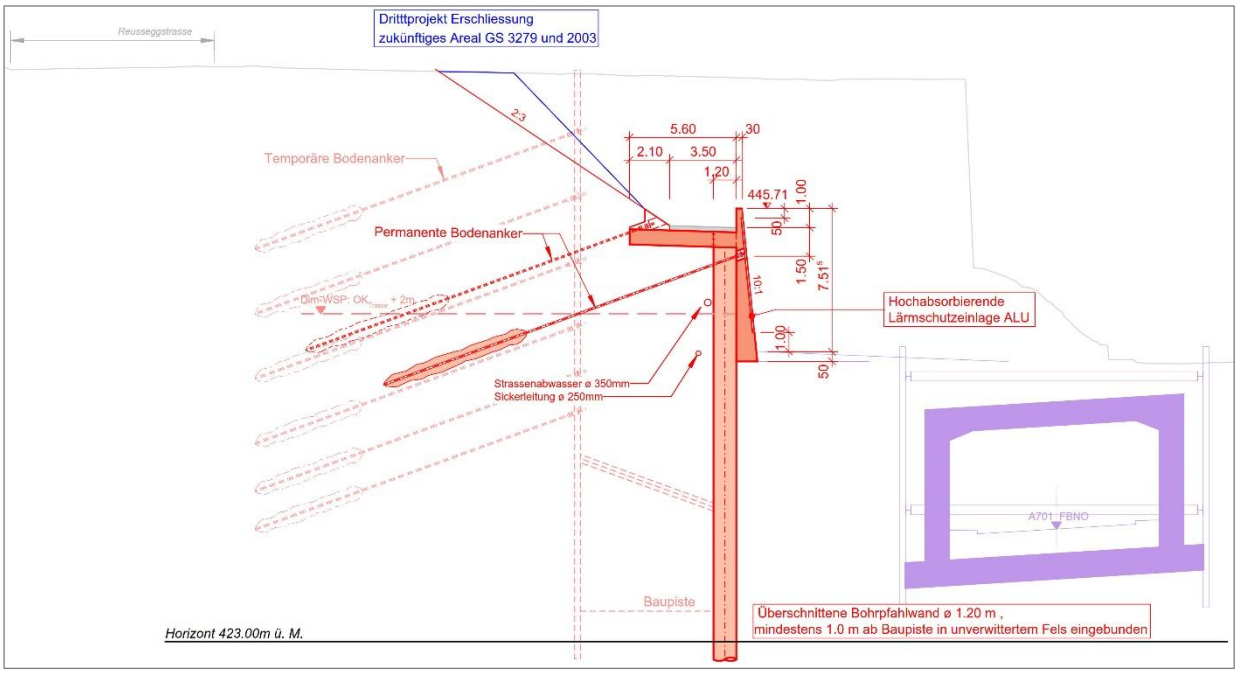


Abbildung 89: Querprofil der Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon

Die Stützmauer (SM) 01 Ibach FBNO Ebikon bildet den hangseitigen Abschluss der Tunnelvorzone Ibach, wobei sie einen Höhenunterschied von bis zu 15 m zu überwinden hat.

Aus gestalterischen Gründen wurde für die rund 510 m lange Stützkonstruktion eine Kombination aus einer maximal 7.8 m und minimal 1.15 m hohen Stützmauer im unteren Teil mit einer begrünten Böschung im oberen Teil gewählt. Sie beginnt im Süden beim Widerlager der bestehenden Brücke Ibach als teilweise rückverankerte überschnittene Bohrpfahlwand mit Vorsatzbeton und endet im Norden als Winkelstützmauer. Der Übergang und die Dimensionierung der Mauerabschnitte erfolgt in Abhängigkeit der statischen und geotechnischen Anforderungen. Im Bereich der Technikzentrale Ibach ist die Stützmauer (SM) 01 Ibach FBNO Ebikon baulich mit der dortigen Zentralenaussenwand verwachsen. Optisch erscheint sie durchgehend, aber hinter der Mauer liegen in diesem Bereich Technikräume. Ab dem Mauerbeginn im Südwesten werden auf 385 m Länge hochabsorbierende Lärmschutzpaneele in die Mauerfront eingelegt. Sie reichen von 1.0 m über der Fahrbahnoberkante bis 0.5 m unterhalb der Mauerkrone. Die Stützmauer ist dabei mit zusätzlichen Ankern so konzipiert, dass im Bereich der heutigen Zufahrt auch in Zukunft wieder eine Zufahrt zu den Grundstücken zwischen der Autobahn und der Reusseggstrasse erstellt werden kann. Dazu wird lokal eine Steilböschung mit einer begrünten Stützgitterkonstruktion realisiert werden.

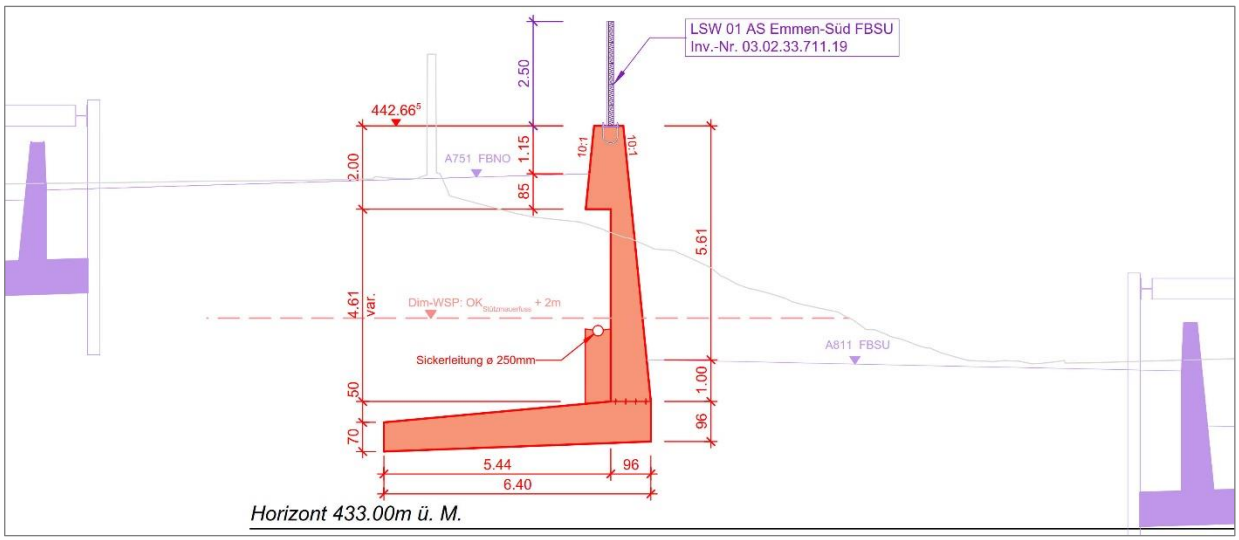


Abbildung 90: Querprofil der Stützmauer SM 02 Ibach Mitte Ebikon

Die rund 460 m lange Stützmauer (SM) 02 Ibach Mitte Ebikon überwindet den Höhenunterschied von maximal 6.0 m (minimal 0.25 m) zwischen den Fahrtrichtungen. Sie liegen neu viel näher beisammen, weshalb keine Böschung mehr Platz hat. Die Stützmauer (SM) 02 Ibach Mitte Ebikon wird als Winkelstützmauer ausgeführt und bildet im obersten Teil die Randleitmauer der FBNO.

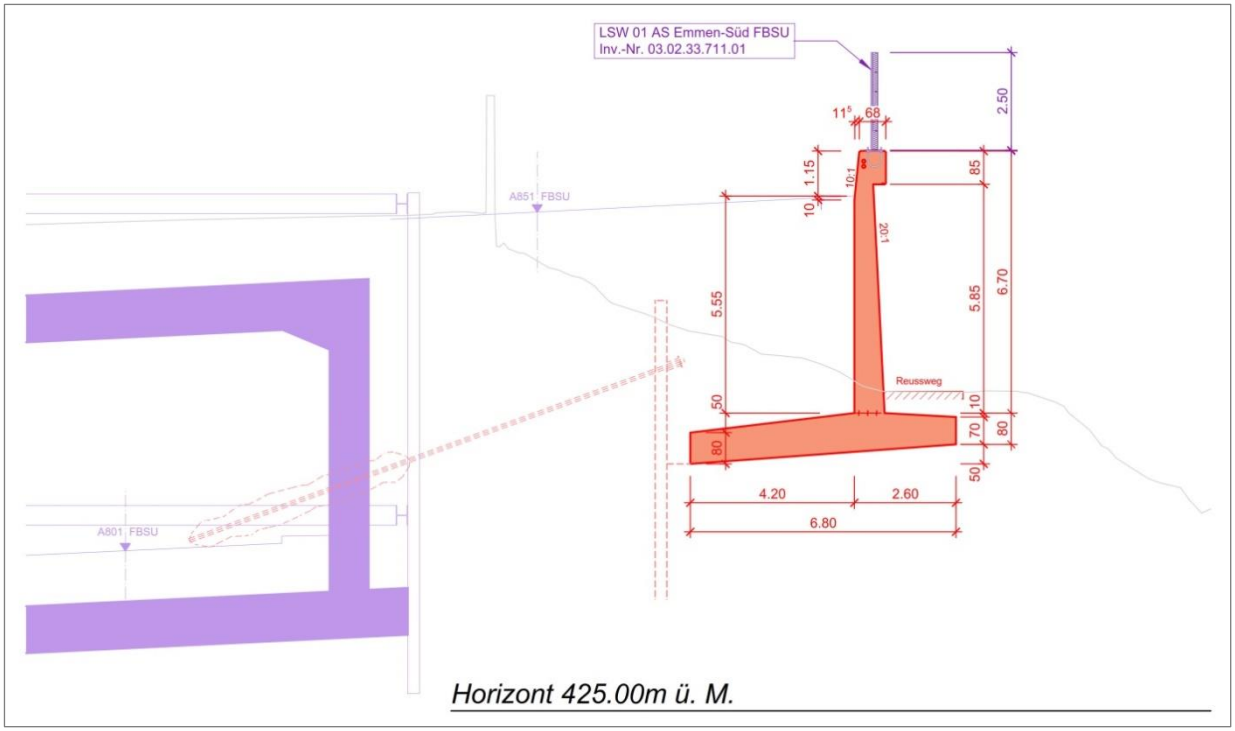


Abbildung 91: Querprofil der Stützmauer (SM) 03 Ibach FBSU Ebikon

Die Stützmauer (SM) 03 Ibach FBSU Ebikon entspricht der Verlängerung und Anpassung der bestehenden ca. 75 m langen Stützmauer zwischen der Nationalstrasse und dem Reussufer. Neu ist die Mauer rund 325 m lang und reicht von der bestehenden Brücke Ibach bis zur neuen SABA Sedel. Der zu überwindende Höhenunterschied beträgt maximal 5.0 m. Sie wird als Winkelstützmauer ausgebildet und führt die Gestaltung der bestehenden Mauer weiter. Im oberen Teil bildet sie die Randleitmauer der angrenzenden Fahrstreifen. Die erforderliche hochabsorbierende Lärmschutzwand wird auf die Stützmauer montiert. Das am nördlichen Ende gelegene bestehende Ölrückhaltebecken wird in der Bauphase zunächst in die Wand integriert und später nach Inbetriebnahme der neuen SABA Sedel zurückgebaut resp. kraftschlüssig verfüllt.

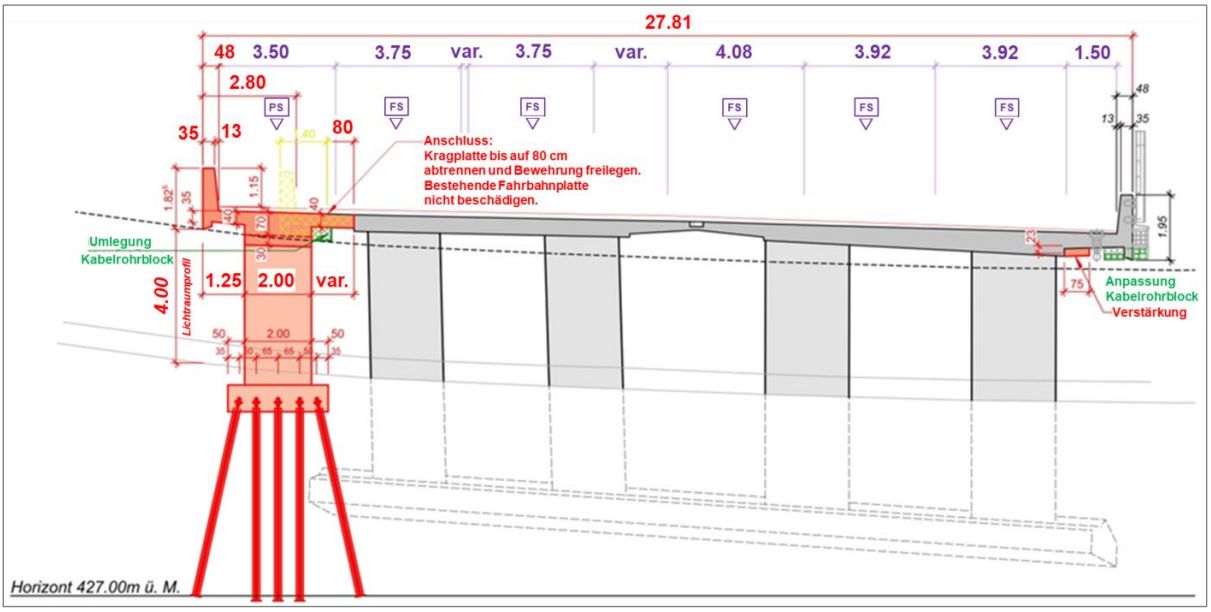


Abbildung 92: Längsschnitt Unterführung UNF Grüeblischachen Nord

Die beiden bestehenden Unterführungen Grüeblischachen Nord und Süd liegen im südlichen Bereich der Verzweigung Rotsee, sind jeweils rund 50 m lang und 30 m breit. Mit ihrer Hilfe unterqueren die N14 Rampe 300 Verzweigung Rotsee und die alte Sedelstrasse die Stammstrecke der Nationalstrasse. Deren südostseitige Verbreiterung im Rahmen des Projekts Bypass entspricht einer Verlängerung der beiden Unterführungen um maximal rund 3 m. Sie werden als Spannbetonkonstruktionen ausgeführt und monolithisch an die bestehenden Bauwerke angeschlossen. Der Lastabtrag erfolgt analog dem Bestand über separate schräge Stützenscheiben und die verlängerten Endquerträger / Schleppplatten bei den Widerlagern (alle fundiert auf Mikropfählen). Neben den statisch-konstruktiven Anforderungen wurden für die Ausführung insbesondere auch gestalterische Aspekte berücksichtigt. Die bestehenden Bauwerke müssen lokal verstärkt werden.

Die bestehende Unterführung N14 Verzweigung Rotsee mit einer Länge von 55 – 67 m und einer Gesamtbreite von 15.50 m hat die Aufgabe, die Stammstrecke der N14 unter jener der FBNO der N02 hindurchzuführen. Infolge des Spurausbaus auf der N02 (Änderung der Fahrbahngeoemtrie) wird das Bauwerk angepasst und verstärkt. Eine Verbreiterung ist nicht erforderlich.

7.2.4. Lärmschutzmassnahmen Tunnelvorzone Ibach

Lärmarmer Fahrbahnbelag

Auf dem Streckenabschnitt wird ein lärmarmer Belag (Deckbelag SDA 8/12) realisiert.

Lärmschutzwände

Im Projektabschnitt Tunnelvorzone Ibach befinden sich mehrere bestehende Lärmschutzwände und -verkleidungen.

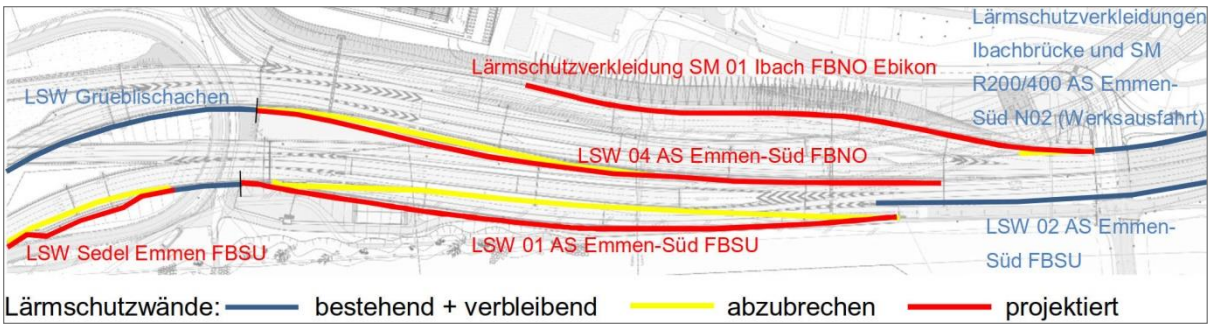


Abbildung 93: Übersicht Lärmschutz Tunnelvorzone Ibach

Im Rahmen des Projektes Bypass Luzern werden die nachfolgend aufgeführten Objekte abgebrochen und durch Wände mit akustisch mindestens gleichwertiger Wirkung ersetzt. Die Farbe der neuen Lärmschutzwände und -verkleidungen wird wie bei den bestehenden in Weissaluminium ausgeführt (RAL 9006).

Bezeichnung	Bemerkung
Lärmschutzwand LSW Sedel Emmen FBSU	Teilersatz (exkl. UNF Grüeblischachen Nord)
Lärmschutzwand LSW 01 AS Emmen-Süd FBSU	--
Lärmschutzwand LSW 04 AS Emmen-Süd FBNO	--
Stützmauer SM-V Ibach FBNO	Ersatz durch Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon mit Lärmschutzverkleidung
Stützmauer SM R200/400 AS Emmen-Süd N02 (Werkausfahrt)	Teilabbruch Ost, Ersatz und Verlängerung durch Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon mit Lärmschutzverkleidung

Abbildung 94: Übersicht abgebrochene und ersetzte Lärmschutzmassnahmen in Tunnelvorzone Ibach

7.2.5. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

7.2.5.1. Tunnelvorzone Ibach

Im Gebiet der Tunnelvorzone Ibach werden die funktionalen Erschliessungsbereiche und die Energieversorgungsbereiche situativ der neuen Trasseeführung angepasst. Die Elektrostützpunkte (ESP) Sedel und Ibach bleiben bestehen und versorgen die Vorzone bis zu den beiden Rampen des Bypass. Der bestehende Elektrostützpunkt (ESP) Ibach wird zur Werksausfahrt Ibach verschoben und dient in erster Linie für die Versorgung der LSA auf der Brücke Ibach. Der Lehnenviadukt gehört zur Stadtautobahn und wird durch das Projekt nicht tangiert.

Energieversorgung

Die Komponenten der Ausrüstung BSA in der Tunnelvorzone Ibach werden aus der Technikzentrale Ibach und teilweise aus dem Elektrostützpunkt (ESP) Sedel bzw. Ibach versorgt. Es sind keine zusätzlichen Elektrostützpunkte (ESP) notwendig. Die bestehenden ESP Ibach und Sedel werden jedoch weiterhin genutzt. Die Signalportale, Kamera und weiter BSA Komponenten werden direkt über die neuen Rohranlagen auf den Trassen mit Strom erschlossen.

Beleuchtung

Die Tunnelvorzone Ibach bis zu den Rampen des Tunnel Bypass als auch der bestehende Lehnenviadukt sind nicht mit einer Strassenbeleuchtung ausgerüstet. Die Positionierung von Strassenleuchten auf der jeweiligen Aussenseite ist jedoch machbar und die Stromversorgung der Kandelaber kann über die bestehende Rohranlage realisiert werden.

Signalisation

Die Signalisation der Tunnelvorzone Ibach umfasst die Zufahrtsstrecke von Zug bzw. Basel bis zur Rampe des Tunnel Bypass bzw. die Führung bis zum Lehnenviadukt sowie die Ausfahrt Emmen-Süd..

Die Signalisierung wird während den Bauphasen für die Zulaufstrecke zur Stadtautobahn grösstenteils über die gesamte Bauzeit aufrechterhalten. Die wegführende Richtung Basel und die Zulaufstrecke zum Tunnel Rathausen werden ebenfalls vollständig in Betrieb gehalten. Zu diesem Zweck müssen die noch aktiven Signalportale mehrmals verschoben und neu verkabelt werden.

Kabelanlagen (Infrastruktur)

Die Kabelrohranlage in der Tunnelvorzone Ibach wird komplett neu erstellt und auf die BSA Komponenten (Signalisierung, Video, NTA, Beleuchtung) abgestimmt.

Während der Realisierung wird eine provisorische Rohranlage zwischen dem ESP Sedel und der Technikzentrale West im Tunnel Rathausen bzw. dem Unterhaltsstützpunkt Sprengi erstellt, um die Kommunikationsverbindung zum Betrieb der Gebietseinheit aufrechtzuerhalten.

7.2.6. Werkleitungen

Im Bereich der Tunnelvorzone Ibach ist die Werkleitungsdichte hoch und viele der vorhandenen Leitungen sind Teil wichtiger, nicht redundanter Verbindungsachsen der jeweiligen Werke. Ein zukünftiger Verzicht ist nur in Einzelfällen möglich oder bereits Teil der strategischen Planung der Werke. Längere Unterbrüche der Verbindungen sind nicht möglich. Im Gegenzug sind seitens der Werke keine resp. nur moderate Ausbauten und Anpassungen geplant.

Eigentliche Hauptachsen mit jeweils mindestens einer Leitung von nahezu jedem betroffenen Werk sind in der Reusseggstrasse sowie in der Verbindung zwischen Sedel/Reusseggstrasse und Reusseggweg/ Sedelsteg durch die Unterführungen Grüeblischachen Nord und Süd vorhanden. In den vom Projekt Bypass Luzern betroffenen Abschnitten dieser Achsen werden die Leitungen nach Bedarf verlegt und / oder während der Bauphase provisorisch geführt. Die Hausanschlüsse der rückzubauenden Gebäude werden ersatzlos aufgehoben. Die geplanten grösseren Umlegungen sind in den folgenden Abschnitten einzeln beschrieben:

- Eine Hochspannungsleitung (110 kV) der CKW, welche im Bereich der hangseitigen Trasseeverbreiterung (Stadtautobahn FBNO und Ausfahrt Emmen-Süd FBNO) verläuft, wird auf dem betroffenen Abschnitt neu als erdverlegte Leitung entlang der Reusseggstrasse geführt.
- Eine Fahrstromleitung (15 kV) der SBB führt heute auf der Höhe der KVA Ibach quer über die Nationalstrasse und die Reuss zum Unterwerk auf der linken Flussseite. Sie wird neu ebenfalls als erdverlegte Leitung entlang der Reusseggstrasse und über die Brücke Ibach zum Unterwerk geführt.

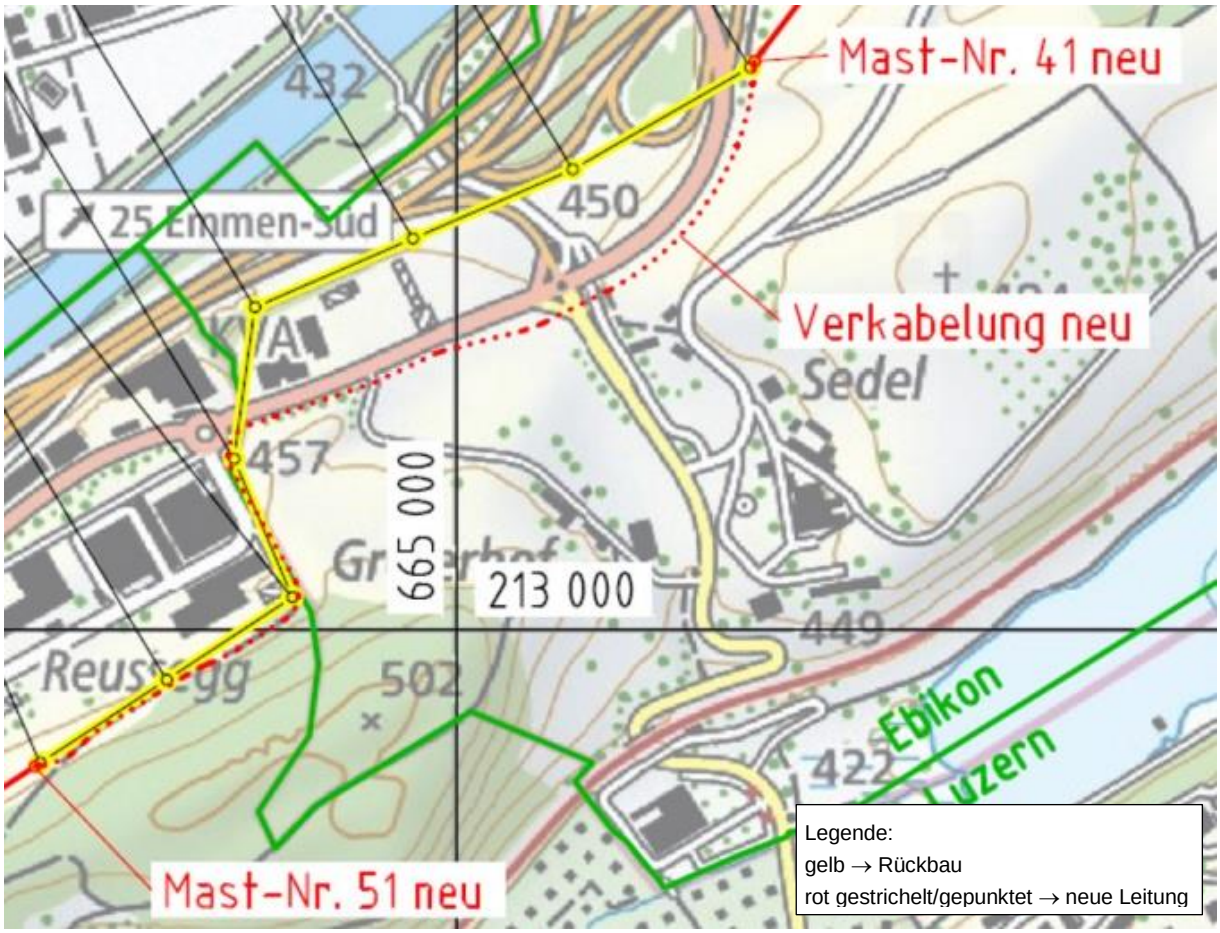


Abbildung 93: Neue Linienführung der 110-kV-Leitung Rathausen – Ruopigen der CKW in Ibach

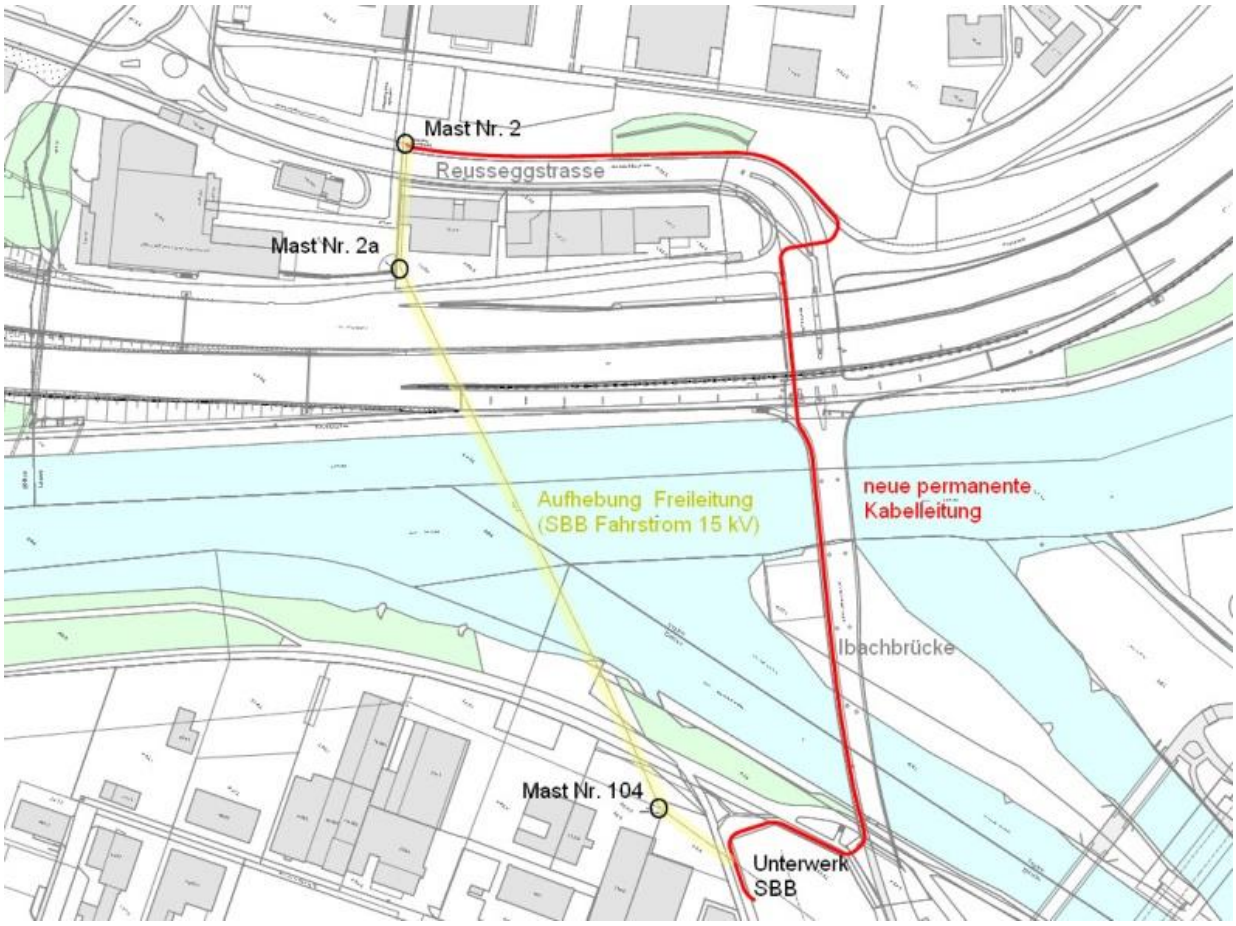


Abbildung 95: Neue Linienführung der 15-kV.Fahrstromleitung der SBB in Ibach

- Ein bestehender Durchlass, welcher die Nationalstrasse nördlich der KVA Ibach unterquert, wird aufgehoben, weil er mit den abtauchenden Rampen des neuen Tunnel Bypass in Konflikt steht. Von den darin verlaufenden drei Leitungen wird eine ersatzlos entfernt (Kühlwasserleitung der KVA, bereits heute ausser Betrieb), die zwei anderen werden umgelegt.
- Der Bach Ibach wird in Zukunft entlang der Reusseggstrasse in einer Rohrleitung bis zur neuen Technikzentrale Ibach des Tunnel Bypass geführt, wo er via Fallschächten die vorhandene Höhendifferenz von rund 10 m überwindet (bereits im IST-Zustand Fallschacht vorhanden). Zwischen Technikzentrale und bestehender Brücke Ibach wird die Nationalstrasse unterstossen und der Bach wie heute eingedolt in die Reuss geführt. Für den Bauzustand ist ein Provisorium erforderlich. Das bestehende Bachtobel wird aufgefüllt.
- Die Schmutzwasserleitung der Stadt Luzern führt heute vom Ende des Durchlasses als Dükerleitung bis zum Sedelsteg und wird über diesen auf die andere Flussseite in den dortigen Schmutzwasserkanal der Real Luzern geleitet. Da auch der Düker mit dem Projekt Bypass Luzern im Konflikt steht, wird die Leitung weiträumig umgelegt. Sie führt neu via Reusseggstrasse und Brücke Ibach auf die gegenüberliegende Reussseite und wird an den gleichen Schmutzwasserkanal wie heute angeschlossen. Die Leitung steht auch im Konflikt mit den Drittprojekten Hochwasserschutz Reuss und dem angedachten Neubau des Sedelsteges.
- Eine weitere grossräumige Umlegung betrifft Leitungen der upc Schweiz (TV/Telefon). Diese wird im Bereich der Tunnelvorzone Ibach neu ausserhalb des Nationalstrassentrassees über die Reusseggstrasse geführt.
- Die bestehende Fernwärmezentrale der ewl im Bereich Ibach wird durch den Eigentümer vorgängig aufgehoben und die Fernwärmeleitung in der Reusseggstrasse direkt in den bestehenden Kanal zum Kantonsspital Luzern geführt.

7.3. Tunnel Bypass

Der neue Tunnel Bypass besteht aus zwei richtungsgetrennten, mehrheitlich parallel verlaufenden Tunnelröhren. Die Tunnellänge beträgt insgesamt ca. 3'760 m (FBNO) resp. ca. 3'850 m (FBSU).

7.3.1. Tagbautunnel Nord

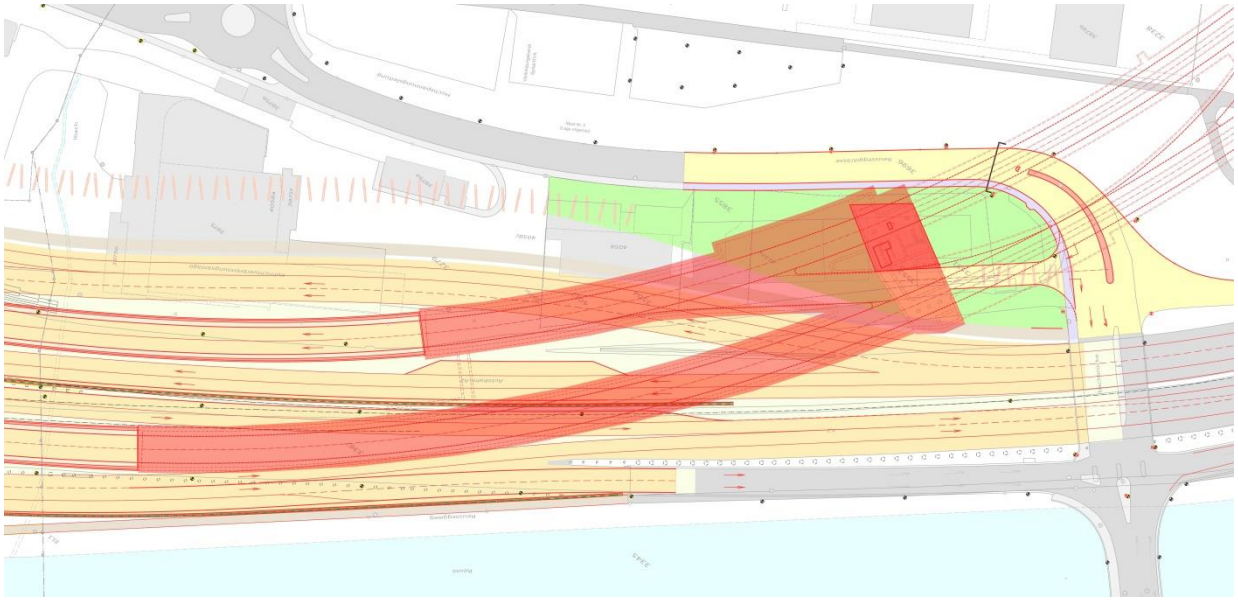


Abbildung 96: Situation Tagbautunnel Nord (Ibach)

Um die Fahrstreifen des Tunnel Bypass unter den gegebenen, stark beengten Platzverhältnissen anzuordnen sind anstelle eines Voreinschnitts massive Betonrampen nötig. Nur mit ihren annähernd senkrechten Wänden bis rund 10 m Höhe ist es möglich, die Fahrstreifen der Stadtautobahn so dicht an den Rampen entlang zu führen, dass auf der verfügbaren Breite sämtliche Fahrstreifen Platz finden. Die Rampenwände verjüngen sich aus wirtschaftlichen und gestalterischen Gründen mit den abnehmenden statischen Anforderungen gegen oben hin und dienen zuletzt als auskragende Randleitmauern für die seitlich angrenzenden Fahrstreifen der Stadtautobahn. Die Bodenplatte verfügt beidseitig über Sporne, welche das Bauwerk gegen Auftrieb infolge Hangwasser sichern. Ihr Quergefälle wird parallel zur Belagsoberfläche ausgeführt. Das anfallende Hangwasser wird gefasst und abgeleitet.

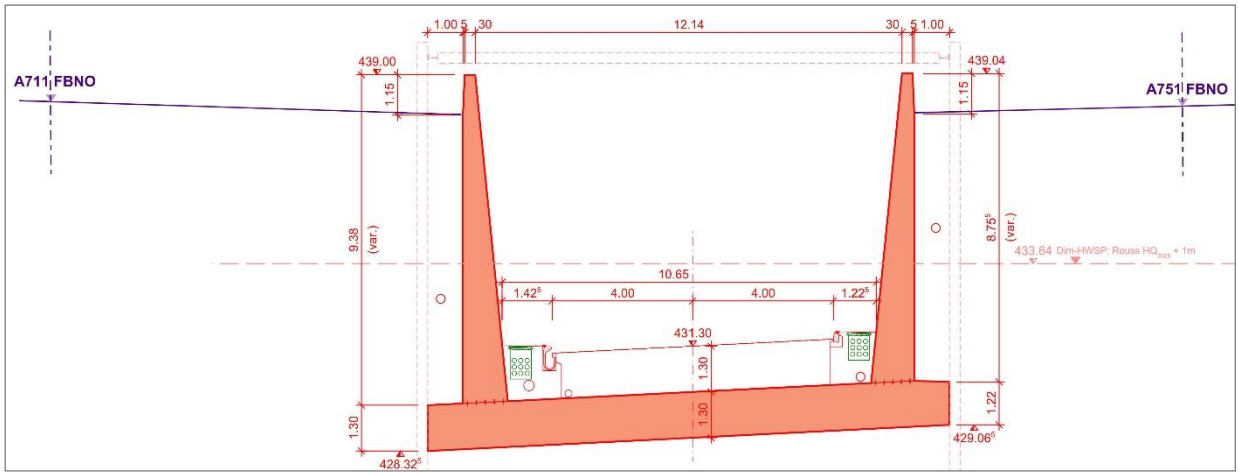


Abbildung 97: Normalprofil der Rampen des Tagbautunnels Nord (Ibach)

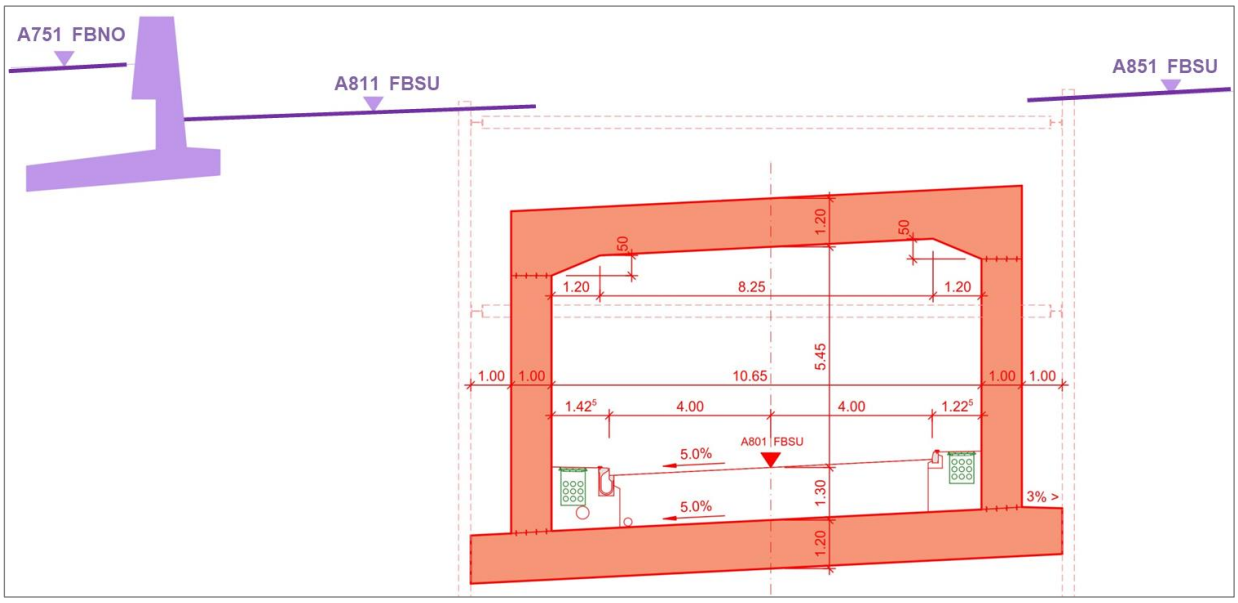


Abbildung 98: Normalprofil des Tagbautunnels Nord (Ibach)

Die Wandhöhen des geschlossenen Tagbauprofils variieren zwischen 4.70 m und 6.75 m. Die Wandstärke beträgt zwischen 1.0 m und 1.20 m. Ebenfalls 1.20 m stark sind die Decke und die Bodenplatte. Alle Stahlbetonbauwerke sind aussen liegend abgedichtet.

Um die Sicherheitsanforderungen für Tunnel zu erfüllen, sind im Bereich Tagbautunnel Nord eine in Stahlbeton ausgeführte, begehbare Querverbindung, eine kombinierte SOS- und Hydrantennische und eine befahrbare Querverbindung geplant. In beiden Röhren ist im Zentralenbereich eine Ausstellbucht angeordnet. Die Ausstellbucht der Röhre FBNO liegt vollständig im Tagbaubereich, jene der FBSU

7.3.2. Technikzentrale Ibach

Die Technikzentrale Ibach befindet sich am Übergang vom Tagbautunnel zum bergmännischen Tunnel. Insgesamt stehen knapp 1‘070 m^2 zur Verfügung, davon rund 820 m^2 im 1.und 2. Untergeschoss für die technische Ausstattung. Die Geschosse sind über Treppenhäuser und mehrere Steigzonen miteinander verbunden. Die lichten Raumhöhen in den beiden Untergeschossen betragen je 4.00 m, jene im Erdgeschoss beträgt 5.40 m.

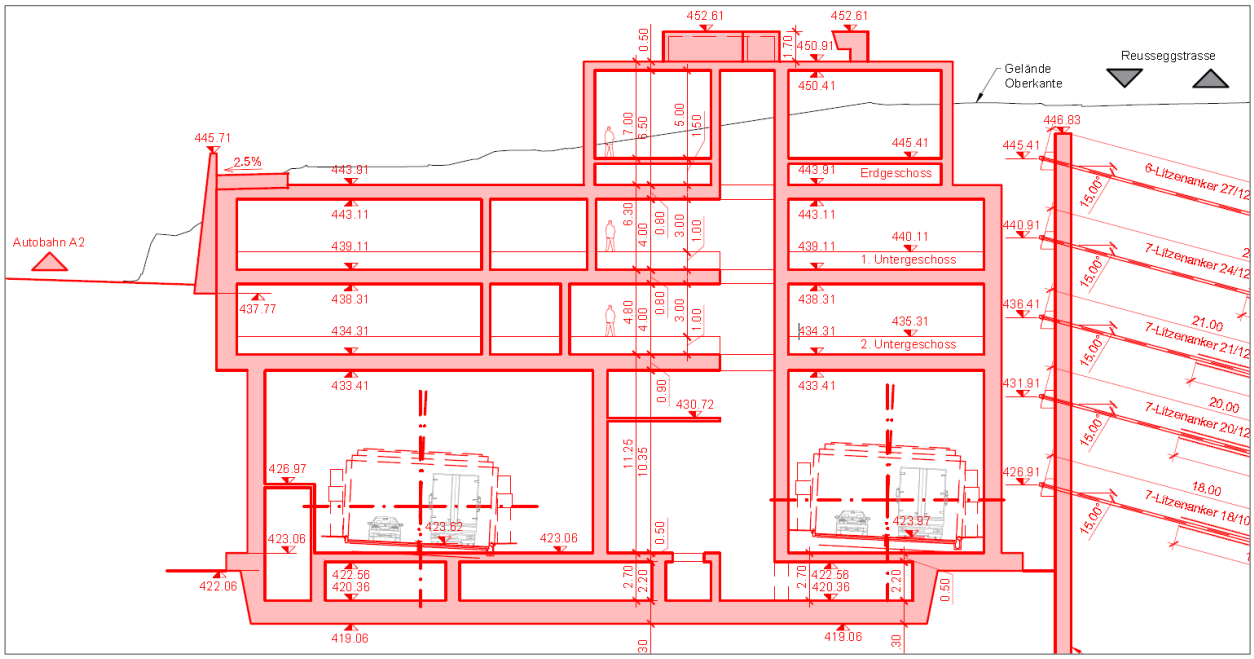


Abbildung 99: Technikzentrale Ibach

Die Erschliessung der Technikzentrale erfolgt primär über die Dienstzufahrt via Reusseggstrasse und Zentralenvorplatz auf dem Erdgeschoss-Niveau. Durch das 4.50 m hohe Einfahrtstor ist die Zugänglichkeit mit Lastwagen sichergestellt. Es ist auch möglich, in den Tunnel zu fahren, das Fahrzeug in den Ausstellbuchten im Fahrbahngeschoss der Zentrale abzustellen und von dort über die Treppenhäuser hinunter in den Werkleitungskanal (WELK) und weiter in die Zentrale oberhalb des Fahrbahngeschosses zu gelangen. Eine weitere Zugangsmöglichkeit aus dem Tunnel besteht im Bereich der befahrbaren Querverbindung. Der Zugang in den Abluftkanal ist in der Technikzentrale Ibach nicht möglich, da die Zwischendecke erst weiter südlich im Tunnel beginnt.

Die Technikzentrale wird in einer offenen Baugrube erstellt, die auch als Startbaugrube für die Tunnelvortriebe Bypass FBNO und FBSU dient. Die nationalstrassenseitige Aussenwand des Zentralengebäudes ist baulich und optisch in die Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon integriert.

7.3.3. Bergmännischer Tunnel

Der Tunnel Bypass besteht aus zwei Tunnelröhren. Der bergmännische Teil hat eine Länge von 3'062 m (FBSU) resp. 3'016 m (FBNO) und umfasst damit rund 85 % der Gesamtlänge.

7.3.3.1. Lichtraumprofil und Fahrbahngeometrie

Der verkehrstechnische Nutzraum basiert auf der Norm SIA 197/2 und den Anforderungen aus dem ASTRA Fachhandbuch T/G (Stand Juli 2018). Er ist in allen Profilen gleich. Der seitliche verkehrstechnische Nutzraum wird unabhängig vom Quergefälle immer vertikal auf das Bankett gestellt und umfasst den Raum für den Fluchtweg und die Signale.

Die Fahrbahn (gemessen zwischen Randstein und Schlitzrinne) umfasst zwei Fahrstreifen à je 4.00 m Breite und ist damit insgesamt 8.00 m breit. Die Höhe des Lichtraumprofils beträgt normgemäss 4.50 m. Zuzüglich des erforderlichen Sicherheitsabstandes und des Raums für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (30 cm + 30 cm + 10 cm) steht eine Höhe von mindestens 5.20 m zur Verfügung. Das Quergefälle im Tunnel Bypass beträgt minimal 3 % und maximal 5 %.

7.3.3.2. Normalprofil

Die Geometrie des Normalprofils basiert auf dem erforderlichen Lichtraumprofil, den weiteren Nutzungsanforderungen und der erforderlichen Stärke des Tragwerks. Die Profilform hängt von der Vortriebsmethode ab. Im vorliegenden Ausführungsprojekt AP werden sowohl ein maschineller als auch ein konventioneller Vortrieb berücksichtigt.

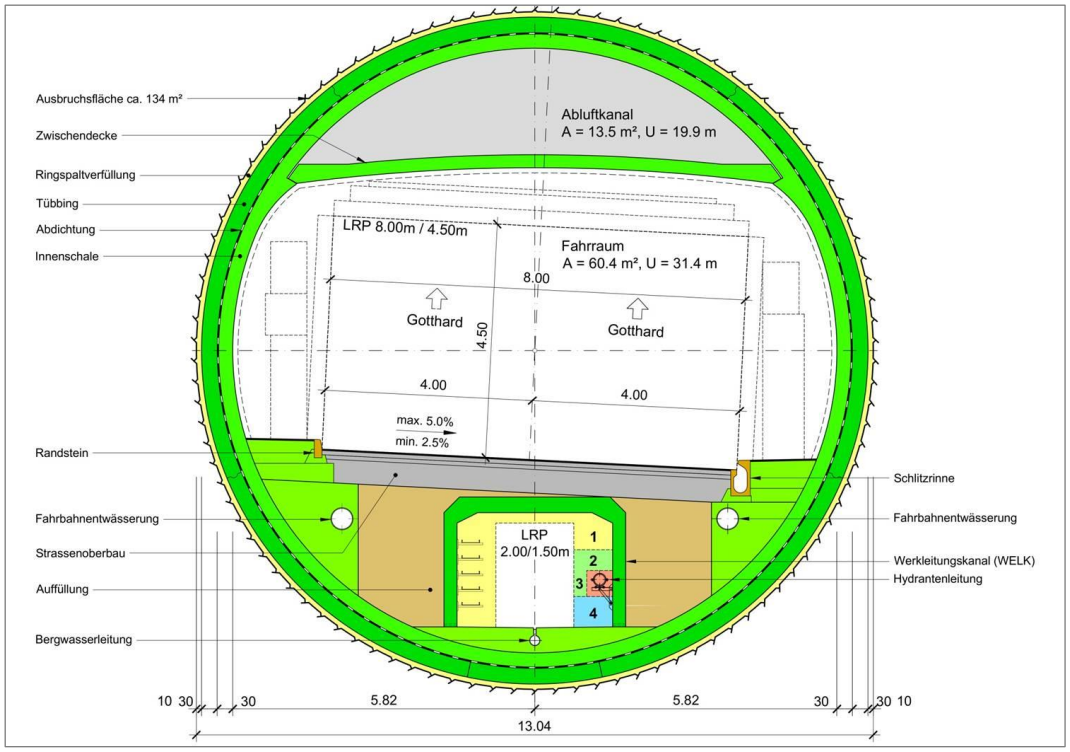


Abbildung 100: Normalprofil Tunnel Bypass mit Tunnelbohrmaschine (TBM)

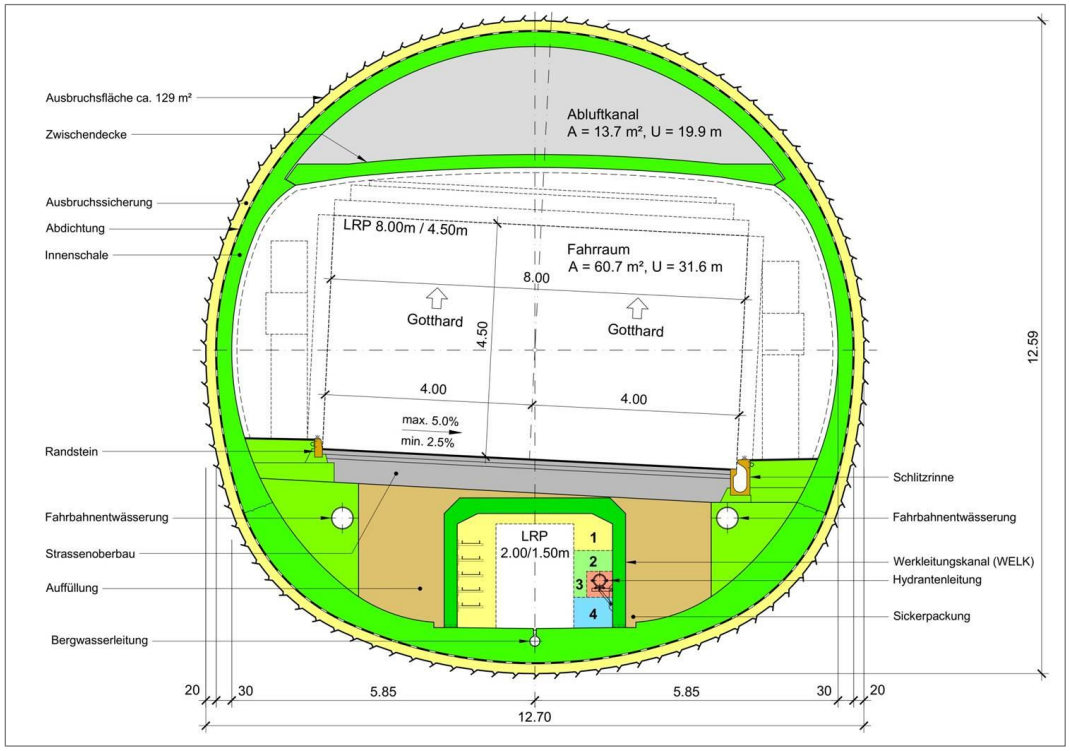


Abbildung 101: Normalprofil Tunnel Bypass mit Sprengvortrieb (SPV)

Das Normalprofil beim maschinellen Vortrieb mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) ist immer kreisrund, je nach Maschinentyp unterscheiden sich die Profile nur bzgl. der Ausbruchsicherung. Beim Einsatz einer Schildmaschine (TBM-S) werden Tübbinge als Ausbruchsicherung versetzt. Die Ausbruchsicherung beim Vortrieb mit einer offenen Gripper-TBM besteht aus Spritzbeton und Ankern.

Das Normalprofil beim konventionellen Vortrieb ist durch einen hufeisenförmigen Querschnitt mit einer 20 cm starken Ausbruchsicherung (Spritzbeton und Anker) charakterisiert, wobei unterhalb der Fahrbahn in der Profilachse zusätzlich ein Graben für den Werkleitungskanal ausgebrochen wird. In Bereichen mit Vollabdichtung ist ein Sohlgewölbe erforderlich und es wird entsprechend ein Maulprofil vorgesehen.

Das Innengewölbe besteht für alle Profile aus einer rund 30 cm starken Ortbetonschale. Zwischen der Ausbruchsicherung und dem Innengewölbe wird die Abdichtung verlegt. In der Regel bleibt der Sohlbereich unabgedichtet (Regenschirmabdichtung). Auf zwei kurzen Strecken wird eine umlaufende Vollabdichtung eingebaut (Bereiche mit Sohlgewölbe).

Im Profil oberhalb des Fahrraums verläuft der Abluftkanal. Er ist von diesem durch die Zwischendecke getrennt und dient der Rauchabsaugung im Brandfall. Die Zwischendecke beginnt 300 m hinter den Tunnelportalen. Die Länge der Zwischendecke beträgt damit 2'925 m (FBSU) resp. 2'837 m (FBNO). Die Stichhöhe im Abluftkanal beträgt 2.05 m. Die Zwischendecke hat eine Stärke von mindestens 25 cm, wobei die Unterseite leicht gewölbt und die Oberseite horizontal ausgebildet wird. Sie ruht beidseitig auf den Auflagernocken im Gewölbe. Die Platzverhältnisse im Profil erlauben es, auch bei Quergefällwechseln der Fahrbahn eine gleichbleibend horizontale Position der Zwischendecke zu realisieren.

Unterhalb der Fahrbahn verläuft der Werkleitungskanal. Er verbindet die beiden Zentralen und führt damit über die gesamte bergmännische Länge des Tunnels. Im Werkleitungskanal sind Leitungen untergebracht, welche für den Betrieb der Tunnels erforderlich sind.

- Hydrantenleitung (DN 200)
- Berg- und Leckwasserlängsleitung (DN 200)
- BSA-Längsverkabelung (Kabelpritschen und -trassees) sowie weitere elektromechanische Einrichtungen

Im Werkleitungskanal werden keine Leitungen Dritter montiert, welche nicht dem Betrieb des Tunnels dienen.

Der Werkleitungskanal hat eine lichte Breite von 3.00 m und in seiner Achse eine lichte Höhe von 2.20 m. Dem Betriebs- und Unterhaltspersonal steht überall ein Lichtraumprofil von 1.50 m x 2.00 m (B x H) zur Verfügung.

Der Werkleitungskanal besteht aus vorfabrizierten Stahlbetonelementen. Die Elemente werden auf den Sohlbeton gestellt und seitlich mit stabilisiertem Ausbruchmaterial hinterfüllt. Die Fugen zwischen den Elementen werden abgedichtet. Allfälliges Bergwasser wird am Elementfuss der Bergwassersammelleitung zugeführt. Hierzu ist in Sohlenmitte eine Rinne angeordnet und die Sohle mit einem Quergefälle von 1 % zur Rinne hin ausgebildet.

Im Fahrraum sind beidseitig der Fahrbahn Bankette angeordnet, die eine minimale Breite von 1.00 m aufweisen. Das jeweils höher gelegene Bankett schliesst mit einem 18 cm hohen Randstein zur Fahrbahn ab. Auf der tiefer liegenden Bankettseite wird die Schlitzrinne angeordnet. Unterhalb der Schlitzrinne wird die Hauptsammelleitung (DN 400) für die Fahrbahnentwässerung angeordnet.

Der Strassenoberbau hat im bergmännischen Tunnel eine Gesamtstärke von 64 cm. Vorgesehen ist ein Aufbau aus einer 3 cm starken Deckschicht und darunter einer 8 cm starken Asphaltbinderschicht und einer ebenfalls 8 cm starken Asphalttragschicht. Die Fundationsschicht setzt sich zusammen aus einer 8 cm dicken bitumenhaltigen Schicht und einer 29 cm starken Kies-Sand Schicht.

7.3.3.3. Nebenbauwerke

(Querverbindungen, unterirdische Technikzentralen, Nischen, Ausstellbucht, Mittelstreifenüberfahrten)

Die neuen Tunnelröhren sind in regelmässigen Abständen von max. 300 m mit insgesamt 14 Querverbindungen verbunden. Jede dritte Querverbindung (insgesamt vier Stück im Abstand von max. 900 m) ist für Unterhalts- und Rettungsfahrzeuge befahrbar ausgebildet. Die Restlichen sind begehbar. Die Querverbindungen dienen vorrangig als Fluchtweg in die Nachbarröhre. Zusätzlich werden die befahrbaren Querverbindungen aber auch für Unterhaltsarbeiten und als Zugang zu den unterirdischen Technikzentralen genutzt. Bei den befahrbaren Querverbindungen sind auch der Werkleitungskanal und der Abluftraum über Treppenhäuser erschlossen.

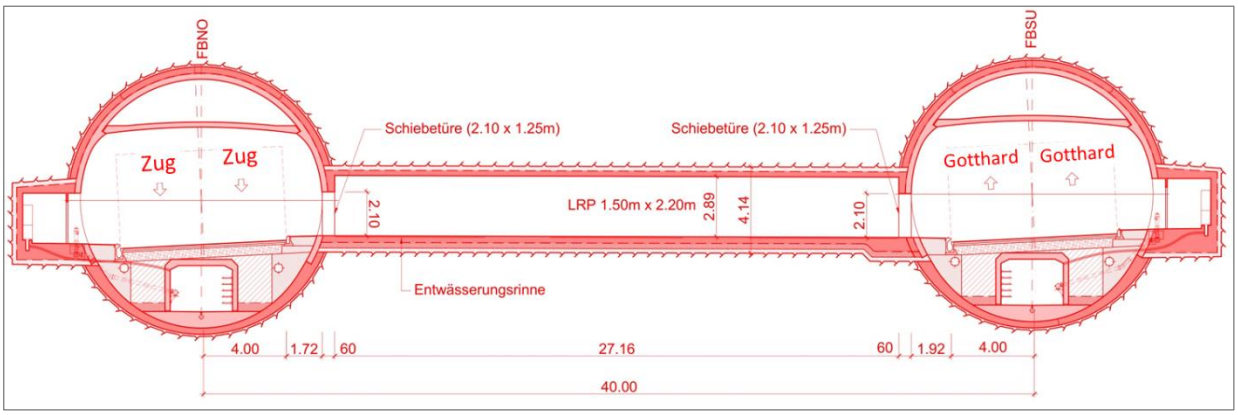


Abbildung 102: Längsschnitt durch begehbare Querverbindungen

Das Lichtraumprofil (LRP) der befahrbaren Querverbindung beträgt durchgängig 4.00 m x 4.30 m. Dasjenige der begehbaren Querverbindungen 1.50 m x 2.20 m. Die Querverbindungen werden über ein Belüftungsrohr aus dem Werkleitungskanal belüftet. Vom Fahrraum sind sie beidseitig durch Schiebetüren abgetrennt.

Der Tunnel Bypass verfügt neben den Querverbindungen über regelmässig angeordnete kombinierte SOS- und Hydrantennischen im Abstand von max. 150 m. Angeordnet sind sie jeweils in Fahrtrichtung rechts gegenüber den Querverbindungen sowie auf halbem Weg dazwischen. In der Röhre FBSU sind insgesamt 24 Nischen und in der Röhre FBNO 23 Nischen geplant.

Die Abmessungen der kombinierten SOS- und Hydrantennischen betragen 1.80 m x 2.10 m x 2.40 m (B x L x H). Die SOS- und Hydrantennischen sind permanent beleuchtet und werden mit einer feuerfesten Tür (T30), Sichtfenster und Alarmkasten ausgestattet. Der Nische vorgelagert wird ein Hydrant mit zwei Storzabgängen, der über eine Stichleitung durch die Löschwasserleitung im Werkleitungskanal versorgt wird. Anfallendes Tunnelreinigungswasser aus den Nischen wird über einen Bodenablauf der Schmutzwasserleitung zugeführt.

Im Bereich der Technikzentrale Ibach im Norden sind als Teil des Sicherheits- und Unterhaltskonzeptes in beiden Röhren je eine Ausstellbucht vorgesehen. Die Länge beträgt 41.00 m, die Breite 3.20 m. In Fahrtrichtung am Ende der Ausstellbucht befindet sich jeweils eine kombinierte SOS- und Hydrantennische.

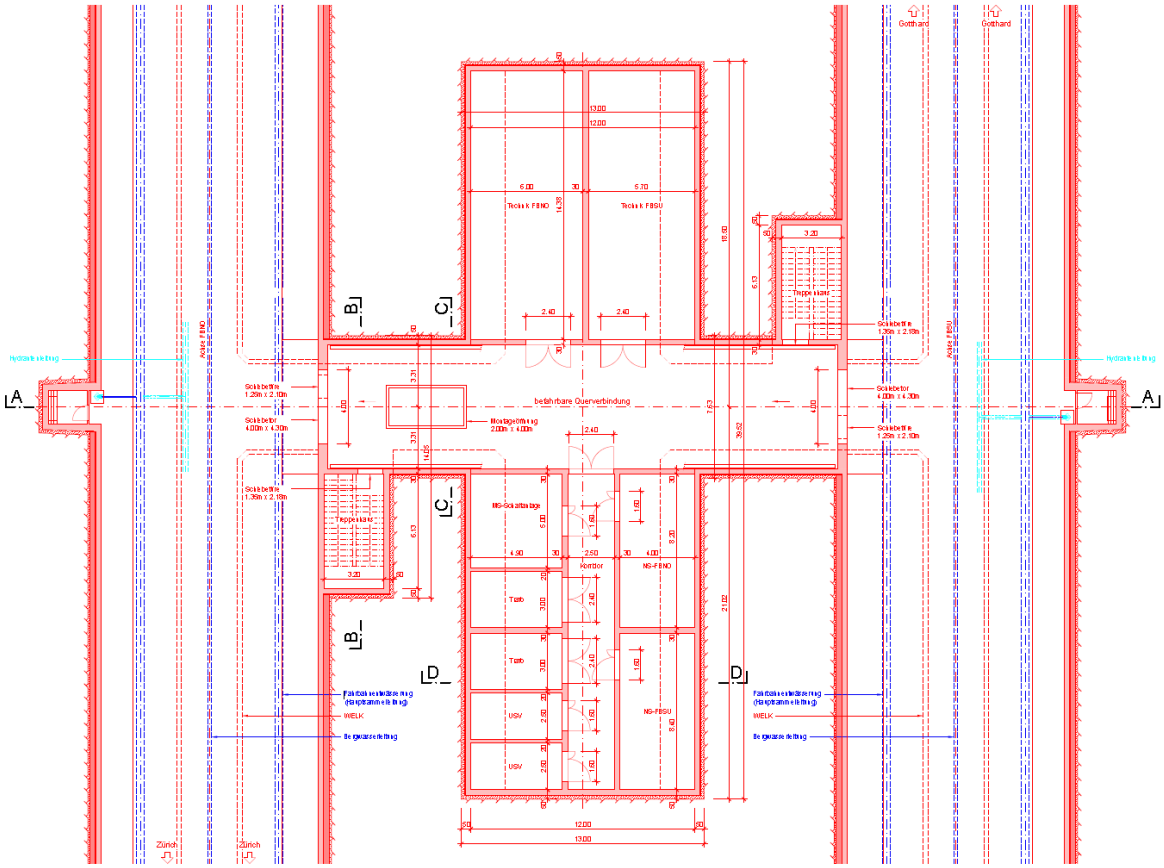


Abbildung 103: Grundriss befahrbare Querverbindung mit unterirdischer Technikzentrale

Entlang dem Tunnel sind in regelmässigen Abständen von max. 900 m unterirdische Technikzentralen geplant, welche der elektromechanischen Erschliessung des jeweiligen Tunnelabschnitts dienen. Alle drei liegen im bergmännischen Bereich. Angeordnet sind sie zwischen den beiden Hauptröhren beidseitig der befahrbaren Querverbindungen.

Der Zugang zu den unterirdischen Technikzentralen erfolgt über die befahrbaren Querverbindungen.

7.3.3.4. Mittelstreifenüberfahrten

Das Projekt Tunnel Bypass sieht zwei untertägige Mittelstreifenüberfahrten (MSÜ) vor. Eine MSÜ liegt im Tagbaubereich Nord in Ibach (QV.F02) und wird zweistreifig ausgebildet. Sie wird für den Bauzustand benötigt. Diese Überfahrt erlaubt es, den Verkehr in Fahrtrichtung Nord aus der Röhre FBSU in die Röhre FBNO überzuleiten. Im Endzustand dient sie analog den anderen befahrbaren Querverbindungen als Fluchtweg, Rettungszufahrt und Unterhaltszugang.

Für den zukünftigen Instandsetzungsfall wird südlich der Technikzentrale Ibach im bergmännischen Bereich eine weitere jedoch einstreifige Unterhaltsüberfahrt vorgesehen. Sie führt den Verkehr der Fahrtrichtung Süd aus der Röhre FBSU in die Röhre FBNO. Diese wird als sogenannte Unterhaltsüberfahrt bezeichnet und nur für einen zukünftigen Instandsetzungsfall benötigt.

7.3.3.5. Oberflächenschutz / Malerarbeiten

Das Oberflächenschutzsystem (OSS) an der Tunnelinnenschale dient dazu, die chemischen Einwirkungen zu verlangsamen und die Reinigungsintervalle zu verlängern. Der Aufhellungsgrad der Endbeschichtung verbessert die Sichtverhältnisse im Tunnel und reduziert damit den Stromverbrauch der Beleuchtung.

7.3.4. Löschwasserversorgung Tunnel Bypass

Der Tunnel Bypass verfügt je Röhre über eine Löschwasserlängsleitung (DN 250) im Werkleitungskanal (WELK), sowie Hydranten im Abstand von maximal 150 m im Fahrraum. Die Hydranten sind in den kombinierten SOS- und Hydrantennischen auf der Tunnelaussenseite (in Fahrtrichtung rechts liegend) untergebracht und werden über Stichleitungen (DN125) aus der Längsleitung im WELK gespiesen. In den Vorzonen Ibach und Grosshof sind teilweise Speziallösungen notwendig.

Die Löschwasserversorgung ist über das Trinkwasserversorgungsnetz der ewl AG (Energie Wasser Luzern) vorgesehen. Seitens der Stadt Kriens laufen Bestrebungen, ihr Trinkwassernetz mit Emmen zu verbinden (Erhöhung Versorgungssicherheit, Reduktion Abhängigkeit). Für die Löschwasserversorgung Tunnel Bypass würde dies eine Alternative zur Variante ewl ermöglichen. Der definitive Entscheid wird im Rahmen der nächsten Planungsphase getroffen.

Das Netzschema der Löschwasserversorgung Tunnel Bypass via Wasserversorgung Luzern ewl kann der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

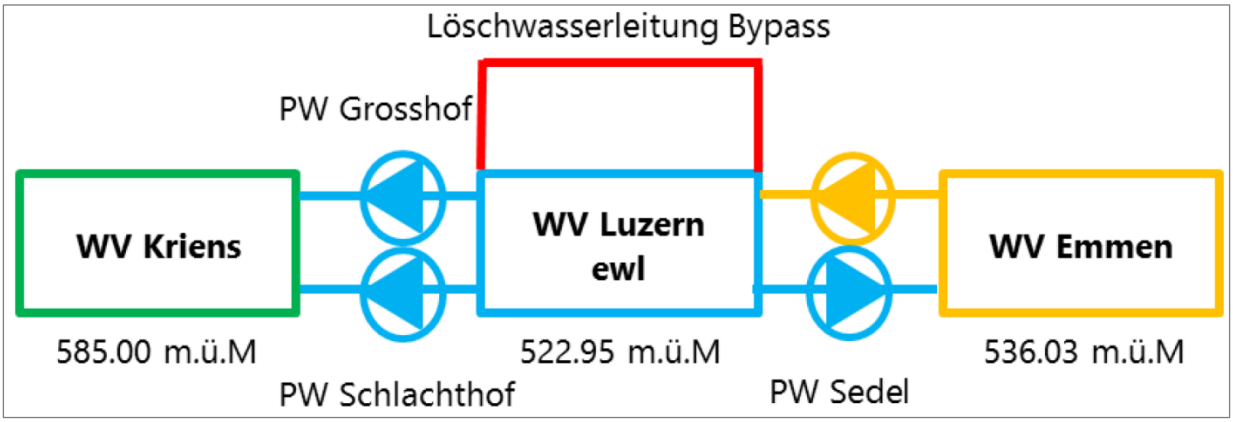


Abbildung 104: Schema Löschwasserversorgung Tunnel Bypass ab Netz ewl

Durch die ewl wurden für die Einbindung der Löschwasserleitungen des Tunnel Bypass in das ewl-Trinkwassernetz verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Anschlusspunkten geprüft, welche die hydraulische und hygienische Funktionalität der Löschwasserleitung gewährleisten und das bestehende Trinkwassernetz nicht negativ beeinflussen.

Aufgrund dieser Betrachtungen soll der Anschluss im Süden an die bestehende Transportleitung DN 500 mm in der Langsägestrasse erfolgen. Im Norden im Bereich Ibach ist die Anbindung an die bestehende Leitung DN 300 mm bei der Ausfahrt Emmen-Süd FBNO vorgesehen.

Die Resultate der Netzberechnung der ewl für verschiedene Lastfälle können der nachstehenden Tabelle entnommen werden. Der statische Druck am Hochpunkt im Bereich Grosshof unterschreitet den Soll-Wert gemäss ASTRA Richtlinie. Der massgebende dynamische Druck und auch die übrigen Richtwerte sind jedoch erfüllt.

		Tech. Merkblatt ASTRA Regelwerk SVGW		Netzberechnungen	
Anforderung		**minimal**	**maximal**	**erfüllt**	**teilweise erfüllt**
Druck statisch	bar	6			5.3*
Druck dynamisch	bar	3.5		4.25	
Bezug ab 1 Hydrant	l/s	40		40	
Bezug ab 2 Hydranten	l/s	30		30	
Bezug ab 3 Hydranten	l/s	25		25	
Volumenstrom Netz	l/s	75		75	
Fliessgeschwindigkeit	m/s	0.005		0.05 - 0.1	
Fliessgeschwindigkeit	m/s		3.5	0.05 - 0.1	
Verweildauer Trinkwasser	Std.		72	10 - 20	
Nennweite	mm	200		200	
Annahmen					
Kvs-Wert Hydrant	l/s	38.88			
Leitungsinhalt	m3	113			

Abbildung 105: Resultate Netzberechnungen ewl Löschwasserversorgung Tunnel Bypass

Im Netz der ewl stehen über 30'000 m^3 Reservoirkapazität zur Verfügung. Für die Löschwasservesorgung ist kein Pumpbetrieb notwendig. Durch die Verbindung von Grund-, Quell- und Seewasser ist die Wasserverfügbarkeit gewährleistet. Das Trinkwassernetz der ewl weist genügend Kapazität und Redundanzen auf, um die Löschwasserversorgung immer zu gewährleisten.

Im neuen Überwerfungstunnel ist ebenfalls eine Löschwasserlängsleitung (DN 250) im WELK vorgesehen. Im Abschnitt ohne WELK wird die Leitung seitlich im Bankett geführt. Gespiesen wird die Leitung von der bestehenden Löschwasserleitung des Tunnel Sonnenberg. Die Anbindung an den Werkleitungstollen Sonnenberg erfolgt im Bereich der Tunnelzentrale (Querverbindung QV 5).

7.3.5. Entwässerung

Der Tunnel Bypass ist in drei Entwässerungsabschnitte unterteilt. Der nördlichste Abschnitt Wanne / Tagbau erstreckt sich vom Nordportal bis zum bergmännischen Portal am Ende der Technikzentrale Ibach und bildet ein Teileinzugsgebiet der neuen SABA Sedel (Entleerung Stapelbecken Technikzentrale Ibach mittels Pumpleitung). Der mittlere Abschnitt Tunnel Bypass zwischen dem bergmännischen Tunnelportal Nord (Technikzentrale Ibach) und dem südlichen Widerlager der Brücke / Portalbauwerk Grosshof bildet die eigentliche Tunnelentwässerung. Der südlichste Abschnitt Portalbauwerk umfasst den sehr kurzen Abschnitt vom südlichen Widerlager der Brücke bis zum Trasseehochpunkt beim Südportal und entwässert in die öffentliche Kanalisation der Vorzone Süd.

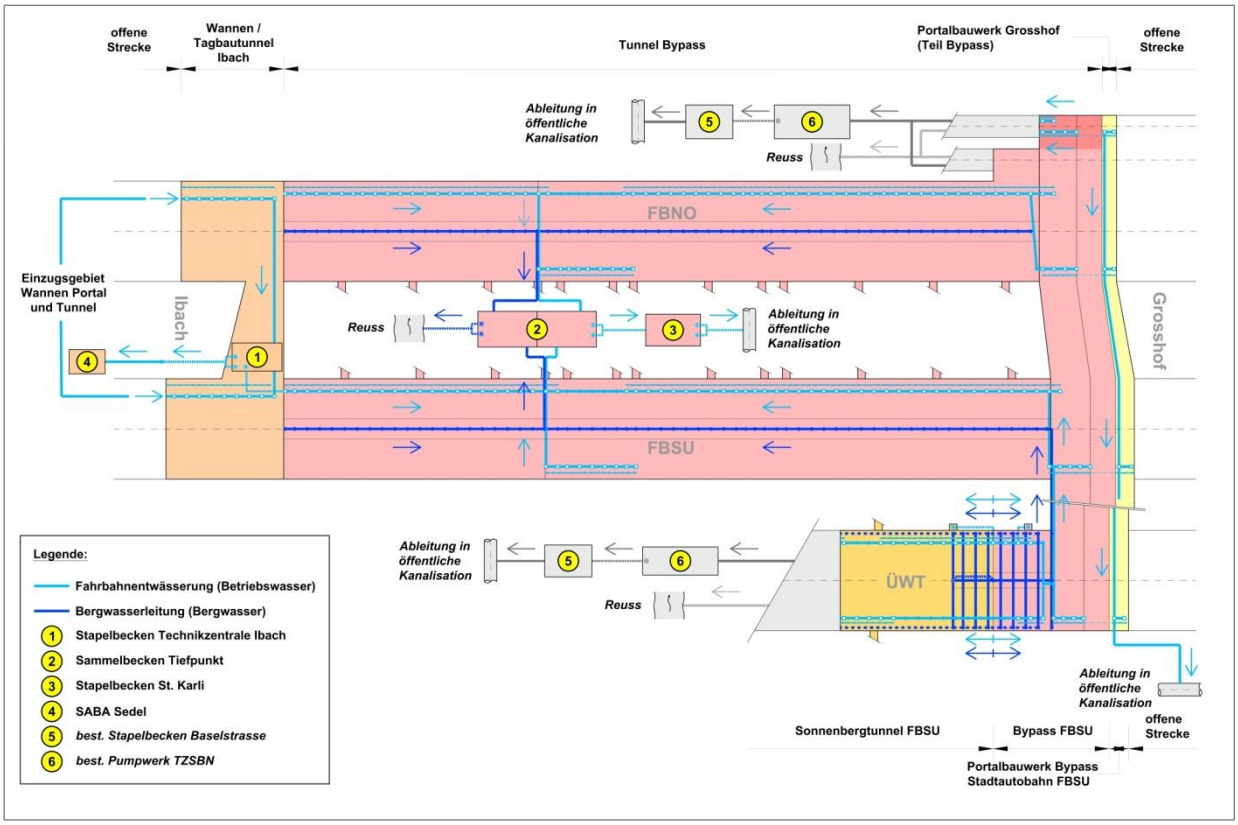


Abbildung 106: Entwässerungsabschnitte Tunnel Bypass und Stadtautobahn (Überwerfung und Brücke Portalbauwerk Grosshof)

Grundsätzlich verfügt der Tunnel über eine Regenschirmabdichtung (Ableitkonzept). Entsprechend fällt neben dem Betriebswasser aus dem Fahrraum auch Bergwasser an. Nur im Bereich der Unterquerungen des Friedentals und des Reusstals wird eine druckhaltende Vollabdichtung (Verdrängungskonzept) eingebaut. Der Systemwechsel ist wirtschaftlich, weil die Abschnitte, welche zwingend eine druckhaltende Vollabdichtung erfordern, im Vergleich zur gesamten Tunnellänge nur sehr kurz sind (< 10 % der totalen Tunnellänge).

Der neue Tunnel Bypass wird im Trennsystem entwässert, d.h. das saubere Bergwasser und das verschmutzte Betriebswasser werden separat gefasst und in vollständig getrennten Systemen geführt.

Das Betriebswasser soll möglichst schnell aus dem Fahrraum abfliessen und in ein geschlossenes System überführt werden. Die Fahrraumentwässerung erfolgt mittels Quergefälle in die Schlitzrinne am jeweils tiefer liegenden Fahrbahnrand und weiter über alle 50 m angeordnete Siphonschächte in die parallel verlaufende Sammelleitung unterhalb des Banketts. Bei Quergefällwechseln, welche im Tunnel nach beiden Seiten auftreten, wechselt die Schlitzrinne nach einem Überlappungsbereich mit beidseitiger Anordnung die Seite. Entsprechend ist auch beidseitig eine Sammelleitung vorhanden, im jeweils höher liegenden Bankett ist sie nur als Transitleitung ausgebildet.

Das Bergwasser wird je nach Abdichtungskonzept und Profilform entweder am Gewölbefuss oder am Tiefpunkt des Profils gefasst und fliesst über Querableitungen oder Bodenabläufe in die Bergwasserlängsleitung.

Die vertikale Linienführung des neuen Tunnel Bypass weist einen Tiefpunkt auf. Entsprechend fliesst das Wasser nicht im Freispiegel aus dem Tunnel, sondern muss gefasst und mittels Pumpen hinaus gefördert werden. Berg- und Betriebswassersystem verlaufen grundsätzlich parallel. Das Wasser gelangt von Norden und Süden zum Tiefpunkt und fliesst ins dortige unterirdische Stapelbecken (getrennte Kammern für Berg- und Betriebswasser). Von dort wird es mit redundanten Pumpen auf dem kürzesten Weg via Schacht St. Karli an die Oberfläche gepumpt. Das unverschmutzte Bergwasser wird dort direkt dem Vorfluter (Reuss) zugeführt.

Für das Betriebswasser steht an der Oberfläche ein weiteres Stapelbecken mit Anschluss an die öffentliche Kanalisation (Schmutzwasserkanal der Real Luzern) zur Verfügung. Havarieflüssigkeiten können zurückgehalten und mit Tanklastwagen entsorgt werden.

Massgebend für die Dimensionierung des Betriebswassersystems ist der Tunnelreinigungsfall (340 m^3). Für diesen planbaren Fall werden beide Stapelbecken benötigt (Betriebswasserkammern des Stapelbeckens am Tiefpunkt mit 2 x 90 m^3, St. Karli mit 150 m^3), während für den Havariefall (150 m^3) nur das unterirdische Stapelbecken ausreicht. Der erwartete Bergwasseranfall ist sehr gering und die Dimensionierung der Bergwasserkammern des Stapelbeckens am Tiefpunkt erfolgt gemäss den Anforderungen für den Unterhalt (2 x 25 m^3).

7.3.6. Fluchtwegkonzept Tunnel Bypass

Um das übergeordnete Projektziel der Systemredundanz von Tunnel Bypass und Stadtautobahn zu erfüllen, dürfen als Fluchtwege aus dem Tunnel Bypass im Ereignisfall nur Elemente des gleichen Systems genutzt werden. Auf Verbindungen zur Stadtautobahn muss auch dann verzichtet werden, wenn dadurch kürzere Wege an die Oberfläche möglich wären.

Die Fluchtwege aus dem Tunnel Bypass führen über die regelmässig angeordneten Querverbindungen in die jeweils andere, nicht vom Ereignis betroffene Tunnelröhre. Von den vierzehn Querverbindungen des Tunnel Bypass sind zehn begehbar (Fluchtweg für Personen) und vier befahrbar (Fluchtweg für Personen und Zufahrt für Ereignisdienste) ausgebildet. Der maximale Abstand zwischen zwei Fluchttüren beträgt 300 m, jener zwischen den befahrbaren Querverbindungen 900 m.

Das Fluchtwegkonzept für die Stadtautobahn ist im Kapitel 8.3.4. beschrieben.

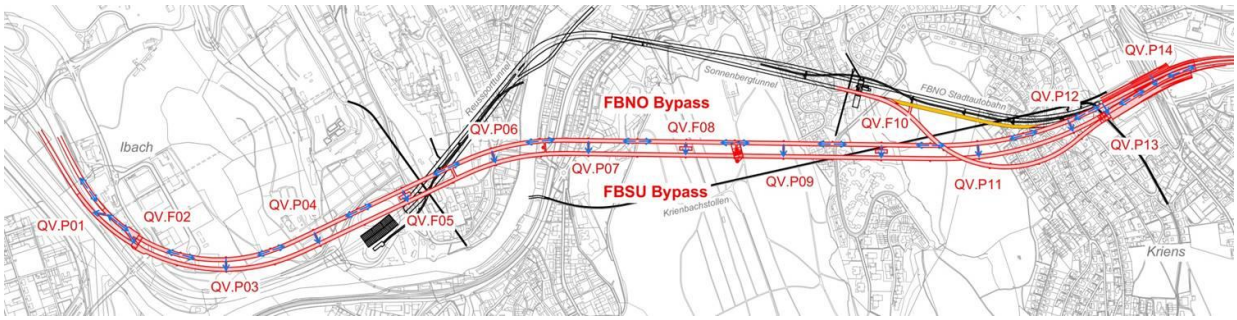


Abbildung 107: Situation Fluchtwegkonzept (Ereignis in Röhre FBNO)

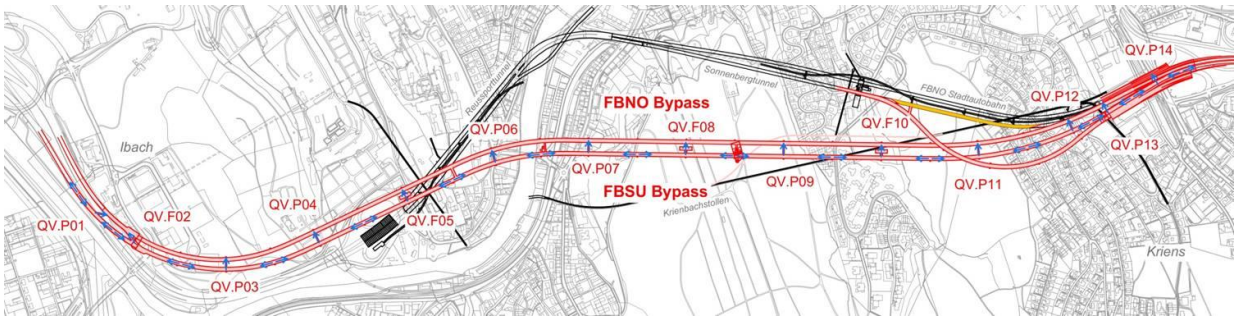


Abbildung 108: Situation Fluchtwegkonzept (Ereignis in Röhre FBSU)

7.3.7. Zwischenangriff St. Karli

Die Unterquerung des Reusstals ist die tunnelbautechnisch schwierigste Strecke des neuen Tunnel Bypass. Die geotechnisch anspruchsvolle Strecke umfasst gemäss geologischer Prognose ca. 65 m in der Nordröhre und ca. 35 m in der Südröhre. Die auf Tunnelniveau anstehende wasserführende Lockergesteinsfüllung in einem teilweise verwitterten Felsbett macht Bauhilfsmassnahmen zwingend erforderlich. Die Ausführung dieser Massnahmen aus dem Vortrieb heraus ist ein bautechnisches Risiko und würde die Gesamtbauzeit erheblich verlängern, weil der Tunnelvortrieb auf dem kritischen Weg des Bauprogramms liegt. Darum ist geplant, die Strecke mithilfe eines Zwischenangriffs vorgängig zu verbessern, um sie später im regulären Leistungsvortrieb durchfahren zu können.

Um sowohl zweckmässig als auch wirtschaftlich zu sein, muss der Zwischenangriff im Reusstal unweit der Tunnelröhren liegen, das Tunnelniveau auf dem kürzesten Weg erreichen und selber möglichst vollständig im intakten Fels liegen. Am besten werden diese Anforderungen durch einen Vertikalschacht (Innendurchmesser 8 m) am Reussufer südlich der St. Karlibrücke erfüllt. Der Schacht liegt in der Mitte zwischen den beiden Röhren und die zu verbessernde Strecke beginnt unmittelbar südlich davon. Aus dem Schacht führen zwei Querverbindungsstollen nach Osten und Westen in eine kleine, baulogistische Startkaverne (entspricht der leicht vergrösserten Kalotte des Tunnelquerschnitts).

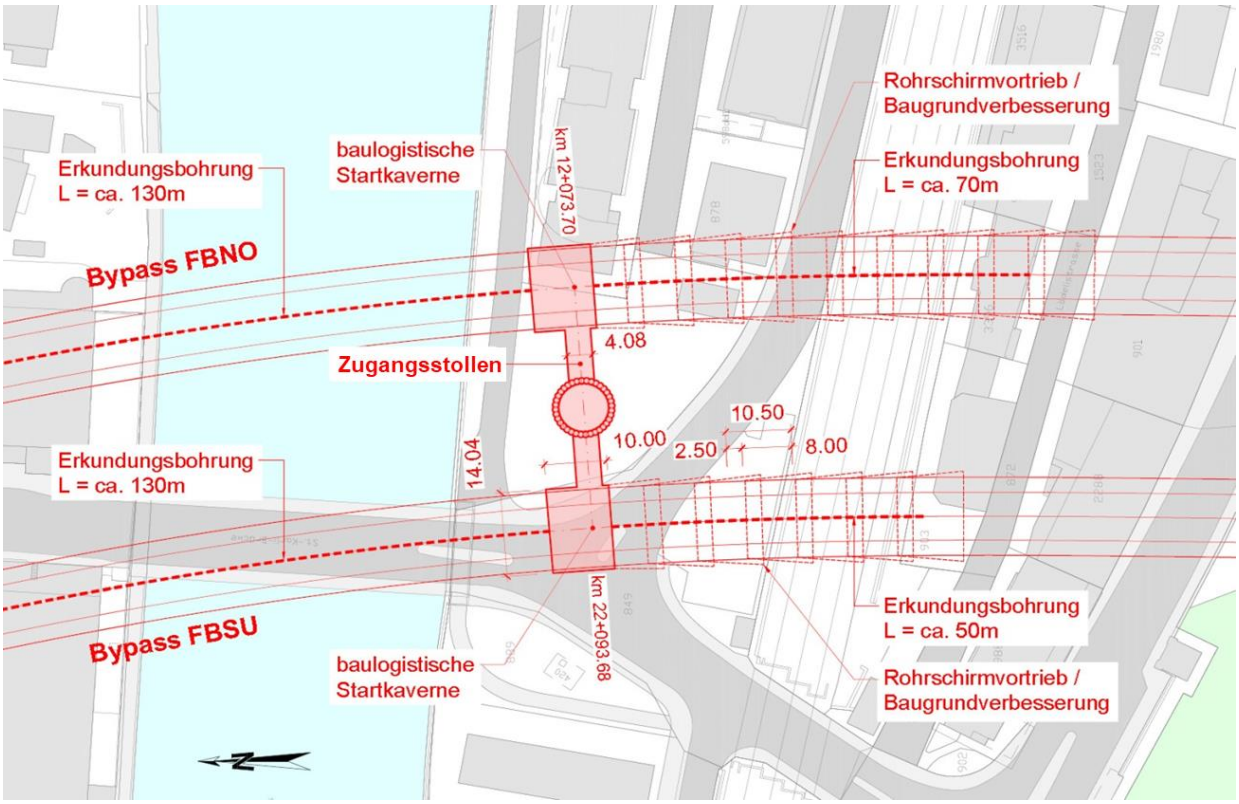


Abbildung 109: Situation Zwischenangriff St. Karli

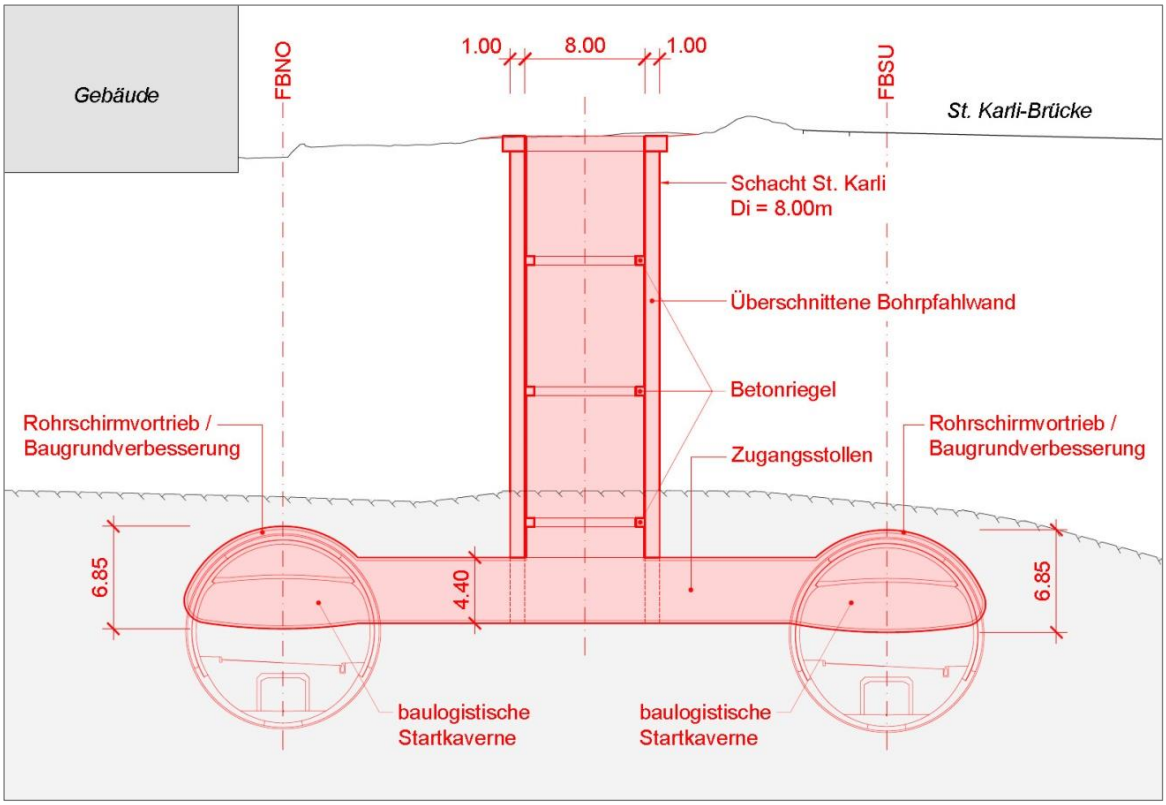


Abbildung 110: Schnitt Zwischengriff St. Karli (Bauzustand)

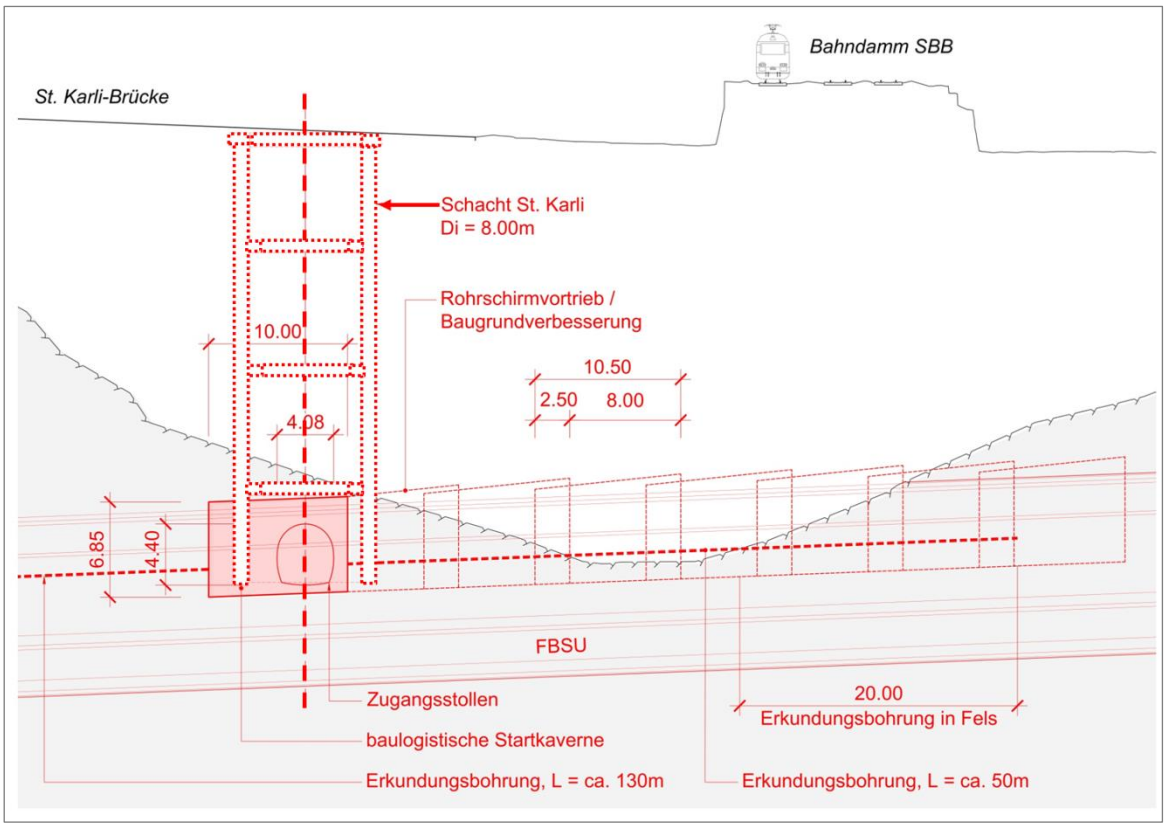


Abbildung 111: Längsschnitt Zwischengriff St. Karli (Bauzustand)

Aus den Startkavernen werden zunächst in beiden Röhren Erkundungsbohrungen sowohl nach Norden (ca. 130 m) als auch nach Süden (ca. 60 – 70 m) ausgeführt, um die geologische Prognose für die Ausführung der Bauhilfsmassnahmen und generell für den Hauptvortrieb zu verifizieren resp. zu verbessern. Danach wird die Kalotte der zu verbessernden Strecken in beiden Röhren im Schutz eines ausinjizierten Rohrschirms etappenweise aufgefahren. Die Ortsbrust wird ebenfalls mittels Injektionen behandelt, um den Grundwasserzutritt während dem Vortrieb auf ein Minimum zu begrenzen.

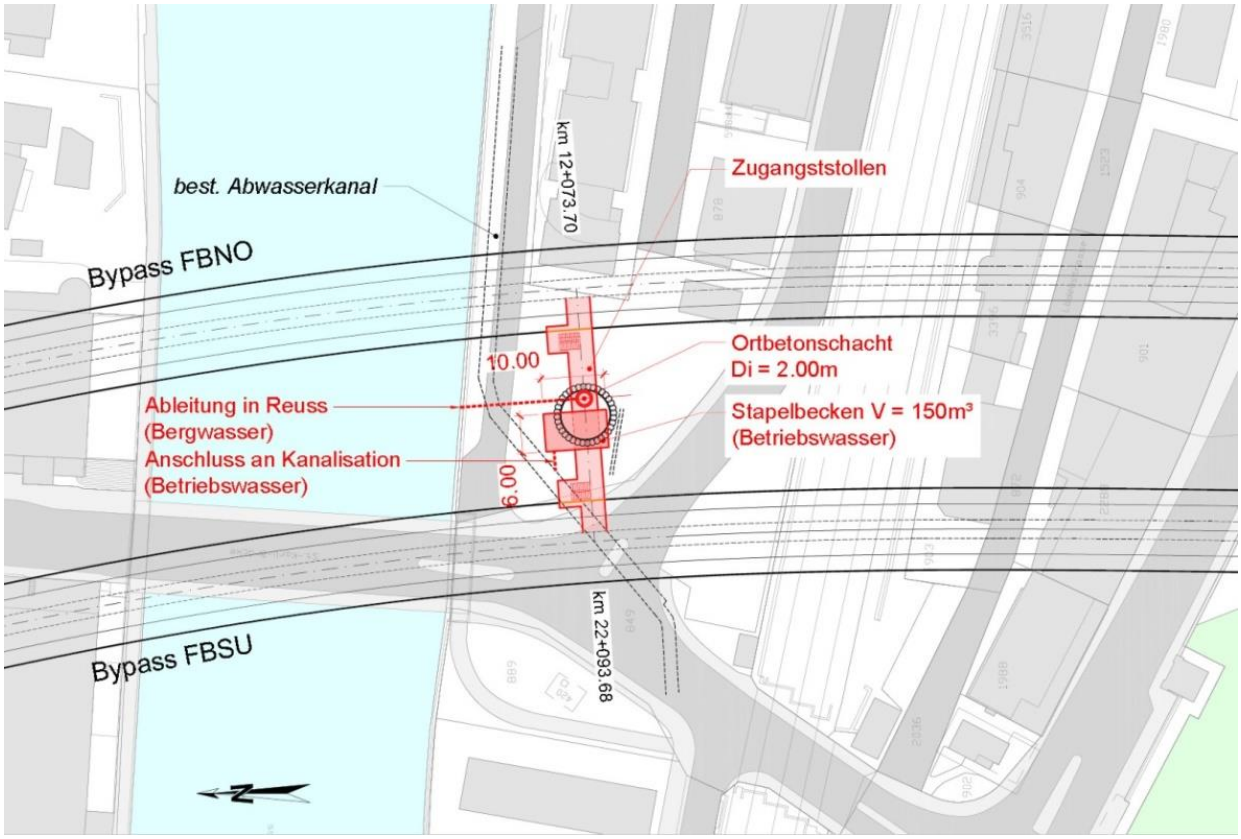


Abbildung 112: Situation Zwischengriff St. Karli (Endzustand)

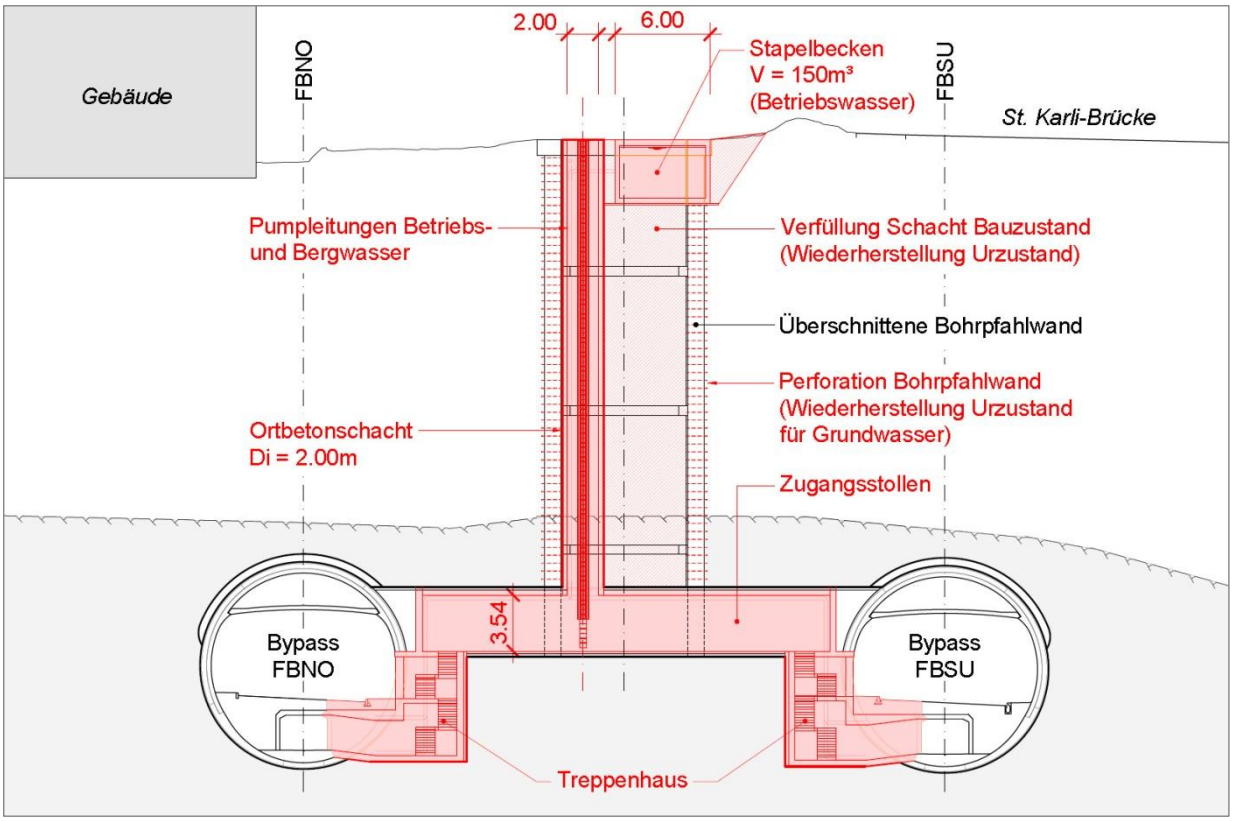


Abbildung 113: Schnitt Zwischengriff St. Karli (Endzustand)

Für den Endzustand wird der Schacht grösstenteils rückgebaut. Der verbleibende Teil wird permanent ausgebaut und umgerüstet, um im Endzustand die Pumpleitungen aus dem Stapelbecken am Tiefpunkt an diesem Ort an die Oberfläche führen zu können. Unmittelbar unter der Terrainoberfläche wird das Stapelbecken St. Karli mit einem Stapelvolumen von 150 m^3 und einem Anschluss an den bestehenden Schmutzwasserkanal der Real entlang dem Reussufer gebaut. Die Sohle des Stapelbeckens liegt oberhalb des Mittelwasserspiegels und ist im leeren Zustand schwer genug, um dem Auftrieb im Hochwasserfall ohne zusätzliche Massnahmen standzuhalten.

Während der Bauphase soll ein temporärer Spielplatz vor Ort oder an einer geeigneten Stelle im Quartier realisiert werden. Nach Abschluss der Bauarbeiten wird der Spielplatz wieder vollumfänglich hergestellt.

7.3.8. Lüftungszentrale Gütschwald

Die Lüftungszentrale befindet sich etwa 250 m südlich der Tunnelmitte an der Oberfläche im Gütschwald. Im eingeschossigen Bauwerk sind die Abluftventilatoren des Tunnel Bypass inkl. der weiteren zugehörigen technischen Anlagen untergebracht. Die Verbindung zum Tunnel Bypass besteht in einem rund 100 m langen, vertikalen Lüftungsschacht.

Abbildung 114: Situation der Lüftungszentrale Gütschwald

Im Brandfall werden die Rauchgase mithilfe der Ventilatoren durch die Brandklappen in der Zwischendecke der betroffenen Tunnelröhre aus dem Fahrraum abgesaugt, um dann durch den Abluftkanal, den Lüftungsschacht und die Zentrale dem Rauchauslassbauwerk an der Oberfläche zugeführt zu werden. Das gesamte Lüftungssystem inkl. Schacht und allen Einrichtungen in der Lüftungszentrale sind vollumfänglich röhrengetrennt ausgelegt: Die Abluftkanäle der beiden Röhren des Tunnel Bypass sind durch Abluftstollen auf dem Niveau des Abluftraums oberhalb der Zwischendecke mit dem Fussbereich des Abluftschachtes verbunden. Der Lüftungsschacht ist durch eine Mittelwand unterteilt, wobei je eine Hälfte mit dem Abluftsystem einer Tunnelröhre verbunden ist. Am oberen Ende wird der Schachtquerschnitt inkl. Trennwand durch das Zentralengebäude zu den Ventilatorenöffnungen weitergeführt. Durch die weiterhin räumlich getrennten Ventilatorenhallen und Schalldämpfer gelangt die Luft zur jeweiligen Hälfte des Abluftkamins und durch diesen ins Freie.

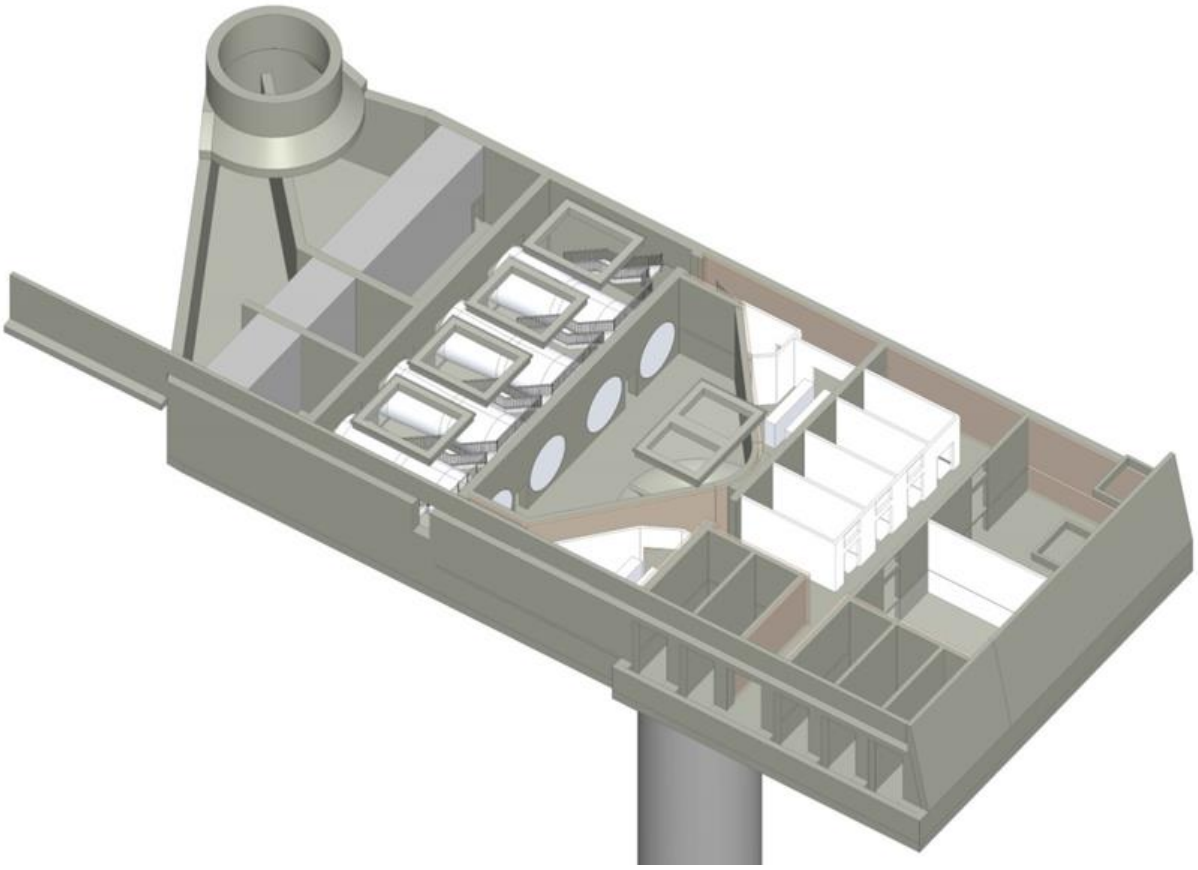


Abbildung 115: Lüftungszentrale Gütschwald

Das Zentralengebäude ragt an der südöstlichen Ecke maximal rund 6.50 m aus dem Gelände und wird sorgfältig in die Rippenlandschaft Sonnenberg eingebettet. Die Lage der Zentrale wurde in Zusammenarbeit mit Spezialisten Landschaft/Städtebau festgelegt. Erschlossen ist die Lüftungszentrale über eine Waldstrasse (Bern- und Kanonenstrasse) oder alternativ über die Untergütschstrasse und den Schwyzerhüsliweg.

Für den Bau der Lüftungszentrale und des Abluftschachts wird eine Baugrube erstellt. Die Zufahrt in die Baugrube erfolgt von Westen über eine Rampe.

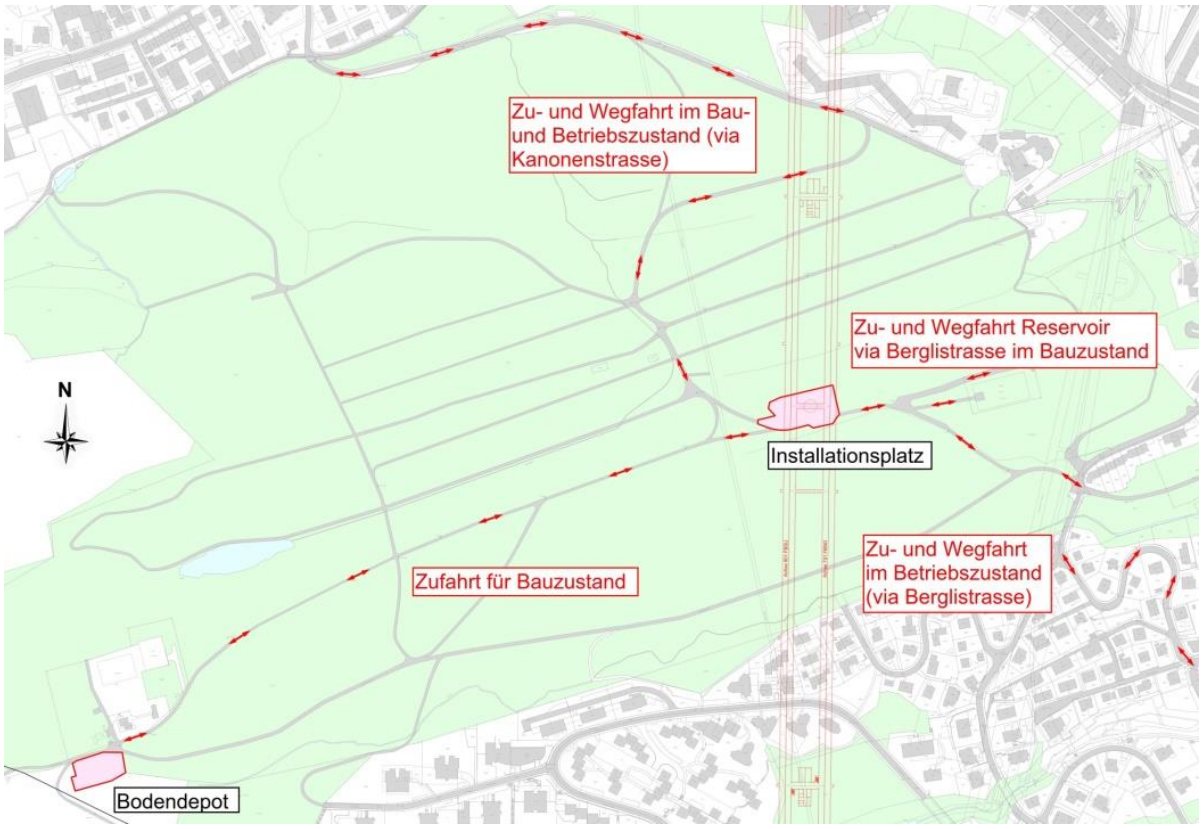


Abbildung 116: Erschliessung der Lüftungszentrale Gütschwald

7.3.9. Technikzentrale Grosshof

Die Technikzentrale Grosshof liegt im Tagbaubereich Süd zwischen dem bergmännischen Tunnel und der neuen Brücke Grosshof. Der südliche Bereich der eingeschossigen Technikzentrale liegt als Einbaute unterhalb der Grosshofbrücken und ist teilweise in deren nördliches Widerlager integriert. Der nördliche Zentralenteil erstreckt sich bis unter den Tagbautunnel Süd, welcher aufgrund seiner geringen Länge im vorliegenden Kontext mit zur Zentrale gezählt wird. Der etappierte Neubau ersetzt auch die bestehende Technikzentrale Sonnenberg Süd komplett.

Aufgrund der örtlichen Randbedingungen und des Bauablaufes besteht die Technikzentrale analog den Grosshofbrücken aus einem Teil West mit den Anlagen der Röhre Bypass FBSU und des neuen Überwerfungstunnels Sonnenberg FBSU und einem Teil Ost mit den Anlagen der Röhre Bypass FBNO und des bestehenden Tunnels Sonnenberg FBNO. Innerhalb des Gebäudes sind die Systeme Tunnel Bypass und Stadtautobahn technisch vollständig getrennt.

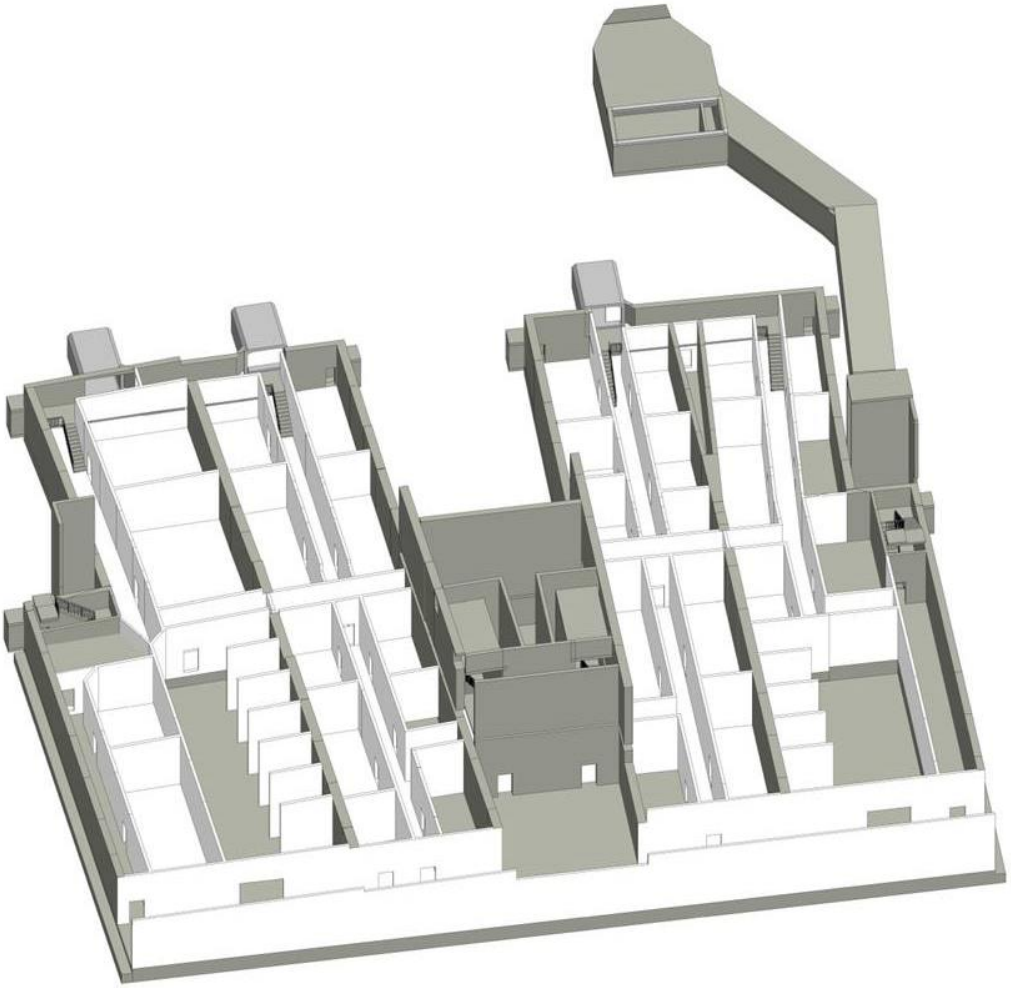


Abbildung 117: Technikzentrale Grosshof

Die Nutzfläche für die Technischen Einrichtungen beträgt total rund 2600 m^2. Enthalten sind auch Reserven für die Migrationsphase während des Rückbaus der bestehenden Technikzentrale Sonnenberg Süd. Zwischen den Zentralenhälften sind neben zwei Treppenhäusern zwei Steigzonen zum Tunnel Bypass vorgesehen. Die begehbare Querverbindung liegt zwischen den Röhren des Tunnel Bypass in der Fahrraumebene. Die Zufahrt zur Technikzentrale erfolgt über eine lastwagengängige Durchfahrt auf dem Niveau der Langsägestrasse.

7.3.10. Lärmschutzmassnahmen

Im Tunnel Bypass sind keine Lärmschutzmassnahmen erforderlich.

7.3.11. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Für den Tunnel Bypass werden unterirdische Technikzentralen, die Zentralen Ibach und Grosshof sowie die Lüftungszentrale Gütschwald neu erstellt. Zusätzlich werden in drei befahrbaren Querverbindungen unterirdische Technikzentralen für die Versorgung der Installationen im Tunnel realisiert. In regelmässigen Abständen sind Querverbindungen als Fluchtweg zwischen den beiden Röhren vorgesehen.

Energieversorgung

Der neue Tunnel Bypass Luzern wird mit zwei unabhängigen Einspeisungen aus dem 10 kV Mittelspannungsnetz des ewl an den beiden Technikzentralen Ibach und Grosshof versorgt. Die beiden Zentralen werden durch den Werkleitungsstollen mit einem Mittelspannungskabel als Rückfallebene versorgt. Die drei unterirdischen Technikzentralen sind ebenfalls durch dieses Verbindungskabel erschlossen. Die Mittelspannungsanlagen gelten als private Trafostationen mit Netztrennung beim Stationsschalter. Die Versorgung der Lüftungszentrale Gütschwald erfolgt über zwei unabhängige Einspeisungen der ewl aus dem 10 kV Mittelspannungsnetz.

Die Energieversorgung für die Erschliessung des Tunnels wird nach Röhren getrennt aufgebaut. Auf der Niederspannungsseite werden die Netze Lüftung und Allgemein/Beleuchtung getrennt aufgebaut. Für die Fahrraumlüftung stehen separate Transformatoren zur Verfügung. Die Transformatoren Allgemein/Beleuchtung und Lüftung sind so ausgelegt, dass bei Ausfall eines Transformators der korrespondierende der anderen Röhre die Leistung abdecken kann. Jede Technikzentrale ist mit einer USV ausgerüstet, welche die sicherheitsrelevanten Anlagenkomponenten versorgt. Die offene Strecke wird weitestgehend ab den Technikzentralen versorgt.

Beleuchtung

Die gesamte Beleuchtung wird mit LED-Technologie realisiert. Ebenso werden alle Leuchtmitteleinsätze in den verschiedenen Signalisierungskomponenten mit LED ausgeführt.

Die Durchfahrtsbeleuchtung wird links vom Mittelstreifen über der Überholspur an der Kabeltrasse montiert. Jede vierte Leuchte ist am Notnetz angeschlossen. An beiden Portalen wird eine Adaptationsbeleuchtung auf der gleichen Linie und dem gleichen Kabeltrassee montiert wie die Durchfahrtsbeleuchtung. Die Verteilung der Leuchten wird so gewählt, dass eine kontinuierliche Leuchtdichte auf der Fahrbahn und an den Tunnelwänden erreicht wird. Die Adaptationsbeleuchtung wird in konfigurierbaren Stufen aufgrund der Leuchtdichtemessung geschaltet, die Durchfahrtsbeleuchtung verfügt über mehrere Helligkeitsstufen je nach Betriebssituation.

Es wird auf der Fluchtwegseite eine Brandnotbeleuchtung, welche vom Notnetz versorgt wird, 50 cm über dem Bankett montiert.

Beidseitig auf dem Bankett im Tunnel, der Überdeckung Grosshof sowie auf den beiden Rampen am Portal Ibach wird eine optische Leiteinrichtung installiert, welche vom Notnetz versorgt ist.

Über den Fluchtwegtüren und in den Querverbindungen wird eine Fluchtwegbeleuchtung montiert. Die Fluchtwegbeleuchtung ist über das Notnetz versorgt und leuchtet permanent.

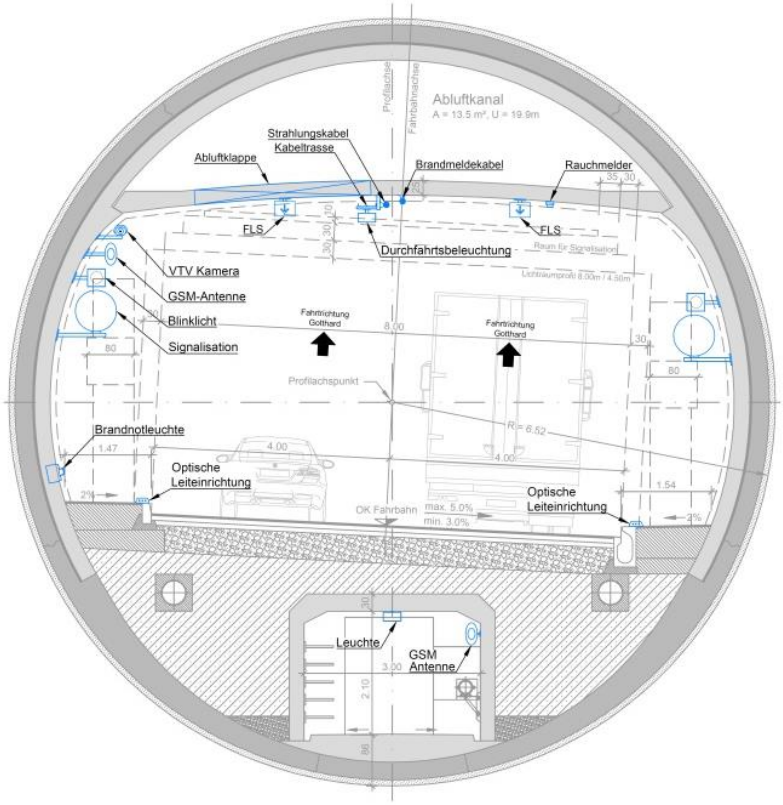


Abbildung 118: Normalprofil Tunnel Bypass mit BSA Einbauten

Lüftung

Der Tunnel Bypass wird mit einem Abluftsystem für den Ereignisfall ausgerüstet. Das Abluftsystem kann im Tunnelbereich mit Abluftkanal über jeweils drei offene Abluftklappen min. 242 m^3/s Abluft fördern. Die Auslegung geht von Richtungsverkehr mit grosser Stauhäufigkeit aus (RV2).

In der Zwischendecke, welche den Abluftkanal vom Fahrraum abtrennt, sind alle 100 m mit elektrischen Antrieben ausgerüstete Abluftklappen installiert. Bei einem Ereignis wird die Abluft resp. der Rauch über drei geöffnete Abluftklappen aus dem Fahrraum abgesaugt und weiter über den Abluftkanal bis zum Fusspunkt des Vertikalschachts gefördert. Über diesen Vertikalschacht gelangt die Abluft in die Lüftungszentrale Gütschwald. Dort sind pro Tunnelröhre je zwei Abluftventilatoren installiert, welche die Abluft über die Rauchauslassöffnung ausstossen. Jeder Abluftventilator hat einen Laufraddurchmesser von 2800 mm und verfügt über einen Motor mit 1'100 kW Nennleistung.

Die Längsströmung wird mittels Strahlventilatoren sichergestellt. Im Normalbetrieb kann belastete Tunnelluft mittels der Längslüftung ausgestossen werden. Im Ereignisbetrieb stellt die Längslüftung die kontrollierte Längsströmung zur Absaugstelle sicher resp. sorgt bei portalnahen Ereignissen für das Ausblasen der Rauchgase zum Portal. Strahlventilatoren sind beim Nordportal um die Technikzentrale Ibach (SV 1250 mm Laufraddurchmesser, total neun Stück), in der Tunnelmitte nahe dem Vertikalschacht (SV 1250 mm Laufraddurchmesser, total sechs Stück) und im Bereich der Grosshofbrücke am Südportal (SV 630 mm Laufraddurchmesser, total 24 Stück) angeordnet. Die Strahlventilatoren nahe dem Ereignisort bleiben ausgeschaltet. Eine Rauchverwirbelung und die Zerstörung einer Rauchschichtung werden dadurch vermieden.

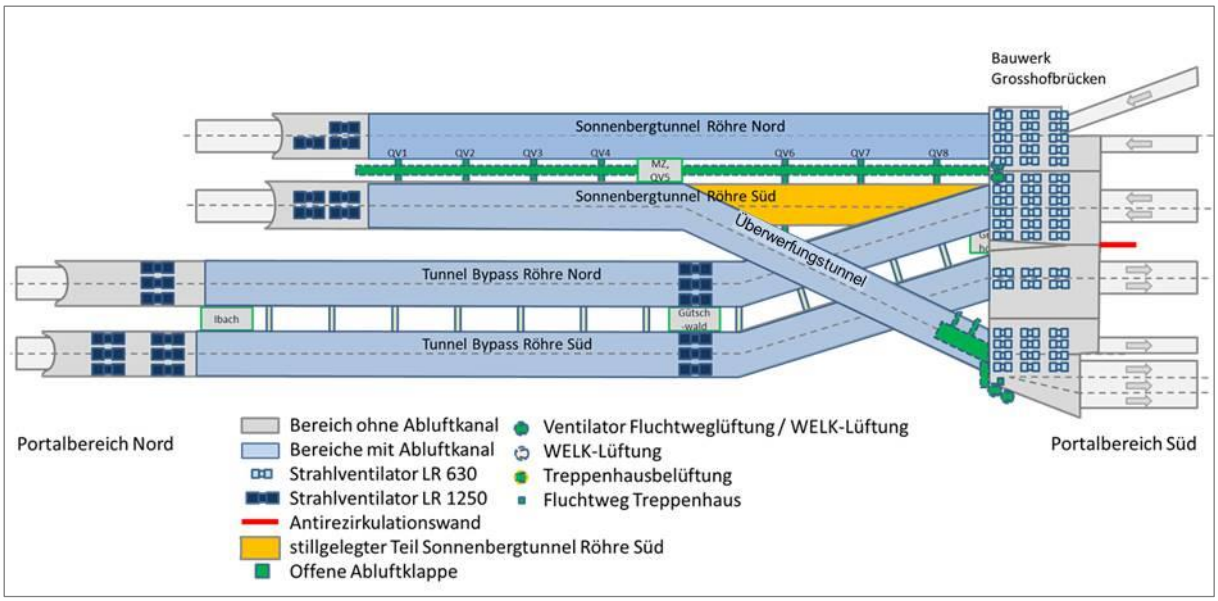


Abbildung 119: Lüftungskonzept Tunnel Bypass

Im Fahrraum werden Luftstrommessgeräte und Sichttrübemessgeräte installiert.
Bei einem Ereignis wird der Rauchübertrag an den Portalen und bei den Querverbindungen durch den Betrieb der Längslüftung der Fluchtröhre minimiert. Eine Belüftung der Fluchtwege erfolgt ausschliesslich über die Längslüftung der nicht betroffenen Tunnelröhre.

Signalisation

Die Signalisation im Gesamtsystem Bypass Luzern zwischen dem Anschluss Buchrain (N14) und Anschluss Rothenburg (N02) über die Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Hergiswil wird neu erstellt respektive ersetzt. Im gesamten Bereich sind Umleitungen über Wechselwegweisung und Verkehrsinformationen mittels Wechseltextanzeigen geplant. Der Ausrüstungsgrad ist hoch und es wird zusätzlich eine Fahrstreifenbewirtschaftung mit FLS realisiert.

Überwachungsanlagen

(Brandmeldeanlage Tunnel, Verkehrsfernsehen, Divers)

Die Tunnelröhren werden mit einem Linearmelder und Rauchmeldern ausgerüstet. Für jede Röhre wird eine Anlagensteuerung eingesetzt. Das bestehende übergeordnete regionale Videomanagementsystem VMS wird erneuert. Die bestehenden Videoanlage werden neu eingebunden. Die Tunnelröhren werden mit Videokameras ausgerüstet und in das lokale Bildspeicher- und Bildauswerte-System sowie in das übergeordnete Video-Management-System eingebunden.

Kommunikations- und Leittechnik

(Kommunikationssystem, Leitsystem, Funk- und Einsprechanlage, Notruftelefon, VM-CH Ausrüstung)

Es ist geplant, die Kommunikation und die Leittechnik der Strecke GE X im Rahmen des Projekts Tunnel Bypass zu erneuern. Die Einbindung der BSA-Anlagen im Perimeter erfolgt über die Leittechnik Abschnitte. Weiter wird die übergeordnete Funk- und Einsprechanlage im Rahmen des Projekts Tunnel Bypass erneuert.

Kabelanlage

(Erdungsanlage, Lichtwellenleiter, Universelle Gebäudeverkabelung, NT-Kabel, Rohranlagen)

Der Bau von neuen zusätzlichen Rohranlagen ist nicht notwendig. Die Erschliessung der BSA erfolgt über den neu erstellten Werkleitungskanal (WELK). Die Erdungsanlage wird Norm- und richtlinienkonform ergänzt und durch Erdungsmassnahmen geprüft und ergänzt. Die Strecken-, Abschnitt- und Feldebene werden mit LWL-Kabeln versorgt.

Nebeneinrichtungen

(Hausinstallationen, HKL)

Nebeneinrichtungen werden im Rahmen der Realisierung des Tunnel Bypass entweder neu erstellt, oder die bestehenden werden ersetzt.

Brandmeldeanlage

Die beiden Technikzentralen Ibach und Grosshof sowie die Technikzentralen QV05, QV08 und QV10 werden mit einer Brandmeldeanlage ausgerüstet.

Krananlagen

Die Technikzentrale Ibach wird mit einem Kran für eine Last von 5 t ausgerüstet. Die Abluftventilatoren der Lüftungszentrale Gütschwald werden mit einem Mobilkran eingebracht.

Pumpwerk

Die Pumpwerke Ibach in der Tunnelvorzone Ibach, St. Karli am tiefsten Punkt des Bypass und im Grosshof dienen als Auffangbecken für Oberflächenwasser und als Auffangbecken im Havariefall. Diese sind mit automatisierten Schiebern und mit druckgeregelten Pumpen ausgerüstet. Die Auffangbecken verfügen über Anschlussstutzen.

SABA

Die SABA Sedel und Grosshof werden nach den Prozessvorgaben mit Sensorik, Schiebern zur Abtrennung im Havariefall und Pumpenanlage zur Förderung aus den Rückhaltebecken ausgerüstet. Die Prozesssteuerung läuft vollautomatisch. Die Steuerung ist autonom ausgeführt und in einem Steuerkasten bei der SABA untergebracht. Die Anlagen sind auf die Anlagesteuerung *Divers* aufgeschaltet und auch visualisiert.

7.3.12. Werkleitungen inkl. Umlegung Krienbachstollen

Im Bereich St. Karli sind Werkleitungen vorhanden, welche nicht direkt betroffen sind resp. nicht in unmittelbarer Umgebung der Baustelle liegen. Um Schäden auszuschliessen, wird deren genaue Lage im Zuge der Bauarbeiten sondiert und bei Bedarf geschützt. Das neue Stapelbecken St. Karli wird an den Schmutzwasserkanal der real Luzern angeschlossen. Konflikte gibt es keine und seitens der Werke sind keine Ausbauten in diesem Bereich geplant. Es sind weder Verlegungen noch Provisorien erforderlich.

Im Bereich Gütschwald sind drei Wasserleitungen und eine Leitung der Swisscom vorhanden, welche im Waldweg entlang der neuen Lüftungszentrale Gütschwald des Tunnel Bypass verlaufen. Die Wasserleitungen müssen umgelegt werden. Die Planung der Erschliessung der Elektro- und Wasserversorgung der Zentrale erfolgt im Rahmen eines Drittprojektes durch die ewl.

Die einzige grössere Umlegung im bergmännischen Tunnelbereich betrifft den bestehenden Hochwasserentlastungsstollen des Krienbachs im Sonnenberg. Die Linienführung des neuen Tunnel Bypass wird durch eine Vielzahl von Zwangspunkten und Vorgaben bestimmt, u.a. sind die maximal zulässigen Längsneigungen für Nationalstrassen limitiert. Aus dieser Einschränkung resultiert ein Konflikt mit dem bestehenden Krienbachstollen, welcher in der Folge vor Ankunft des Tunnelvortriebs verlegt werden muss. Der Stollen wird auf einem längeren Teilabschnitt gemäss den hydraulischen Anforderungen des bestehenden Systems neu erstellt und an dieses angeschlossen. Kleinräumigere Varianten wurden untersucht, aber aus Gründen der Funktionalität, der technischen Umsetzbarkeit sowie der Unterhaltsfreundlichkeit verworfen. Für die gefundene Lösung wurde neben der Hydraulik zusätzlich die Auswirkung auf das Drittprojekt Hochwasserschutz Gütschgebiet der Stadt Luzern geprüft. Falls dieses realisiert wird, muss die Lage des geplanten Anschlussbauwerks Gütschbachstollen – Krienbachstollen an den neuen Verlauf des Letzteren angepasst werden. Dies ist unter Beibehaltung der geplanten Funktionalität möglich.

7.4. Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk

7.4.1. Ausgangslage

Die Machbarkeitsstudien zu Brücken und Lärmschutzkonstruktionen im Raum Grosshof, welche im Rahmen des Generellen Projektes 2016 erarbeitet wurden, belegten zwar die Machbarkeit, brachten jedoch keine umfassend befriedigende Lösung hervor. Aufgrund der Vernehmlassung bei den betroffenen Kantonen und Gemeinden hat das ASTRA entschieden, das bestehende Portal Tunnel Sonnenberg/Bypass sowie die Grosshofbrücken komplett zu ersetzen und ein neues, den Anforderungen aus den Anzahl Fahrstreifen, dem Betrieb, Lärm und städtebaulicher Gestaltung entsprechende Bauwerk zu realisieren, sodass die Stadt Kriens ein neues Eingangstor erhält. Die maximal mögliche Länge der Überdeckung wurde in einer Machbarkeitsstudie ermittelt und als Basis für den Projektwettbewerb definiert. Weitergehende Überdeckungen wie von der Stadt Kriens gefordert, erfüllen weder die städtebaulichen noch die lärmrechtlichen Anforderungen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Tragbarkeit. Das im vorliegenden Ausführungsprojekt dargestellte Bauwerk ist das weiterbearbeitete Siegerprojekt aus dem Projektwettbewerb.

Die beiden Grosshofbrücken beginnen beim südlichen Ende der beiden Tunnel Bypass Röhren FBSU und FBNO sowie der bestehenden südlichen Tunnelröhre der Stadtautobahn und des projektierten Überwerfungstunnels Sonnenberg. Die Grosshofbrücken überqueren die Langsägestrasse und enden beim Widerlager Süd nach der Überquerung der Luzernerstrasse. Gegen Süden folgt das Portalbauwerk Kriens, welches die Ein- und Ausfahrtsituationen für die Nationalstrasse beinhaltet. Anschliessend folgt das offene Trassee in Richtung Tunnel Schlund.

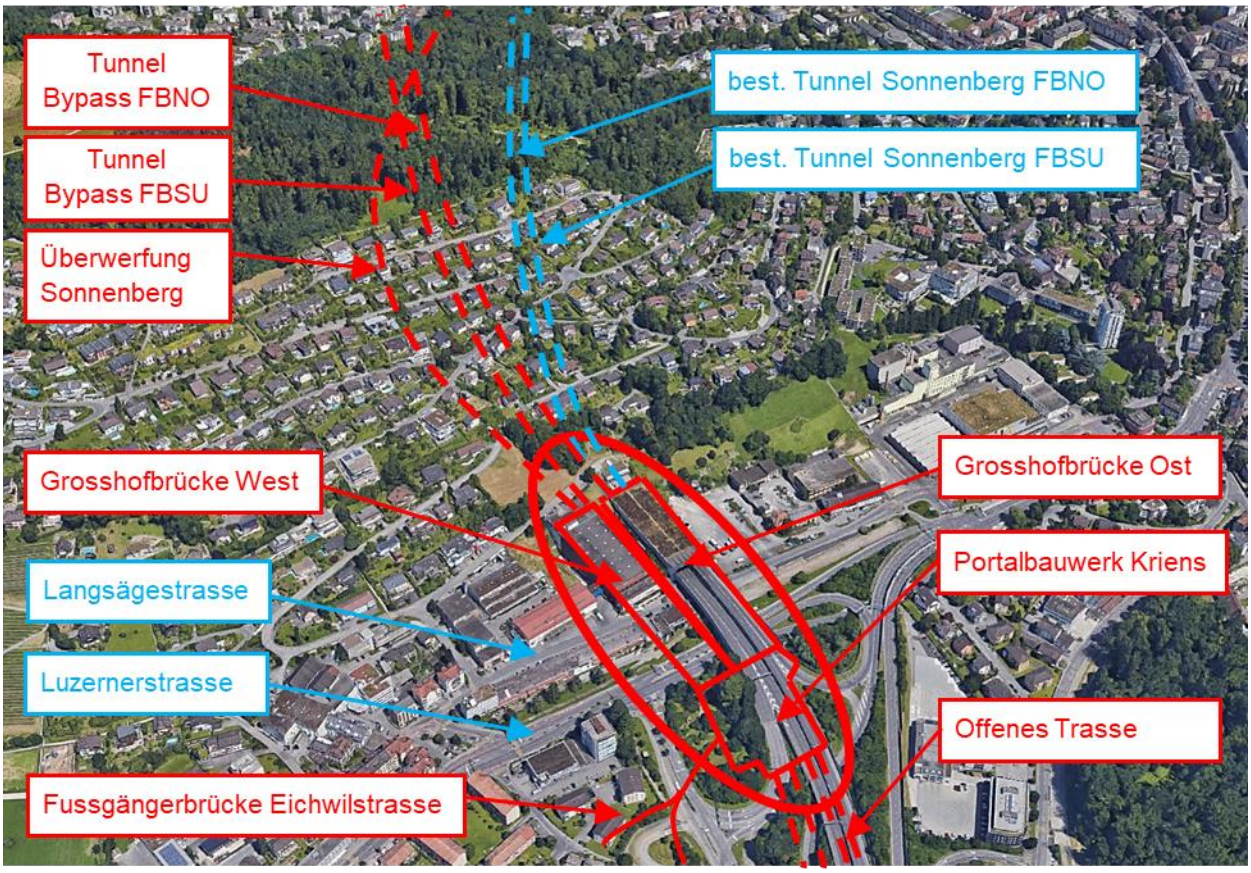


Abbildung 120: Objektbezeichnungen Bereich Grosshofbrücken

7.4.2. Wichtige Randbedingungen

Für die Wahl der Brückentypologie und der Querschnittsgeometrie der neuen Brücken wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Die Luzernerstrasse bleibt während der Ausführung in Betrieb. Die Spuren dürfen aber umgelegt werden.
- Die minimale Durchfahrtshöhe unterhalb der Brücke im Bereich der Luzernerstrasse muss im Bereich der Busspur mindestens 5.0 m und im Bereich des normalen Verkehrs 4.8 m betragen.
- Die Langsägestrasse als Gemeindestrasse mit Gehweg bleibt bestehen. Sie wird jedoch abgesenkt. Die minimale Lichtraumhöhe beträgt 4.6 m.
- Die übergeordnete Bauphasenplanung des Tunnelsystems Bypass war als Rahmenbedingung einzuhalten. Damit sind auf der Nationalstrasse stets zwei Fahrstreifen pro Richtung und die Ein- und Ausfahrten zu gewährleisten. Unter der Brücke sind keine Spureinschränkungen zugelassen. Die Fahrstreifen dürfen aber umgelegt werden.
- Unterhaltsarbeiten, Teilsperrungen oder Instandsetzungen sollen in Zukunft unter Aufrechterhaltung der Verkehrsströme möglich sein, sowohl aus dem Stadttunnel als auch aus dem Tunnel Bypass heraus. Allfällige Verschwenkungen müssen im Bereich der südlichen Lärmschutzkonstruktionen erfolgen. Im Bereich der Brücken sollten immer 75 % der Fahrstreifen mit reduzierten Breiten in Betrieb bleiben.

7.4.3. Objektbeschrieb neue Grosshofbrücken und Portalbauwerk

Es werden nebeneinander zwei unabhängige Brücken gebaut. Anstelle einer konventionellen Brücke mit unten liegendem Tragwerk und Einhausung wird ein integraler Ansatz gewählt, wobei das Brückentragwerk gleichzeitig als Hülle dient. Die Anzahl der notwendigen Stützen kann somit gegenüber der heutigen Situation reduziert werden.

Auf dem Nationalstrassenniveau bilden drei Wandscheiben pro Brücke die vertikalen seitlichen Begrenzungen der beiden Raumhüllen. Die jeweils ganz aussen liegenden Wandscheiben ähneln einem Fachwerkträger. Die Streben sind schief angeordnet und jede zweite Öffnung ist als Betonwandscheibe ausgebildet. Bei den offenen Bereichen ist eine Verglasung vorgesehen, die den Strassenraum akustisch schliesst. Die Stützen sind V-förmig und setzen die Diagonalneigung der Aussenwände fort.

Zwischen den Ober- und Untergurten der Scheiben sind in 2.7 m Abstand jeweils Querrippen gespannt, die Fahrbahn und Decke tragen. Die Untergurte bei den aussen liegenden Scheiben werden auf der Innenseite als Leitmauer ausgebildet.

Dank der grossen Spannweiten, die Wandscheiben dieser Höhe bewältigen können, kann die Gesamtlänge in wenige Felder unterteilt werden. Es bleiben noch zwei Pfeilerachsen im Bereich der bestehenden Brücke. Sie zeigen ein charakteristisches Erscheinungsbild, das den Ort positiv bestimmt und ihm ein unverwechselbares Gepräge verleiht und somit auch die städtebauliche Aufgabe erfüllt.

Im Anschluss an das Brückenbauwerk folgt im Süden das Portalbauwerk Kriens. Das Bauwerk ist als offener Rahmen konzipiert. Es weist eine Breite von bis zu 70 m und eine Länge von rund 80 m auf. Für die 5-feldrige Rahmenkonstruktion sind massive Deckenplatten ohne Vouten vorgesehen.

Das Bauwerk ist seitlich angeschüttet, sodass ein zusammenhängender Landschaftsraum entsteht. Aufgrund der heiklen Geologie sind umfangreiche Vorbelastungen notwendig. Der definitive Hügel wird mit Leichtmaterialschüttungen erstellt.

Im Anschluss ans Portalbauwerk folgt eine Antirezirkulationswand (siehe Anhang 3) zwischen der Fahrbahn Nord (FBNO) und der Fahrbahn Süd (FBSU). Ihre Länge beträgt 30 m. Die Wand verhindert, dass im Brandfall Rauch von einer Tunnelröhre in die andere gelangt.

Einbettung in die Umgebung

Das neue Brückenbauwerk umfasst mit den neun Fahrstreifen eine Ausdehnung, die einer sorgfältigen Einbettung in die bestehende Siedlungslandschaft bedarf. Die neue Brücke entwickelt sich wie ein Gebäude aus dem Sonnenberghang heraus, überspannt die Luzernerstrasse und wird auf der gegenüberliegenden Seite durch den neu gestalteten Salesiahügel eingebunden und in die südlich folgende Tallandschaft weitergeführt. So entsteht eine Torsituation zwischen Sonnenberg und dem erweiterten Salesiahügel.

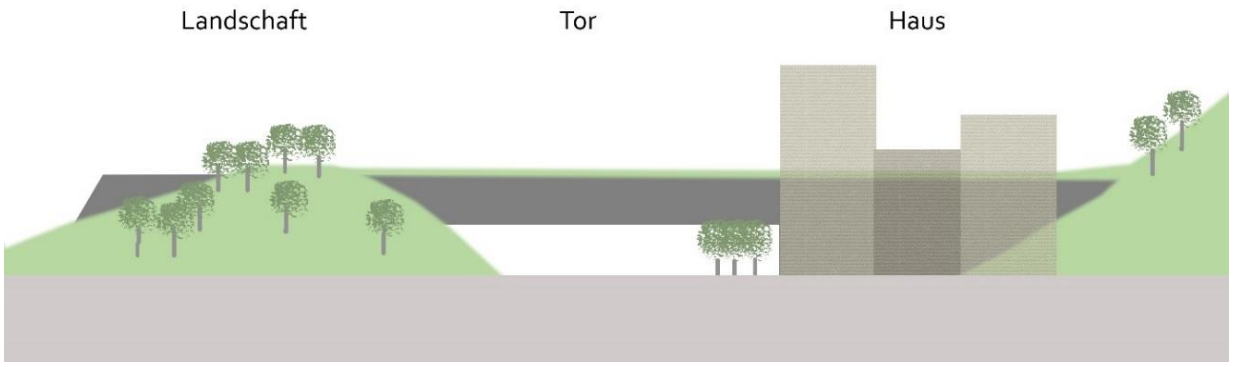


Abbildung 121: Pictogramm

Die Flächen neben und unter der Brücke werden neu gestaltet. Die Vision Entwicklungskonzept Luzern Süd mit dem Promenadencharakter wird in die Flächen neben der Brücke einbezogen und findet Berücksichtigung in der Gestaltung. Zwischen der Brücke und den neuen Bauten auf dem Eichhof- bzw. Herzog-Elmiger-Areal sind je zwei Baumreihen aus Gleditschien bewusst platziert, welche den Promenadencharakter aufnehmen und fortführen. Eine städtische Atmosphäre mit Aufenthaltsbereichen unter Bäumen schafft eine hohe Aufenthaltsqualität.

Gestaltung Parklandschaft auf der Brücke

Auf dem Dach des Brückenbauwerkes entsteht eine grosszügige Parklandschaft. Der Landschaftspark auf dem Dach verbindet mit einem sanft mäandrierenden Wegsystem die Sonnenbergseite mit dem südlich folgenden Autobahnpark, der gemäss übergeordnetem Konzept ein Freiraumrückgrat bis nach Horw bilden soll. Die Ausgestaltung des Parks bleibt einfach und zurückhaltend.

Abbildung 122: Referenzbild Parklandschaft auf dem Dach

Das Wegesystem gliedert sich in Haupt- und Nebenwege. Der Hauptweg ist als kombinierter Fuss- und Radweg definiert und gliedert sich in das überörtliche Radwegkonzept ein.

Die Vegetation besteht aus artenreichen Wiesen, Wildsträuchern und Bäumen. Es wurden Bereiche definiert in der u.a. Strukturelemente speziell für Wildbienen in Form von Futterhügeln und Nisthügeln gebaut werden. Es entsteht eine ökologisch wertvolle, offene und extensive Landschaft. Die Aufbauten für Vegetationen wurden so definiert, dass es möglich wird, in vielen Bereichen Gehölze zu pflanzen. Die Ausstattung beschränkt sich auf einfache Sitzmöglichkeiten.

Abbildung 123: Parklandschaft

Die Brücke wird damit in die bestehende Hügellandschaft um den Autobahnanschluss eingebettet und die gehölzreich bepflanzten Portale bilden den Abschluss.

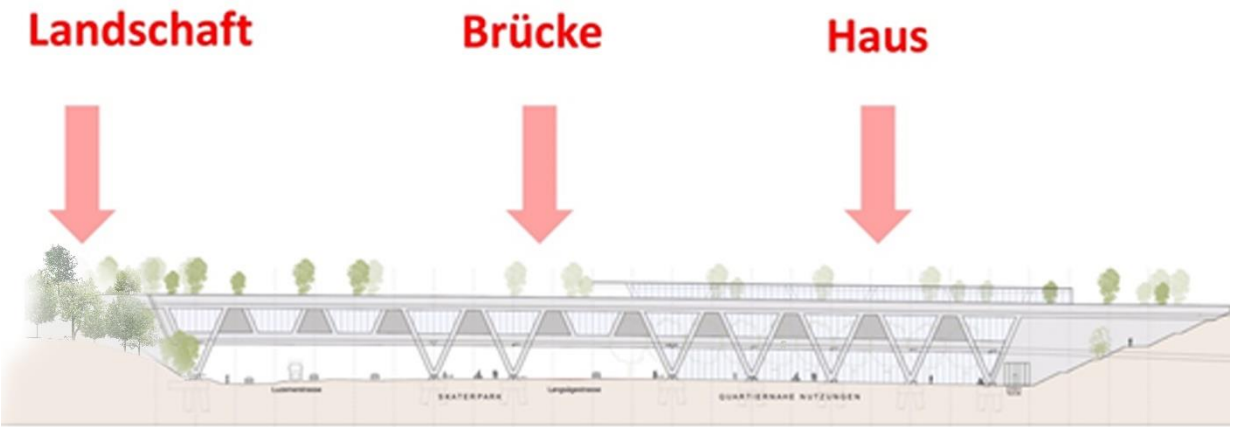


Abbildung 124: Brückenhaus

Städtebau

Das Infrastrukturbauwerk ist als solches erkennbar und reagiert differenziert auf die situativen Gegebenheiten. Im Süden wird ein Hügelausläufer Teil des übergeordneten Landschaftsraumes mit neuen Wegeverbindungen (1). Die Portalsituation wird daraus folgend nicht expressiv inszeniert, sondern integrierter Teil der naturnahen Landschaft, die im Wechselspiel mit den Strassenschlaufen steht. Eine Hierarchisierung der Ein- / Ausfahrten und des eigentlichen Portals besteht in der unterschiedlichen Gestaltung der Brüstungshöhen.

Die Strassen der Stadt- und Brückenebene sind als dynamische Bewegungsräume am Tag und in der Nacht sichtbar. Das Projekt zeigt sich auf Stadtebene als identitätsstiftendes Eingangstor Kriens (2).

Das Brückenhaus steht in Interaktion mit den zukünftigen Stadtquartieren und wird Teil der städtebaulichen Entwicklung (3).

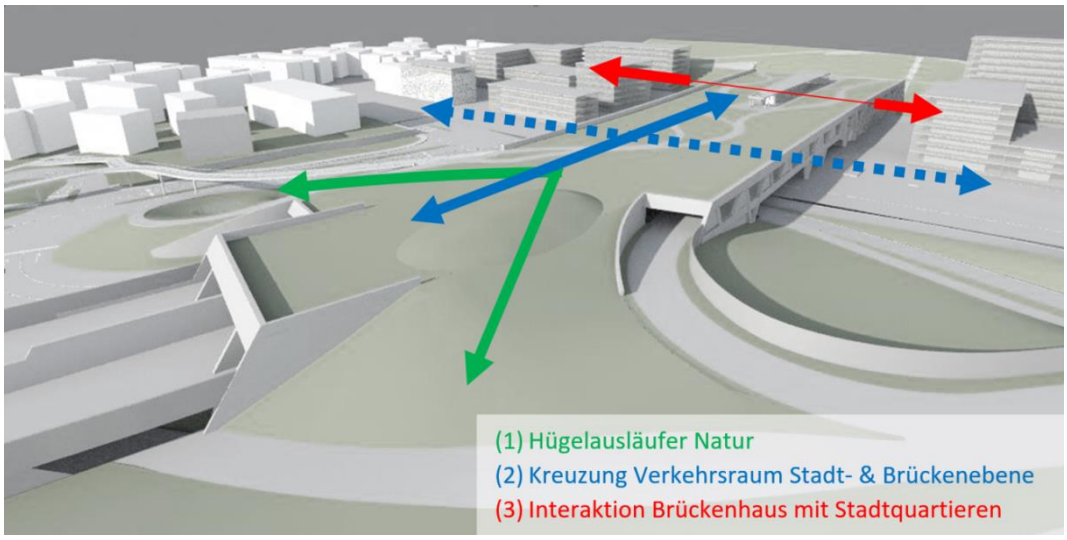


Abbildung 125: Differenzierung Infrastrukturbauwerk

Architektur / Visualisierung

Ein durchgehendes, in regelmässigen Abständen angeordnetes, V-förmiges und über die ganze Bauwerkshöhe gehendes Gestaltungsprinzip bindet die unterschiedlichen Anforderungen und Funktionen zu einem Ganzen zusammen. Die Ausschnitte bei den Durchfahrten bilden grossmassstäbliche Ausnahmen für die Strassenquerungen. Das verglaste Erdgeschoss versteht sich als eine klassische Brückenbauwerksnutzung im urbanen Kontext und wird selbstverständlicher Teil der Quartierstruktur.

Abbildung 126: Visualisierung Fassade Ost (Eingangstor Kriens)

Abbildung 127: Visualisierungen Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk

7.4.4. Gestaltung und Nutzung des Bauwerks

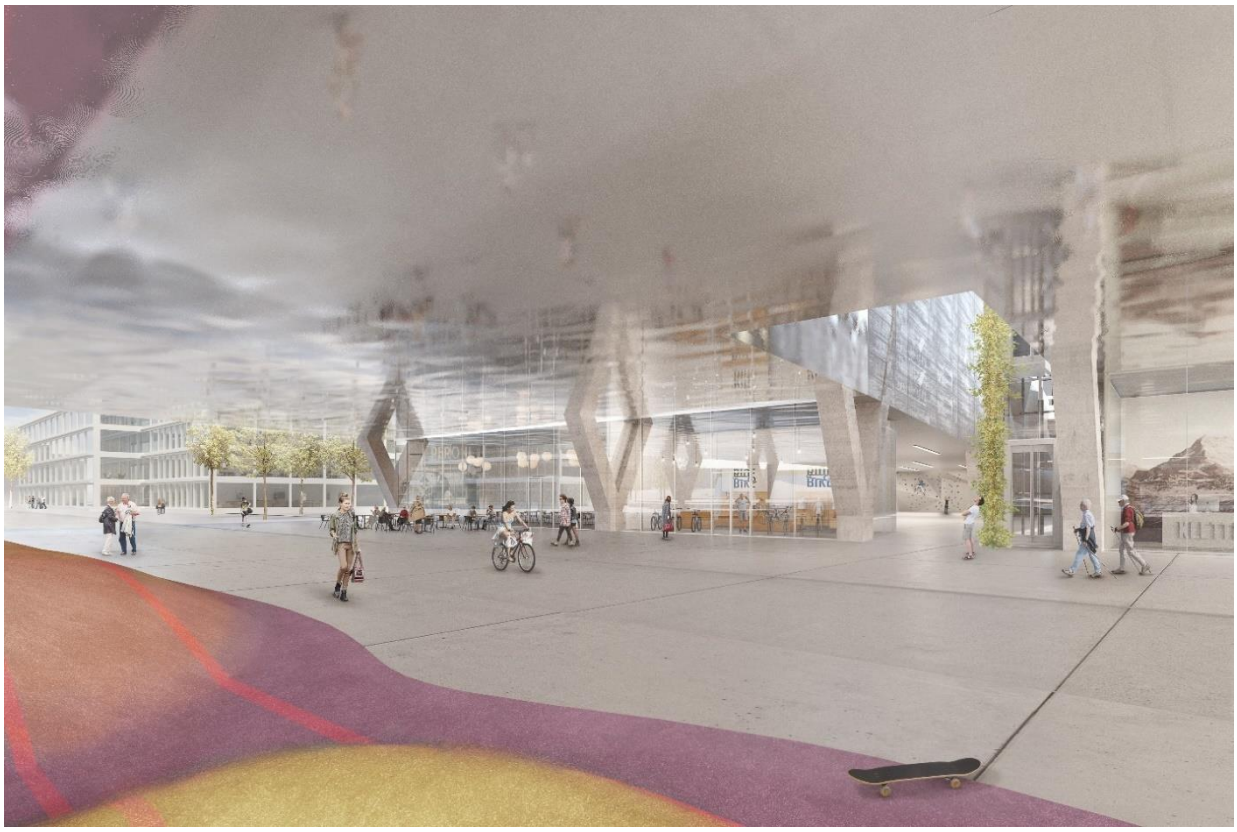


Abbildung 128: Visualisierung Nutzung unter der Brücke

Die Nutzungen im Brückenhaus innerhalb der fix vorgesehenen Kaltfassade unterscheiden sich.

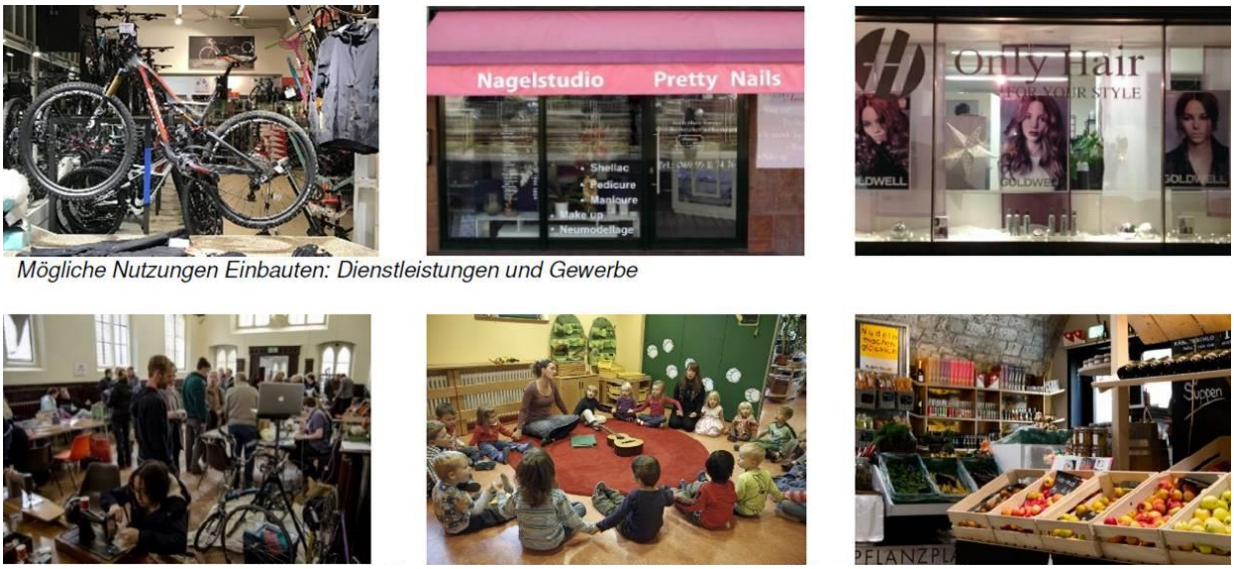


Abbildung 129: Mögliche Nutzungen unter der Brücke (z.B. Share & Repair, Grafiker, Modellbauer, KITA, Gemüsehändler

Im unbeheizten, natürlich belüfteten Kaltraum sind Nutzungen aus dem Sport- und Freizeitbereich (wie z.B. Kletterhalle), sowie Events möglich.

In den ein-, teilweise zweigeschossigen Einbauten entlang der belichteten Ränder sind quartiernahe Ergänzungsnutzungen möglich. Der Ausbau des Brückenhauses kann in zeitlich vom Projekt Gesamtsystem Bypass Luzern unabhängigen Stufen erfolgen.

Abbildung 130: Mögliche Nutzungen Vertikalraum: Kletterpark, Indoorfarm, Eventhalle

Zwischen der Luzerner- und Langsägestrasse ist ein Skillspark angedacht. Diese Spiellandschaft unter der Brücke könnte hauptsächlich aus verschiedenfarbigem EPDM Belag ausgeführt werden. Als Ballfang könnte ein Zaun mit einem Mehrfachgeflecht dienen, dessen verschiedene Farben einen changierenden Effekt bewirken. Die restliche Belagsfläche wird durchgehend mit grossformatigen, hellen Ortbetonplatten ausgeführt. Die Langsägestrasse wird à Niveau mit einem 3 cm Absatz ausgestaltet.

Abbildung 131: Referenzbilder Skillspark: Spiellandschaft, farbiges Mehrfachgeflecht, Ortbetonplatten

Der Beleuchtung wird sowohl bei Tag wie bei Nacht ein hoher Stellenwert zugewiesen. Das Konzept sieht in der Spiegeldecke eingelassene Downlights vor, welche ein regelmässiges ruhiges Licht im Bereich zwischen Längsäge- und Luzernerstrasse erzeugen. Das Prinzip ist robust und kann für allfällige Nutzungen wie z.B. Flutlicht für den Skaterpark nachgerüstet werden. Die Fuge der beiden Brückenbauwerke wird als Gliederung der Untersicht ausgezeichnet. In dieser Lücke ist ein tageslichtähnliches Kunstlicht untergebracht. Es entsteht eine helle, durchlässige, offene und angenehme Atmosphäre. Akustikpanele zwischen den Rippen im Bereich der Luzernerstrasse dämpfen den Lärm.

Abbildung 132: Visualisierung Fassade mit Brückenuntersicht

7.4.5. Tragwerkskonzept

Das Gesamtbauwerk Brücke mit Portalbauwerk weist eine Länge von rund 305 m und eine Breite von bis zu 65 m auf. Die beiden Brücken sind bis zum südlichen Widerlager statisch getrennt aber konstruktiv verbunden. Lediglich die Verlängerung der Einhausung (Portalbauwerk) umfasst alle Spuren und überdeckt diese unterschiedlich weit.

Die Brücken selbst sind 208 m und das Portalbauwerk ist 97 m lang. Die beiden Brücken West und Ost sind ähnlich konzipiert. Der Brückenquerschnitt ist ein grossformatiger dreistegiger Kastenquerschnitt. Die Tragelemente umreissen die Lichtraumprofile dabei möglichst knapp.

Das Tragsystem in Längsrichtung besteht aus Durchlaufträgern, welche durch die Wandscheiben gebildet werden. In Querrichtung wird es durch Fahrbahn- und Deckenplatte gebildet. Für diese beiden Elemente sind vorgespannte Rippenplatten als Zweifeldträger vorgesehen, welche die Lasten der entsprechenden Flächen (Verkehrsfläche und Dach) mit Spannweiten von jeweils rund 19 - 24 m und 12 m bzw. 16 - 17 m und 12 m quer abtragen. Die Auflager bilden die drei längs laufenden Wandscheiben, welche als flächige vorgespannte Scheiben vorgesehen sind. Eine Ausnahme bildet die jeweils von aussen sichtbare Wand. Diese erhält aus ästhetischen Gründen eine besondere Formgebung und wirkt statisch als Scheibe mit grossen Öffnungen. Durch die Anordnung von v-förmigen Stützen ergibt sich ein Durchlaufträger mit folgenden Spannweiten (am Stützenfuss, von Nord nach Süd):

Brücke Ost und West (L=160m)

- Aussenscheibe 16 m / 16 m / 16 m / 16 m / 32 m / 16 m / 48 m
- Mittelscheibe 32 m / 32 m / 48 m / 48 m
- Innenscheibe 32 m / 32 m / 48 m / 48 m

Die statische Höhe der Wandscheiben beträgt rund 6.5 m. Daraus ergibt sich eine Schlankheit von ca. l/h ≈ 7.5. Die Vorspannung der vollwandigen Tragscheiben ist so konzipiert, dass unter ständigen Lasten keine Zugspannungen infolge Längstragwirkung auftreten. In den aussen liegenden fachwerkähnlichen Scheiben werden kleine Zugspannungen akzeptiert. Damit ist die Tragsicherheit in allen Querschnitten mit einer vernünftigen schlaffen Bewehrung erfüllt.

Die Formen sind so gewählt, dass sie einfach herstellbar sind, was eine gute Betonqualität erwarten lässt. Alle Bauteile sind gut einseh- und kontrollierbar. Die Zugänglichkeit zu allen Tragelementen ist gegeben.

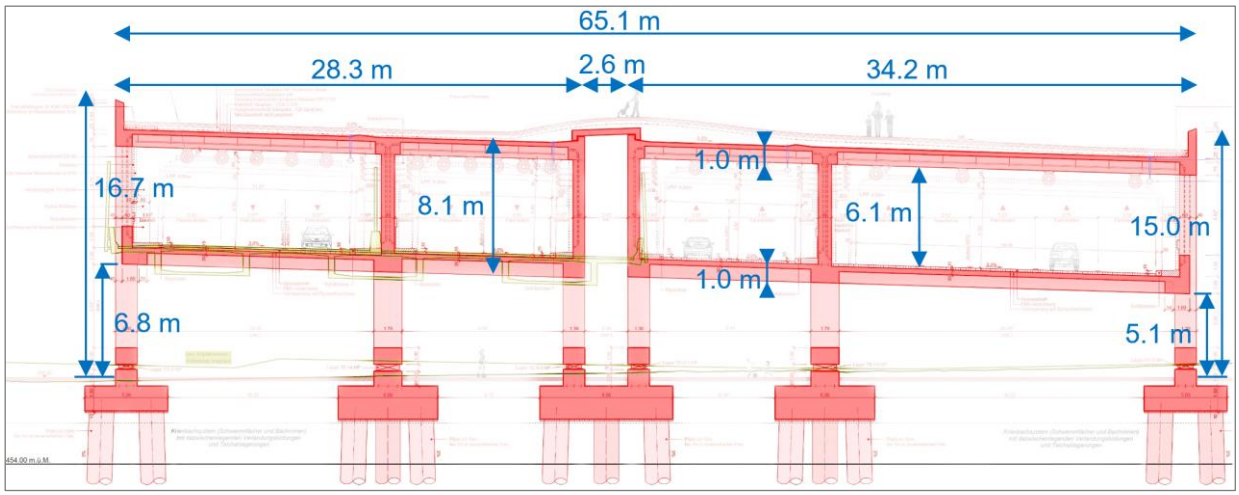


Abbildung 133: Querprofil Grosshofbrücken entlang Langsägestrasse

Das Portalbauwerk Kriens ist eine 5-feldrige Rahmenkonstruktion mit unterschiedlich grossen rechteckigen Feldern. Für die nördliche Einfahrt in Richtung Zürich/Luzern (FBNO) entsteht ein sechstes Feld. Die Spannweiten betragen (von West nach Ost) 15 m / 9 m / 11-13 m / 12 m / 9 m / 13 m. Die beiden östlichen Felder vereinigen sich zu einem Feld von 22 m Spannweite. Die Deckenlasten werden ausschliesslich in Querrichtung über eine schlaff bewehrte Vollplatte abgetragen. Die längs verlaufenden Wände tragen die Lasten in Streifenfundamente und über Pfähle in den Untergrund ab. Die gesamte Konstruktion ist monolithisch verbunden.

Das Portalbauwerk Kriens ist nicht mit der Brückenkonstruktion verbunden. Die Trennung erfolgt beim Fahrbahnübergang. In den Wänden werden aufgrund der Optik der äussersten Wand schiefe Fugen ausgebildet. Auch das Dach ist von der Dachkonstruktion der Grosshofbrücken durch eine Fuge getrennt. Das Portalbauwerk Kriens ist mit dem Widerlager Süd monolithisch verbunden. Im Portalbereich sind in den Wänden die Lärmschutzelemente (min. 40 m ab Portal) eingelassen.

7.4.6. Konstruktive Ausbildung / Materialisierung

Grundsätze der konstruktiven Ausbildung

Die Querschnittsausbildung berücksichtigt alle Grundsätze des modernen Betonbaus, indem die Anforderungen für eine wirtschaftliche und qualitativ hochstehende Ausführung wie auch der Dauerhaftigkeit erfüllt werden.

Materialisierung

Die Materialpalette des Bauwerkes wird zugunsten eines einprägsamen Erscheinungsbildes knapp gehalten. Für die Hülle des Brückenträgers und der Widerlager wird ausschliesslich Sichtbeton verwendet.

Fundation

Die hohen Brückenlasten werden über Ortbeton-Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 1.5 m in den Untergrund eingeleitet. Die Tieffundation erlaubt wenig tiefe Baugruben zu erstellen, und grosse Lasten direkt in den Untergrund zu leiten. Die V-Stielstützen stehen auf 1 bis 6 Pfählen, je nach Lastgrösse. Die Pfähle werden in die tief liegende untere Südwassermolasse (Wechsellagerung aus Sandsteinbänken und Silt-, Schlamm- und Sandsteinen), welche in 8 - 47 m anzutreffen ist, eingebunden. Für den Bauzustand sind zusätzlich Pfähle für die Fundation des Lehrgerüstes notwendig (Problematik von Setzungen). Diese Pfähle liegen jeweils zwischen den Pfählen für das definitive Bauwerk.
Das Portalbauwerk wird analog den Brücken auf Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 1.30 m in den Fels fundiert.

Lager und Fahrbahnübergang

Das Lagerungskonzept sieht vor, dass die Brücken am jeweiligen nördlichen Widerlager gehalten werden. Die Brücken gehen nahtlos zur Technikzentrale Grosshof bzw. Tagbautunnel des Tunnel Bypass über. Bei beiden Brücken werden die ersten beiden Stützenreihen monolithisch mit dem Fundament verbunden. Unter den übrigen Stützen werden die Brücken in Längsrichtung verschieblich gelagert. Auf dem Fundament des südlichen Widerlagers steht die letzte Stützenreihe. Sie ist ebenfalls in Längsrichtung verschieblich gelagert. Die Lagerung am Stützenfuss ermöglicht eine Reduktion der Lageranzahl. Die Lager im Bereich der Stützen unter den vollen Wandscheiben sind in Brückenquerrichtung unverschieblich, um die Kräfte infolge Wind und Erdbeben abtragen zu können. Die dabei entstehenden Zwängungsschnittkräfte können aufgenommen werden. Es sind Topflager vorgesehen, welche eine hohe Lebensdauer aufweisen.

Die Längsverschiebungen aus Temperatur, Schwinden und Kriechen werden auf der Seite Süd durch einen Finger-Fahrbahnübergang aufgenommen.

Widerlager

Der Überbau geht beim Widerlager Nord nahtlos in den Tagbautunnel über und ist dort somit gehalten. An der Stelle befindet sich der Bewegungsfixpunkt der Brücke.

Das Widerlager Süd weist eine nach hinten schiefe Widerlagerwand auf. Die Neigung entspricht derjenigen der V-Stützen, welche der Wand vorgelagert sind. Die Lager des Überbaus sind analog den Pfeilern unten am V angeordnet. Eine Widerlagerkammer gewährleistet die Zugänglichkeit der Fahrbahnübergänge. Das anfallende Wasser wird unter dem Fahrbahnübergang über eine Rinne kontrolliert abgeleitet.

Brückenentwässerung

Die Entwässerung erfolgt separat pro Fahrraumkammer. Es sind spezielle flache Schlitzrinnen (analog Rhontalbrücke) im Bankett vorgesehen. Unterhalb der Fahrbahnplatte ist jeweils eine Sammelleitung angeordnet. Die Sammelleitung wird beim Widerlager Süd mit derjenigen des Tunnels verbunden.

Das Dach der Grosshofbrücken und des Portalbauwerks ist begrünt. Der Aufbau der Begrünung besteht aus einer oberflächlichen Humusschicht mit einer Drainageschicht aus Sickerkies und einer Festkörperdrainage aus einem Trapezprofil. Das Profil hält das Wasser für die Pflanzen zurück. Wasserleitprofile leiten das Wasser zu den regelmässig angeordneten Einlaufschächten. Das Dachwasser der Grosshofbrücken (13’100 m^2) wird über Sammelleitungen in einen Tank, welcher in der Technikzentrale Grosshof platziert ist, geleitet. Das dort gesammelte Wasser dient der Bewässerung der Dachbegrünung. Über einen Überlauf wird überschüssiges Wasser in den Krienbachkanal geleitet. Mit diesem Konzept wird erreicht, dass eine gute Retentionswirkung erzielt wird und damit das Wasser gleichmässiger abfliessen kann.

Entwässerung Portalbauwerk

Die Entwässerung erfolgt ebenfalls separat pro Fahrraumkammer. Es sind konventionelle Schlitzrinnen im Bankett vorgesehen. Das in Sammelleitungen gefasste Wasser wird an die Kanalisation angeschlossen. Es wird nicht der lokalen SABA angeschlossen, da aufgrund der Überdeckung nur mit sehr wenig Regenwasseranfall (nur Schleppwasser) zu rechnen ist. Dieses ist in der Regel stark verschmutzt. Weiter fällt Wasser aus der Tunnelreinigung an, welches nicht in die SABA geleitet werden soll.

Die Entwässerung des Portalbauwerkes erfolgt analog den Grosshofbrücken. Jedoch wird das Wasser direkt in den Krienbach geleitet und nicht in einem Tank gesammelt. Mit dem vorgesehenen Dachaufbau wird dennoch eine gute Retentionswirkung erzielt.

Künstliche Hügelschüttungen im Bereich des Portalbauwerkes

Die Hügelschüttungen kommen auf setzungsempfindlichen Baugrund (See- und Teichablagerungen) zu liegen. Um die Sofort- und Langzeitsetzungen im Rahmen zu halten, ist deshalb folgendes Konzept vorgesehen: Eine Vorbelastung mit hohen temporären Schüttungen (Belastungsdauer gemäss Bauprogramm 2.5 - 7.5 Jahre) nimmt einen grossen Teil der Setzungen vorweg. Die definitiven Schüttungen werden anschliessend mit Leichtschüttmaterial (Misapor oder gleichwertig) geschüttet, sodass die Belastung im Wiederbelastungsbereich des Bodens liegt.

Das Trassee innerhalb des Portalbauwerks kann sich zwischen dem steif fundierten Bauwerk setzen. Das flach fundierte Bauwerk Rampe UNF 300 hat einen gewissen Abstand zum Portalbauwerk und den Hügelschüttungen, sodass differenzielle Setzungen aufgenommen werden können.

In der nächsten Projektphase sind detailliertere Baugrundabklärungen (Sondierbohrungen mit entsprechenden Materialprüfungen und Überwachung mit Trivec) vorgesehen, um bessere Prognosen betreffend den Setzungen zu erreichen.

7.4.7. Bauvorgang

Das Hauptaugenmerk des Bauablaufes liegt auf den temporären Verkehrsführungen. Dabei sind die Fahrstreifen auf der Nationalstrasse und diejenigen unter der Brücke (Luzernerstrasse) stets in ihrer heutigen Anzahl aufrechtzuerhalten. Zudem sind die übergeordneten Verkehrsführungen des Gesamtsystems (Tunnel-, Trasseebaustelle, etc.) einzuhalten. Der Bauvorgang gestaltet sich äusserst komplex. Bezüglich der Erstellung der eigentlichen Brücken ist Folgendes vorgesehen: Die Brücken werden auf einem konventionellen Lehrgerüst erstellt. Die westliche tiefer liegende Brücke wird in zwei Hauptetappen hergestellt. Für die Erstellung des zweiten Haupt-Abschnittes über der Luzernerstrasse werden alle Spuren so umgelegt, dass diese den Gerüstbereich umgehen. So kann auf eine aufwendige Strassenabsenkung verzichtet werden. Die westliche Brücke liegt höher, sodass die Brücke über dem Verkehr auf einem konventionellen Lehrgerüst erstellt werden kann.

7.4.8. Objektbeschrieb Fuss-/Radwegbrücke Eichwilstrasse

Die zusätzliche Fuss- und Radwegbrücke über die Eichwilstrasse schliesst die Parklandschaft an südliche Quartiere an und schafft eine neue Wegeverbindung Nord-Süd. Als Y-förmige Brücke im Grundriss wird eine direkte Anbindung an die Quartiere sichergestellt und die Einbindung in das überörtliche Wegesystem berücksichtigt.

Das Tragwerk besteht aus zwei, voneinander abzweigenden, durchlaufenden Trägern. Der Überbau ist als geschlossener Stahlhohlkasten mit innen liegenden Versteifungen in Längs- und Querrichtung ausgebildet. Der Überbau lagert auf vertikalen Einzelstützen, welche ebenfalls als Stahlhohlkasten ausgebildet sind. Die Stützenabstände sind auf die Strassen mit ihren Inseln und auf eine ausgewogene statische Regelmässigkeit abgestimmt.

Die Spannweiten der Felder liegen zwischen 11 m und maximal 28 m. Die Trägerhöhe beträgt konstant 80 cm. Die Fahrbahnbreite beträgt 4.0 m. Das Verhältnis von Höhe zu Spannweite beträgt maximal 1:35. Überbau und Stützen sind monolithisch, verbunden. Temperaturverformungen werden durch die seitliche Ausdehnung der gekrümmten Träger, der Längsverschiebung an den Widerlagern und die elastischen Verbindungen an Stützen aufgenommen. Das Tragwerk ist so dimensioniert, dass die Durchbiegungen infolge Nutzlasten L/600 nicht überschreiten und die Schwingungen der Brücke nicht durch Resonanz mit den Erregerfrequenzen verstärkt werden. Das Schwingungsverhalten ist für die Dimensionierung der Brücke massgebend.

Die Eigenfrequenzen in Quer- und Längsrichtung liegen nach dem Prinzip der Hochabstimmung bei minimal 1.7 Hz und somit oberhalb der kritischen Grenzwerte. Dazu wurde unter anderem die seitliche Steifigkeit durch die konische Ausbildung der Stützen erhöht. In vertikaler Richtung liegen die Eigenfrequenzen in den Feldern mit grossen Spannweiten mit einem Minimalwert von 3.5 Hz nahezu ausserhalb des kritischen Bereichs. Falls notwendig werden daher an den massgebenden Stellen Schwingungstilger eingesetzt. Die Fundationen erfolgen mit Hilfe von Pfählen. Die durch Anprall gefährdeten Stützen sind als Stahl-Beton Verbundstützen mit ausbetoniertem Kern ausgebildet. Leiteinrichtungen am Rande der Strassen vermindern das Schadensrisiko der Verkehrsteilnehmer.

Die Längsneigung der Brücke beträgt zwischen 6 % und 7 %. Das anfallende Wasser wird mit einer Querneigung der Fahrbahn von 2 % nach innen gesammelt und durch jede zweite Stütze, sowie vor den Widerlagern, abgeleitet. Das Wasser wird der Kanalisation der Strasse übergeben.

Die Fuss-/Radwegbrücke wird nach der Fertigstellung und Inbetriebnahme ins Eigentum der Stadt Kriens übertragen.

7.4.9. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Die Grosshofbrücken bilden den gemeinsamen Teil der beiden Tunnelachsen für den Bypass und die Stadtautobahn und haben auch die beiden unabhängigen Technikzentralen Grosshof für den Tunnel Bypass und den Tunnel Sonnenberg integriert.

Die Grosshofbrücken verfügen weder über einen Werkleitungskanal noch über eine Rohranlage im Bankett. Die gesamte Erschliessung der BSA Komponenten im Fahrraum erfolgt über die Decke auf offenen Kabelpritschen.

Beleuchtung

Die Beleuchtungskomponenten werden direkt am Weitspanntrassee unterhalb der Träger befestigt. Die Stromversorgung erfolgt direkt über das Trassee von der Technikzentrale Grosshof aus. Die Stadtautobahn hat je zwei Beleuchtungsbänder für die Durchfahrtsbeleuchtung in beiden Röhren, der Tunnel Bypass je ein Beleuchtungsband für die Durchfahrtsbeleuchtung in der Mitte.

Lüftung

Die Strahlventilatoren werden zwischen den vorgespannten Querträgern direkt unter die Decke montiert. Die Stromversorgung erfolgt über die Technikzentrale Grosshof Süd über die seitlichen Trassen unter der Decke. Die Strahlventilatoren verfügen über eine Absturzüberwachung, zur permanenten Überwachung der Aufhängung. Die Sensorik wird unterhalb der Querträger an den Seitenwänden montiert und von den Quertrassen her erschlossen.

Die Strahlventilatoren der beiden Achsen Bypass und Stadtautobahn werden unabhängig betrieben, einerseits zur Sicherstellung der Luftqualität und andererseits zur Kontrolle der Längsströmung im Ereignisfall.

Signalisierung

Die Sperrung der jeweiligen Tunneleinfahrten für die beiden Achsen Tunnel Bypass und Stadtautobahn erfolgt mit Portalampeln über den Fahrstreifen sowie auf den vorgelagerten Signalportalen rund 150 m vor dem Tunnelportal.

Die LED Vorschriftssignale (Geschwindigkeit, Lastwagenüberholverbot) werden im mittleren Teil der Brücke bei ausreichender Bankettbreite seitlich über dem Bankett montiert. Die Hinweissignale zu Fluchtausgang/SOS Alarmkasten sind seitlich an der Wand montiert.

Überwachungsanlagen

Die Brandmeldedetektion (Brandmeldekabel, Rauchmelder) wird in der Mitte des Fahrraumes separat geführt, das Brandmeldekabel wird mit einem Stahlseil über die langen Distanzen zwischen den Querträgern aufgehängt, die Raumelder direkt an die Querträger. Die VTV Kameras werden ebenfalls direkt an die Querträger montiert und über die Quertrasse erschlossen.

Kabelanlagen

Die Haupterschliessung aller Komponenten erfolgt über die Längstrassen an den Seitenwänden unterhalb der Querträger. Der Tunnel Bypass hat links/rechts Trassen montiert, die Stadtautobahn wegen den aussen liegenden Fenstern nur auf der Innenseite. Die Feinerschliessung der Komponenten erfolgt über Quertrassen, welche zwischen den Querträgern liegen.

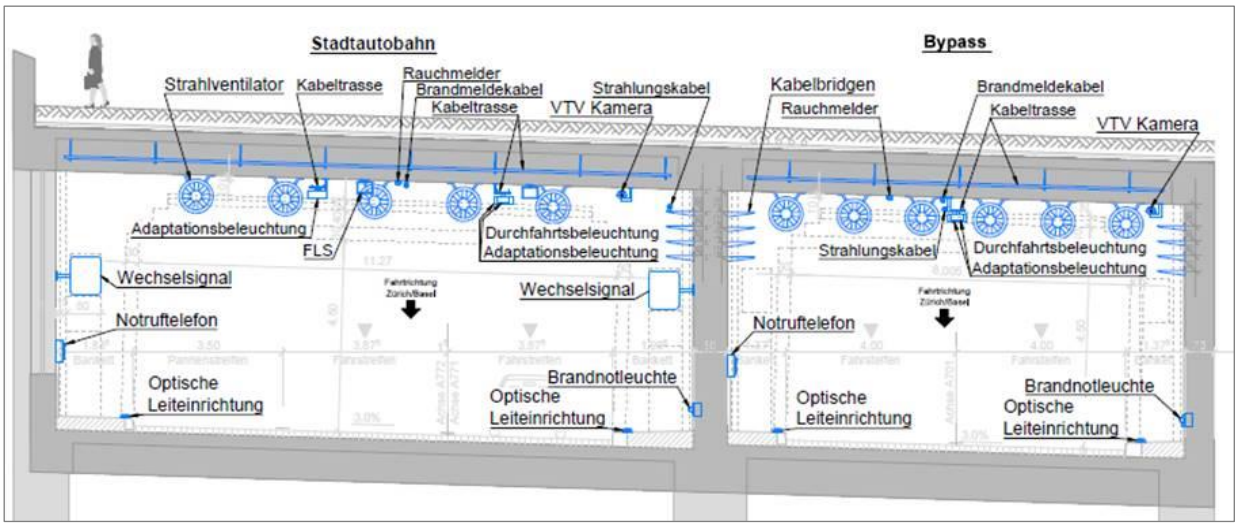


Abbildung 134: BSA-Konzept Grosshofbrücken Ost / FBNO

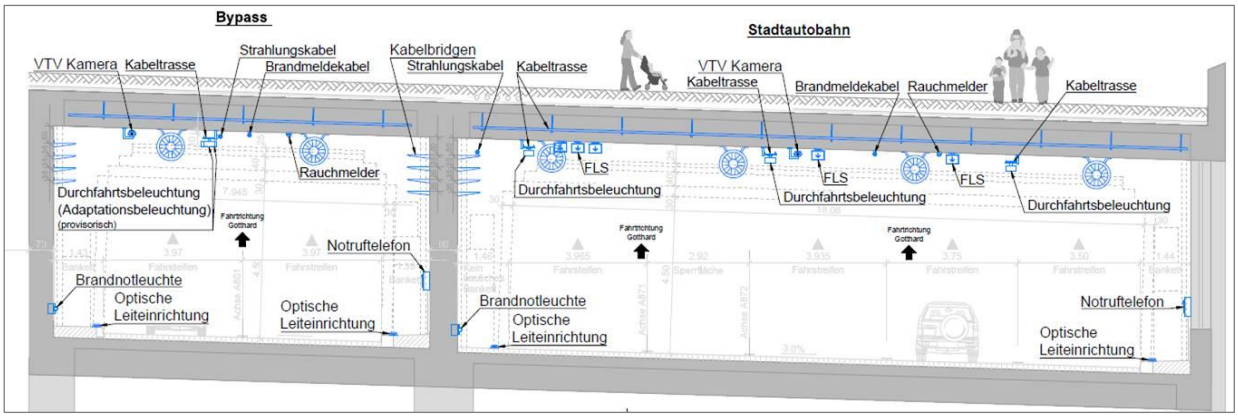


Abbildung 135: BSA-Konzept Grosshofbrücken West / FBSU

7.5. Tunnelvorzone Süd – Anschluss Luzern-Kriens

7.5.1. Trassee

Aufgrund des neuen Tunnel Bypass wird die Breite der Nationalstrasse in diesem Bereich rund verdoppelt. Im Süden erfolgt die Verbreiterung nach Westen, d.h. in Richtung Kriens. Wie im Norden werden die Fahrstreifen des Tunnel Bypass innen liegend geführt, jene der Stadtautobahn aussen liegend. Die dafür nötige Entflechtung von Tunnel Bypass und Stadtautobahn erfolgt vorgängig unterirdisch. Die zusätzlichen Fahrstreifen werden unmittelbar nach dem Südportal im Portalbauwerk Grosshof mit dem bestehenden Trassee zusammengeführt, wodurch der zusätzliche Raumbedarf minimiert wird. Die Trasseeverbreiterung im Bereich der Zusammenführung erfordert eine Verlängerung der beiden bestehenden Unterführungen UNF Rampe 300 Anschluss Luzern-Kriens und UNF Eichwilstrasse Kriens.

Die Projektierungsgeschwindigkeit in der Tunnelvorzone Süd beträgt auf der Stammstrecke der Nationalstrasse 80 km/h. Die Fahrspurbreiten auf der neu erstellten offenen Strecke betragen mindestens 3.75 m (Spuren mit Schwerverkehr) resp. 3.5 m (Spuren ohne Schwerverkehr) und weiten sich vor dem Tunnel auf 3.875 m auf. Die Fahrstreifen in den neu erstellten Tunnelröhren (Tunnel Bypass und Überwerfungstunnel) sind 4.0 m breit, jene der Stadtautobahn FBNO verbleiben im Bestand mit einer Breite von je ca. 3.5 m. Im Portalbauwerk Grosshof beträgt die Fahrstreifenbreite 3.875 m. Pannenstreifen sind im überdeckten Bereich keine erforderlich.

Der Anschluss Luzern-Kriens bleibt generell in der heutigen Form bestehen, wobei die Ein- und Ausfahrtsrampen an die neue Geometrie der Nationalstrasse angepasst werden. Eine Verbesserung der bestehenden geringen Radien und grossen Längsneigungen ist aus Platzgründen nicht möglich.

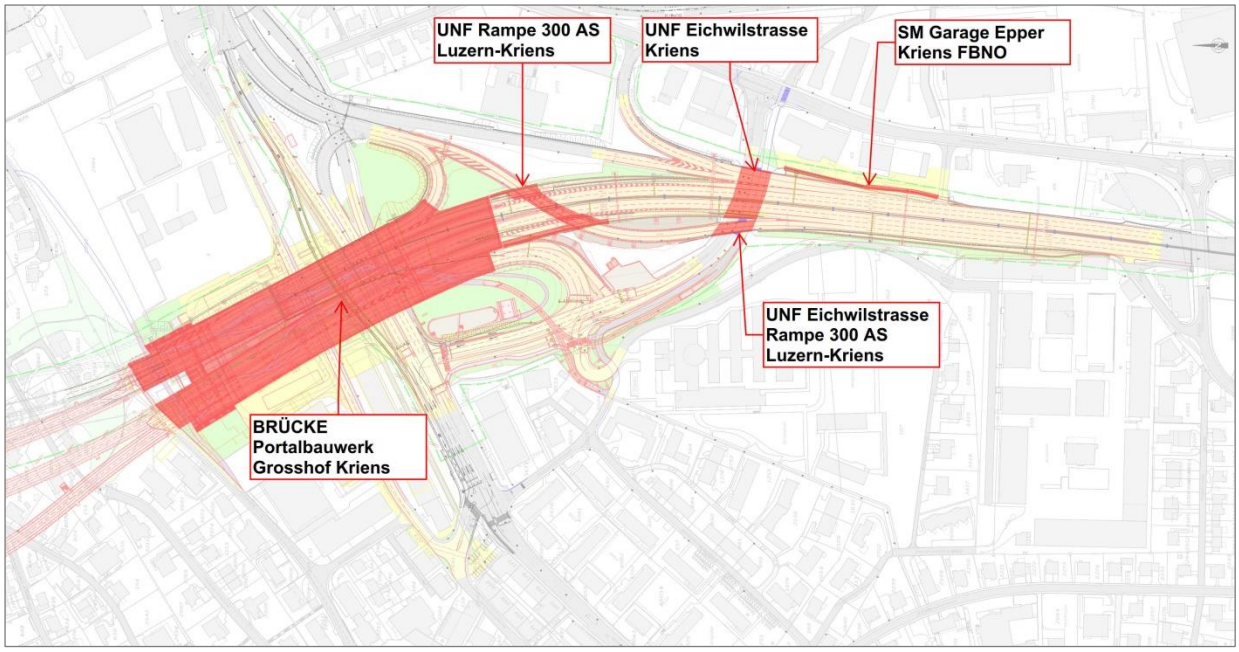


Abbildung 136: Situation der Tunnelvorzone Süd (Grosshof)

Vom Strassenoberbau im bestehenden Teil der Tunnelvorzone Süd bleibt die Fundation grundsätzlich erhalten. Die darüber liegenden Trag-, Binder und Deckschichten werden erneuert. Als Deckbelag wird aus Lärmschutzgründen neu ein SDA eingebaut.

Die Strassengeometrien des untergeordneten Netzes (Knoten Luzerner-/Eichwilstrasse) müssen aufgrund des Nationalstrassenausbaus und der städtebaulichen Aufwertung angepasst werden (Absenkung, neue Platzgestaltung unterhalb der Brücke Portalbauwerk Grosshof).

In der Tunnelvorzone Süd sind die folgenden Drittprojekte berücksichtigt:

- Busspur Kriens Kupferhammer (realisiert im 2018)
- Radverkehrsanlage Eichwilstrasse
- Überbauung Eichhof West
- ÖV-Massnahmen der Spange Nord Luzern

7.5.2. Entwässerung, Strassenabwasserbehandlung

Das Strassenabwasser der bestehenden Anlage im Bereich der Tunnelvorzone Süd wird heute grösstenteils ohne Behandlung direkt in die Vorflut (Krienbach / Reuss) eingeleitet. Weitere Bereiche entwässern in die öffentliche Kanalisation. Dies ist aufgrund der verkehrsbedingten hohen Belastung des Wassers nicht mehr zulässig resp. nicht mehr erwünscht. Zukünftig muss es vor der Einleitung in den Krienbachkanal behandelt werden und soll nicht mehr der Kanalisation zugeführt werden. Das Wasser aus den heute offenen und in Zukunft überdeckten Bereichen Brücke Portalbauwerk Grosshof soll ins Entwässerungssystem des Tunnel Bypass fliessen.

Das Projekt sieht den Bau einer zentralen Strassenabwasserbehandlungsanlage SABA Grosshof vor. Es wird eine zweistufige Behandlung mittels Absetzbecken und bepflanztem Sandfilter umgesetzt. Für diesen Anlagentyp sind die Platzverhältnisse im vorliegenden urbanen Umfeld nur knapp ausreichend. Die Anlage wird im Bereich des heutigen Salesiaparks zwischen Stammstrecke, Ausfahrt Kriens FBSU und Luzernerstrasse angeordnet, weshalb die Gestaltung im grösstmöglichen Mass mit der städtebaulichen Aufwertung der Tunnelvorzone Süd abgestimmt sein muss.

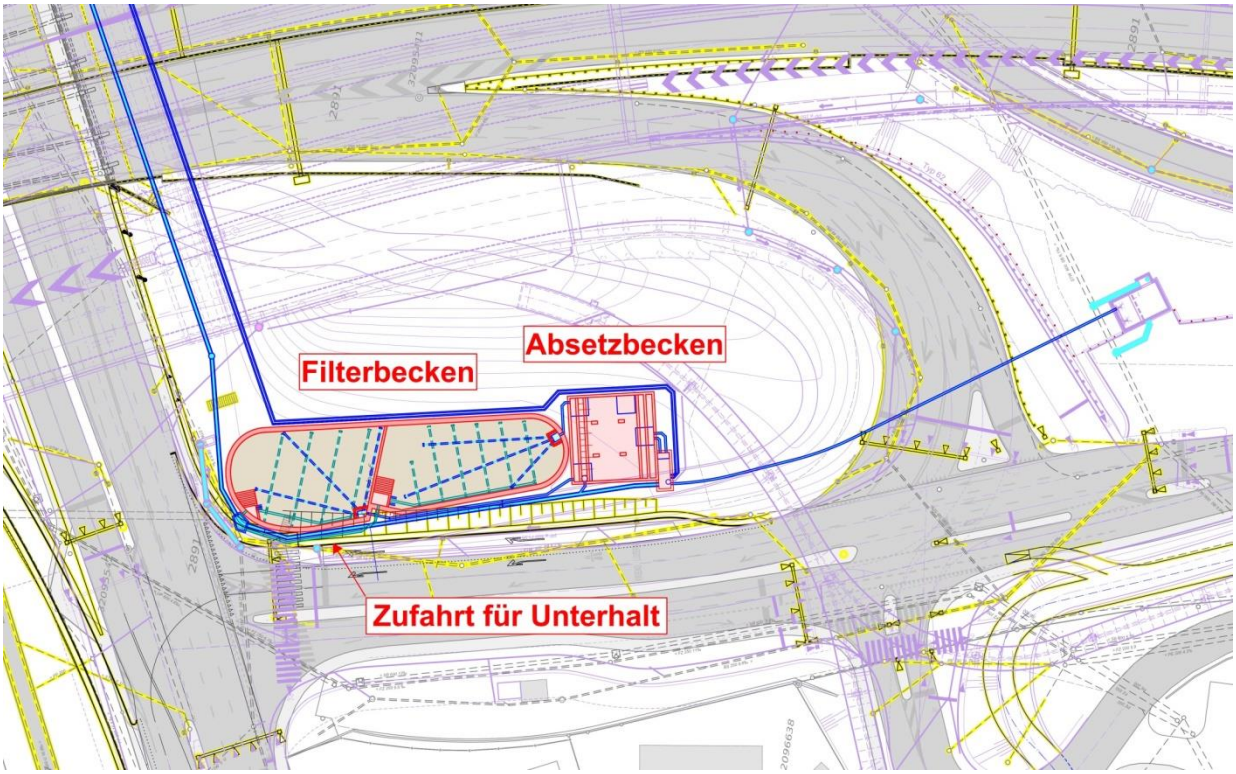


Abbildung 137: Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) Grosshof

Die SABA Grosshof behandelt das gesamte Strassenabwasser der Stammstrecke zwischen dem Südportal des Tunnel Bypass und der Arsenalbrücke, der Ein- sowie Ausfahrten (exkl. Ausfahrt FBNO Arsenalstrasse) sowie grosse Teile des untergeordneten Strassennetzes. Das Strassenabwasser sämtlicher Teileinzugsgebiete wird mithilfe dreier Pumpwerke zur SABA gefördert. Kleinere Strassenflächen des Anschlusses Luzern-Kriens und des untergeordneten Netzes entwässern weiterhin in die öffentliche Kanalisation. Die Brücke Grosshof entwässert bis zum südlichen Brückenwiderlager in die Tunnelentwässerung des Tunnel Bypass. Das Portalbauwerk wird in die öffentliche Kanalisation entwässert.

Die bestehenden Entwässerungsanlagen werden so weit als möglich erhalten. Im Bereich der notwendigen Trasseeabsenkungen und -verbreiterungen werden sie neu erstellt. Die Entwässerung der offenen Strecke der Nationalstrasse ist auf ein einjähriges Regenereignis ausgelegt, jene des untergeordneten Netzes auf ein fünfjähriges.

7.5.3. Kunstbauten, Stützmauern

Es werden zwei Unterführungen und eine Stützmauer an die zukünftigen Anforderungen der Nationalstrassenanlage angepasst. Betroffen sind:

- Unterführung UNF Rampe 300 Anschluss Luzern-Kriens
- Unterführung UNF Eichwilstrasse Kriens
- Stützmauer SM Garage Epper Kriens FBNO

Die Unterführung Rampe 300 Anschluss Luzern-Kriens führt die Einfahrtsrampe Kriens der FBSU schleifend unter der Stammstrecke hindurch. Die nötigen Anpassungen bestehen einerseits aus einer beidseitigen Verlängerung infolge der Trasseeverbreiterung der Stammstrecke und andererseits in einer Absenkung des Einfahrtsstreifens, sodass das erforderliche Lichtraumprofil auch im Bereich der Verlängerung gewährleistet ist.

Es gelten folgende Randbedingungen:

- Hohe Setzungsempfindlichkeit des anstehenden Baugrundes (Boden-Bauwerk-Interaktion mit bestehenden und neuen Bauteilen, weitere grosse Schüttungen in der Nähe geplant)
- Geometrische Einschränkungen durch die Trassierung sowie die unmittelbare Nähe zur neuen Brücke Portalbauwerk Grosshof
- Bau unter Betrieb bei stark begrenzten Platzverhältnissen.

Die Fahrbahnplatten und Wände der Verlängerungen werden biegesteif an die bestehende Konstruktion angeschlossen. Zur Erstellung der Fahrbahnplatten ist ein Lehrgerüst erforderlich, das gleichzeitig als Schutztunnel dient und dabei das Lichtraumprofil der Fahrstreifen temporär einschränkt. Die Flügelmauern der Unterführung werden als Winkelstützmauern parallel zur Nationalstrasse neu erstellt, um die Höhendifferenzen bis zu 6.0 m zu überwinden.

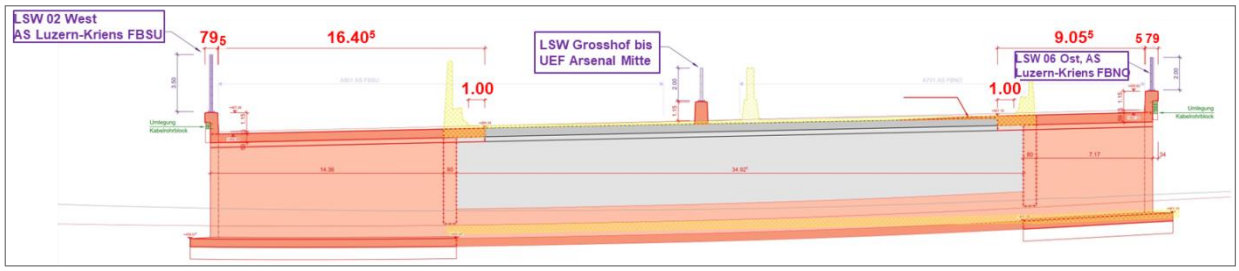


Abbildung 138: Längsschnitt der Unterführung UNF Rampe 300 Anschluss Luzern-Kriens

Für die Absenkung der Fahrstreifen in der Unterführung werden unter Einsatz von temporären Stabilisierungsmassnahmen erst die bestehenden Wände und danach die Streifenfundamente der einen Hälfte etappenweise unterfangen, die bestehenden Betonquerriegel abgebrochen und in tieferer Lage neu erstellt. Anschliessend wird der Verkehr auf den tiefer gelegten Fahrstreifen geleitet und der Vorgang auf der zweiten Seite wiederholt. Zuletzt werden die temporären Stabilisierungsmassnahmen wieder rückgebaut.

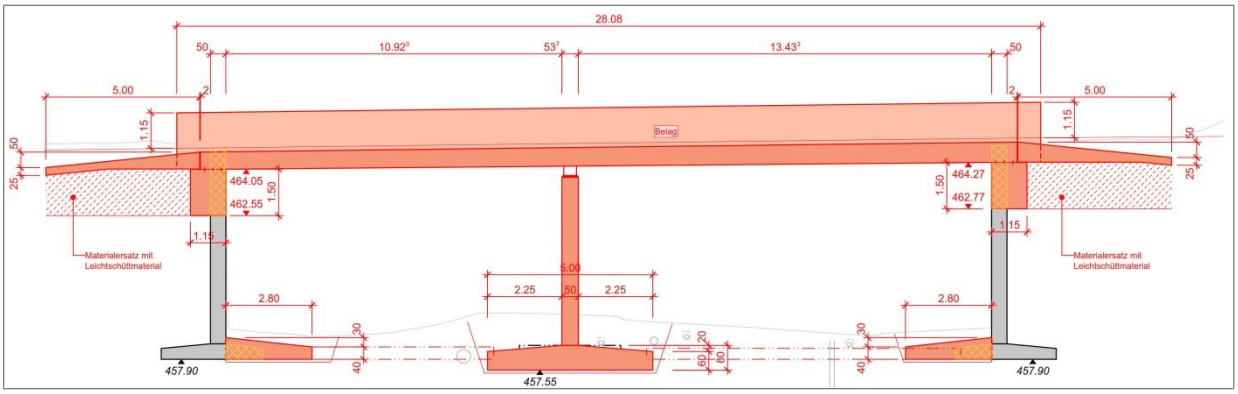


Abbildung 139: Querschnitt der Unterführung UNF Eichwilerstrasse Kriens

Weiter südlich unterquert die Eichwilstrasse die Nationalstrasse. Auch diese Unterführung muss aufgrund der Trasseeverbreiterung verlängert werden. Der Baugrund ist auch im Bereich dieses Bauwerks stark setzungsempfindlich und die bestehenden Brückenlager mussten seit dem Bau bereits mehrfach nachgestellt werden.

Die Verlängerung der Unterführung erfolgt westseitig und wird konstruktiv analog der bestehenden Konstruktion ausgebildet. Um die Setzungsdifferenzen zum bestehenden Bauwerk zu begrenzen, wird Leichtschüttgut eingesetzt.

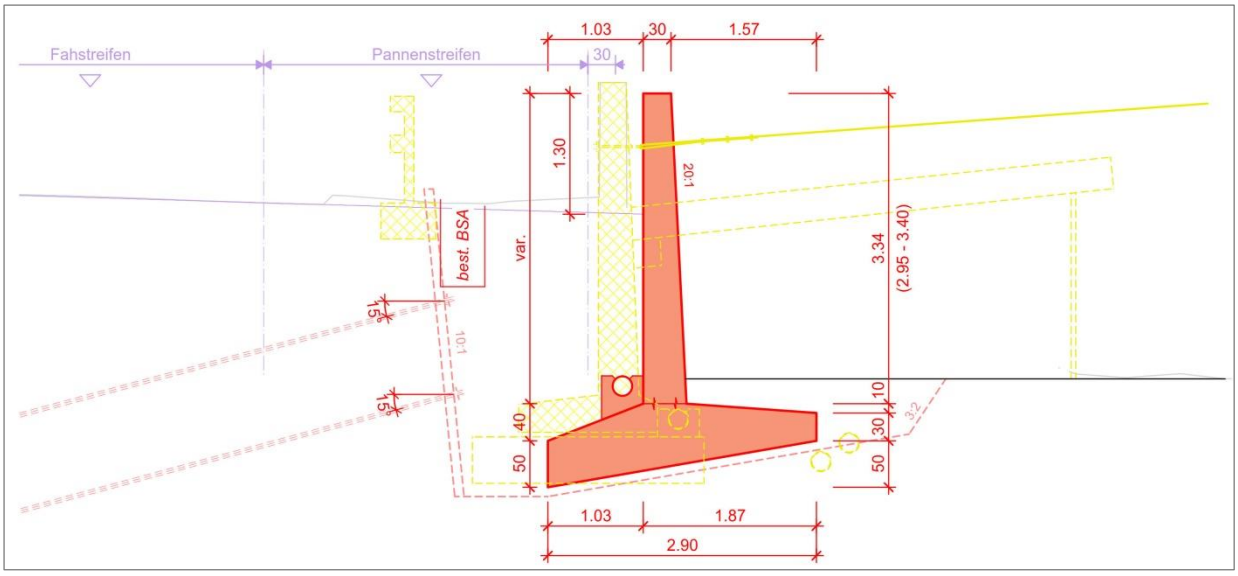


Abbildung 140: Querprofil der Stützmauer SM Garage Epper Kriens (FBNO)

Die bestehende 124 m lange Stützmauer Garage Epper Kriens FBNO schliesst die Stammstrecke der FBNO südlich der Eichwilstrasse ab und überwindet die Höhendifferenz zum rund 3.0 m bis 5.3 m tiefer gelegenen Areal der Garage Epper. Aufgrund von Anpassungen der Trasseegeometrie in diesem Bereich wird die rund 60 m lange und zwischen 3.0 m – 3.5 m hohe südliche Hälfte der Stützmauer abgebrochen, und als Winkelstützmauer in leicht verschobener Lage neu erstellt. Für den Bauzustand ist lokal eine temporäre Böschungssicherung erforderlich.

7.5.4. Lärmschutzmassnahmen

Im Projektabschnitt Tunnelvorzone Süd befinden sich mehrere bestehende Lärmschutzwände. Die folgende Grafik zeigt eine Übersicht mit den geplanten Massnahmen.

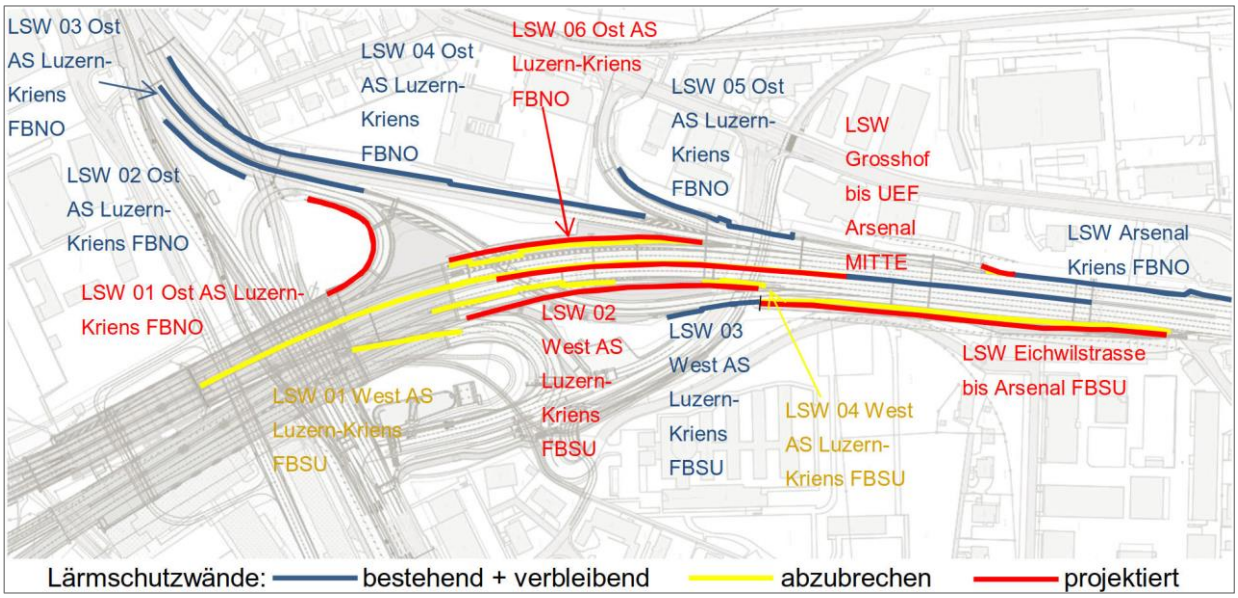


Abbildung 141: Situation Lärmschutzwände Portalzone Süd – Anschluss Luzern-Kriens

Dabei werden im Rahmen des Projekts Bypass Luzern die nachfolgend aufgeführten Objekte abgebrochen und durch Wände mit akustisch mindestens gleichwertiger Wirkung ersetzt.

Bezeichnung	Bemerkung
Lärmschutzwand LSW Grosshof bis UEF Arsenal Mitte	Teilersatz
Lärmschutzwand LSW Eichwilstrasse bis Arsenal FBSU	--
Lärmschutzwand LSW Arsenal Kriens FBNO	Teilersatz Nordende
Lärmschutzwand LSW 01 Ost AS Luzern-Kriens FBNO	--
Lärmschutzwand LSW 06 Ost AS Luzern-Kriens FBNO	--
Lärmschutzwand LSW 04 West AS Luzern-	Ersatz durch LSW 02 West AS Luzern-Kriens FBSU
Lärmschutzdamm LSD zwischen A881_FBSU und A801_FBSU	Ersatz durch Stützmauer mit LSW 02 West AS Luzern-Kriens FBSU (Grosshof Portal Süd bis UNF Eichwilstrasse FBSU)
Absorbierende Verkleidung Portal Grosshof	L=30m

Abbildung 142: Übersicht abgebrochene und ersetzte Lärmschutzmassnahmen in Tunnelvorzone Süd – Kriens

7.5.5. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Die Tunnelvorzone Süd umfasst sämtliche Anpassungen an den Anlagen der BSA aufgrund der angepassten Trasseeführung.

Energieversorgung

Die heute bestehenden Energiestützpunkte (ESP) 95.9, 96.1 und Grosshof bleiben bestehen und werden wieder für die Erschliessung der neuen Anlagen benützt. Der ESP Grosshof wird erweitert und nimmt auch die Steuerung und Versorgung der SABA auf. Die Parkbeleuchtung auf dem Dach der Grosshofbrücken wird ebenfalls von diesem ESP aus versorgt.

Beleuchtung

Die Strassenbeleuchtung unmittelbar rund um die modifizierten Knoten als auch die Achsen der Ein- und Ausfahrten auf die Stammachse wird erneuert und den neuen Gegebenheiten angepasst. Die Erschliessung erfolgt über eine angepasste Rohranlage.

Signalisierung

Die bestehenden Lichtsignalanlagen (LSA) werden grösstenteils erneuert und den neuen Gegebenheiten angepasst und mit den zusätzlichen Schlaufen zur Verkehrsdetektion versehen. Die bestehenden Sperrelemente für die Absperrung der Einfahrten auf die Stammachse werden übernommen bzw. erneuert. Die neuen zusätzlichen Wechseltextsignale werden mit den bestehenden in die Anlagesteuerung Verkehr integriert. Die LSA werden in die kantonalen Verkehrsrechner integriert.

Kabelanlagen

Die Rohranlagen werden entlang der Zubringerstrassen erweitert, um die Erschliessung der erweiterten LSA, Signalportale als auch die Kommunikationsverbindungen zur Stammachse sicherzustellen.

Nebenanlagen

Die Steuerung der SABA als auch der Pumpenbecken wird in den erweiterten ESP Grosshof integriert.

7.5.6. Werkleitungen

Die Luzernerstrasse gilt nicht nur aus verkehrstechnischer Sicht als wichtigste Verbindung zwischen Luzern und Kriens, sondern ist auch als Werkleitungskorridor von grosser Bedeutung. Beim Knoten Luzernerstrasse / Eichwilstrasse existieren zahlreiche Querungen, von wo aus die Leitungen entlang der Eichwilstrasse weiterlaufen. Der Konflikt mit dem Projekt Bypass Luzern entsteht dadurch, dass die Höhenlage aller Verkehrsflächen des untergeordneten Netzes im Anschluss Luzern-Kriens angepasst werden muss (Absenkung unterhalb der neuen Brücken Grosshof, Anhebung im Bereich der Ausfahrtsrampe Luzern-Kriens FBSU, neue Platzgestaltung). Weitere Konflikte entstehen durch die Fundamente der neuen Brücke Grosshof.

Die betroffenen Leitungen und Anlagen werden im Rahmen der Hauptarbeiten nach Bedarf verlegt. Die Hausanschlüsse der rückzubauenden Gebäude werden ersatzlos aufgehoben. Separat zu erwähnen ist ausserdem die geplante Umlegung eines grossen Entwässerungsbauwerks, das Teil der Hochwasserentlastung der Gemeinden Luzern und Kriens ist. Es wird mit gleichbleibender Funktionalität in veränderter Lage neu erstellt. Die angeschlossenen Zu- und Abflüsse werden an die neue Lage angepasst.

8. Stadtautobahn

Der heutige Cityring, welcher u.a. die Tunnel Reussport und Sonnenberg umfasst, wird zwischen der Verzweigung Rotsee im Norden und dem Anschluss Luzern-Kriens im Süden zur Stadtautobahn umgenutzt. Gleichzeitig dient sie als Redundanzachse zum neuen Tunnel Bypass.

Während der neue Tunnel Bypass zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Luzern-Horw keine Ein- oder Ausfahrmöglichkeiten anbietet, verfügt die Stadtautobahn über die Anschlüsse Emmen-Süd, Luzern-City und Luzern-Kriens. Die Stadtautobahn wird in den Tunnelvorzonen Ibach und Grosshof des neuen Tunnel Bypass jeweils aussen liegend geführt, während die Achse Tunnel Bypass innen liegend angeordnet ist. Um die nötigen Ent- und Verflechtungen zwischen Tunnel Bypass und Stadtautobahn zu gewährleisten, sind am bestehenden Cityring die folgenden Anpassungen erforderlich:

- Der Nationalstrassenabschnitt Ibach-Lochhof wird ummarkiert.
- Der heutige Werksanschluss Lochhof bleibt bestehen.
- Der Tunnel Reussport bleibt unverändert.
- Die Sentibrücken und der Anschluss Luzern-City bleiben unverändert.
- Der Tunnel Sonnenberg FBNO wird im Süden durch die neue Brücke / Portalbauwerk Grosshof gegenüber heute um ca. 200 m verlängert.
- Der Tunnel Sonnenberg FBSU wird südlich der bestehenden Technikzentrale Sonnenberg Mitte neu geführt. Das neue Südportal liegt gegenüber heute weiter westlich.
- Das südliche Ende der bestehenden Tunnelröhre Sonnenberg FBSU ist neu Teil des Tunnel Bypass FBNO. Der Tunnelabschnitt zwischen den beiden Verzweigungen wird stillgelegt resp. dient noch als Fluchtweg für die Stadtautobahn (bezeichnet als Reststrecke Sonnenberg FBSU).

Die Instandsetzung des heutigen Cityrings (inkl. Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg) erfolgt im Rahmen der normalen Erhaltungsplanung des ASTRA, abgestimmt auf die Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern. Sie ist nicht Bestandteil des vorliegenden Ausführungsprojekts. In den Bau- und Verkehrsphasen resp. im Bauprogramm des Projekts Gesamtsystem Bypass Luzern sind die möglichen Zeitfenster für die Ausführung der erforderlichen Instandsetzungsarbeiten berücksichtigt.

8.1. Linienführung, Trassee

Die generelle Linienführung der Stadtautobahn entspricht über weite Strecken dem heutigen Cityring. Eine Ausnahme bildet der Abschnitt Technikzentrale Sonnenberg Mitte bis südlich des Anschlusses Luzern-Kriens der Achse Stadtautobahn FBSU, welche neu durch den Überwerfungstunnel, über die Grosshofbrücke West und durch den verbreiterten Anschluss Luzern-Kriens wieder auf die heutige Linienführung geführt wird.

8.1.1. Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU

Damit die beiden Systeme Tunnel Bypass und Stadtautobahn im Anschluss Luzern-Kriens getreu ihrer jeweiligen Funktion geführt werden können, muss die entsprechende Entflechtung unterirdisch erfolgen.

Die horizontale Linienführung des Überwerfungstunnels verlässt jene des heutigen Tunnels Sonnenberg FBSU kurz nach der Technikzentrale Sonnenberg Mitte, schwenkt erst nach Südwesten ab und kehrt in einem Bogen wieder zurück, um direkt vor dem Anschluss Luzern-Kriens parallel zum Bypass FBSU an die Oberfläche zu treten resp. in den Tagbautunnel Grosshof überzuführen.

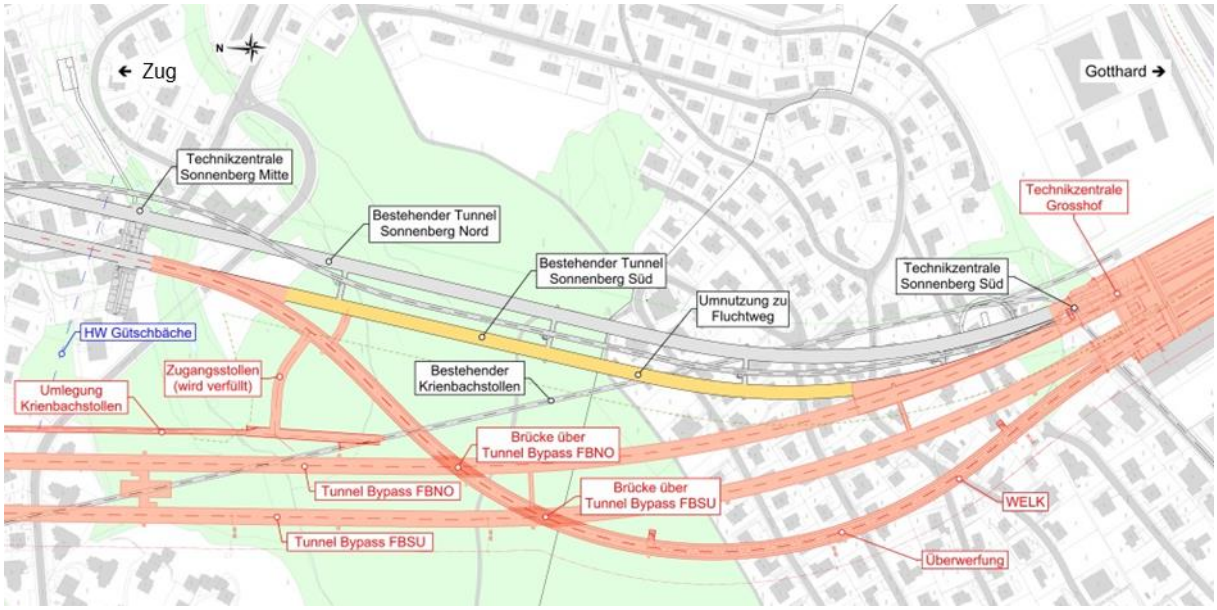


Abbildung 143: Situation des neuen Überwerfungstunnels (Tunnel Sonnenberg FBSU)

Die vertikale Linienführung, welche massgebend für die Bezeichnung des Bauwerks als Überwerfung verantwortlich ist, steigt nach der Technikzentrale Sonnenberg Mitte zunächst mit einer maximalen Neigung von rund 5 % an und überquert nach ca. 300 m schleifend die beiden Röhren des Tunnel Bypass im geringstmöglichen Abstand.

8.1.2. Nationalstrassenabschnitt Ibach – Lochhof

Zwischen der bestehenden Brücke Ibach im Norden und dem Tunnel Reussport im Süden verläuft die Stadtautobahn über weite Strecken auf einem Lehnenviadukt. Die baulichen Massnahmen auf der Stammstrecke infolge des Projekts Bypass Luzern beschränken sich auf eine reine Ummarkierung der Fahrstreifen. Die Vertikal- und Horizontalgeometrie sowie der Mittelstreifen bleiben unverändert.

8.2. Entwässerung

Die Stadtautobahn nördlich des Tunnel Reussport (Abschnitt Brücke Ibach – Lochhof) ist ein Teileinzugsgebiet der neuen SABA Sedel. Das Strassenabwasser dieser Abschnitte wird wie heute zum bestehenden Pumpwerk Lochhof geleitet und von dort nach Norden gefördert.

Das Entwässerungsnetz der Nationalstrassenstammstrecke auf dem Abschnitt Brücke Ibach – Anschluss Luzern-Zentrum verbleibt unverändert.

8.3. Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU

Der bestehende Tunnel Sonnenberg FBSU wird südlich der Technikzentrale Sonnenberg Mitte neu geführt. Als Folge wird ein Teil der bestehenden Tunnelröhre Sonnenberg FBSU stillgelegt resp. zum Fluchtweg umgenutzt.

8.3.1. Überwerfungstunnel

Der neue Überwerfungstunnel liegt zwischen der Technikzentrale Sonnenberg Mitte und dem nördlichen Widerlager der Brücke Portalbauwerk Grosshof und ist rund 870 m lang. Davon werden rund 840 m bergmännisch erstellt.

Lichtraumprofil und Fahrstreifenbreiten entsprechen für den neu erstellten Teil jenen im neuen Tunnel Bypass. Das Quergefälle der Fahrbahn beträgt überall mindestens 2.5 %.

Für das Normalprofil des Überwerfungstunnels gelten die gleichen Anforderungen wie für jenes des neuen Tunnel Bypass. Es ist ebenfalls zweischalig und umfasst im Wesentlichen die gleichen Elemente mit identischer Ausprägung. Es gelten die folgenden Abweichungen / Präzisierungen:

- Im Anschlussbereich zum bestehenden Tunnel Sonnenberg FBSU wird vom Normalprofil abgewichen (Aufweitung).
- Ein maschineller Vortrieb kann ausgeschlossen werden und es wird darum generell ein Hufeisenprofil ausgeführt.
- Ein Sohlgewölbe ist nirgends erforderlich und es wird auf der gesamten Länge eine Regenschirmabdichtung eingebaut.
- Auf den beiden Abschnitten, wo der Überwerfungstunnel je eine Röhre des Tunnel Bypass überquert, wird das Profil in der Sohle mit einer geraden, 1.0 m starken bewehrten Betonplatte abgeschlossen.
- Ein Werkleitungskanal kann aus Platzgründen erst südlich der Kreuzung mit dem Tunnel Bypass angeordnet werden. Im restlichen Abschnitt werden die Werkleitungen, welche für den Tunnelbetrieb erforderlich sind, in einem Rohrblock im Bankett geführt.
- Der Werkleitungskanal wird auch als Fluchtweg genutzt.

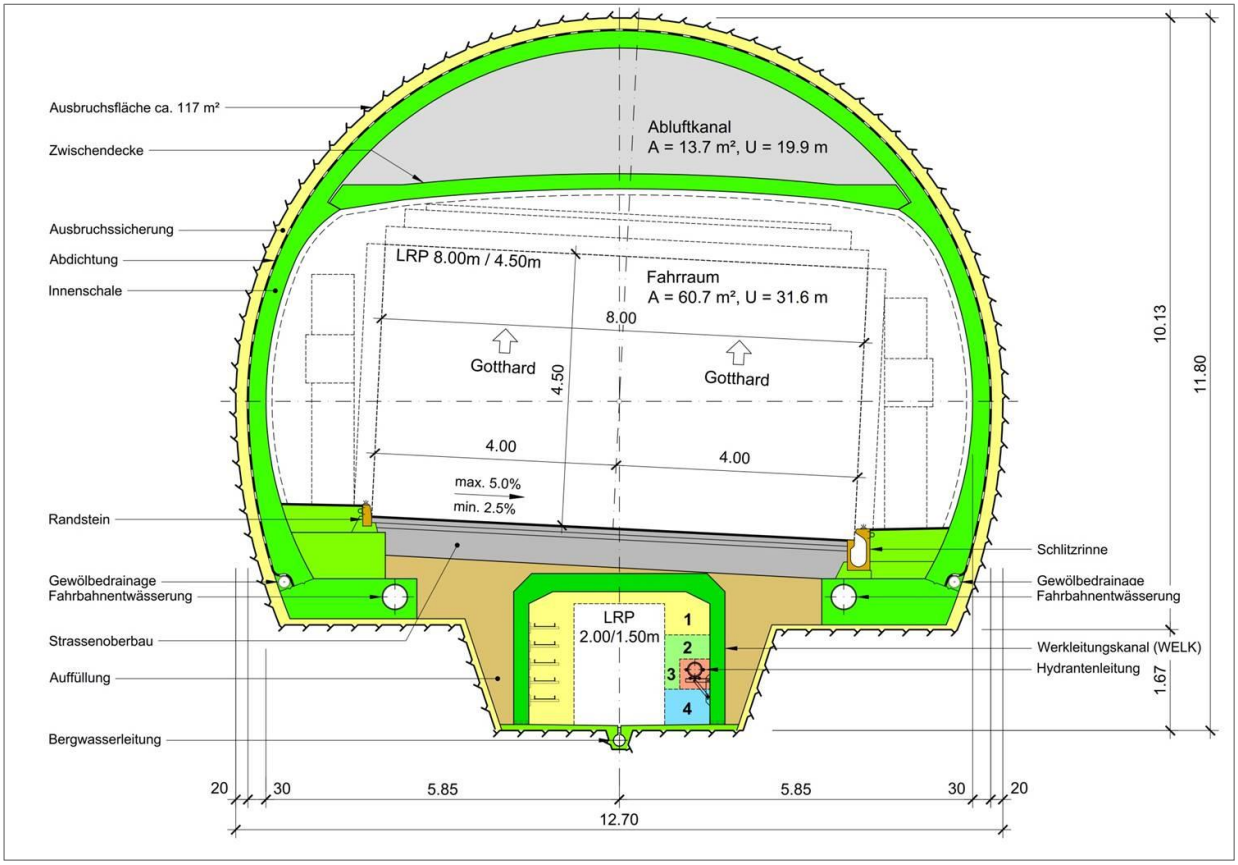


Abbildung 144: Normalprofil Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU mit Werkleitungskanal

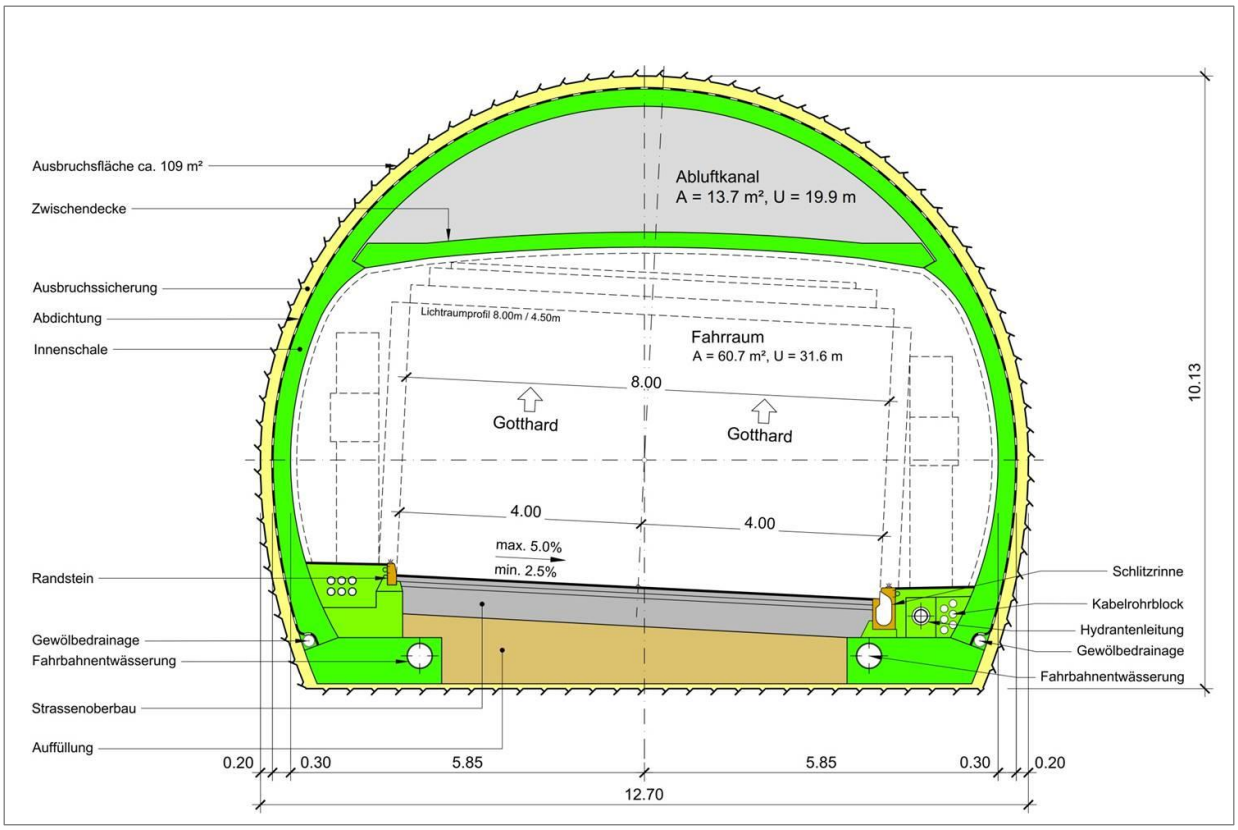


Abbildung 145: Normalprofil Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU ohne Werkleitungskanal

Der bergmännische Überwerfungstunnel verfügt über eine befahrbar ausgebildete Querverbindung zur Reststrecke Sonnenberg Süd, zwei Treppenhäuser zum Werkleitungskanal, sowie einen Zugang zum Treppenhaus am westlichen Rand der Technikzentrale Grosshof. Die Abstände zwischen den Ausgängen betragen maximal 300 m. Anforderungen und Ausgestaltung der befahrbaren Querverbindung entsprechen den befahrbaren Querverbindungen des Tunnel Bypass.

Zusätzlich werden kombinierte SOS- und Hydrantennischen im Abstand von maximal 150 m angeordnet. Sie befinden sich in der Regel direkt gegenüber der oben beschriebenen Ausgänge sowie auf halbem Weg dazwischen. Abmessungen und Ausgestaltung der Nischen sind gleich wie im neuen Tunnel Bypass.

Die Betriebszentralen Nord und Mitte des Tunnels Sonnenberg werden weiter genutzt. Die Technikzentrale Sonnenberg Süd wird durch die neue Zentrale Grosshof ersetzt. Die dortige Betriebszentrale des Tunnel Bypass ist im selben Gebäude untergebracht. Technisch sind die Systeme jedoch vollständig getrennt.

8.3.2. Reststrecke Tunnel Sonnenberg FBSU

Die Reststrecke Tunnel Sonnenberg FBSU wird im Norden und Süden durch die beiden Verzweigungsbauwerke resp. durch die dort eingezogenen Betonwände begrenzt:

- Nord: Anschluss des bestehenden Tunnel Sonnenberg FBSU an den neuen Überwerfungstunnel.
- Süd: Anschluss des neuen Tunnel Bypass FBNO an den bestehenden Tunnel Sonnenberg FBSU.

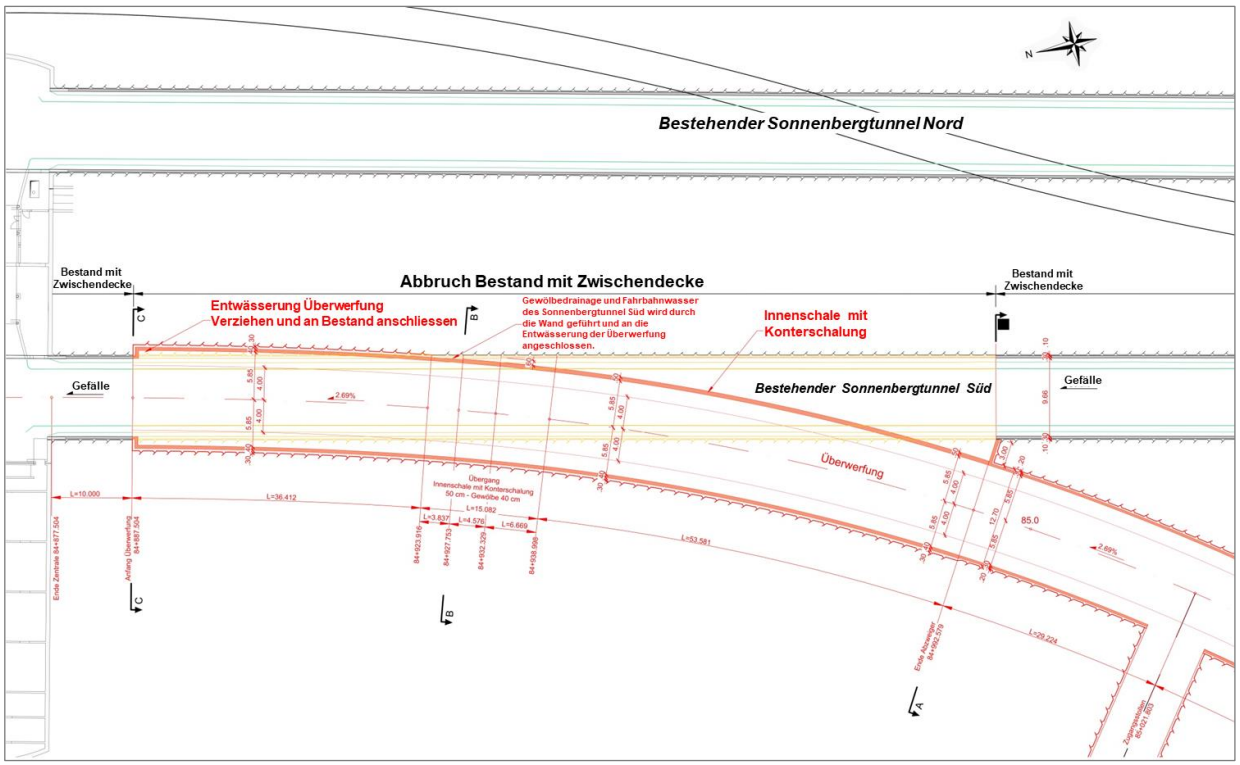


Abbildung 146: Situation Reststrecke Tunnel Sonnenberg FBSU

Die einzige bauliche Anpassung an der Reststrecke besteht im Anschluss der neuen befahrbaren Querverbindung zum neuen Überwerfungstunnel. Die bereits bestehenden begehbaren Querverbindungen QV6, QV7 und QV8 zum Tunnel Sonnenberg FBNO verbleiben im Bestand und werden weiter genutzt. Die Querverbindungen QV9 und QV10 werden ausser Betrieb genommen, da eine Verbindung der beiden Systeme nicht zulässig ist.

8.3.3. Entwässerung

Die Entwässerung des Tunnels Resussport bleibt unverändert bestehen. Die Entwässerung des Tunnel Sonnenberg wird je nach Röhre mehr oder weniger stark angepasst. Der Tunnel Sonnenberg wird heute im Trennsystem Richtung Norden entwässert. Die Einleitung des Betriebswassers in die Kanalisation erfolgt via Pumpwerk und Stapelbecken Baselstrasse bei der Technikzentrale Sonnenberg Nord.

Das Betriebswassersystem des Tunnels Sonnenberg FBNO wird infolge der Verlängerung im Süden durch das neue Portalbauwerk Grosshof geringfügig angepasst: Das bestehende Ölrückhaltebecken (ÖRB) Südportal Tunnel Sonnenberg wird aufgehoben. Neu fliesst alles Wasser ab dem südlichen Widerlager der neuen Brücke / Portalbauwerk Grosshof zum Pumpwerk und Stapelbecken Baselstrasse. Dessen Einzugsgebiet wird dadurch um rund 250 m verlängert.

Die Entwässerung des bestehenden Tunnels Sonnenberg FBSU bleibt zwar im Wesentlichen bestehen, ihr Einzugsgebiet erfährt aber deutliche Veränderungen.

Der südlichste Abschnitt ist neu Teil des Tunnel Bypass FBNO und entwässert entsprechend in dessen System.

Die Reststrecke erfährt eine Nutzungsänderung, wodurch sich der Wasseranfall aus diesem Abschnitt auf ein Minimum reduziert. Die bestehende Entwässerung wird beibehalten.

Aufgrund der vertikalen Linienführung des neuen Überwerfungstunnels mit dem Hochpunkt entwässert dessen nördliche Hälfte dem Gefälle entlang Richtung Norden ins bestehende System des Tunnels Sonnenberg FBSU. Die neu angeschlossene Strecke ist kürzer als die heute durch das System zu entwässernde Strecke ab dem ÖRB Südportal Tunnel Sonnenberg.

Die südliche Hälfte des neuen Überwerfungstunnels entwässert in Richtung Süden. Im Tagbaubereich fliesst das Wasser ins neue System des Tunnel Bypass FBSU.

Der Überwerfungstunnel wird mit einer Regenschirmabdichtung (Ableitkonzept) ausgeführt und im Trennsystem entwässert. Die Systeme für Berg- und Betriebswasser werden parallel geführt und die Fliesswege sind analog.

Das Betriebswasser soll möglichst schnell aus dem Fahrraum abfliessen und in ein geschlossenes System überführt werden. Die Fahrraumentwässerung erfolgt mittels Quergefälle in die Schlitzrinne am jeweils tiefer liegenden Fahrbahnrand und weiter über regelmässig (alle 50 m) angeordnete Siphonschächte in die parallel verlaufende Sammelleitung unterhalb des Banketts. Bei Quergefällwechseln, welche nach beiden Seiten auftreten, wechselt die Schlitzrinne nach einem Überlappungsbereich mit beidseitiger Anordnung die Seite. Entsprechend ist auch beidseitig eine Sammelleitung vorhanden. Im jeweils höher liegenden Bankett ist sie nur als Transitleitung ausgebildet.

Das Bergwasser wird am Gewölbefuss gefasst und über Querableitungen in die Bergwasserleitung im Werkleitungskanal resp. im Bankett geführt.

Der Überwerfungstunnel und die Brücke / Portalbauwerk Grosshof sind zusammen deutlich kürzer als der Tunnel Bypass und der für die Dimensionierung massgebende Tunnelreinigungsfall ist planbar. Die zusätzlichen Wassermengen aus der Stadtautobahn sind damit unerheblich.

8.3.4. Fluchtwegkonzept Stadtautobahn

Um das übergeordnete Projektziel der Systemredundanz Tunnel Bypass und Stadtautobahn zu erfüllen, dürfen als Fluchtwege aus den Tunneln der Stadtautobahn im Ereignisfall nur Elemente des gleichen Systems genutzt werden. Auf Verbindungen zum Tunnel Bypass muss auch dann verzichtet werden, wenn dadurch kürzere Wege an die Oberfläche möglich wären.

Die beiden Tunnel der Stadtautobahn (Reussport und Sonnenberg) verfügen über zwei Röhren mit regelmässig angeordneten Querverbindungen, welche im Ereignisfall als Fluchtwege in die benachbarte, nicht vom Ereignis betroffene Röhre dienen. Südlich der bestehenden Technikzentrale Sonnenberg Mitte ist dies in Zukunft nicht möglich, weil die beiden Röhren FBNO und FBSU aufgrund des neuen Überwerfungstunnels nicht mehr parallel verlaufen und dazwischen der neue Tunnel Bypass liegt. Die Erstellung neuer Querverbindungen wäre aus geometrischen Gründen nur mit unverhältnismässigem Aufwand möglich. Die Abstände der Fluchtwege betragen maximal 300 m.

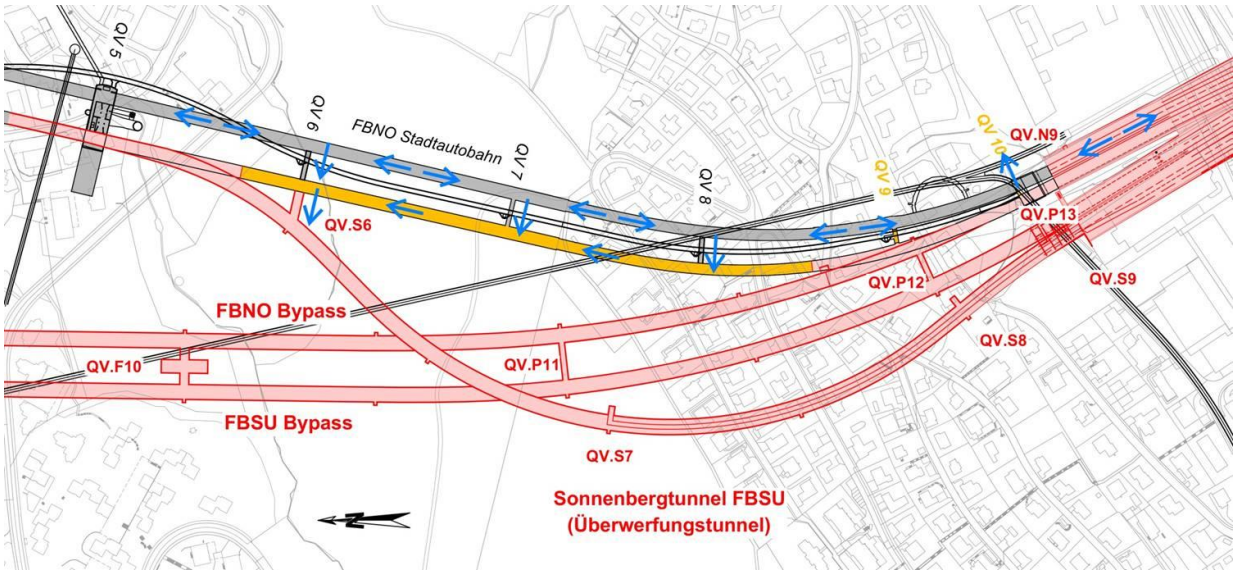


Abbildung 147: Anpassung Fluchtwegkonzept Stadtautobahn (Ereignis in Röhre FBNO)

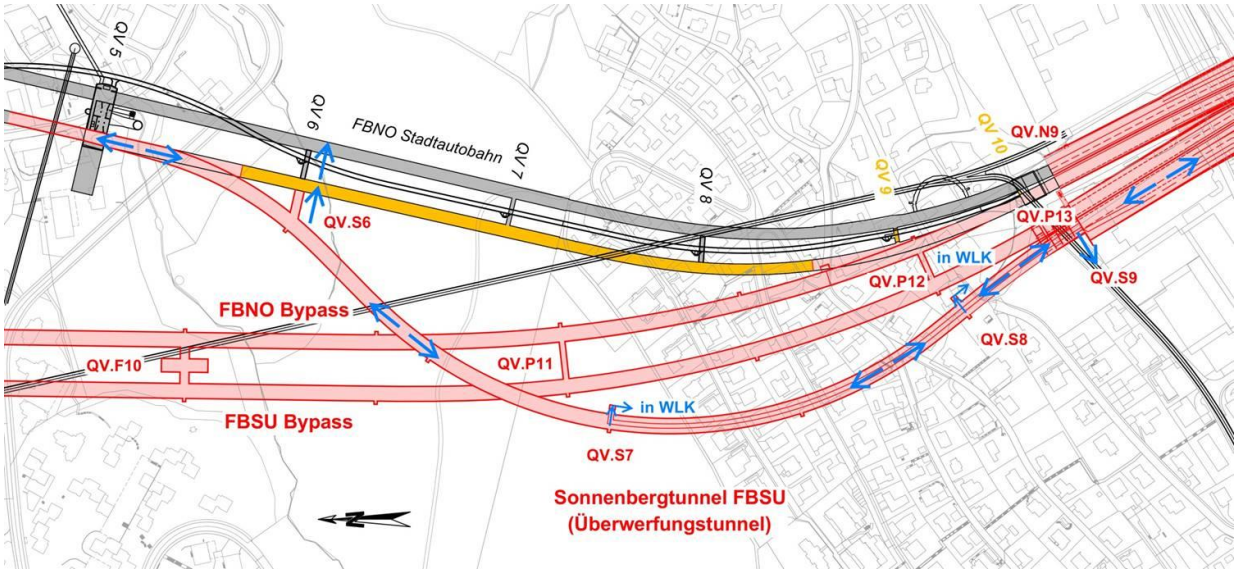


Abbildung 148: Anpassung Fluchtwegkonzept Stadtautobahn (Ereignis in Röhre FBSU)

Aus dem Tunnel Sonnenberg FBNO wird von Norden bis und mit der QV8 unverändert durch die bestehenden Querverbindungen geflüchtet. Bis und mit der QV5 führen sie wie heute in die Parallelröhren. Die QV6, QV7 und QV8 führen zunächst in die nunmehr stillgelegte Reststrecke Sonnenberg FBSU und weiter durch die neue QV.S6 in den Überwerfungstunnel. Die heutigen QV9 und QV10 stehen nicht mehr als Fluchtwege zur Verfügung, da sie in den Tunnel Bypass FBNO führen. Dafür kann der Tunnel zusätzlich durch das Treppenhaus an der Ostseite der neuen Zentrale Grosshof verlassen werden.

Aus dem Tunnel Sonnenberg FBSU wird von Norden bis und mit der QV5 unverändert durch die bestehenden Querverbindungen in den Tunnel Sonnenberg FBNO geflüchtet. Südlich davon steht die neue Querverbindung QV.S6 in die Reststrecke und über die bestehende QV 6 weiter in die Röhre Sonnenberg FBNO, die Treppenhäuser QV.S7 und QV.S8 in den Werkleitungskanal sowie das Treppenhaus an der Westseite der neuen Zentrale Grosshof (QV.S9) als Ausgänge zur Verfügung.

8.4. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Unter dem Begriff Stadtautobahn wird der Nationalstrassenabschnitt des heutigen Cityrings zwischen der Verzweigung Rotsee im Norden und dem Anschluss Luzern-Kriens im Süden des heutigen Cityrings verstanden. Die Stadtautobahn dient primär dem Ziel-/Quellverkehr der Stadt Luzern. Der südliche Abschnitt des Tunnel Sonnenberg erhält ab Sonnenberg Mitte bis Grosshof einen neuen Überwerfungstunnel für die Fahrbahn Süd. Ein Teil der bestehenden und nun stillgelegten Röhre Sonnenberg Süd wird als Fluchtweg genutzt. Die Erneuerung bzw. der Ersatz der Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (BSA) in den beiden bestehenden Tunnelröhren Reussport und Sonnenberg ist **nicht** Bestandteil des Ausführungsprojekts Bypass Luzern. Die Planung dieser Massnahmen erfolgt jedoch parallel, damit die Realisierung im gleichen Zeitfenster wie der Bypass Luzern stattfinden kann. Der nachfolgende Beschrieb beinhaltet sowohl die Neuausrüstung der neuen Tunnelelemente wie den Überwerfungstunnel als auch den Ersatz der bestehenden Tunnelelemente.

Energieversorgung

In den Tunneln Reussport und Sonnenberg werden die Energieversorgungsanlagen erneuert. Die Trafostationen werden wie bisher redundant von den ewl mit 10kV eingespiesen. Die Mittelspannungsanlagen, Transformatoren und NS-Verteilungen werden im Rahmen des Erhaltungsprojektes ersetzt. Die NS-Verteilungen werden nach Röhren getrennt strukturiert und in je einen Teil allgemeine Verbraucher und Fahrraumlüftung aufgeteilt. Die Verteilungen pro Röhre können im Bedarfsfall (Ausfall eines Transformators) gekoppelt werden. Die Auftrennung der Niederspannungsnetze Lüftung und Allgemein Beleuchtung ist im Tunnel Resussport aus Platzgründen nicht realisierbar. Die offenen Strecken werden weitgehend von den Technikzentralen bei den Portalen aus versorgt.

Der neue Überwerfungstunnel im Sonnenberg für die Fahrbahn Süd wird über die bestehenden Technikzentralen Sonnenberg Mitte und die neue Technikzentrale Grosshof versorgt. Jede Technikzentrale ist mit einer USV ausgerüstet, welche die sicherheitsrelevanten Anlagenkomponenten versorgt.

Beleuchtung

Die gesamte Beleuchtung wird mit LED-Technologie realisiert. Ebenso werden alle Leuchtmitteleinsätze in den verschiedenen Signalisierungskomponenten mit LED ausgeführt.

Die bestehende Beleuchtung wird in allen Tunnelröhren komplett ersetzt. Im nicht mehr für den Verkehr genutzten Abschnitt Süd der bestehenden FBNO des Tunnels Sonnenberg wird die Beleuchtung auf eine Fluchtwegbeleuchtung reduziert. Die Beleuchtung im Überwerfungstunnel wird neu aufgebaut.

Die Durchfahrtsbeleuchtung wird an neuen Kabeltrassen montiert und in den Tunneln Reussport und Sonnenberg in zwei Reihen seitlich angeordnet. Der Überwerfungstunnel bildet die Fortsetzung der FBSU des Tunnels Sonnenberg und erhält dementsprechend ebenfalls eine seitlich angeordnete Durchfahrtsbeleuchtung. Die Verteilung der Leuchten wird so gewählt, dass eine kontinuierliche Leuchtdichte auf der Fahrbahn und an den Tunnelwänden erreicht wird. Die Adaptationsbeleuchtung wird in konfigurierbaren Stufen auf Basis der Leuchtdichtemessung geschaltet. Die Durchfahrtsbeleuchtung verfügt je nach Betriebssituation über mehrere Helligkeitsstufen.

Lüftung

Der Tunnel Sonnenberg inkl. Überwerfungstunnel wird mit einem Abluftsystem für den Ereignisfall ausgerüstet. Das Abluftsystem kann im Tunnelbereich mit Abluftkanal über jeweils drei offene Abluftklappen min. 175 m^3/s Abluft in der Nordröhre resp. 241 m^3/s Abluft in der Südröhre fördern. Die grössere Abluftmenge in der Südröhre ist auf das grössere Normalprofil des Überwerfungstunnels zurückzuführen. Die Auslegung geht von Richtungsverkehr mit grosser Stauhäufigkeit aus (RV2).

In der Zwischendecke, welche den Abluftkanal vom Fahrraum abtrennt, sind alle 100 m mit elektrischen Antrieben ausgerüstete Abluftklappen installiert. Bei einem Ereignis wird die Abluft resp. der Rauch über drei geöffnete Abluftklappen aus dem Fahrraum abgesaugt und weiter über den Abluftkanal bis zur Mittelzentrale gefördert. Dort sind pro Tunnelröhre Abluftventilatoren installiert (total vier Abluftventilatoren in der Zentrale Mitte), welche die Abluft über die Rauchauslassöffnung ausstossen. Die Abluftventilatoren haben einen Laufraddurchmesser von 2000 mm für die Nordröhre resp. 2800 mm für die Südröhre und verfügen über einen Motor mit 380 kW resp. 630 kW Nennleistung.

Die Längsströmung wird mittels Strahlventilatoren sichergestellt. Im Normalbetrieb kann belastete Tunnelluft mittels der Längslüftung ausgestossen werden. Im Ereignisbetrieb stellt die Längslüftung die kontrollierte Längsströmung zur Absaugstelle sicher resp. sorgt bei portalnahen Ereignissen für das Ausblasen der Rauchgase zum Portal. Strahlventilatoren sind beim Nordportal (SV 1250 mm Laufraddurchmesser, total sieben Stück) und in den Grosshofbrücken am Südportal (SV 630 mm Laufraddurchmesser, total 27 Stück) angeordnet. Die Strahlventilatoren nahe dem Ereignisort bleiben ausgeschaltet. Eine Rauchverwirbelung und die Zerstörung einer Rauchschichtung werden dadurch vermieden. Zur Verhinderung eines Rauchübertritts in den nahen Tunnel Reussport wird dessen Längslüftung mit Blasrichtung Süd betrieben.

Bei einem Ereignis wird durch den Betrieb der Längslüftung der Fluchtröhre der Rauchübertrag an den Portalen und bei den Querverbindungen, welche in die Gegenröhre münden, minimiert. Eine Belüftung der Fluchtwege erfolgt ausschliesslich über die Längslüftung der nicht betroffenen Tunnelröhren. Die Fluchtwege des Überwerfungstunnels führen in den Sicherheitsstollen, welcher durch eine eigene Lüftung im Normalbetrieb gelüftet wird und im Ereignisbetrieb rauchfrei gehalten wird. Die Fluchtwege der südlichen Hälfte der Nordröhre führen in den stillgelegten Teil der ehemaligen Südröhre. Diese werden durch eine Lüftung des bestehenden Werkleitungskanals bzw. Sicherheitsstollen des Tunnels Sonnenberg im Normalbetrieb gelüftet resp. im Ereignisbetrieb rauchfrei gehalten. Die Fluchtwege im Bereich der Grosshofbrücken münden in ein nach unten führendes Treppenhaus, welches durch die Abluft der Raumlüftung in einen leichten Überdruck versetzt wird.

Der Tunnel Reussport wird mit einer Längslüftung für den Normalbetrieb und den Ereignisfall ausgerüstet. Die Auslegung geht von Richtungsverkehr mit grosser Stauhäufigkeit aus (RV2).

Die Längslüftung wird mittels Strahlventilatoren sichergestellt. Eine Normalbetriebslüftung ist nicht vorgesehen, d.h., es werden keine Sichttrübemessgeräte installiert. Im Ereignisbetrieb stellt die Längslüftung eine kontrollierte Längsströmung sicher, welche bei Stau 1.0 m/s und bei flüssigem Verkehr 3.0 m/s beträgt. Die Längslüftung des Tunnels Sonnenberg wird im Ereignisfall ebenfalls aktiviert, um einen Rauchübertritt vom Tunnel Reussport in den Tunnel Sonnenberg zu verhindern. Insgesamt sind 12 Strahlventilatoren mit einem Laufraddurchmesser von 1250 mm in den zwei Tunnelröhren installiert.

Bei einem Ereignis wird durch den Betrieb der Längslüftung der Fluchtröhre ein Rauchübertrag an den Portalen und bei den Querverbindungen minimiert. Eine Belüftung der Fluchtwege erfolgt ausschliesslich über die Längslüftung der nicht betroffenen Tunnelröhre. Zusätzliche Lüftungsinstallationen zur Rauchfreihaltung der Fluchtwege sind nicht vorgesehen.

Signalisation

Die Signalisation im Gesamtsystem Bypass Luzern zwischen dem Anschluss Buchrain (N14) und Anschluss Rothenburg (N02) über die Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Hergiswil wird neu erstellt respektive ersetzt.

Überwachungsanlagen

(Brandmeldeanlage Tunnel, Verkehrsfernsehen, Divers (Zentrale Einrichtung))

Die Tunnelröhren werden mit einem Linearmelder und Rauchmeldern sowie Videokameras ausgerüstet und in die Anlagesteuerung VTV mit Bildspeichersystem und Bildauswertesystem eingebunden. Die bestehende Geschwindigkeitsmessanlage sowie die zentralen Einrichtungen für Steuer- und Leittechnik, sowie die bestehenden Überwachungsanlagen werden erneuert.

Kommunikations- und Leittechnik

(Kommunikationssystem, Leitsystem, Funk- und Einsprechanlage, Notruftelefon, VM-CH Ausrüstung)

Die Kommunikation Strecke wird im Rahmen des Projekts Tunnel Bypass erneuert, Dies bedingt auch den Ersatz der Knoten in den Zentralen Lochhof und Sonnenberg Nord. Die Einbindung der BSA-Anlagen im Perimeter erfolgt über das Kommunikationsnetz Abschnitt.

Kabelanlage

(Erdungsanlage, Lichtwellenleiter, Universelle Gebäudeverkabelung, NT-Kabel, Rohranlagen)

Der Bau von neuen zusätzlichen Rohranlagen ist nicht notwendig. Die Erdungsanlage wird Norm- und richtlinienkonform ergänzt und durch Erdungsmessungen geprüft und ergänzt. Die Strecken-, Abschnitt- und Feldebene werden mit LWL-Kabeln versorgt.

Nebeneinrichtungen

(Hausinstallation, HKL, Brandmeldeanlage Gebäude, Krananlage/Hebezeug, Pumpwerk-Ölabscheider-Rückhaltebecken, Barrierenanlage, Tür-Tor-Zutrittskontrolle, Bauliche Einrichtungen, Telefonie)

Alle bestehenden Nebeneinrichtungen werden im Rahmen der Realisierung des Tunnel Bypass erneuert bzw. ersetzt.

9. Ergänzung Süd

9.1. Linienführung, Projektinhalt

Das Nationalstrassentrassee im Abschnitt Süd erfährt bezüglich Linienführung keine Anpassungen. Mit Ausnahme der Antirezirkulationswand beim Südportal des Tunnels Spier (siehe Anhang 3), werden südlich des Tunnels Spier die gemäss generellem Projekt definierten Massnahmen bereits im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil in den Jahren 2019-2021 realisiert.

Das Teilprojekt Ergänzung Süd beinhaltet die folgenden Massnahmen:

- Ummarkierung der Fahrstreifen zwischen dem Südportal des Tunnels Schlund (Wanne Schlund) bis zur Verzweigung Lopper.
- Massnahmen zur Verbesserung der Strassenabwasserbehandlung.
- Anpassung der Antirezirkulationswände am Südportal Tunnel Schlund, sowie am Nord- und Südportal Tunnel Spier.

Der Ausbau zwischen dem Anschluss Luzern-Horw und dem Halbanschluss Hergiswil auf 2 x 3 Fahrstreifen wird mittels Umwidmung des Pannenstreifens zu einem Fahrstreifen erfolgen. Der 3. Fahrstreifen wird beim Anschluss Luzern-Horw addiert (FBSU), resp. subtrahiert (FBNO). Beim Anschluss Hergiswil wird der 3. Fahrstreifen der Fahrbahn FBSU subtrahiert. In Fahrtrichtung Nord steht ein 3. Fahrstreifen durchgehend zwischen der Verzweigung Lopper und der Ausfahrt Luzern-Horw zur Verfügung.

Wanne Schlund, Tunnel Spier (inkl. Anschluss Luzern-Horw)

Die bestehenden Fahrbahn- und Tunnelquerschnitte bleiben unverändert.
Das Projekt sieht zur Realisierung des 3. Fahrstreifens eine Ummarkierung des bestehenden Fahrbahnquerschnitts vor. Der bestehende Pannenstreifen wird zugunsten eines 3. Fahrstreifens aufgehoben. Innerhalb der Wanne Schlund (Ein-/Ausfahrt Luzern-Horw) erfolgen die notwendigen Anpassungen ebenfalls mit reinen Ummarkierungsmassnahmen (Aufhebung Pannen- zugunsten Fahrstreifen). Die Bankette verbleiben dabei unverändert.

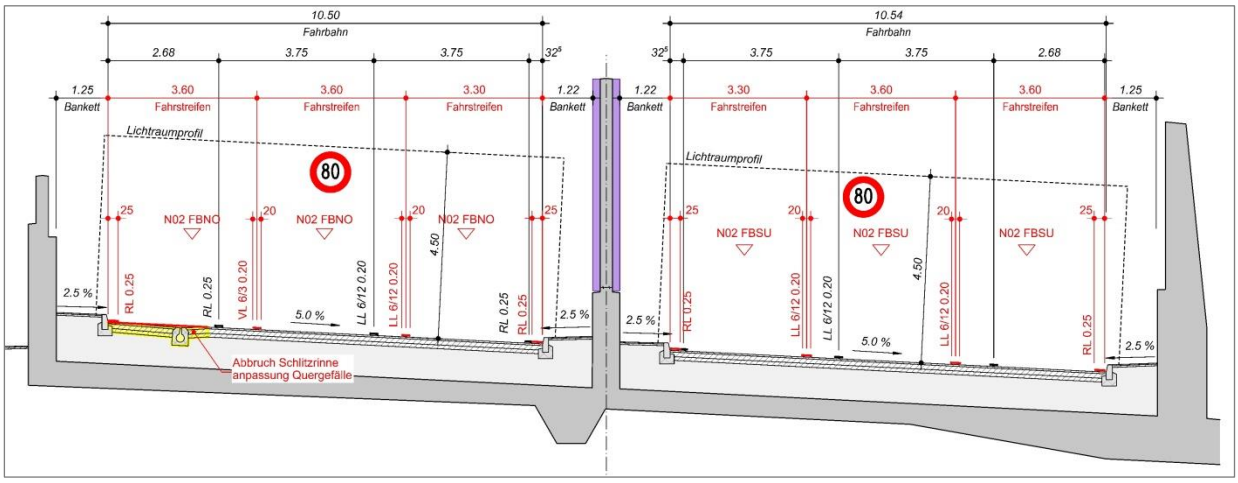


Abbildung 149: Querschnitt Wanne Schlund mit Umnutzung Pannenstreifen in Fahrstreifen

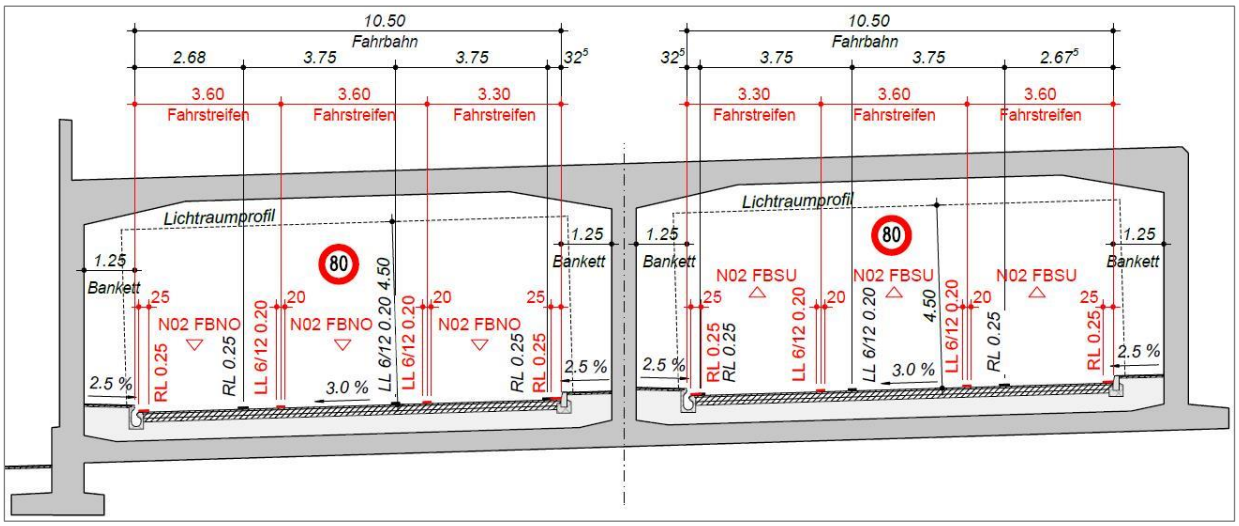


Abbildung 150: Querschnitt Tunnel Spier mit Umnutzung Pannenstreifen in Fahrstreifen

Die Horizontal- und Vertikaltrassierungen verbleiben unverändert. Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit wird auf 80 km/h reduziert. Die Entwässerung erfolgt über Schlitzrinnen. Die Schächte sind siphoniert.

Offene Strecke Südportal Tunnel Spier – Anschluss Hergiswil

Die offene Strecke Süd erstreckt sich ab dem Südportal des Tunnels Spier bis zur Ein-/Ausfahrt des Anschlusses Hergiswil. Die Länge des Abschnitts beträgt ca. 560 m. Das Trassee ist gekennzeichnet durch seine Lage zwischen den hangseitigen Stützbauwerken und der seeseitig angrenzenden Kantonsstrasse. Die Breite des bestehenden Fahrbahnquerschnitts ist variabel (Regelfall: Fahrstreifen 2 x 3.75 m, Pannenstreifen 2.75 m). Die Platzverhältnisse sind beengt. Für die Pannenstreifenumnutzung gelten die Fahrstreifenbreiten gemäss dem nachstehenden Querschnitt.

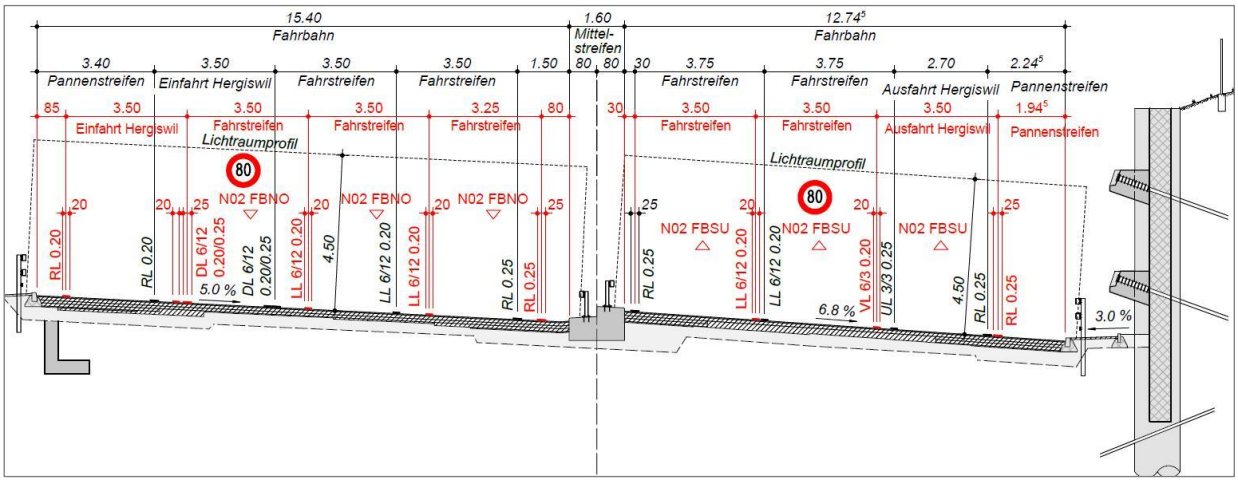


Abbildung 151: Querschnitt offene Strecke Süd Südportal Tunnel Spier – Anschluss Hergiswil

Nothaltebuchten sind keine vorgesehen. Die bestehenden Horizontal- und Vertikaltrassierungen werden im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil zwischen 2019 bis 2021 angepasst. Zugleich wird im Bereich der Einfahrt Hergiswil (FBNO) der Mittelstreifen zugunsten der Länge des Beschleunigungsstreifens verschoben. Der 3. Fahrstreifen wird innerhalb des bestehenden Strassenraumes realisiert. Der Abschluss gegenüber der Kantonsstrasse (Stützmauern, Leiteinrichtungen) ist zur Schaffung von genügendem Raum anzupassen. Auch diese Modifikationen werden bereits mit dem Erhaltungsprojekt Grenze LU/NW - Hergiswil realisiert, so dass im Rahmen der Bypassarbeiten nur Ummarkierungen erforderlich sind. Die bestehenden bergseitigen Stützbauwerke werden nicht tangiert.

Das Längsgefälle verbleibt unverändert. Die Quergefälle werden im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil an die normkonformen Werte angepasst. Der Anschluss Hergiswil inkl. dem Anschlussknoten verbleibt unverändert.

Offene Strecke Anschluss Hergiswil – Verzweigung Lopper

Im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil wird die Fahrbahn FBNO verbreitert und eine temporäre Pannenstreifenumnutzung eingerichtet. Diese Pannenstreifenumnutzung wird zwischen der Einfahrt der N08 bis unmittelbar vor der Einfahrt Hergiswil realisiert. Im Rahmen des Gesamtsystems Bypass Luzern wird der Pannenstreifen dann zu einem permanenten dritten Fahrstreifen ummarkiert. Dazu sind nach der Umsetzung des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil (Realisierung 2019 - 2021) keine weiteren Baumassnahmen mehr erforderlich

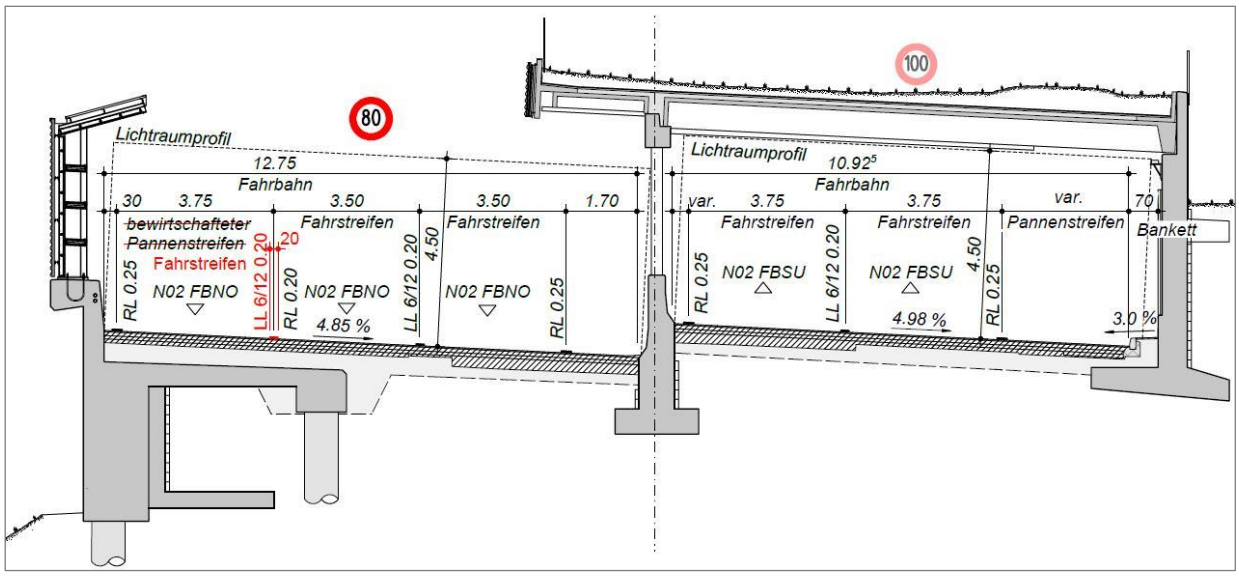


Abbildung 152: Ummarkierung Pannenstreifen zu drittem Fahrstreifen auf der FBNO im Bereich Verzweigung Lopper - Anschluss Hergiswil

9.2. Kunstbauten, Stützmauern

9.2.1. Einleitung

Im Abschnitt Süd sind an den bestehenden Kunstbauten und Stützmauern keinen Massnahmen resp. Veränderungen vorgesehen. Die Massnahmen beziehen sich auf die folgenden Bauteile:

- Südportal Tunnel Schlund, Anpassung der Antirezirkulationswand im Mittelstreifen
- Nordportal Tunnel Spier, Anpassung der Antirezirkulationswand im Mittelstreifen
- Südportal Tunnel Spier, Erstellung einer neuen Antirezirkulationswand im Mittelstreifen.

9.2.2. Südportal Tunnel Schlund, Anpassung der Antirezirkulationswand
(siehe Anhang 3)

Das Südportal Tunnel Schlund weist eine bestehende Antirezirkulationswand im Mittelstreifen auf. Die Wand reicht beim Portal bis Unterkante Deckenkonstruktion und fällt anschliessend über eine Länge von rund 45 m kontinuierlich ab. Die Wand entspricht nicht den aktuellen Richtlinien, weshalb sie entsprechend umzugestalten ist. Die Antirezirkulationswand muss eine Länge von mindestens 30 m und eine konstante Höhe bis Oberkante Fahrraum des Tunnels aufweisen.

Abbildung 153: Bestehende Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Schlund

Die Anpassung resp. Erhöhung wird auf der ganzen Länge der bestehenden Antirezirkulationswand ausgeführt. Zu diesem Zweck werden die bestehenden Lavabetonelemente entfernt. Anschliessend wird die bestehende Kernwand (Betonkonstruktion) mit einer Stärke von 30 cm aufbetoniert. Am Ende der Wand wird diese um 45° abgeschrägt, sodass sie in Fahrrichtung Süd bis auf Oberkante der bestehenden Leitmauer fällt. Dadurch entsteht eine Betonwand mit einer Höhe von ca. 5.55 m über der bestehenden Fahrbahn. Der bestehende Sockelbereich, welcher ca. 1.10 m hoch ist (ab Oberkante Fahrbahn gemessen) weist eine Stärke von 68 cm auf. Auf diese Sockel werden beidseitig Lavabetonelemente montiert, welche die aufgehende Betonkernwand schallabsorbierend verkleiden. Die Lavabetonelemente werden in der C-Struktur mit Farbe Anthrazit ausgeführt. Diese Konstruktion entspricht den bereits bestehenden Konstruktionen im unmittelbaren Umkreis der erhöhten Antirezirkulationswand. Der heute sichtbare Betonsockel wird künftig durch die Lavabetonelemente abgedeckt. Der Kandelaber ist künftig nur noch ab Oberkante Antirezirkulationswand sichtbar. Die bestehenden Bankette links und rechts sind 1.25 m resp. 1.00 m breit und 18 cm hoch. Diese werden nicht verändert.

9.2.3. Nordportal Tunnel Spier, Anpassung der Antirezirkulationswand
(siehe Anhang 3)

Das Nordportal Tunnel Spier weist eine bestehende Antirezirkulationswand im Mittelstreifen auf. Die Wand reicht beim Portal bis Unterkante Deckenkonstruktion und fällt anschliessend über eine Länge von rund 43 m kontinuierlich ab. Die Wand entspricht nicht den aktuellen Richtlinien, weshalb sie umzugestalten ist. Die Antirezirkulationswand muss eine Länge von mindestens 30 m und eine konstante Höhe bis Oberkante Fahrraum des Tunnels aufweisen.

Abbildung 154: Bestehende Antirezirkulationswand Nordportal Tunnel Spier

9.2.4. Neue Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Spier
(siehe Anhang 3)

An der Südseite des Tunnels Spier ist keine Antirezirkulationswand vorhanden. Um die aktuellen Anforderungen zu erfüllen, wird eine rund 30 m lange Antirezirkulationswand in der Ausbildung als Lärmschutzwand, erstellt. Da die bestehende Leitmauer die zusätzlichen Kräfte nicht übernehmen kann, wird diese rückgebaut und für die Antirezirkulationswand neu erstellt.

Analog zu den Erhöhungen der Antirezirkulationswände beim Südportal Tunnel Schlund und beim Nordportal Tunnel Spier wird aus gestalterischen Gründen eine Betonwand mit einer Verkleidung aus Lavabetonelementen realisiert. Für die neue Konstruktion wird der untere, im Anprallbereich liegende Teil (h = 1.15 m ab Oberkante Belag), in Ortbeton erstellt und als Leitmauer ausgebildet. Darauf wird eine Betonwand mit einer Stärke von 30 cm aufbetoniert und beidseitig mit schallabsorbierenden Lavabetonelementen verkleidet. Fundiert wird die Konstruktion auf Ortbetonbohrpfählen mit einem Durchmesser von 80 cm. Die Lavabetonelemente werden in der C-Struktur in Farbe Anthrazit ausgeführt. Das Ende der Antirezirkulationswand wird 45° geneigt. Die neue Betonleitmauer wird bis zum Anschluss der bestehenden Mittelstreifenüberfahrten verlängert. Der bestehende Kandelaber wird neu auf die Antirezirkulationswand aufgesetzt. Das Signalportal unmittelbar vor der Mittelstreifenüberfahrt bleibt bestehen. Die vorhandene Mittelabstützung wird gekürzt und auf der Mittelleitmauer abgestützt. Aufgrund der vorhandenen Breiten sind beidseitig der Leitmauer keine Bankette möglich.

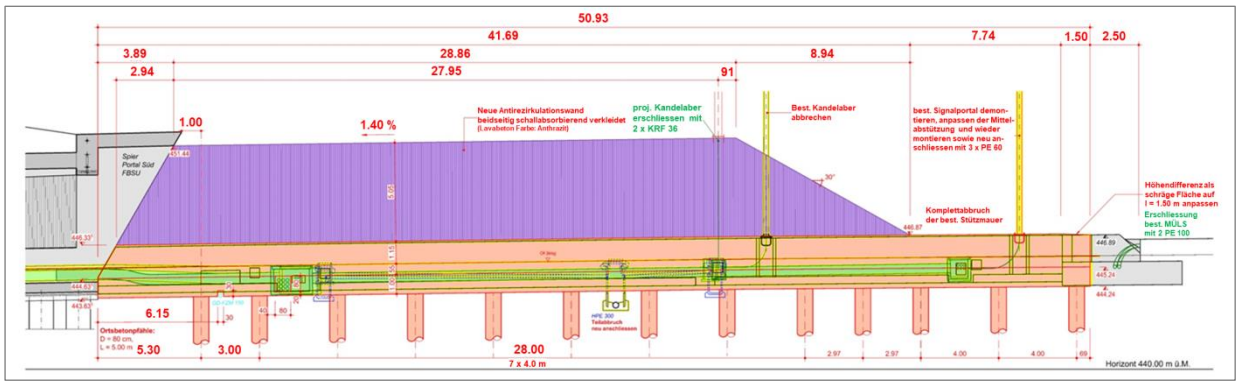


Abbildung 155: Neue Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Spier

9.3. Deckennischen für Strahlventilatoren im Tunnel Schlund

9.3.1. Ausgangslage

Im Rahmen der Bearbeitung des Ausführungsprojekts wurde die Fahrraumlüftung für den Tunnel Schlund und den Tunnel Spier untersucht. Als Grundlage für die Auslegung der Fahrraumlüftung wird von den aktuellen ASTRA Richtlinien und Vorgaben ausgegangen. Die Untersuchung hat ergeben, dass die Lüftung im Tunnel Schlund die aktuellen Anforderungen nicht erfüllt und in beiden Röhren zusätzliche Strahlventilatoren eingebaut werden müssen. Es sind an folgenden Stellen zusätzliche Strahlventilatoren mit entsprechend neuen Deckennischen vorzusehen:

- Weströhre, FBSU: Bei km 97.480 - 97.500
- Oströhre, FBNO: Bei km 97.060 - 97.070.

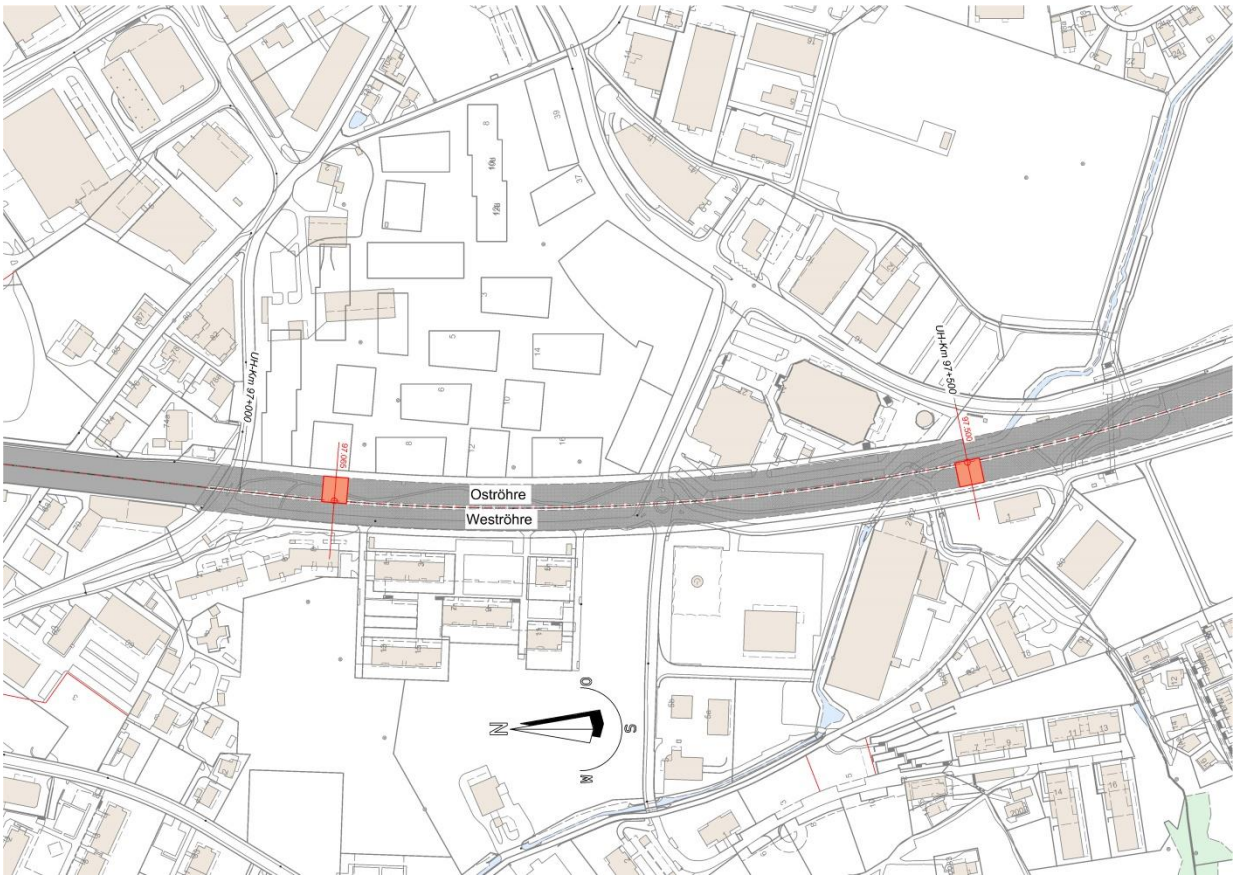


Abbildung 156: Lage der Deckennischen für zusätzliche Strahlventilatoren im Tunnel Schlund

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Lagen der zusätzlichen Deckennischen in einem Orthofoto dargestellt.

Abbildung 157: Ungefähre Lage der Deckennische in der Oströhre

Abbildung 158: Ungefähre Lage der Deckennische in der Weströhre

9.3.2. Konstruktionsbeschrieb Deckennischen

Der Bau der neuen Nische erfolgt ab der bestehenden Decke. Dazu wird die Erdüberdeckung inkl. der Abdichtung im zukünftigen Nischenbereich entfernt. Auf die bestehende Tunneldecke wird eine neue Decke mit einer Stärke von 70 cm aufbetoniert und ausserhalb der Ventilatorennische monolithisch mit der bestehenden verbunden. Dadurch kann die Aussenwand in die Decken eingespannt werden und es ist keine Verstärkung der Aussenwand erforderlich. Die Nische für die Ventilatoren wird nach dem Betonieren der neuen Decke Fahrbahnseitig aus der bestehenden Decke ausgeschnitten. Zum Abschluss der Arbeiten wird die neue Decke abgedichtet, mit Erde überschüttet und begrünt. Die Oberfläche der Überschüttung wird ca. 10 cm über der heutigen Erdüberdeckung zu liegen kommen. Damit sind die Deckennischen im Endzustand praktisch nicht erkennbar.

Nach den Baumeisterarbeiten erfolgt die Montage der Strahlventilatoren im Innern des Tunnels. Die elektrischen Zuleitungen werden in die bestehende Rohranlage ab der Unterzentrale Nord resp. Zentrale Schlund eingezogen. In den Banketten direkt unter den Deckennischen wird in beiden Tunnelröhren je ein Schacht erstellt. Von diesem Schacht wird die Verkabelung bis zu den Ventilatoren sichergestellt.

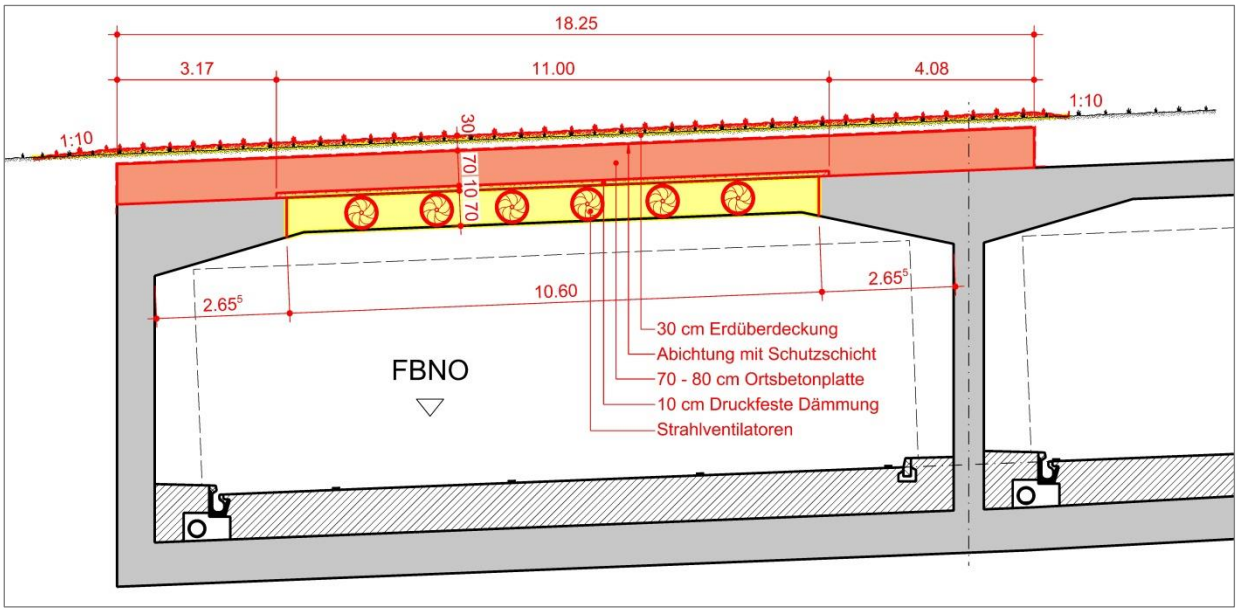


Abbildung 159: Querschnitt der Deckennische (Oströhre, FBNO)

9.3.3. Temporäre Massnahmen

Die bestehenden Fussgängerwege auf der Tunneldecke werden während den Bauarbeiten lokal verlegt und nach Bauende wieder am ursprünglichen Standort angelegt. Als Installationsflächen sind neben den Deckennischen temporäre Bereiche vorgesehen. Die Baustellenzufahrten erfolgen über die öffentlichen Strassen (Motelstrasse).

9.4. Signalportale Anschluss Luzern-Horw (AS-Nr. 28)

Um den Verkehrsfluss im Bereich des Kreisels Schlund beim Anschluss Luzern-Horw zukünftig besser steuern zu können, sind bei allen Kreiselzufahrten Lichtsignale vorgesehen. Diese werden an Signalportalen montiert. Die Portale werden aus Stahl erstellt und auf bzw. an der bestehenden Kreiselbrücke verankert. Die Farbgebung der Signalportale wird in der nächsten Phase Detailprojekt bestimmt. Die Höhe der Portale wird der Lichtraumhöhe von mindestens 4.90 m bis Unterkante Signaltafel angepasst.

9.5. Entwässerung

9.5.1. Einleitung

Die Untersuchungen im Rahmen des Ausführungsprojekts beinhalten die Analyse der Abwasserbehandlung und die Einhaltung der entsprechenden Vorschriften. Somit beschränken sich auch die Massnahmen auf diese Bereiche. Am bestehenden Netz (Schächte und Ableitungen) sind keine Massnahmen vorgesehen.

Der gesamte Abschnitt liegt im Bereich des in den Jahren 2000 bis 2004 realisierten Neubauabschnitts N02/06 mit den Hauptelementen Tunnel Schlund und Tunnel Spier. Von der Arsenalbrücke bis zum Nordportal Lärmschutzgalerie Hergiswil bildet das bestehende Entwässerungssystem eine funktionale Einheit.

Mit dem Bau des Abschnittes N02/06, wurde das Entwässerungssystem neu erstellt. Grundsätzlich entwässert der gesamte Abschnitt in Fangbecken. Diese werden nach Ende der Regenereignisse mittels Pumpen in das Rückhaltebecken entleert und entwässern anschliessend via Kanalisation in die Abwasserreinigungsanlage (ARA). Eine Ausnahme bildet das Fangbecken 1. Dieses wird direkt in die Kanalisation entleert.

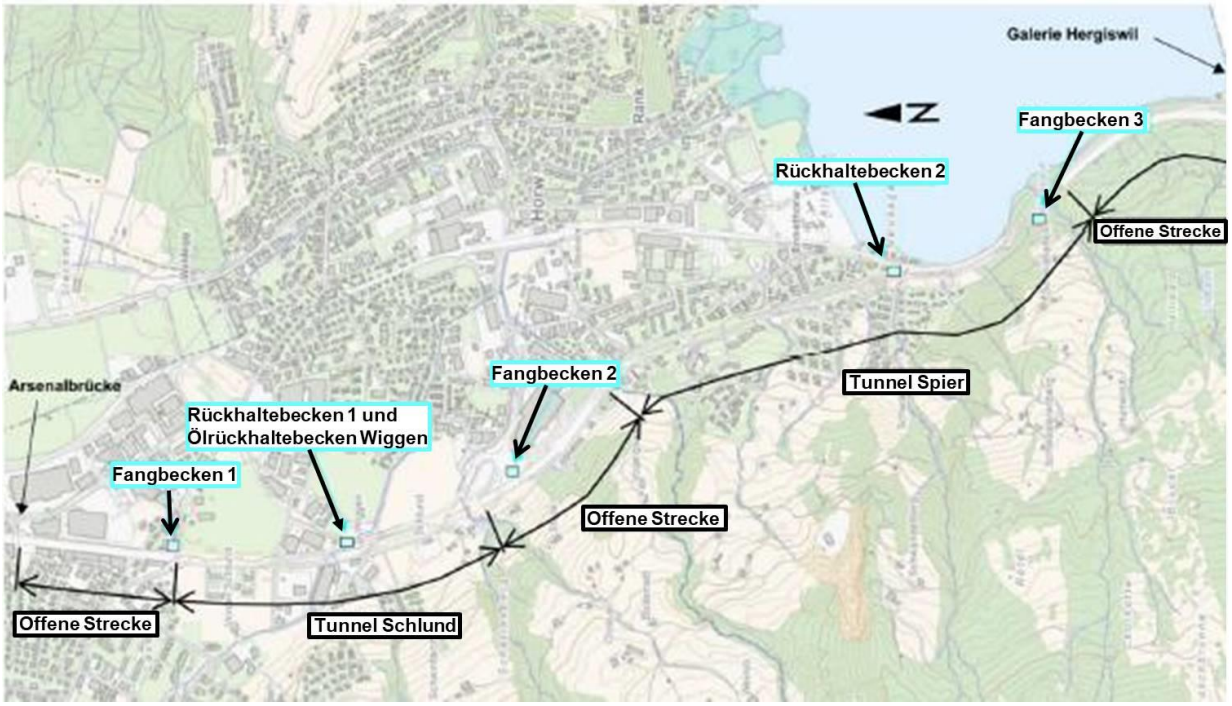


Abbildung 160: Übersicht Entwässerungsperimeter Ergänzung Süd

9.5.2. System und Randbedingungen

Der betrachtete Perimeter umfasst die zu entwässernde Fläche und das Entwässerungsnetz bis und mit Einleitstellen. Im Teilprojekt Ergänzung Süd werden keine Anpassungen am Trassee vorgenommen. Jedoch werden im Rahmen des Erhaltungsprojekts Grenze LU/NW - Hergiswil Anpassungen zwischen dem Tunnel Spier und dem Anschluss Hergiswil umgesetzt.

Einzugsgebietsflächen Ergänzung Süd

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die heutigen und zukünftigen (nach Realisierung EP Grenze LU/NW - Hergiswil) Grössen der Einzugsgebiete (EZG) und Abflussmengen der Vorfluter.

EZG	EZG IST-Zustand	EZG 2021	Zunahme	
	[ha]	[ha]	[ha]	[%]
Fangbecken 1	1.2	1.2	0	0
Fangbecken 2	3.4	3.4	0	0
Fangbecken 3	1.2	1.42	0.22	18.3
Total	**5.8**	**6.02**	**0.22**	**3.8**

Abbildung 161: Einzugsgebiete der Strassenfläche bezogen auf die Fangbecken

Die Flächen vergrössern sich durch die Umsetzung der Ergänzung Süd um ca. 3.8 %. Die Vorfluter bleiben dieselben. Das Einzugsgebiet (EZG) 2021 vergrössert sich gegenüber dem IST-Zustand, weil die FBNO zwischen dem Südportal Tunnel Spier und Hergiswil Nord im Rahmen des Erhaltungsprojektes Grenze LU/NW - Hergiswil verbreitert wird.

Belastung Strassenabwasser

Die Belastung des Strassenabwassers ist primär abhängig vom DTV. Für den Ist- und Prognosezustand 2040 wurden die Verkehrsbelastungen / Werte für den UVB verwendet.

Das Strassenabwasser ist als hoch belastet einzustufen. Gemäss den heutigen Vorgaben des Gewässerschutzes muss das Strassenabwasser behandelt werden.

Einleitbedingungen Vorflut

In die Vorfluter finden nur Entlastungen statt.

Störfallvorsorge

Zur Abdeckung der Störfallvorsorge sind die notwendigen Rückhaltevolumen und Absperrmöglichkeiten vorhanden.

Tunnelentwässerung

Im heutigen Zustand sind Überschneidungen der Tunnelentwässerung mit der Trassee-Entwässerung vorhanden.

Fremdwasser

Das unverschmutzte Sickerwasser wird bereits heute direkt in die Vorflut eingeleitet.

Grundwasserschutz

Die N02 verläuft entlang des Grundwasserschutzbereichs A_u und durchquert das untere Grundwasservorkommen. Südlich des Tunnels Spier verläuft die Nationalstrasse innerhalb des Grundwasserschutzbereichs A_o.

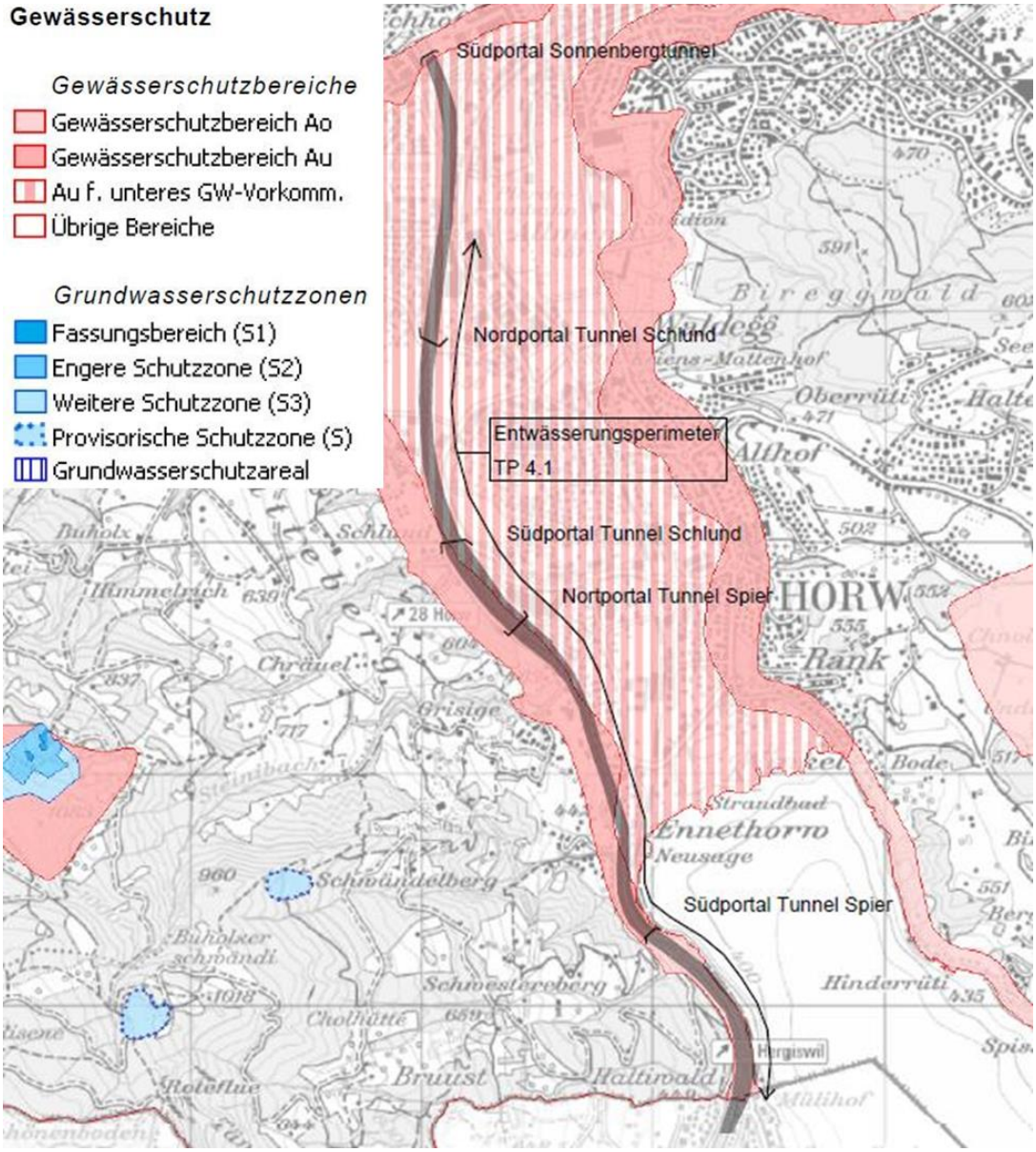


Abbildung 162: Grundwasserschutzbereiche entlang des Projektperimeters Ergänzung Süd

9.5.3. Beurteilung

Das bestehende Entwässerungssystem wird weitestgehend unverändert belassen. Das Projekt sieht eine Umwidmung des Pannenstreifens zu einem Fahrstreifen zwischen dem Anschluss Luzern-Horw und dem Halbanschluss Hergiswil vor. Die Strassenanlage verbleibt ansonsten grundsätzlich unverändert. Seit der Projektgenehmigung zum damaligen Projekt der N02/N6 (Bewilligung UVEK 16.08.1994) hat sich die Gesetzgebung des Bundes in Bezug auf die Beseitigung des Strassenabwassers grundsätzlich nicht verändert. Die kantonalen Gesetze/Vorschriften sind entsprechend ebenfalls noch gültig. Die bestehende Anlage genügt somit den gesetzlichen Vorschriften. Eine Versickerung über das Bankett oder eine zentrale Versickerungsanlage resp. Behandlung ist aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht zweckmässig realisierbar (Tunnel, Grundwasserwannen, Platzverhältnisse, Bebauung, Geologie etc.).

Bei der bestehenden Anlage handelt es sich zudem um eine neuwertige Anlage (Eröffnung N02/N6 im Jahre 2004). Das Verhältnismässigkeitsprinzip gilt es zu berücksichtigen. Überlastungen im nachgelagerten Kanalnetz aufgrund der Strassenentwässerung treten nicht auf. Die ARA wird weiterhin das Abwasser des Nationalstrassenabschnitts behandeln. Bezüglich Störfall ist die Mindestanforderung an das Volumen in den Havariebecken ($V \geq 30$ m³) erfüllt.

9.5.4. Ziele

Im Rahmen der Ausführungsprojektbearbeitung wurde das Entwässerungssystem detailliert simuliert und dessen Wirkungsgrad (hydraulischen Wirkungsgrad von 90 % bei z = 1) geprüft.

9.5.5. Ergebnisse der Simulation IST-Zustand

Die Simulation wurde mit dem Programm SASUM vorgenommen. Dabei wurden Regenreihen mit 1540 Einzelereignissen berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse des Ist-Zustandes pro Fangbecken dargestellt. Die durchschnittlichen Wirkungsgrade betragen 74 % und liegen somit unter den geforderten 90 %.

Bezeichnung	Becken	Einzugs gebiet [ha]	Stapelvolumen [m³]	Durchschnittlicher hydraulischer Wirkungs-grad IST-Zustand [%]
Offene Strecke zwischen Brücke Arsenalstrasse und Tunnel Schlund (TP 2/3)	FB 1	1.20	113	74
Offene Strecke zwischen Tunnel Schlund und Tunnel Spier (Wanne)	FB 2	3.40	280	74
Offene Strecke zwischen Tunnel Spier und Galerie Hergiswil	FB 3	1.40[1]	107	74

Abbildung 163: Ergebnisse Simulation IST-Zustand

9.5.6. Vorgesehenen Massnahmen und deren Wirkung

Massnahmen im Fangbecken 1

Die geometrische Analyse des bestehenden Fangbeckens zeigt, dass die vorhandenen Volumen nicht ausgenutzt sind. Durch Anpassungen (Anheben) der Überfallkanten kann das Retentionsvolumen auf 218 m³ (inkl. Rückstauvolumen in den Rohrleitungen) erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass das Retentionsvolumen für Störfälle bei vollem Becken von heute ca. 70 m³ auf immer noch normkonforme 30 m³ reduziert wurde. Diese Variante erzeugt einen Rückstau in den Entwässerungsleitungen. Diese Rückstaubildung erfordert einen regelmässigen Unterhalt der Leitungen und Schächte.

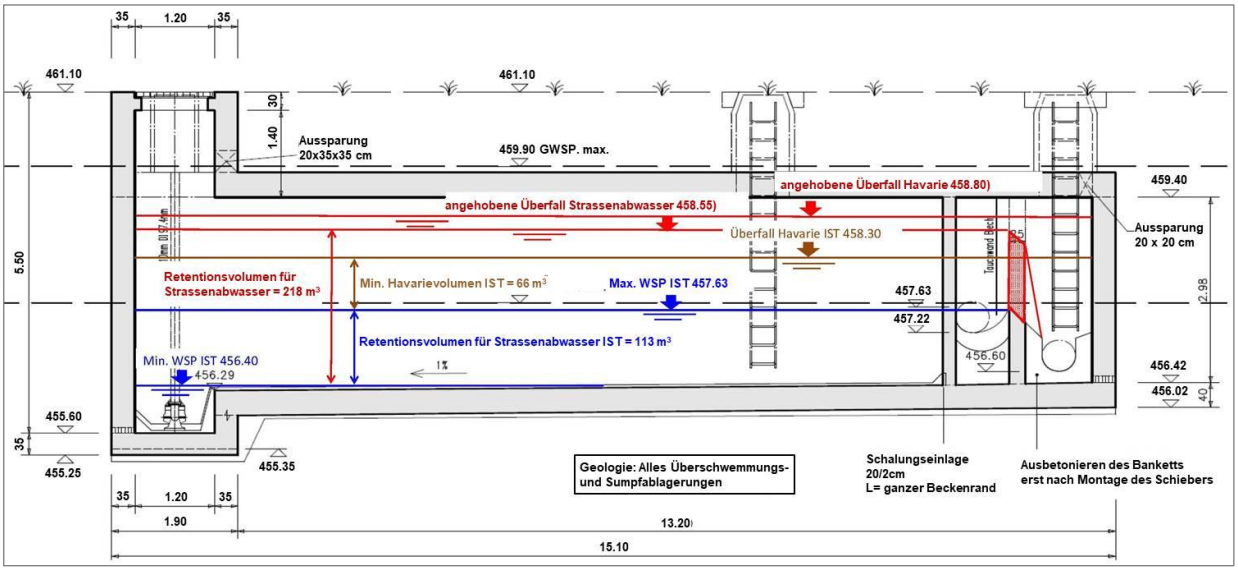


Abbildung 153: Längsschnitt Fangbecken 1 mit Anpassungen der Überfallkanten

[1] Zurzeit misst das Einzugsgebiet 1.2ha. Nach der Realisierung des EP LU Her (2021) vergrössert sich das Einzugsgebiet auf 1.40ha. Der Nachweis wurde mit 1.4ha geführt.

Massnahmen im Fangbecken 2

Die geometrische Analyse des bestehenden Fangbeckens zeigt, dass die vorhandenen Volumen nicht ausgenutzt sind. Durch Anpassungen (Anheben) der Überfallkanten kann das Retentionsvolumen auf 430 m^3 (inkl. Rückstauvolumen in den Rohrleitungen) erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass das Retentionsvolumen für Störfälle bei vollem Becken auf immer noch normkonforme 30 m^3 reduziert wurde. Diese Variante erzeugt einen Rückstau in den Entwässerungsleitungen. Diese Rückstaubildung erfordert einen regelmässigen Unterhalt der Leitungen und Schächte.

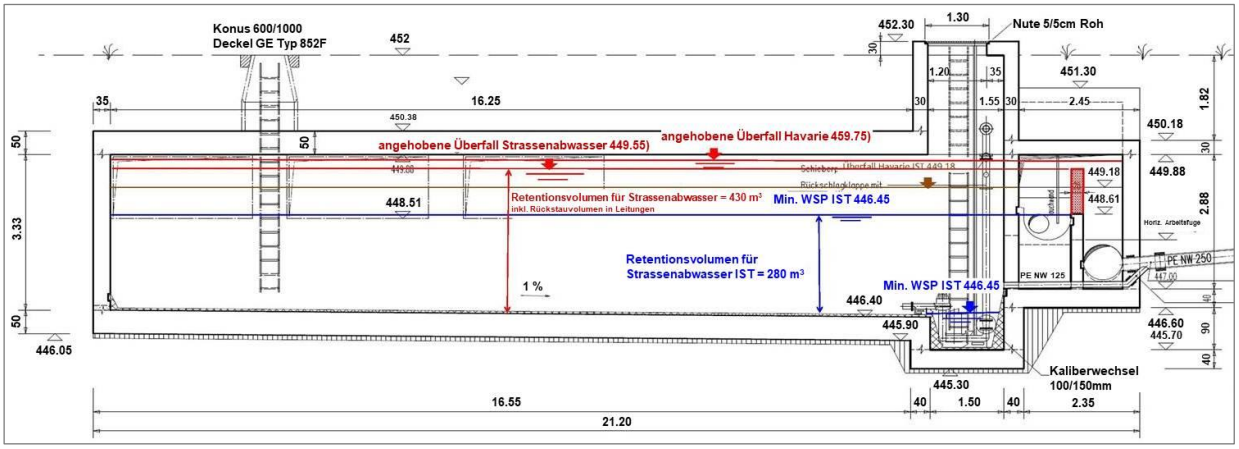


Abbildung 164: Längsschnitt Fangbecken 2 mit Anpassungen der Überfallkanten

Massnahmen im Fangbecken 3

Die geometrische Analyse des bestehenden Fangbeckens zeigt, dass die vorhandenen Volumen nicht ausgenutzt sind. Durch Anpassungen (Anheben) der Überfallkanten kann das Retentionsvolumen auf 250 m^3 (inkl. Rückstauvolumen in den Rohrleitungen) erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass das Retentionsvolumen für Störfälle bei vollem Becken auf immer noch normkonforme 30 m^3 reduziert wurde. Diese Variante erzeugt ebenfalls einen Rückstau in den Entwässerungsleitungen. Diese Rückstaubildung erfordert einen regelmässigen Unterhalt der Leitungen und Schächte.

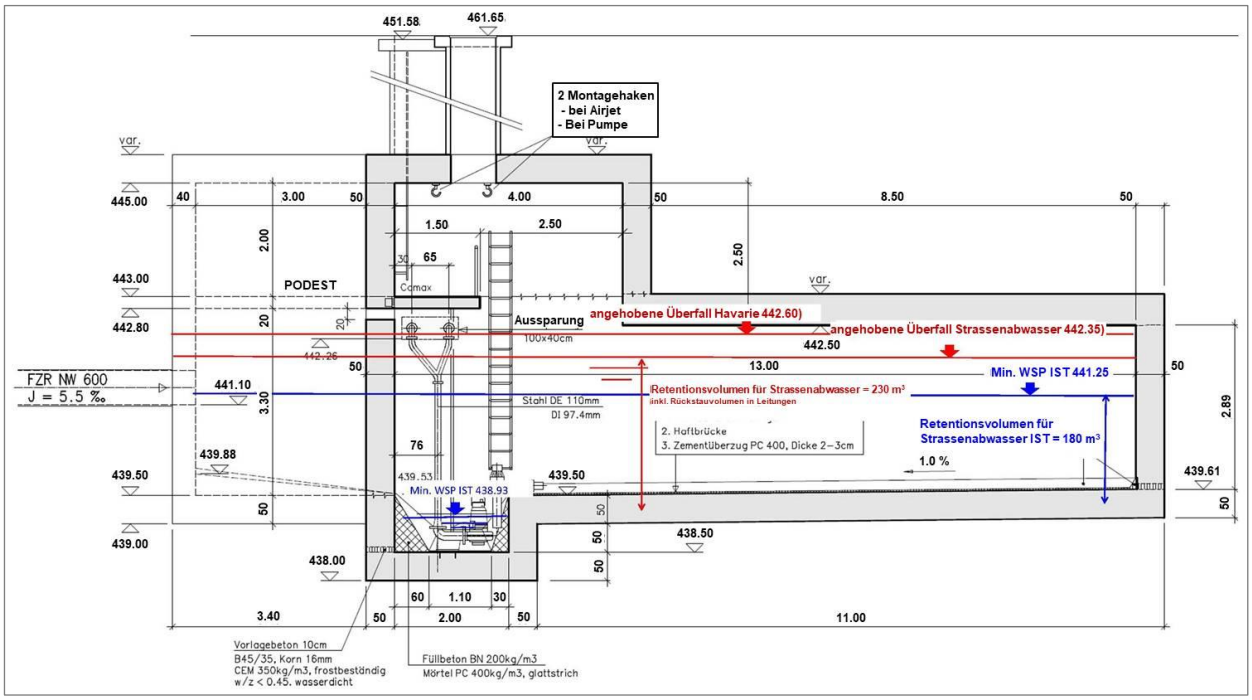


Abbildung 165: Längsschnitt Fangbecken 3 mit Anpassungen der Überfallkanten

Im Havariefall stehen auch bei vollen Becken 30 m^3 pro Fangbecken Retentionsvolumen für die Stapelung von Störfallflüssigkeiten zur Verfügung. Fallen grössere Mengen an Störfallflüssigkeiten an, so entlasten diese bei vollem Becken in den Vorfluter und gelangen in den Vierwaldstättersee. Um dies zu verhindern, wird beim Havarie-Überfall ein gesteuerter Schieber pro Fangbecken montiert werden. Dieser kann ferngesteuert geschlossen werden, wenn das Becken voll ist.

9.5.7. Fazit

Die Analyse der drei Entwässerungsabschnitte mit den dazugehörenden Fangbecken zeigt, dass im IST-Zustand im Durchschnitt ca. 75 % der jährlich anfallenden Regenmengen gestapelt und anschliessend der Behandlung in der ARA REAL Buholz in Emmen zugeleitet werden können.

Um die Situation zu verbessern resp. den hydraulischen Wirkungsgrad anzuheben, wird die Anhebung der Überfallkanten in allen Fangbecken umgesetzt.

Die Massnahmen an den Fangbecken 1 bis 3 finden innerhalb der Becken statt. Aussenseitig und in der Umgebung werden keine Veränderungen vorgenommen.

9.6. Lärmschutzmassnahmen

Lärmarmer Fahrbahnbelag

Auf dem Streckenabschnitt wird wo nicht bereits erfolgt, ein lärmarmer Belag (Deckbelag SDA 8/12) realisiert.

Geschwindigkeitsreduktion

Auf der Hauptachse der N02 im Abschnitt Arsenalbrücke/Nordportal Tunnel Schlund bis zur Verzweigung Lopper wird im Gesamtsystem Bypass Luzern eine Geschwindigkeitsreduktion von 100 km/h auf 80 km/h umgesetzt. Diese Geschwindigkeitsreduktion ist eine technische Massnahme, welche aus Sicherheitsgründen erfolgt. Die verringerten Lärmemissionen infolge der Geschwindigkeitsreduktion sind als positiver Nebeneffekt einer technischen Massnahme zu werten. Sie gelten jedoch nicht als Lärmschutzmassnahme.

9.7. Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen

Im Tunnel Spier wird eine Umnutzung des Pannenstreifens zu einem Fahrstreifen realisiert, sodass in Zukunft durchgehend drei Fahrstreifen zur Verfügung stehen.

Die Erneuerung bzw. der Ersatz der Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (BSA) in den beiden Tunneln Schlund und Spier ist *nicht* Bestandteil des Ausführungsprojekts Bypass Luzern. Die Planung dieser Massnahmen erfolgt jedoch parallel, damit die Umsetzung im gleichen Realisierungszeitfenster wie der Bypass Luzern stattfinden kann.

Der Tunnel Schlund sowie die Vorzonen Nord und Vorzone Mitte bleiben unverändert. Der zukünftige 6-Streifen-Betrieb bedingt insbesondere im Tunnel Spier Anpassungen der BSA.

Energieversorgung

Die Trafostationen werden wie bisher redundant von den CKW mit 10 kV eingespiesen. Die Mittelspannungsanlagen und Transformatoren werden von der CKW betrieben. Die Grösse der Transformatoren muss wegen der höheren Leistung für die Lüftung angepasst werden. Die NS-Verteilungen werden im Rahmen des Erhaltungsprojektes ersetzt. Die offenen Strecken werden weitgehend von den Portalzentralen aus versorgt.

Beleuchtung

Die gesamte Beleuchtung wird mit LED-Technologie realisiert. Ebenso werden alle Leuchtmitteleinsätze in den verschiedenen Signalisierungskomponenten mit LED ausgeführt. Die bestehende Beleuchtung der beiden Tunnel wird komplett ersetzt und an die Pannenstreifenumnutzung im Tunnel Spier angepasst. Die Fluchtwegbeleuchtung über den Fluchtwegtüren im Fahrraum wird ersetzt. Sie wird über das Notnetz versorgt und leuchtet permanent.

Die bereits bestehende Strassenbeleuchtung wird bei den Mittelstreifenüberfahrten (MÜLS) vor dem Nordportal des Tunnel Schlund und dem Südportal des Tunnel Spier an die neuen Gegebenheiten mit LED Technologie angepasst.

Lüftung
Die Tunnel Schlund und Spier werden mit einer Längslüftung ausgerüstet. Für den Tunnel Spier wäre eine Absaugung erforderlich. Die bestehende Bausubstanz lässt eine Nachrüstung eines Abluftkanals und einer Lüftungszentrale mit einem wirtschaftlichen vertretbaren Aufwand nicht zu. Die Auslegung der Längslüftung beider Tunnel geht von grosser Stauhäufigkeit aus (RV2).

Die Längslüftung wird mittels Strahlventilatoren sichergestellt. Im Normalbetrieb kann belastete Tunnelluft mittels der Längslüftung ausgestossen werden. Im Ereignisbetrieb stellt die Längslüftung eine kontrollierte Längsströmung sicher, welche bei Stau 1.0 m/s und bei flüssigem Verkehr 3.0 m/s beträgt. Insgesamt sind 36 Strahlventilatoren mit einem Laufraddurchmesser von 630 mm im Tunnel Schlund und 48 Strahlventilatoren mit einem Laufraddurchmesser von 630 mm im Tunnel Spier installiert, wobei im Tunnel Schlund zusätzlich zu den bestehenden beiden Strahlventilatornischen weitere Standorte für Strahlventilatoren realisiert werden müssen. Im Fahrraum werden Luftstrommessgeräte und Sichttrübemessgeräte installiert. Bei einem Ereignis wird durch den Betrieb der Längslüftung der Fluchtröhre ein Rauchübertrag an den Portalen und bei den Querverbindungen minimiert. Eine Belüftung der Fluchtwege erfolgt, ausschliesslich über die Längslüftung der nicht betroffenen Tunnelröhren.

Signalisation
Die Signalisation im Gesamtsystem Bypass Luzern zwischen dem Anschluss Buchrain (N14) und Anschluss Rothenburg (N02) über die Verzweigung Rotsee bis zum Anschluss Hergiswil wird neu erstellt respektive ersetzt.

Überwachungsanlagen
(Brandmeldeanlage Tunnel, Verkehrsfernsehen, Divers (Zentrale Einrichtung))

Die Tunnelröhren werden mit einem Linearmelder und Rauchmeldern sowie Videokameras ausgerüstet und in die Anlagesteuerung VTV mit Bildspeichersystem und Bildauswertesystem eingebunden.

Kommunikations- und Leittechnik
(Kommunikationssystem, Leitsystem, Funk-; und Einsprechanlage, Notruftelefon, VM-CH Ausrüstung)

Die Kommunikation Strecke wird im Rahmen des Projekts Bypass Luzern erneuert. Die Einbindung der BSA-Anlagen im Perimeter erfolgt über die Kommunikation Abschnitt.

Kabelanlage
Die Erdungsanlage wird Norm- und richtlinienkonform ergänzt und durch Erdungsmessungen geprüft. Die Strecken-, Abschnitt-und Feldebene werden mit LWL-Kabeln versorgt.

Nebeneinrichtungen
(Hausinstallation, HKL, Brandmeldeanlage Gebäude, Krananlage/Hebezeug, Pumpwerk-Ölabscheider-Rückhaltebecken, Barrierenanlage, Tür-Tor-Zutrittskontrolle, Bauliche Einrichtungen, Telefonie)

Alle bestehenden Nebeneinrichtungen werden erneuert bzw. ersetzt.

9.8. Werkleitungen

Im Abschnitt Süd sind in im Bereich der neuen Antirezirkulationswand beim Südportal Tunnel Spier lokale Umlegungen und der Ersatz eines BSA-Schachtes erforderlich. Zur Erschliessung der neuen Strahlventilatoren werden im Tunnel Schlund in beiden Banketten zwei neue Kabelschächte realisiert. Diese werden direkt unterhalb der Deckennischen erstellt.

10. Realisierung

10.1. Übergeordnete Realisierungsetappierung / Grobbauprogramm

Die verkehrstechnischen Untersuchungen im Rahmen des generellen Projekts haben bereits gezeigt, dass der prognostizierte Engpass im Nationalstrassennetz nur durch die Realisierung des ganzen Gesamtsystems Bypass Luzern eliminiert werden kann.

Die Realisierung des Gesamtsystems Bypass Luzern muss unter Betrieb erfolgen. Es können nicht alle Baumassnahmen des Gesamtsystems gleichzeitig umgesetzt werden. Dies würde zu einem Verkehrsinfarkt in der Region Luzern sowohl auf den Nationalstrassen- wie auch auf dem untergeordneten Strassennetz führen. Im Weiteren muss bei der Realisierungsetappierung der Engpassbeseitigungsprojekte auch die Instandsetzung bzw. der Unterhalt berücksichtigt werden. Es ist grundsätzlich anzustreben, dass die Engpassbeseitigung und die Instandsetzungen im jeweiligen Nationalstrassenabschnitt terminlich koordiniert werden, um die Beeinträchtigungen während den Bauarbeiten auf Betrieb, Verkehrsteilnehmer und Anwohner zu minimieren.

Die verkehrstechnischen Untersuchungen haben auch ergeben, dass die beiden wichtigsten Ausbauschritte im Rahmen der Engpassbeseitigung (Tunnel Bypass und Ausbau Nord/Ergänzung Süd) jeweils mehr Verkehr auf das Gesamtsystem Bypass Luzern ziehen, als durch den jeweiligen Ausbauschritt bewältigt werden kann. Um dem Gedanken eines möglichst konsistenten Gesamtsystems Rechnung zu tragen, wurden deshalb Ausbauschritte definiert, die den Konsistenzgedanken am ehesten erfüllen. Aus diesem Grund soll in einem ersten Schritt nicht die Gesamtkapazität erhöht, sondern mit der Inbetriebnahme der Ergänzung Süd (Pannenstreifenumnutzung) in Fahrtrichtung Süd der Abfluss des Verkehrs aus dem Projektperimeter gefördert werden. Danach erfolgen die Kapazitätserhöhungen durch die Inbetriebnahme des Tunnel Bypass und der 3. Röhre Tunnel Rathausen inkl. des 6-Streifen-Ausbaus bis zum Anschluss Buchrain.

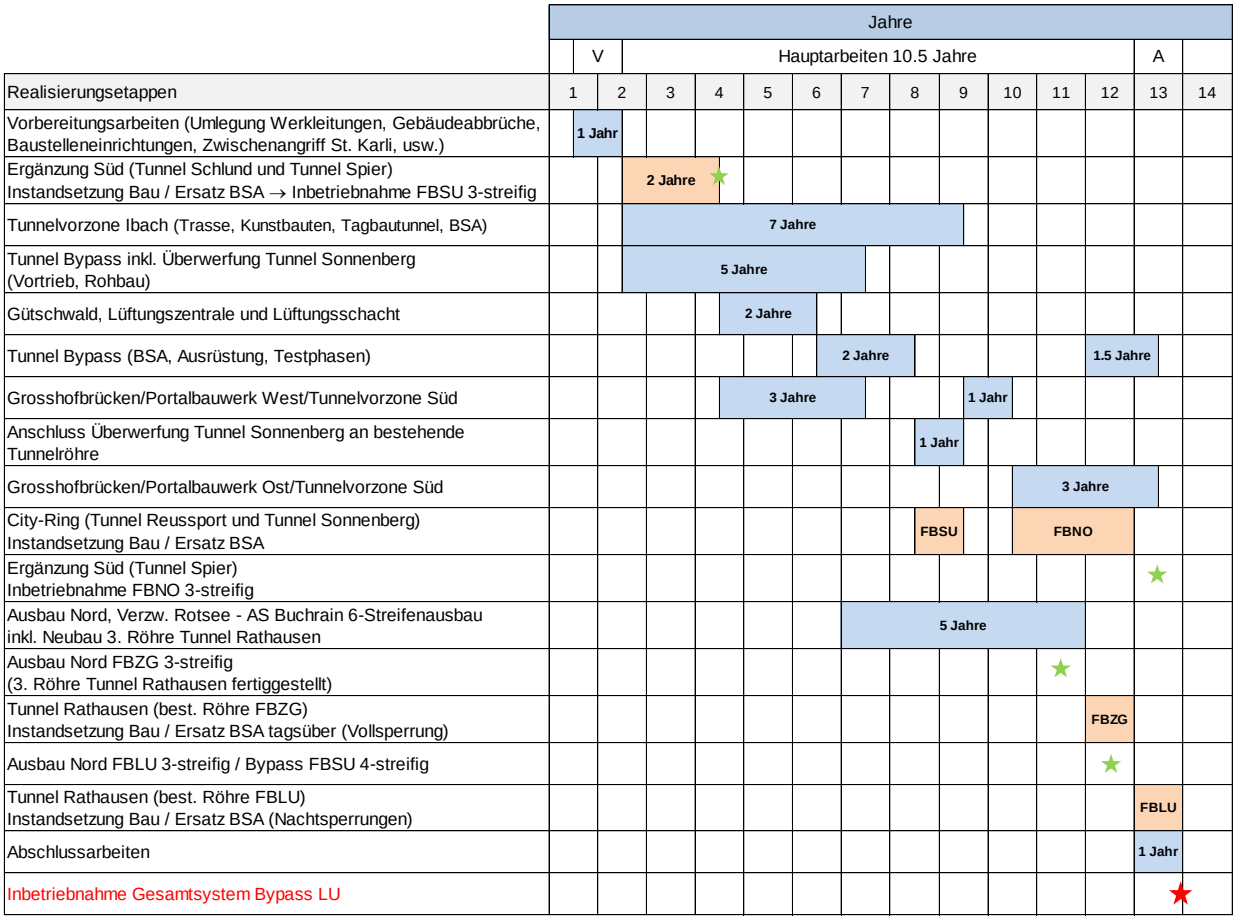


Abbildung 166: Realisierungsetapppierung / Grobbauprogramm Gesamtsystem Bypass Luzern

10.2. Realisierung Ausbau Nord

10.2.1. Hauptbauphasen

Die Umsetzung der Bauarbeiten im Trasseebereich erfolgt in drei Hauptbauphasen, mit einer vorgeschalteten Vorphase und zwei Nachphasen. In allen Phasen bleibt die Anzahl der zur Verfügung stehenden Fahrstreifen grundsätzlich wie im heutigen Zustand bestehen. Jedoch ist eine Einschränkung der Fahrstreifenbreiten bzw. eine Überleitung auf die Gegenfahrbahn der Stammachse während den Bauarbeiten unvermeidbar. Die Bauarbeiten der neuen 3. Röhre Tunnel Rathausen verlaufen gleichzeitig mit dem Trasseeausbau. Sie haben aber keinen Einfluss auf die Verkehrsführung.

Bauphase 0

In der Bauphase 0 wird einerseits die Befahrbarkeit des Pannenstreifens der Fahrbahn Luzern auf die ganze Abschnittslänge des Ausbaus Nord sichergestellt (Schachtdeckelersatz etc.) und andererseits die Voraushübe vor den beiden Tunnelportalen der 3. Röhre Tunnel Rathausen getätigt, sodass der Bau der 3. Röhre unabhängig von den Trasseearbeiten starten und parallel zu den Hauptarbeiten im Trassee erfolgen kann. Im Weiteren wird der Anschluss Emmen Süd, Richtung Zug, und der westliche Teil der Reusseggstrasse im Anschlussbereich erstellt.

Diese Phase dauert insgesamt ca. neun Monate, wobei der Start der Bauarbeiten für die neue 3. Röhre Tunnel Rathausen bereits nach ca. drei Monaten erfolgen kann. Der Verkehr wird auf beiden Fahrbahnen normal, jedoch mit einer Geschwindigkeitsreduktion geführt.

Bauphase 1

In der ersten Hauptbauphase wird die Fahrbahnverbreiterung auf der ganzen Perimeterlänge der Fahrbahn Zug realisiert. Dazu gehören sämtliche Arbeiten wie Geländeanpassungen, Oberbau, Belagsarbeiten, Kabelrohrblockbau, Entwässerungsleitungen und Schächte, Fahrzeugrückhaltesysteme, Signalportalfundamente und Kunstbauten.

Diese Phase dauert ca. ein Jahr. Der Verkehr wird grösstenteils im System 3/1 geführt (3 Fahrstreifen auf der Fahrbahn Luzern, 1 Fahrstreifen auf der Fahrbahn Zug). Im Bereich der Verzweigung Rotsee müssen zeitweise einzelne Fahrstreifen durch den Baustellenbereich geführt werden.

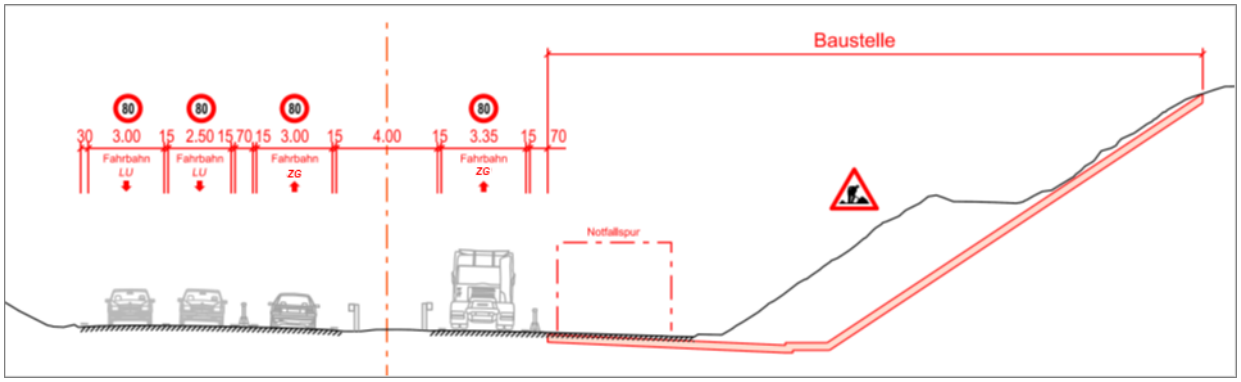


Abbildung 167: Beispielschnitt Bauphase 1

Bauphase 2

In der zweiten Hauptbauphase werden der Mittelstreifenbereich und der Überholstreifen der Fahrbahn Zug auf der ganzen Perimeterlänge realisiert. Dazu gehören sämtliche Arbeiten wie Oberbau, Belagsarbeiten, Entwässerungsleitungen (Schlitzrinne) und Schächte, Fahrzeugrückhaltesysteme etc. Zusätzlich wird die westliche Seite der Rampe Basel-Zug verbreitert.

Diese Phase dauert ca. sechs Monate. Der Verkehr wird im Bereich Tunnel Rathausen bis zum Anschluss Buchrain im System 3/1 geführt (3 Fahrstreifen auf der Fahrbahn Luzern, 1 Fahrstreifen auf der Fahrbahn Zug). Im Bereich Verzweigung Rotsee bis Tunnel Rathausen ist ein 2/2 System vorgesehen, d.h. die Fahrstreifen der entsprechenden Richtung verbleiben auf der jeweiligen Fahrbahn.

Bauphase 3

In der dritten Hauptbauphase wird die Fahrbahnverbreiterung auf der ganzen Perimeterlänge der Fahrbahn Luzern ausgeführt. Dazu gehören sämtliche Arbeiten wie Geländeanpassungen, Oberbau, Belagsarbeiten, Kabelrohrblockbau, Entwässerungsleitungen und Schächte, Fahrzeugrückhaltesysteme, Signalportalfundamente und Kunstbauten.

Diese Phase dauert ca. ein Jahr. Der Verkehr wird grösstenteils im System 4/0 geführt (alle 4 Fahrstreifen auf der Fahrbahn Zug). In den Bereichen Verzweigung Rotsee bis Tunnel Rathausen und Reussbrücke bis Anschluss Buchrain müssen einzelne Fahrstreifen zeitweise durch den Baustellenbereich geführt werden.

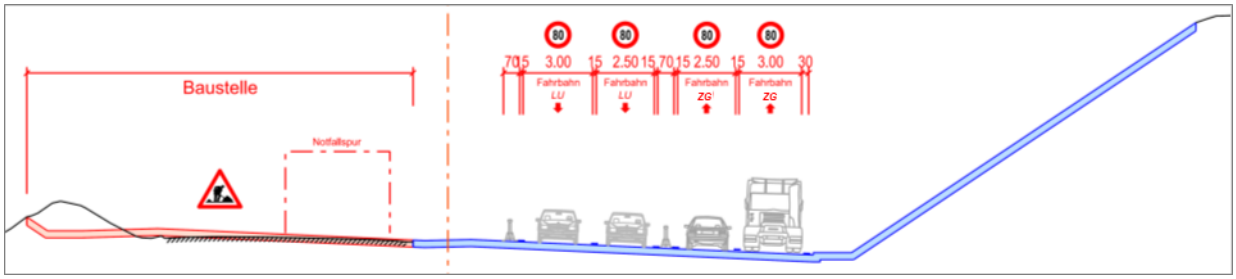


Abbildung 168: Beispielschnitt Bauphase 3

Bauphasen 4 und 5

In den beiden Nachbauphasen 4 und 5 werden die Portalbereiche West und Ost der bestehenden Röhren Tunnel Rathausen instandgesetzt. Es handelt sich um Belags- und Oberbauarbeiten, welche nur nachts mit einem Fahrstreifenabbau möglich sind. Diese beiden Phasen dauern je ca. einen Monat. Der Verkehr wird in jeder Fahrtrichtung auf der entsprechenden Fahrbahn einstreifig neben der Baustelle geführt (System 1/1, in der Bauphase 4 auf dem Normalstreifen, in der Bauphase 5 auf dem Überholstreifen).

10.2.2. Bauphasen Reusseggstrasse

Die Verbreiterung der Brücke Reuss, Reusseggstrasse erfolgt in drei Bauphasen. In der ersten Bauphase A wird die Brücke auf der Ostseite verbreitert. Der Verkehr wird 2-streifig (in jede Richtung 1 Fahrstreifen) auf der Westseite geführt. Diese Bauphase dauert ca. vier Monate.

In der Bauphase B wird der Mittelbereich der Brücke instandgesetzt. Der Verkehr wird je Richtung 1-streifig am jeweiligen Rand geführt. Diese Phase dauert ca. zwei Monate.

In der Bauphase C wird der westseitige Randbereich instandgesetzt. Der Verkehr wird je Fahrtrichtung 1-streifig auf dem bereits verbreiterten/instandgesetzten Brückenteil geführt. Diese Phase dauert ca. vier Monate.

Die notwendigen Arbeiten an der Reusseggstrasse werden in gleicher Abfolge und gleichzeitig mit den Arbeiten/Bauphasen der Brücke Reuss ausgeführt. Dabei gilt dieselbe Verkehrsführung, ausgenommen dass in Richtung Norden bis zur Einfahrt Emmen Süd Richtung Basel zwei Fahrstreifen angeboten werden. Die Abbiegemöglichkeit in die Einfahrt Anschluss Emmen Süd Richtung Basel kann aus Verkehrskapazitätsgründen nicht gewährleistet werden. Damit dieser Verkehr doch Richtung Basel auf die Nationalstrasse gelangen kann, muss in allen drei Bauphasen im Bereich der bestehenden Einfahrt Emmen Süd Richtung Zug eine Wendemöglichkeit angeboten werden. Dies erfolgt mit einem provisorischen Kreisel (U-Turn).

Die drei Bauphasen Brücke Reuss, Reusseggstrasse und die Reusseggstrasse werden gleichzeitig mit der Bauphase 1 der Hauptbauphasen für die Stammstrecke realisiert.

10.2.3. Bauphasen 3. Röhre Tunnel Rathausen

Die neue 3. Röhre Tunnel Rathausen kann unabhängig von den Trasseearbeiten gebaut werden. Diese Baustelle hat keinen Einfluss auf die Verkehrsführung der Hauptbauphasen der Stammstrecke. Die 3. Röhre wird von Westen nach Osten erstellt (Linienbaustelle). Der Roh- und Innenausbau inkl. der Erdarbeiten benötigen eine Bauzeit von ca. drei Jahren. Für die Tunnelausrüstung (BSA) werden zusätzlich ca. 1.5 Jahre benötigt.

10.2.4. Bauprogramm

Für die Ausführung der Arbeiten im TP 1 Ausbau Nord wird insgesamt mit ca. fünf Jahren gerechnet.

	Jahre												
	V	Hauptarbeiten 10.5 Jahre										A	
Realisierungsetappen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ausbau Nord, Verzw. Rotsee - AS Buchrain 6-Streifenausbau inkl. Neubau 3. Röhre Tunnel Rathausen						5 Jahre							
Ausbau Nord FBZG 3-streifig (3. Röhre Tunnel Rathausen fertiggestellt)										★			
Tunnel Rathausen (best. Röhre FBZG) Instandsetzung Bau / Ersatz BSA tagsüber (Vollsperrung)											FBZG		
Ausbau Nord FBLU 3-streifig / Bypass FBSU 4-streifig											★		
Tunnel Rathausen (best. Röhre FBLU) Instandsetzung Bau / Ersatz BSA (Nachtsperrungen)												FBLU	

Bypass LU / Neubau Instandsetzung best. Nationalstrasseninfrastruktur ★ Vorinbetriebnahme V: Vorbereitungsarbeiten A: Abschlussarbeiten

Abbildung 169: Realisierungszeitfenster Ausbau Nord im Grobbauprogramm

Die Arbeiten im Trasseebereich laufen parallel zu den Roh- und Innenausbauarbeiten in der 3. Röhre des Tunnels Rathausen und dauern insgesamt ca. drei Jahre. Die Bauphasen im Trassee werden auf die ganze Länge in Querrichtung in die drei Hauptphasen 1 bis 3 unterteilt. In den Bauphasen 1 und 3 werden die beiden Fahrbahnen verbreitert, in der Bauphase 2 wird der Mittelstreifenbereich erstellt.

Die Bauphase 0 dient hauptsächlich für die Ertüchtigung des bestehenden Pannenstreifenbereichs der Fahrbahn Luzern (damit der Verkehr in der Bauphase 1 provisorisch an den Rand verschoben werden kann) und dem Voraushub im Portalbereich für die 3. Röhre Tunnel Rathausen. Sie dauert ca. 1.5 Jahre.

In den Bauphasen 4 und 5, welche je ca. einen Monat dauern, werden die Portalbereiche des bestehenden Tunnels Rathausen instandgesetzt.

Die Anpassungen an der Reusseggstrasse erfolgen gleichzeitig mit der Bauphase 1 der Stammstrecke. Sie dauern ca. ein Jahr und sind ebenfalls in drei Bauphasen unterteilt.

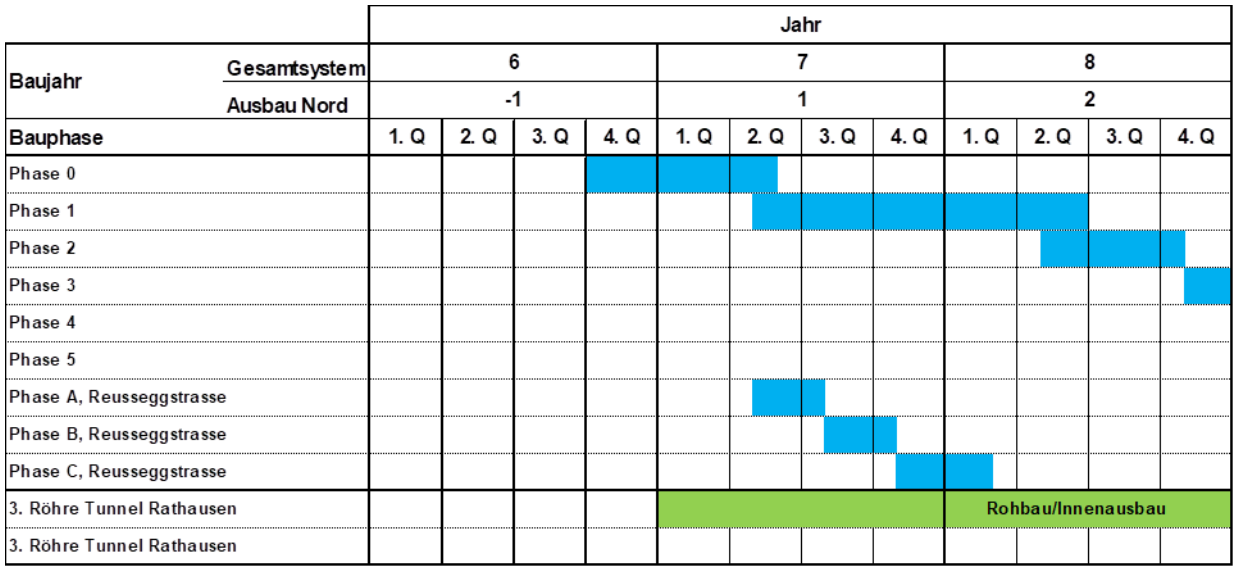


Abbildung 170: Bauprogramm Ausbau Nord Jahre 6 bis 8

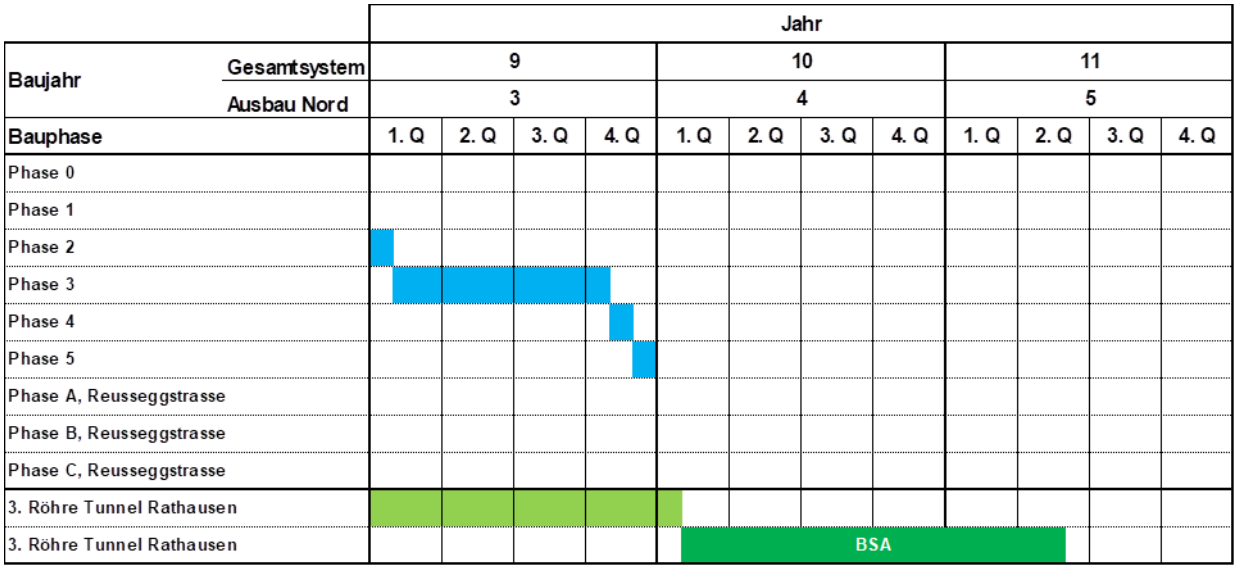


Abbildung 171: Bauprogramm Ausbau Nord Jahre 9 – 11

10.2.5. Materialbewirtschaftung

Die Materialbewirtschaftung erfolgt nach dem übergeordneten Materialbewirtschaftungskonzept für das Gesamtsystem Bypass Luzern. Für den Ausbau Nord muss mit einem Materialanfall von total 610‘000 m^3 gerechnet werden. Darin eingerechnet sind die Anteile für den Rückbau der Fundations- und Belagsschicht sowie Betonabbruch, Humus und Aushubmaterial. Das Aushubmaterial sowie die Kulturerde sollen so weit wie möglich wiederverwendet werden.

Danach gilt für das Aushubmaterial:

	Aushub Ausbau Nord (TP 1)	
Anfall	3. Röhre Tunnel Rathausen (Tagbau)	230‘000 m^3
	Trassee offene Strecke	230‘000 m^3
	Total	460‘000 m^3
Projektinterne Wiederverwendung	Hinterfüllung Tagbautunnel	90‘000 m^3
Abtransport/Deponiebedarf		370‘000 m^3

Abbildung 172: Massenbilanz Aushub Ausbau Nord (TP 1)

Für die Massenbilanz der Kulturerde des Ausbau Nord (TP 1) gilt:

	Humus Ausbau Nord (TP 1)	
Anfall	3. Röhre Tunnel Rathausen (Tagbau)	20‘000 m^3
	Trassee offene Strecke	85‘000 m^3
	Total	105‘000 m^3
Projektinterne Wiederverwendung	Offene Strecke	60‘000 m^3
	3. Röhre Tunnel Rathausen (Tagbau)	20‘000 m^3
	Total	80‘000 m^3
Abtransport/Deponiebedarf		25‘000 m^3

Abbildung 173: Massenbilanz Humus Ausbau Nord (TP 1)

Im Bereich des Tunnels Rathausen ist genügend Raum für Zwischendepots vorhanden. Der Materialbedarf für den Ausbau Nord (TP 1) liegt bei rund 90‘000 m^3 an Schüttmaterial sowie 80‘000 m^3 Kulturerde. Bei einer Schütthöhe von ca. 15 m ist theoretisch eine Fläche von 180 x 180 m für Aushub und Humus notwendig. Da jedoch die Hinterfüllung bereits parallel zu den Aushubarbeiten beginnen wird, kann die benötigte Zwischendeponiefläche halbiert (ca. 90 x 90 m) werden.

10.2.6. Installationsplätze inkl. Schutz vor Emissionen

Für den Ausbau der N14 auf sechs Fahrstreifen sind infolge der Ausdehnung der Baustelle mehrere Installationsplätze notwendig. Es wurden verschiedene Standorte evaluiert und bewertet. Die gewählten Plätze haben sich als Bestvarianten hinsichtlich der Nähe zur Baustelle und der möglichen Erschliessungen herauskristallisiert. Es wird unterschieden zwischen Installationsplätzen, welche für die Trasseebaustelle, für den Bau der neuen 3. Röhre Tunnel Rathausen und für die Verbreiterung der Reussbrücken benötigt werden.

Für den Bau des Trassees können an diversen Standorten Installationsplätze eingerichtet werden. Vorgesehen sind drei dem Trassee angrenzende Flächen und eine mögliche Fläche als Reservestandort bzw. Zwischendeponie.

Für die Baustelle Fahrbahn Richtung Luzern wird ein Installationsplatz Trassee Nord mit einer Nutzfläche von ca. 13’300 m^2erstellt. Dieser liegt auf der Nordseite des Nationalstrassentrassees in der Nähe der Reussbrücke und kann für Material und Zwischendepot genutzt werden. Die Zu- und die Wegfahrt erfolgt direkt über die Nationalstrasse.

Die benötigte Fläche für die Baustelle Fahrbahn Richtung Zug wird auf die zwei Installationsplätze Trassee Süd und Trassee Süd Ost aufgeteilt. Zusammen bieten sie 16’900 m^2 Fläche für Zwischendepot, Materiallager und Container für Büro/Mannschaft. Der Installationsplatz Trassee Süd liegt mittig zwischen dem Tunnel Rathausen und dem Anschluss Buchrain. Die Zu- und die Wegfahrt können direkt von/ab der Nationalstrasse erfolgen. Der Installationsplatz Trassee Süd Ost liegt bei der Reussbrücke auf der Südseite der Reuss. Die Erschliessung erfolgt mittels Rampen direkt ab der Nationalstrasse. Zusätzlich besteht eine Zu-/Wegfahrtmöglichkeit von Buchrain über das untergeordnete Strassennetz.

Der Reserveinstallationsplatz liegt beim Anschluss Buchrain südlich der Reuss auf einem Grundstück des ASTRA und bietet eine Fläche von ca. 8’000 m^2. Die Erschliessung erfolgt über eine bestehende Zufahrtsstrasse.

Für die Verbreiterung der Reussbrücke Buchrain sind bei allen vier Brückenecken verschieden grosse Installationsflächen notwendig. Pro Fahrbahnseite wird ein grösserer Installationsplatz benötigt, der ebenfalls als Depotfläche dient, sowie ein kleinerer Platz, welcher nur für Installationen vorgesehen ist. Insgesamt stehen pro Fahrbahnseite ca. 3’500 m^2 Installationsplatzfläche zur Verfügung. Zeitweise werden die Installationsflächen mit den Installationsflächen für den Trasseebau Trassee Nord und Trassee Süd Ost kombiniert.

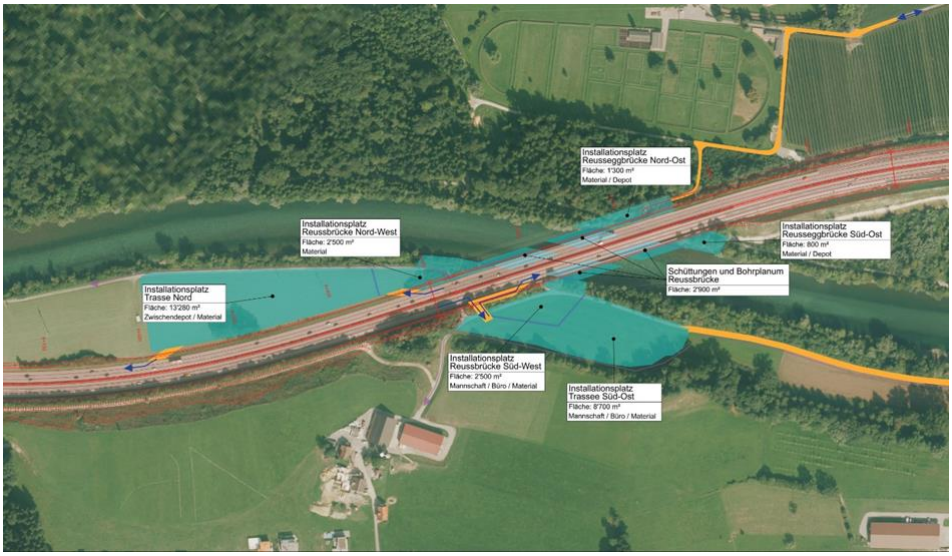


Abbildung 174: Installationsplätze Bereich Buchrain

Für den Bau der 3. Röhre Tunnel Rathausen sind im Bereich südlich der Baustelle verschieden grosse Flächen als Installationsplätze vorgesehen. Sie liegen direkt an der Tunnelbaustelle und sind über die Zufahrtsstrasse Sedel - Rathausen erschlossen. Zusätzlich sind in den Portalbereichen Werkseinfahrten an die Nationalstrasse (in beide Richtungen) vorhanden. Total wird eine Fläche von ca. 80'000 m^2 für Maschinen, Zwischendepots von Aushubmaterial, Materialaufbereitungsanlagen und Flächen für Mannschaft und Büro zur Verfügung gestellt.

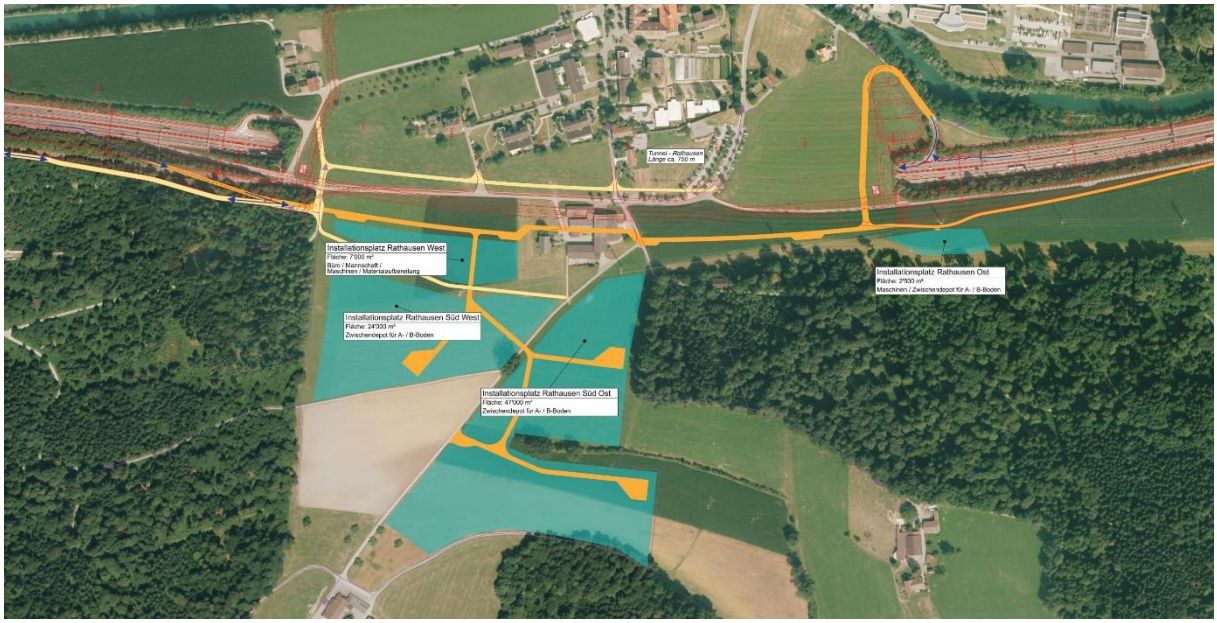


Abbildung 175: Installationsplätze Bereich Tunnel Rathausen

Im Bereich Verzweigung Rotsee wird für den Bau des neuen Anschlusses Emmen-Süd eine Installationsfläche für das Trassee benötigt. Diese befindet sich zwischen der Reusseggstrasse und dem Nationalstrassentrasse. Sie wird zusammen mit dem TP 2/3 für Zwischendepot, Materiallager und Container für Büro/Mannschaft genutzt und hat eine Fläche von ca. 9'300 m^2. Die Zu- und Wegfahrt erfolgt über die an die Reusseggstrasse angeschlossene Strasse Sedelbrücke.

Auch für die Verbreiterung der Brücke der Reusseggstrasse braucht es bei beiden Brückenenden Installationsplätze. Insgesamt werden hier ca. 7'000 m^2 benötigt. Die Erschliessung erfolgt via Schwandenhofstrasse Emmen und Reusseggstrasse / Sedel.

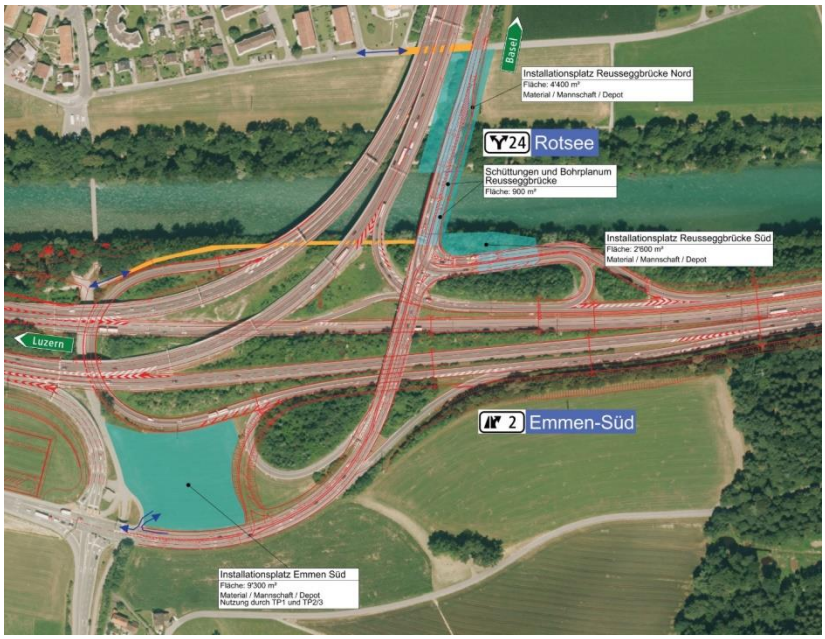


Abbildung 176: Installationsplätze Bereich Verzweigung Rotsee

10.3. Realisierung Tunnel Bypass / Stadtautobahn

Der Tunnel Bypass und die baulichen Modifikationen am heutigen Cityring bzw. der zukünftigen Stadtautobahn werden vollständig unter Betrieb realisiert.

10.3.1. Vortriebskonzept

Für den neuen Tunnel Bypass kommen aus technischer Sicht sowohl ein konventioneller Vortrieb als auch ein maschineller Vortrieb mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) infrage. Für den neuen Überwerfungstunnel der Stadtautobahn kommt nur ein konventioneller Vortrieb infrage.

Konventioneller Vortrieb Tunnel Bypass

Beim konventionellen Vortrieb wird der Querschnitt aufgrund der Profilgrösse im Teilausbruch aufgefahren. Der Graben für den Werkleitungskanal (WELK) wird nachlaufend ausgebrochen, die Betonfertigteile (WELK) werden eingebaut und mit aufbereitetem Ausbruchmaterial seitlich eingeschüttet. Die Auffüllung wird mit einer Schutzschicht abgedeckt und als provisorische Baupiste genutzt.

Die beiden Vortriebe der einzelnen Röhren starten zeitlich leicht versetzt aus der Baugrube Ibach Richtung Süden – zunächst fallend bis zum Tiefpunkt und anschliessend bis zum Durchschlag im Süden wieder steigend. Für die Wasserhaltung in der Bauphase ist am Tiefpunkt ein Pumpensumpf mit entsprechend leistungsfähigen Pumpen einzurichten. Ein Gegenvortrieb von Süden ist nicht geplant. Die Reussunterquerung erfolgt im Schutz der vorgängig ausgeführten Bauhilfsmassnahmen.

Die diversen Nebenbauwerke (Nischen, Querverbindungen, unterirdische Technikzentralen, Treppenhäuser, etc.) werden zeitlich versetzt im rückwärtigen Bereich erstellt.

Maschineller Vortrieb Tunnel Bypass

In der vorliegenden Geologie können entweder eine offene Gripper-Tunnelbohrmaschine (TBM) oder eine geschlossene Schild-TBM (TBM-S) eingesetzt werden.

Die Montage der TBM erfolgt aufgrund der Maschinenlänge in der Baugrube Ibach und in der kurzen, konventionell ausgebrochenen Startstrecke. Zuerst wird die Röhre Bypass FBSU aufgefahren.

Die Art der Ausbruchsicherung (Spritzbeton / Tübbing) hängt vom Maschinentyp ab. Bei einer offenen Gripper-TBM wird die Maschine mit seitlichen Grippern gegen die Tunnelwände verspannt. Anschliessend beginnt der kontinuierliche Bohrvorgang. Die Felssicherungsarbeiten werden im Nachläuferbereich ausgeführt. Die Ausbruchsicherung besteht aus Ankern, Spritzbeton, und Bewehrungsnetzen oder Stahlfaserspritzbeton. Bei einer TBM-S erfolgt der Abbauvorgang an der Ortsbrust im Schutze des Schildes. Die Ausbruchsicherung besteht aus vorgefertigten Stahlbetontübbings. Diese werden am Ende des Schildes zu einem Ring zusammengebaut. Die TBM-S verschiebt sich mittels Vortriebspressen, welche sich immer auf den zuletzt eingebauten Tübbingring abstützen, hubweise nach vorne.

Die Sohle wird bei beiden Maschinentypen im Nachläuferbereich der Tunnelbohrmaschine betoniert. Anschliessend erfolgen das Versetzen der Werkleitungskanalelemente und die Hinterfüllung mit aufbereitetem stabilisiertem Ausbruchmaterial. Die Auffüllung wird mit einer Schutzschicht abgedeckt und als provisorische Baupiste genutzt und unterhalten. Die diversen Nebenbauwerke (Nischen, Querverbindungen, unterirdische Technikzentralen, Treppenhäuser, etc.) werden in einem baulogistisch mindestens erforderlichen Abstand hinter dem TBM-Nachläufer ausgebrochen.

Vortrieb Überwerfungstunnel

Der Überwerfungstunnel wird von Süden aus der Baugrube Grosshof aufgefahren. Zuerst wird die Kalotte ausgebrochen und diese als Zugang für die Umlegung des Krienbachstollens genutzt. Später wird der restliche Querschnitt inkl. Werkleitungskanal analog dem Tunnel Bypass aufgefahren. Der Anschluss an den bestehenden Tunnel Sonnenberg FBSU erfolgt nach Fertigstellung und Inbetriebnahme des neuen Tunnel Bypass FBSU.

10.3.2. Hauptbauphasen

Die provisorische Verkehrsführung muss für die Realisierung unter Betrieb mehrfach angepasst werden. Die entsprechenden Hauptbauphasen 0 – 7 gelten jeweils für den kompletten Teilprojektperimeter.

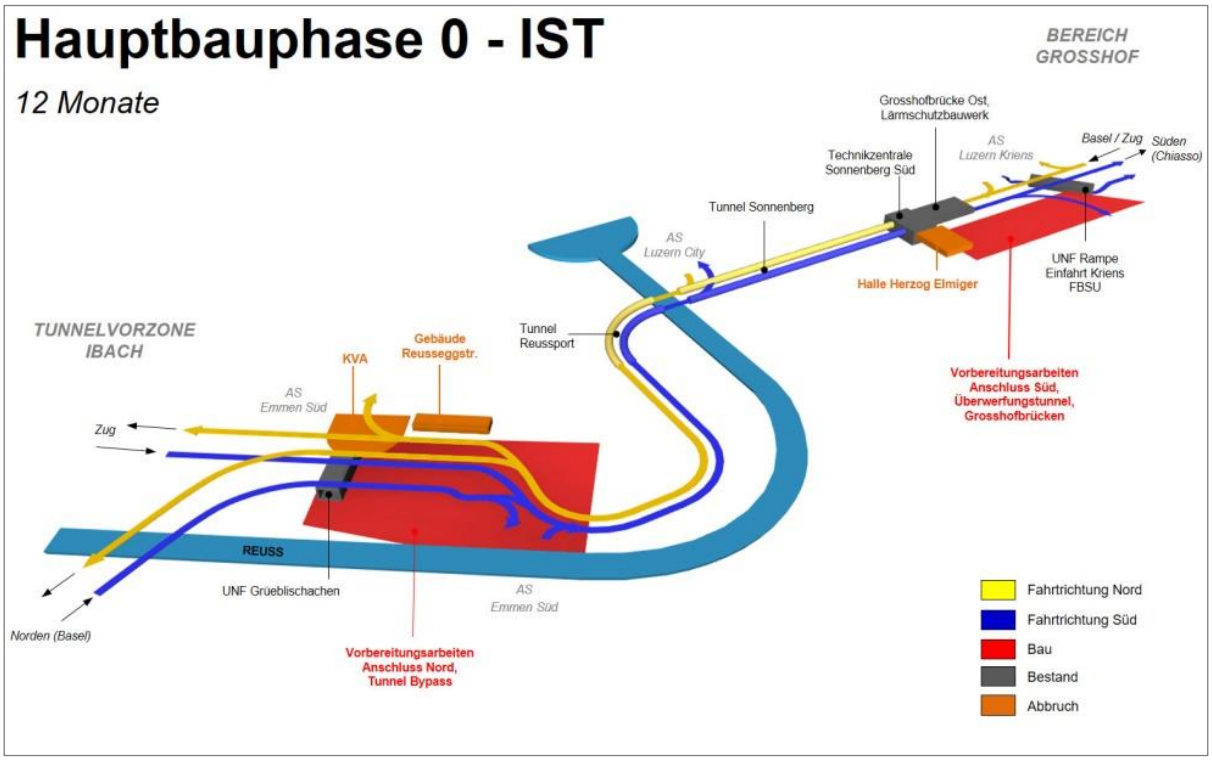


Abbildung 177: Tunnel Bypass Hauptbauphase 0 (Istzustand)

In der Hauptbauphase 0 entspricht die übergeordnete Verkehrsführung dem Istzustand (Cityring via Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg). In dieser Phase werden Vorbereitungsarbeiten in den Tunnelvorzonen ausgeführt, z.B. Gebäuderückbauten, Erstellung der Installationsplätze und Werkleitungsarbeiten. Zudem wird mit der Erstellung des Zwischenangriffs St. Karli begonnen. Von Süden beginnt der Vortrieb des neuen Überwerfungstunnels der Stadtautobahn, welcher zunächst als Zugang für die Umlegung des Krienbachstollens benötigt wird. Die Phase dauert rund ein Jahr.

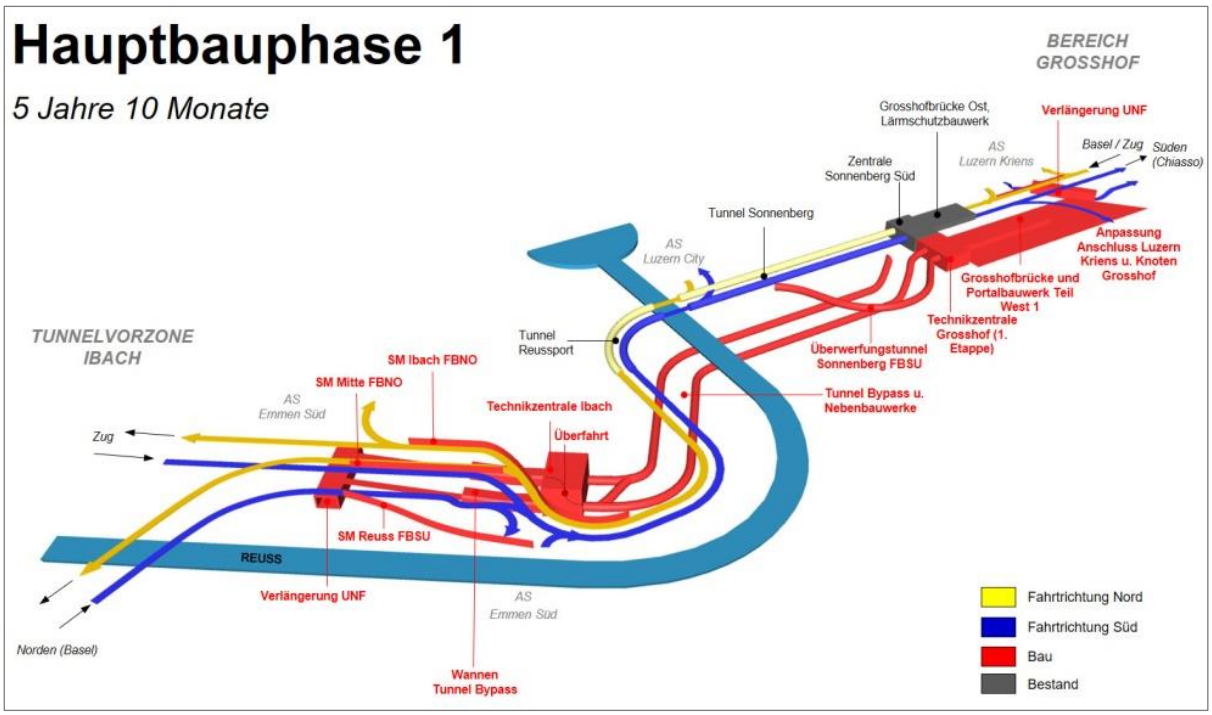


Abbildung 178: Tunnel Bypass Hauptbauphase 1

In der mit annähernd 6 Jahren längsten Hauptbauphase 1 beginnen die Hauptarbeiten auf dem Nationalstrassentrassee. Die Verkehrsführung entspricht im Grundsatz weiterhin dem Ist-Zustand (Cityring via Tunnel Reussport und Tunnel Sonnenberg). In den Tunnelvorzonen werden notwendige Trasseeverbreiterungen vorgenommen, Anschlussrampen angepasst sowie diverse Kunstbauten erstellt oder angepasst, darunter die neue Brücke / Portalbauwerk Grosshof West.

Der Tunnel Bypass inkl. der Technikzentrale Ibach, der Lüftungszentrale Gütschwald und 1. Etappe Grosshof wird gebaut. Nicht in dieser Bauhauptphase 1 realisiert wird der Anschluss Tunnel Bypass FBNO an die bestehende Röhre Tunnel Sonnenberg FBSU, da diese zu diesem Zeitpunkt noch unter Verkehr steht. Die Tunnelröhre Bypass FBSU ist bei Phasenabschluss betriebsbereit.

Der neue Überwerfungstunnel der Stadtautobahn wird fertiggestellt (exkl. Anschluss an die Tunnelröhre Sonnenberg FBSU, welche noch unter Verkehr steht).

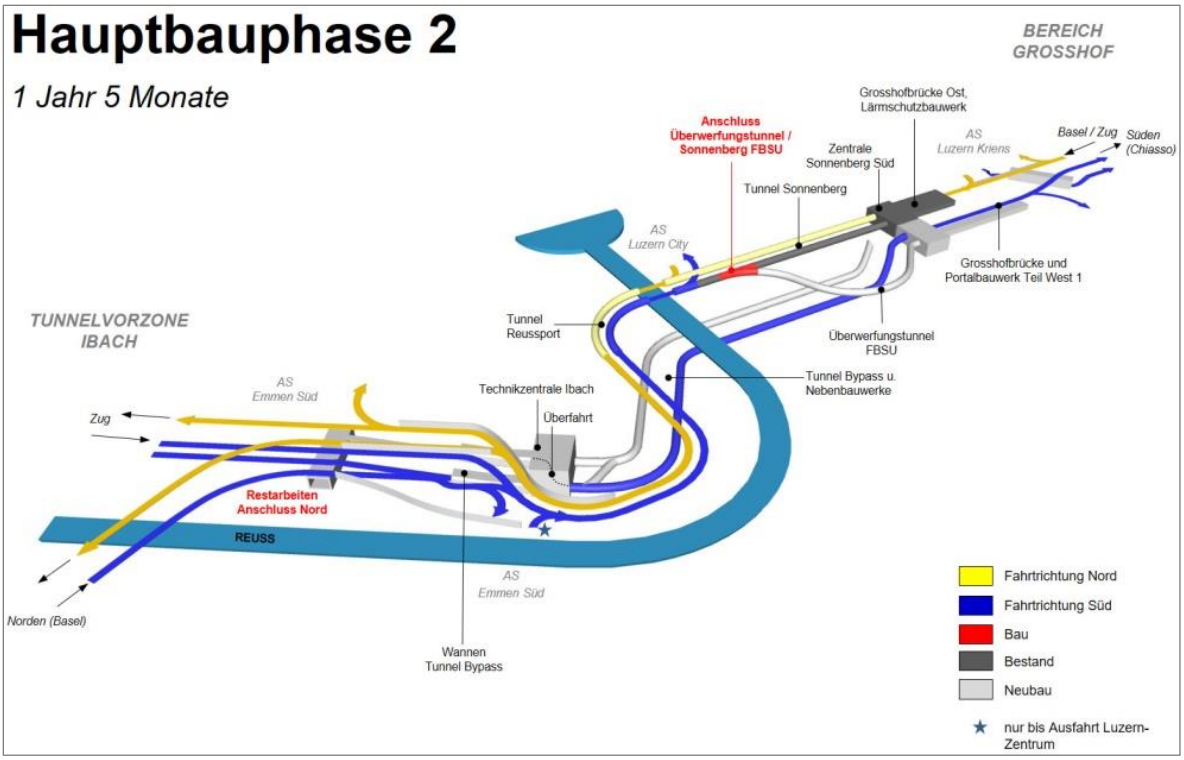


Abbildung 179: Tunnel Bypass Hauptbauphase 2

Für die Hauptbauphase 2, welche ca. 1.5 Jahre dauert, wird der Verkehr erstmals grundlegend umgestellt:

- Die Fahrtrichtung Nord wird weiterhin über den Cityring (resp. Stadtautobahn) FBNO geführt.
- Der Verkehr in Fahrtrichtung Süd benutzt die neue Röhre Tunnel Bypass FBSU. Die Stadtautobahn FBSU kann bis zur Ausfahrt Luzern-Zentrum benutzt werden. Der Tunnel Sonnenberg FBSU ist für den Verkehr geschlossen.

In dieser Phase wird der Anschluss des neuen Überwerfungstunnels der Stadtautobahn FBSU an die bestehende Tunnelröhre Sonnenberg FBSU realisiert. Zum Abschluss der Phase ist der Tunnel Sonnenberg FBSU der Stadtautobahn mit neuer Linienführung wieder betriebsbereit. In der Tunnelvorzone Ibach finden Restarbeiten statt. Bei Phasenende entspricht dieser baulich dem Endzustand.

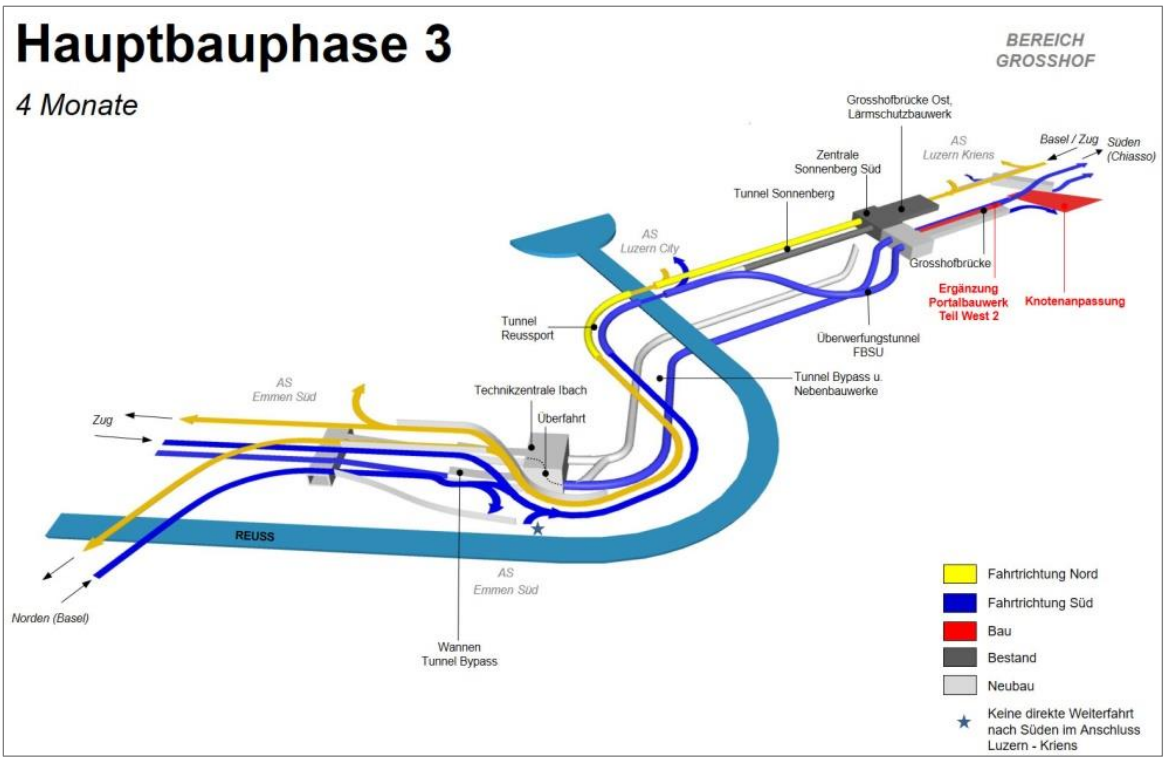


Abbildung 180: Tunnel Bypass Hauptbauphase 3

In der Hauptbauphase 3 werden Arbeiten an der Tunnelvorzone Süd ausgeführt. Der Verkehr wird wie folgt geführt:

- Die Fahrtrichtung Nord wird weiterhin über den Cityring (resp. Stadtautobahn) FBNO geführt.
- Der Verkehr in Fahrtrichtung Süd benützt die neue Röhre Tunnel Bypass FBSU resp. die Stadtautobahn FBSU via Überwerfungstunnel, um zum Anschluss Luzern-Kriens zu gelangen.

Eine direkte Weiterfahrt aus dem Überwerfungstunnel nach Süden über die Stadtautobahn FBSU ist aufgrund der Bauarbeiten im Anschluss Luzern-Kriens in dieser Phase nicht möglich.

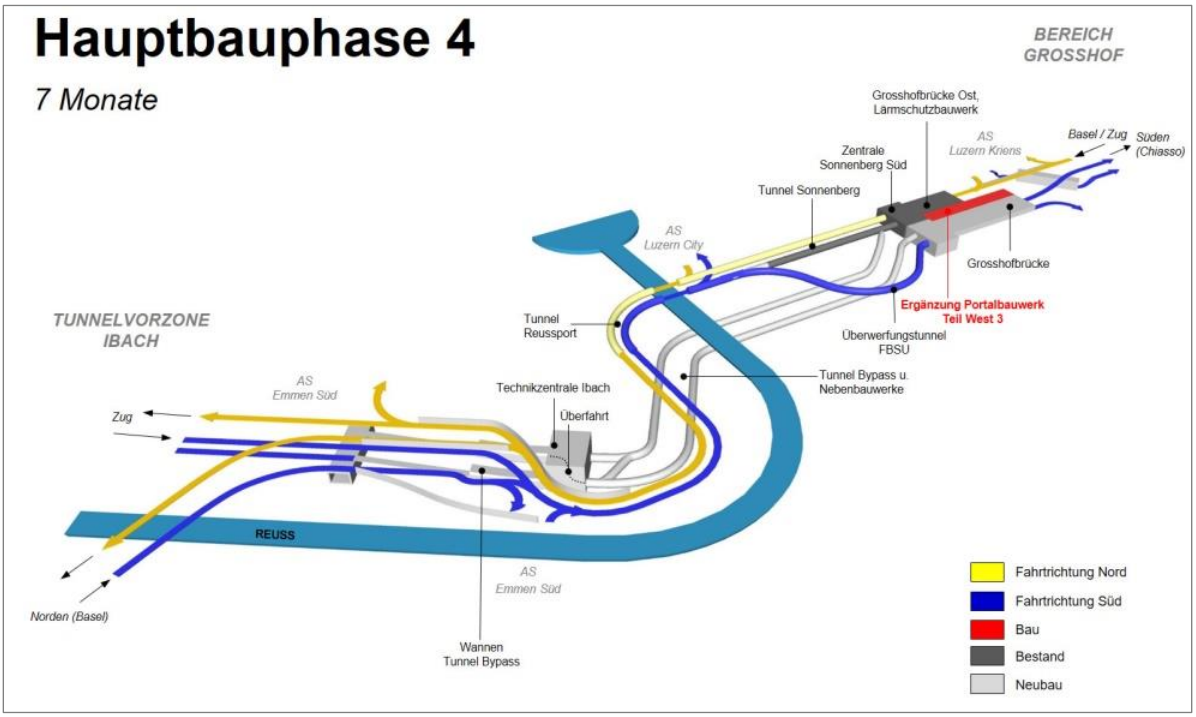


Abbildung 181: Tunnel Bypass Hauptbauphase 4

In der Hauptbauphase 4, welche nur ca. 7 Monate dauert, werden weitere Arbeiten in der Tunnelvorzone Süd ausgeführt. Der Verkehr beider Fahrtrichtungen wird über die Stadtautobahn geleitet.

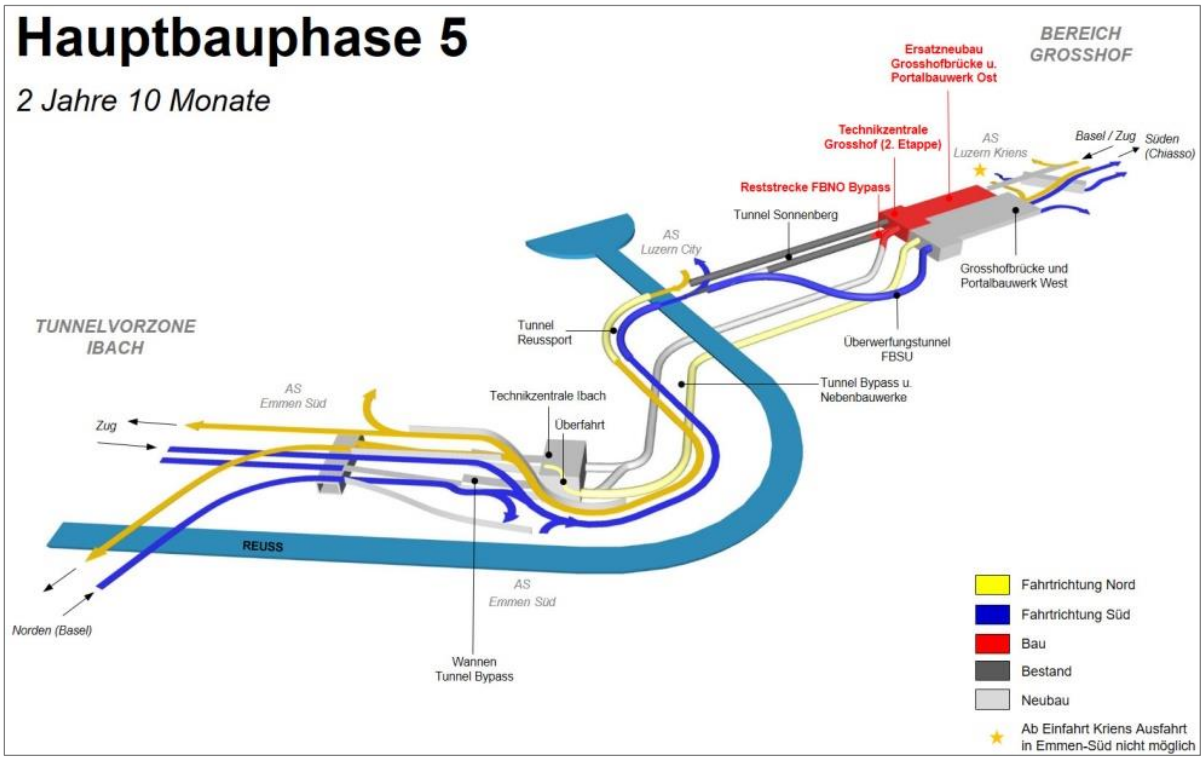


Abbildung 182: Tunnel Bypass Hauptbauphase 5

In der Hauptbauphase 5 werden der Ersatzneubau der Grosshofbrücke West, der Anschluss der neuen Röhre Tunnel Bypass FBNO an die Reststrecke des Tunnels Sonnenberg FBSU sowie die 2. Etappe der neuen Zentrale Grosshof realisiert. Damit die bestehende Brücke ersetzt werden kann, muss der komplette Verkehr beider Fahrtrichtungen über die neu erstellte Brücke Grosshof Ost geleitet werden.

- Der Verkehr in Fahrtrichtung Süd wird über die Stadtautobahn via Überwerfungstunnel geführt.
- Der Verkehr in Fahrtrichtung Nord benützt die neue Röhre Tunnel Bypass FBSU
- Ab der Einfahrt Luzern-Kriens (resp. allen Anschlüssen weiter südlich) ist die Ausfahrt Emmen-Süd der FBNO in dieser Phase nicht erreichbar, da der Verkehr den Tunnel Bypass benutzt.
- Die Stadtautobahn FBNO kann ab der Einfahrt Luzern-Zentrum benutzt werden. Der Tunnel Sonnenberg FBNO ist für den Verkehr geschlossen.

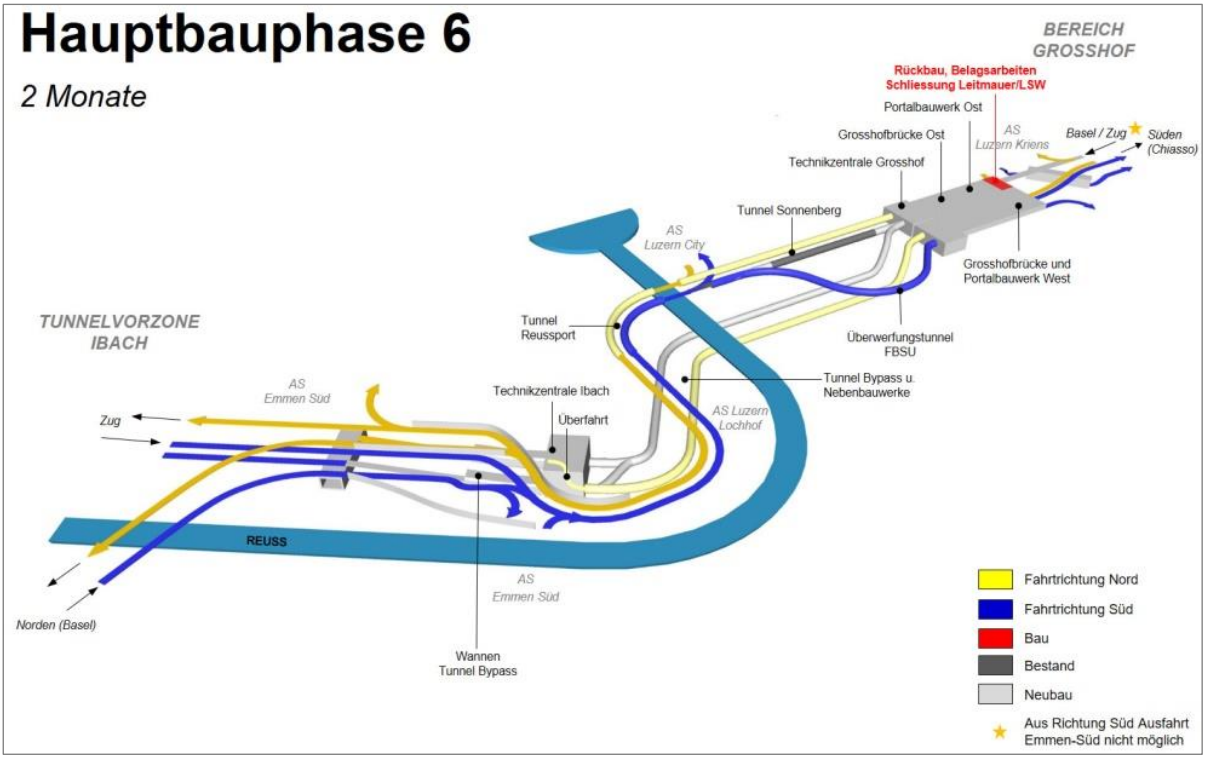


Abbildung 183: Tunnel Bypass Hauptbauphase 6

In der Hauptbauphase 6 werden Fertigstellungsarbeiten im östlichen Teil der Tunnelvorzone Süd ausgeführt. Die Verkehrsführung entspricht grundsätzlich jener der Phase 5. Im Unterschied zu dieser kann aber die Einfahrt Luzern-Kriens der Stadtautobahn wieder in Betrieb genommen werden. Entsprechend ist auch die Ausfahrt Emmen-Süd ab Kriens wieder erreichbar. Für den Transitverkehr aus Richtung Süd gilt dies nicht, da er weiterhin den Tunnel Bypass FBSU benutzen muss.

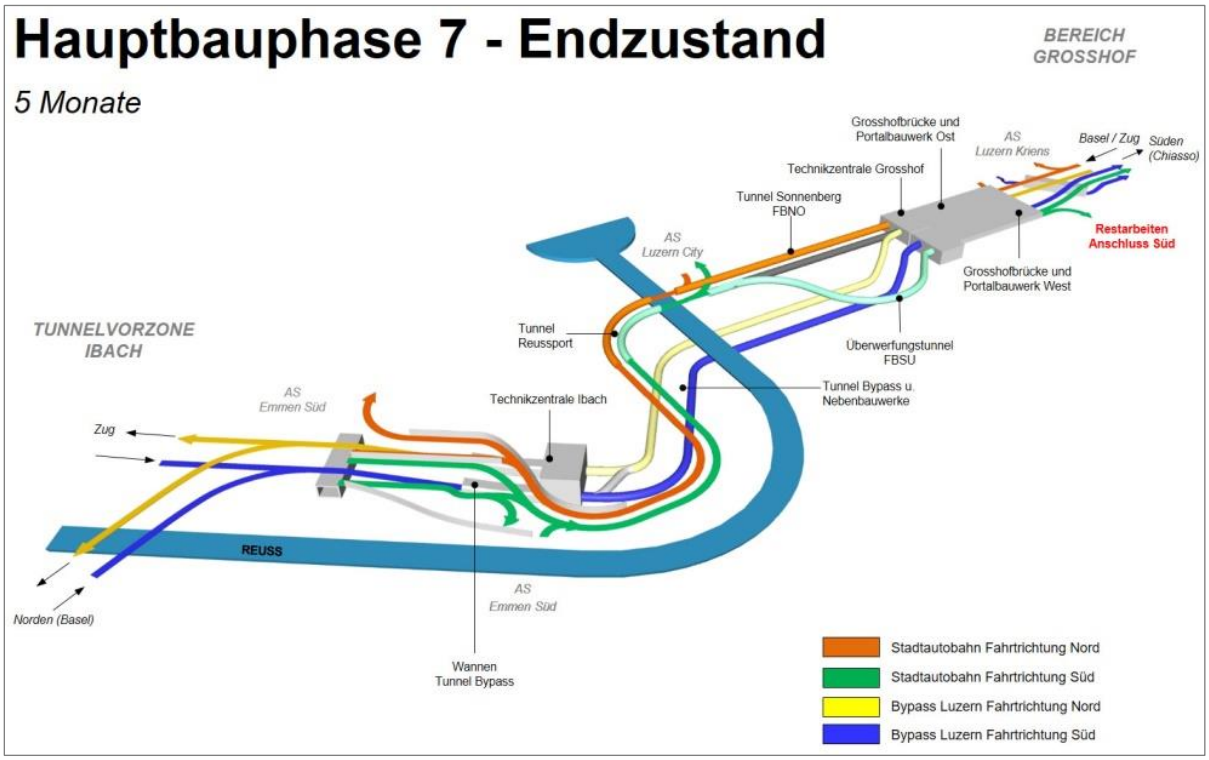


Abbildung 184: Tunnel Bypass Hauptbauphase 7 - Endzustand

Die Arbeiten auf dem Nationalstrassentrassee sind abgeschlossen und es werden nur noch Restarbeiten im Bereich der Tunnelvorzone Süd ausgeführt. Die Verkehrsführung entspricht dem Endzustand.

10.3.3. Bauabläufe

Der Bauablauf ist so abgestimmt, dass die Vorbereitungsarbeiten in den Tunnelvorzonen Nord und Süd gleichzeitig beginnen können. Als wichtigste Abhängigkeiten sind die folgenden zu nennen:

- Der Vortrieb des Überwerfungstunnels kann erst nach Fertigstellung der Startbaugrube Grosshof beginnen.
- Der Hauptvortrieb des Tunnel Bypass kann erst beginnen, wenn die Startbaugrube Ibach erstellt ist.
- Vor Eintreffen des Hauptvortriebes des Tunnel Bypass FBSU von Norden her müssen sowohl die Ausführung der Bauhilfsmassnahmen aus dem Zwischenangriff St. Karli sowie die Verlegung des Krienbachstollens beendet sein.
- Sämtliche Technikzentralen und die Lüftungszentrale des neuen Tunnel Bypass müssen betriebsbereit sein, bevor der Verkehr erstmals auf die Röhre Tunnel Bypass FBSU gelegt wird.

10.3.4. Baustellenlogistik inkl. Materialbewirtschaftung

Das Baustellenerschliessungs- und Logistikkonzept basiert auf folgenden Randbedingungen:

- Die Bauausführung erfolgt hauptsächlich ab den Angriffspunkten Nord im Bereich Ibach (Tagbaubereiche, Portal, Vortrieb Tunnel Bypass, Innenausbau, Ausrüstung) sowie Süd im Bereich Grosshof (offene Strecke, Brücken, Portal, Vortrieb Überwerfungstunnel). Zusätzlich sind zwei Nebenangriffspunkte im Bereich St. Karli für die Vorbereitung der Reussunterquerung (Schacht und Stollen mit Bauhilfsmassnahmen) sowie im Gütschwald für den Abluftschacht und die Lüftungszentrale vorgesehen.
- Die Zu- und Wegfahrt zu den beiden Installationsplätzen im Norden und Süden erfolgt über das untergeordnete Strassennetz möglichst direkt auf die Nationalstrasse.

- Vor Ort sind Zwischendeponien (Transportpuffer Ausbruch/Aushub, Hinterfüllmaterial, Ober-/Unterboden) vorgesehen. Damit der Platzbedarf für die Zwischendeponien nicht zu gross wird, muss der grösste Anteil des Ausbruchmaterials laufend zu den Enddeponien abtransportiert werden.
- Alle temporär beanspruchten Installationsflächen werden nach Bauende komplett zurückgebaut und wiederhergestellt.

Mengenmässig am relevantesten ist der Tunnel Bypass. Beim Tunnel Bypass ist diejenige Vortriebsart berücksichtigt, bei der die grösste Materialmenge anfällt (TBM-Vortrieb mit Tübbingen). Bei einem konventionellen Vortrieb (Sprengvortrieb) wären die Materialmengen um rund 10 % geringer.

Der Tunnel Bypass liegt vorwiegend in der Molasse. Dies sind heterogene Abfolgen aus Ton-, Mergel- und Sandsteinen. Diese Gesteine lassen sich nicht für hochwertige Produkte wie z.B. Zuschlagsstoffe für Beton oder Asphalt verwenden. Auch eine Nutzung für die Ziegelei-, Backstein- oder Zementindustrie ist nicht wirtschaftlich. Ein Teil des Ausbruchmaterials wird für Hinterfüllungen und einfache Schüttungen innerhalb des Projektperimeters zwischengelagert und wieder verwendet. Da keine externen Verwertungsmöglichkeiten für das überzählige Ausbruchmaterial bestehen, muss ein Grossteil in bestehenden Abbaustellen verwertet werden.

10.3.5. Installationsplätze inkl. Schutz vor Emissionen

Die übergeordneten Installationen wie Baubüros, Mannschaftsräume, Unterkunft/Kantine, Werkstatt/Logistik usw. werden im Norden auf dem Hauptinstallationsplatz Ibach angeordnet.

Hauptinstallationsplatz Ibach

Der Hauptvortrieb des Tunnel Bypass erfolgt ab der Tunnelvorzone Ibach. Der Installationsplatz 1 südlich der Reusseggstrasse dient einerseits den übergeordneten Installationen von Bauherrschaft und Hauptunternehmung. Anderseits dient er als Materialumschlag- und Zwischenlagerplatz für den Tunnelbau. Er ist mittels einer Hilfsbrücke über die Reusseggstrasse mit der Baustelle verbunden und via Reusseggstrasse ans untergeordnete Strassennetz angeschlossen.

Der Installationsplatz 2 liegt zwischen der Reusseggstrasse und der Nationalstrasse und ist über eine interne Baupiste mit der Baugrube resp. dem bergmännischen Vortrieb des Tunnels Bypass verbunden. Der Platz dient hauptsächlich als Installationsfläche für den Tunnelbau.

Der Installationsplatz 3 östlich der Ausfahrt Emmen-Süd dient dem Baufeld Mitte sowie den reussseitigen Arbeiten als Installationsplatz und Zwischendeponie. Er ist mit diesen über das bestehende Wegnetz direkt verbunden.

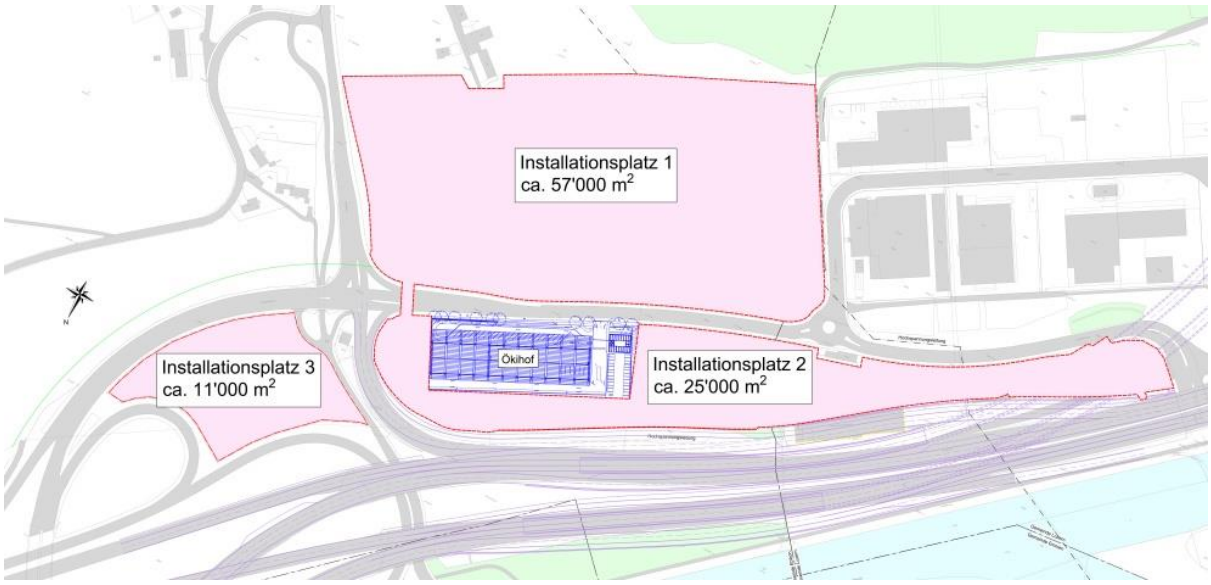


Abbildung 185: Hauptinstallationsplatz Ibach

Installationsplatz Grosshof (Anschluss Luzern-Kriens)

Die Erschliessung des Installationsplatzes erfolgt über das öffentliche Strassennetz.

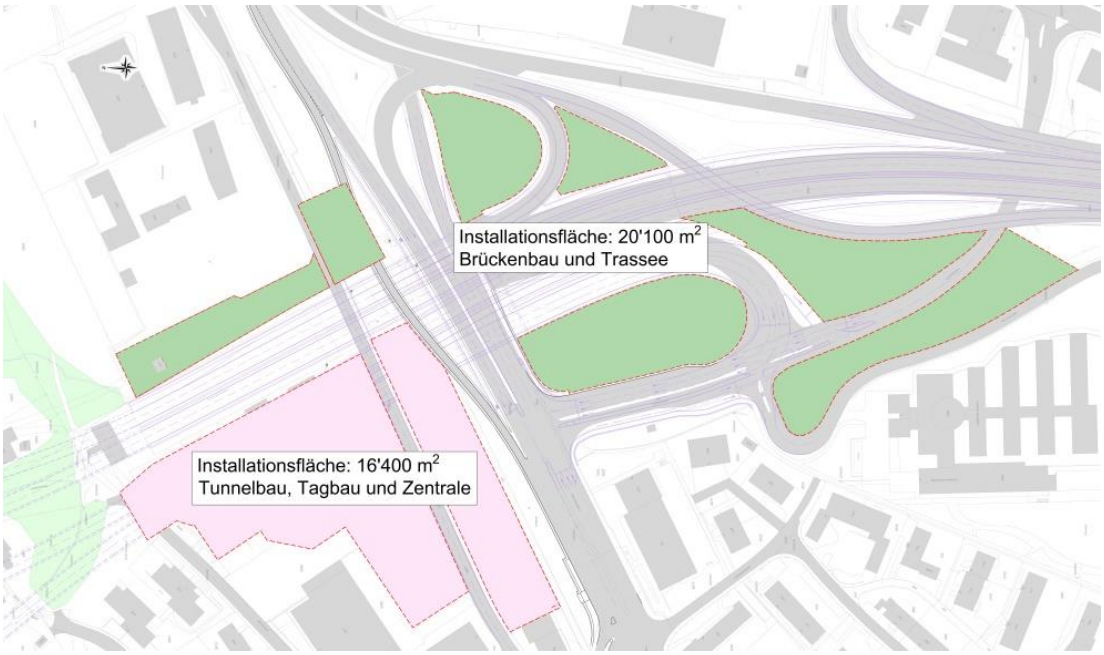


Abbildung 186: Installationsplatz Grosshof

Installationsplatz St. Karli

Die Erschliessung des Bauplatzes im Bereich St. Karli für den Schachtbau (Bauhilfsmassnahme zur Unterquerung der Reuss) sowie für das Stapelbecken erfolgt über das bestehende kantonale, resp. städtische Strassennetz.

Für die notwendigen Installationen ist eine Fläche von ca. 1‘400 m^2 vorgesehen, die sich auf den bestehenden örtlichen Grünflächen, resp. dem bestehenden öffentlichen Parkplatz befindet.

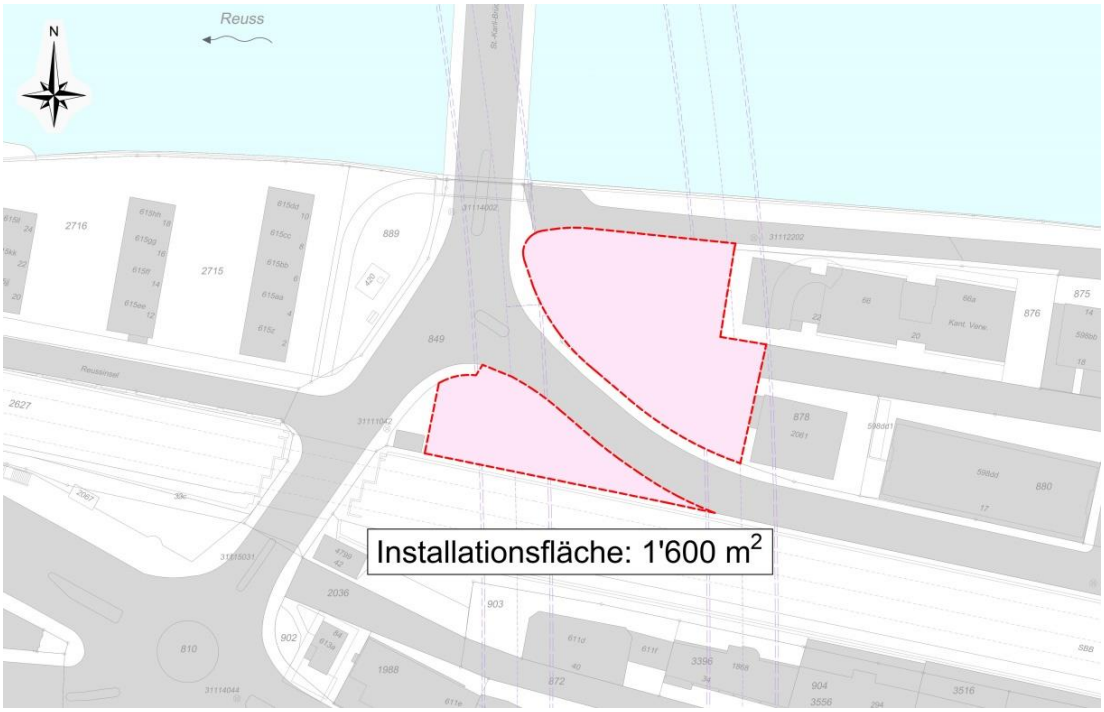


Abbildung 187: Installationsplatz St. Karli

Installationsplatz Lüftungszentrale Gütschwald

Die Erschliessung der Baustelle der Lüftungszentrale Gütschwald, inkl. Abluftschacht, ist über das öffentliche Strassennetz vorgesehen (ab dem Hirschengraben via Kloster-, Bruchmatt- und Berglistrasse auf den Schwyzerhüsliweg). In unmittelbarer Nähe zum Abluftschacht wird ein Installationsplatz mit Lager und Materialumschlagplatz eingerichtet, wozu temporäre Rodungen notwendig sind.

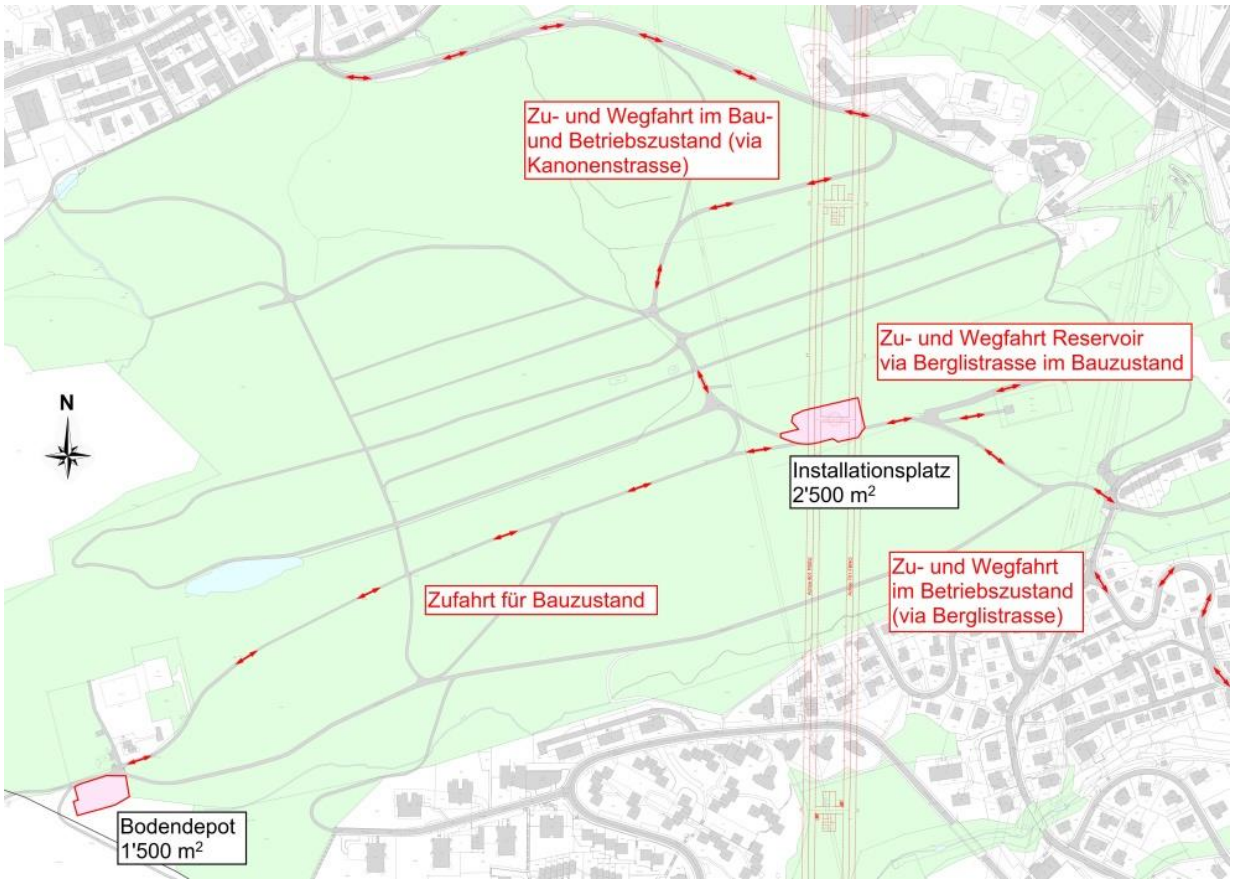


Abbildung 188: Installationsplatz Gütschwald

10.4. Realisierung Ergänzung Süd

10.4.1. Bauphasen

Die Massnahmen werden im Rahmen des Gesamtsystems Bypass Luzern umgesetzt. Die Ausführung erfolgt unter Aufrechterhaltung des Verkehrs, wobei kein Fahrstreifenabbau zugelassen ist. Ebenfalls müssen die Anschlüsse permanent in Betrieb bleiben.

Die baulichen Massnahmen beschränken sind auf einen kurzen Abschnitt zwischen km 98+400 - 98+500 auf dem Pannenstreifen der Fahrbahn FBNO. In diesem Bereich muss eine bestehende Entwässerungsrinne rückgebaut und das Quergefälle des Pannenstreifens angepasst werden. Alle anderen Massnahmen auf der Nationalstrasse bestehen aus Markierungsarbeiten. Aufgrund des Arbeitsumfangs wurde entschieden, alle Arbeiten in Nachtarbeit auszuführen.

Die Arbeiten für die Markierungsarbeiten werden in 5 Bauphasen ausgeführt. Dazu sind ca. 10 bis 12 Nächte vorgesehen.

Phase	Baubereich	Bauarbeiten	Verkehrsführung	Dauer
1	FBSU, km 98.200 - 100.100 (Wanne Schlund - Tunnel Spier)	Markierungen	**Tags:** Normalbetrieb ohne Verkehrseinschränkungen **Nachts:** System 1/1 auf der Fahrbahn FBNO zwischen Müls 96.250 und Müls 100.150. Max. Geschwindigkeit 80 km/h	2 - 3 Nächte
2	FBSU, km 100.000 - 100.500 Offene Strecke zwischen Tunnel Spier und Ausfahrt Hergiswil	Markierungen	**Tags:** Normalbetrieb ohne Verkehrseinschränkungen **Nachts:** Vollsperrung der FBSU zwischen Anschluss Luzern-Horw - Stans Nord	1 - 2 Nächte
3	FBNO, km 98.200 - 100.100 (Wanne Schlund - Tunnel Spier)	Ausbau Rinne und Anpassung Quergefälle zwischen km 98.400 - 98.500 Markierungen	**Tags:** Normalbetrieb ohne Verkehrseinschränkungen **Nachts:** System 1/1 auf der Fahrbahn FBSU zwischen Müls 96.250 und Müls 100.150. Max. Geschwindigkeit 80 km/h	2 - 3 Nächte
4	FBNO, km 100.000 - 100.500 Offene Strecke zwischen Tunnel Spier und Ausfahrt Hergiswil	Markierungen	**Tags:** Normalbetrieb ohne Verkehrseinschränkungen **Nachts:** Vollsperrung der FBNO zwischen Anschluss Stansstad-Horw - Stans Nord, Einfahrt Hergiswil gesperrt	1 - 2 Nächte
5	FBNO, km 100.500 - 102.500	Markierungen	**Tags:** Normalbetrieb ohne Verkehrseinschränkungen **Nachts**: FBSU Normalbetrieb, FBNO 1 Fahrstreifen gesperrt, Einfahrt N08 gesperrt	1 - 2 Nächte

Abbildung 189: Verkehrsführung pro Bauphase

Bauphasen für Realisierung der Antirezirkulationswände

Die Baubereiche werden als Inselbaustellen eingerichtet. Dabei liegt ein Baubereich zwischen dem Südportal Tunnel Schlund und dem Nordportal des Tunnels Spier im Bereich der Wanne Schlund. Der zweite Baubereich befindet sich beim Südportal des Tunnels Spier. In beiden Baubereichen wird der Verkehr im System 2/2 an der Baustelle vorbeigeführt. Die Fahrstreifenbreiten betragen: B1 = 3.00 m, B2 = 2.75 m und die maximal zulässige Geschwindigkeit wird auf 80 km/h reduziert.

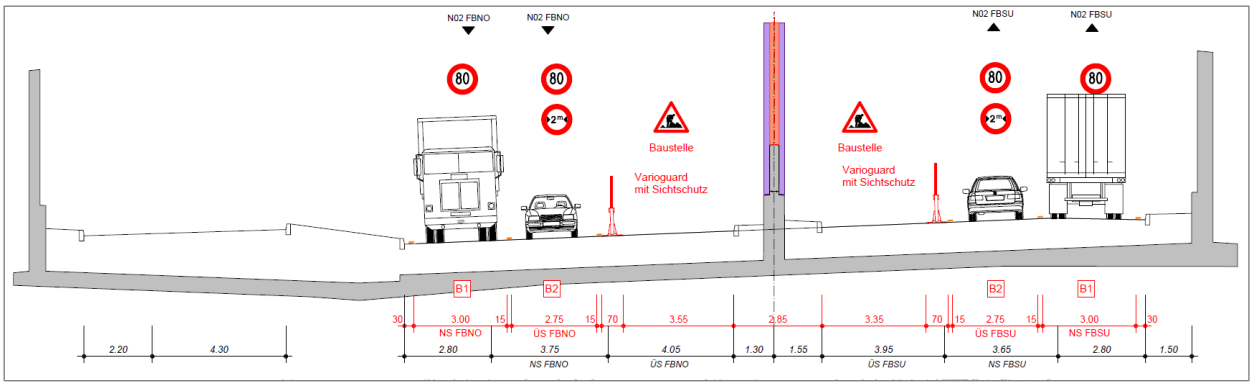


Abbildung 190: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Schlund

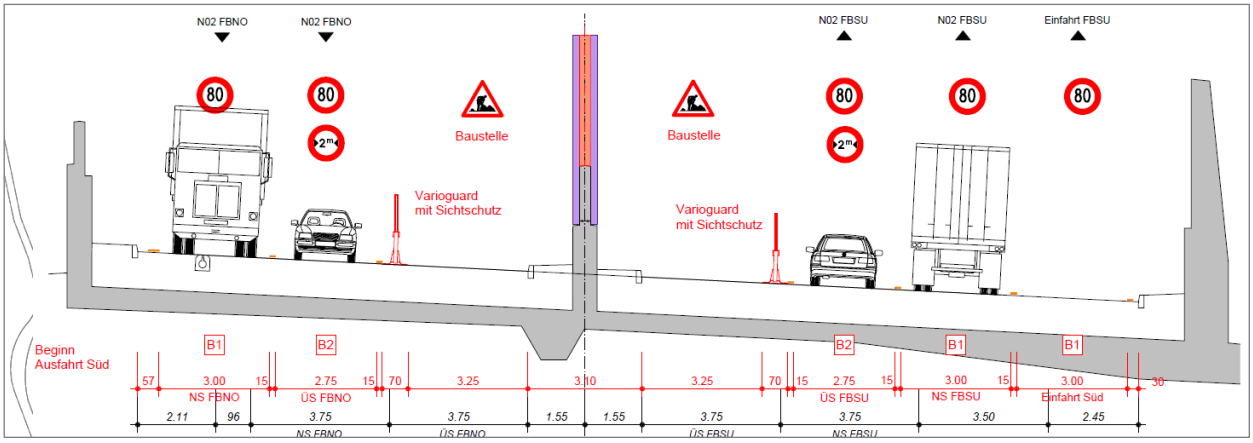


Abbildung 191: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Nordportal Tunnel Spier

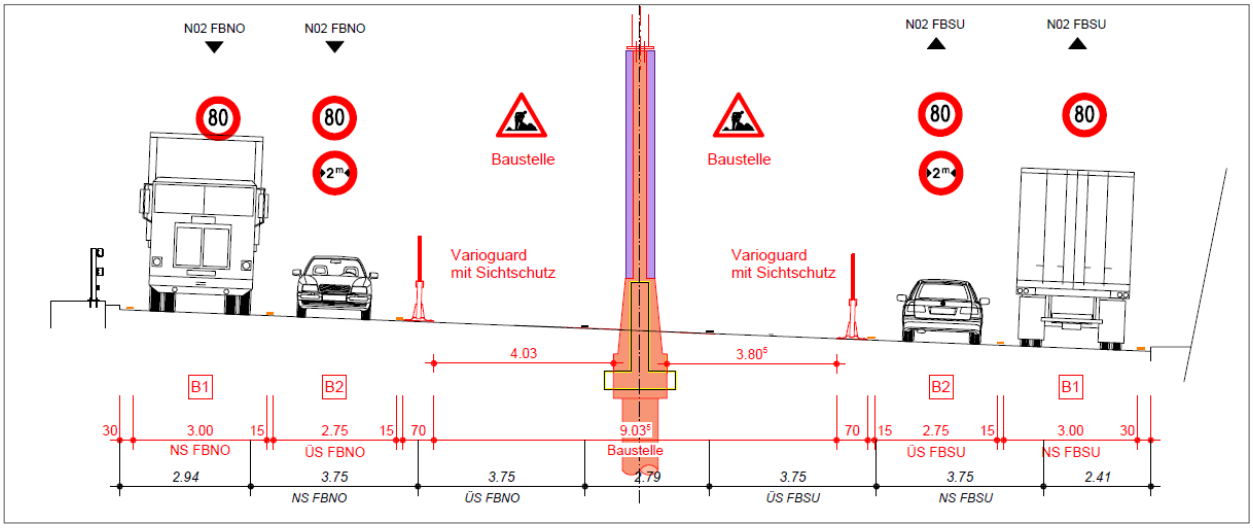


Abbildung 192: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Spier

Bauphasen für Realisierung der Deckennischen für die Strahlventilatoren im Tunnel Schlund

Die Bauarbeiten für die Deckennischen erfolgen grundsätzlich auf der bestehenden Tunneldecke. Die erforderlichen Deckenausbrüche werden im Inneren des Tunnels während Nachtsperrungen ausgeführt. Dasselbe gilt für die Erstellung der Schächte in den Banketten. Die Baustellenzufahrten erfolgen über öffentliche Strassen und dann die Motelstrasse bis zu den Baubereichen ohne Verkehrsbeeinträchtigungen auf der Nationalstrasse.

Bauphasen für Montage Signalportale beim Anschluss Luzern-Horw

Die Montage der Signalportale erfolgt nachts während Vollsperrungen der entsprechenden Zufahrtsäste. Pro Nacht wird jeweils nur ein Ast gesperrt.

10.4.2. Installationsplätze

Für die Arbeiten im Teilprojekt Ergänzung Süd wird der bereits bestehende Installationsplatz Schlund genutzt. Dieser befindet sich unmittelbar neben dem Autobahnanschluss Luzern-Horw. Der Platz wurde ca. im Jahr 2000 für den Bau der Erweiterungsbauten N02/N6 erstellt und wird zurzeit als Lagerplatz für mobile Fahrzeugrückhalteelemente verwendet. Der Platz und die lokale Zufahrt liegen auf den Parzellen 1235 und 1230. Diese sind im Besitz der Schweizerischen Eidgenossenschaft, weshalb die Flächen nicht erworben werden müssen.

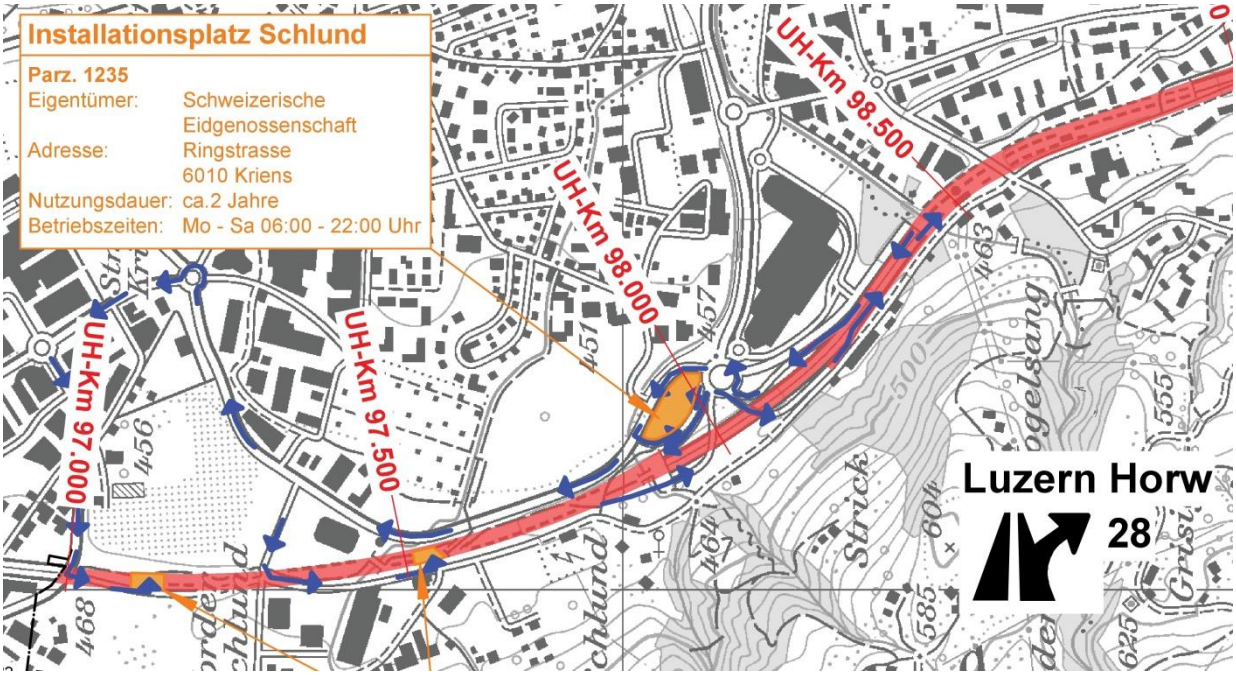


Abbildung 193: Installationsplatz Schlund beim Anschluss Luzern-Horw

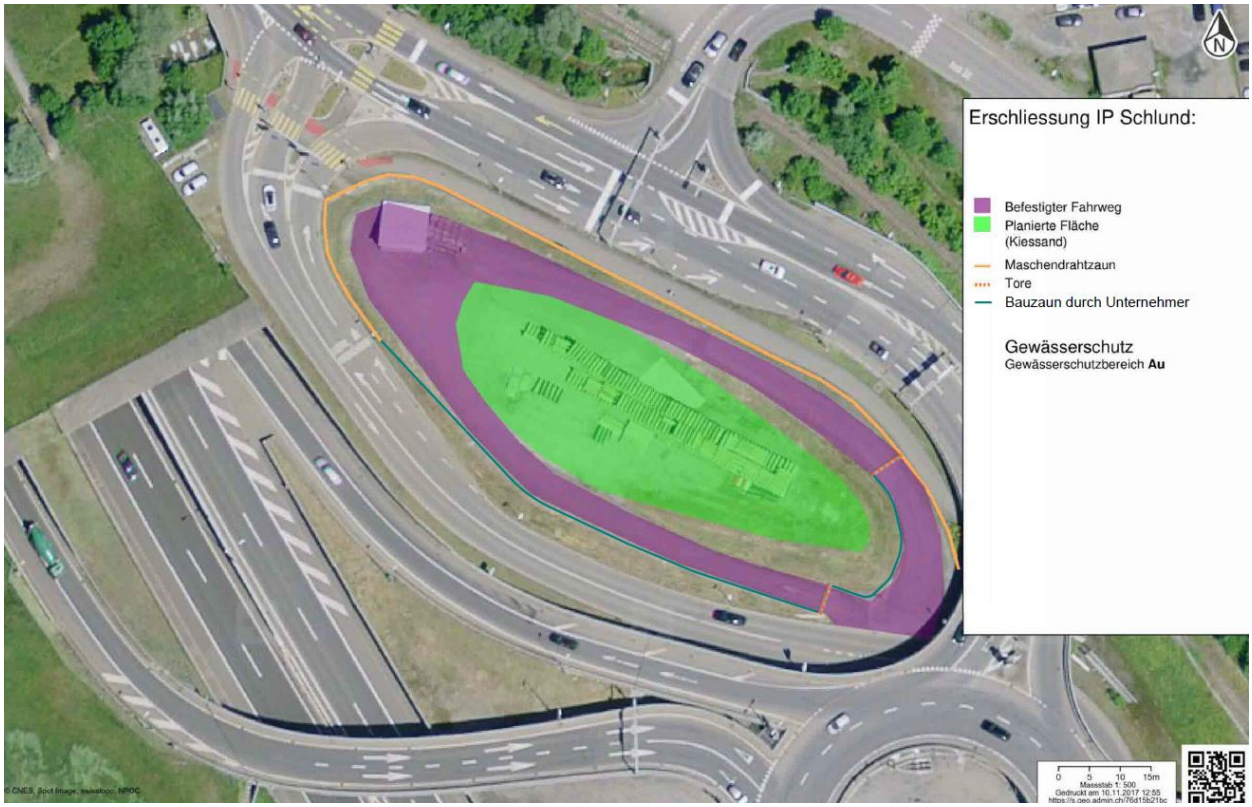


Abbildung 194: Luftbild des Installationsplatzes Schlund beim Anschluss Luzern-Horw

Der Platz wird während ca. zwei Jahren betrieben. Die Betriebszeiten sind von Montag bis Samstag jeweils von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr. Einzelne zusätzliche Nachtarbeiten sind möglich.

Die Zufahrten zu den Baustellen auf der Nationalstrasse erfolgt über die ordentlichen Autobahnanschlüsse. Für die Massnahmen an den Fangbecken werden die öffentlichen Strassen genutzt.

Für die Bauarbeiten an den Deckennischen für die Strahlventilatoren sind unmittelbar neben den Baubereichen lokale temporäre Installationsflächen vorgesehen. Diese werden während dem Bau der Nischen betrieben und anschliessend wieder begrünt. Aufgrund der Nutzungsdauer könnten die Installationsflächen auf der bestehenden Begrünung geschüttet werden. Aus statischen Gründen ist dies jedoch nicht möglich. Deshalb wird ca. 50 cm der Deckenaufschüttung entfernt und eine Kiesschicht eingebaut. Darauf werden die für den Bau der Nischen erforderlichen Geräte und Materialien gelagert. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Flächen wieder instand gestellt und begrünt. Die Plätze werden während ca. 6 Monaten betrieben. Die Installationsflächen liegen vollumfänglich auf der ASTRA-Parzelle 2772, Ein Erwerb ist deshalb nicht erforderlich. Die Zufahrten zu den Installationsplätzen erfolgt über die Motelstrasse.

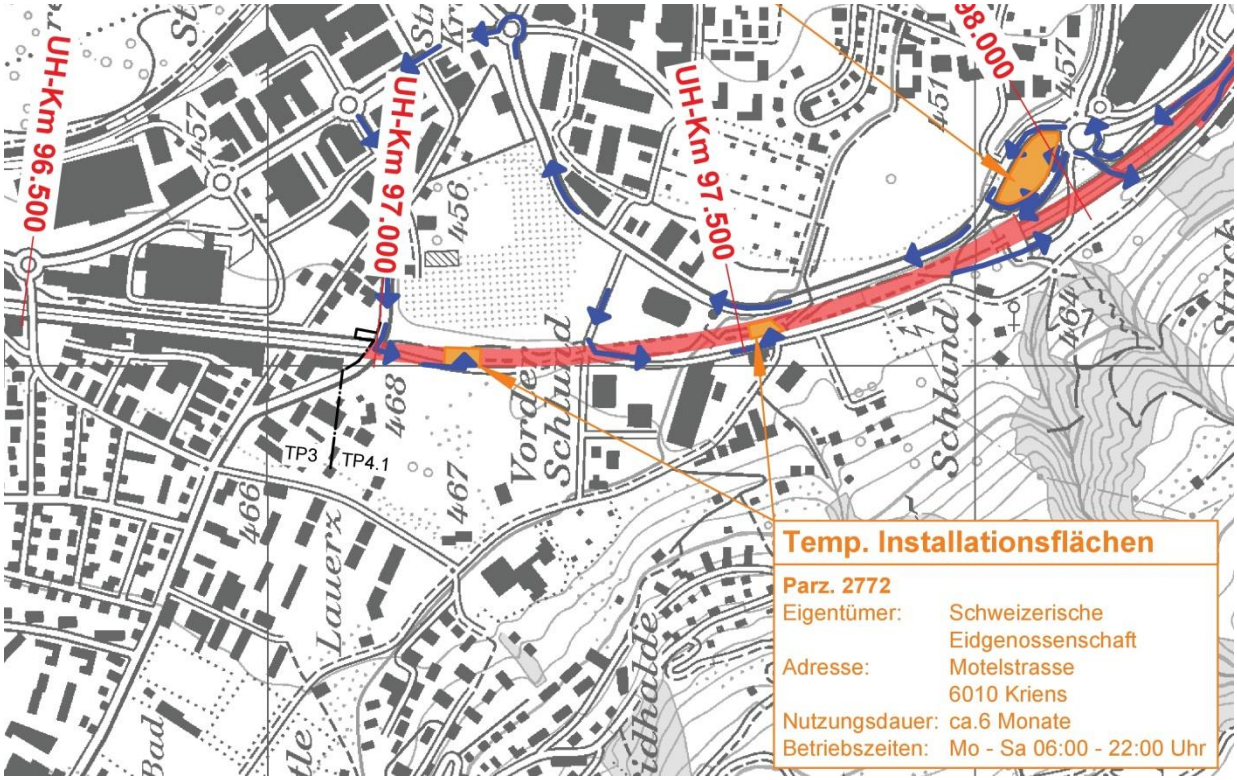


Abbildung 195: Temporäre Installationsflächen auf dem Tunnel Schlund für den Bau der Deckennischen

11. Verkehrsphasen während Realisierung

Die Realisierung aller Baumassnahmen des Gesamtsystems Bypass Luzern muss unter Betrieb bzw. unter Verkehr erfolgen. Im Anhang 4 des vorliegenden Technischen Berichts ist eine Gesamtübersicht aller provisorischen Verkehrsphasen während der Realisierung des Bypass Luzern inkl. den Beeinträchtigungen und den geplanten flankierenden Massnahmen zur Aufrechterhaltung des Verkehrs ersichtlich.

Als Basis für die Beurteilung der verkehrlichen Auswirkungen während der Realisierung wurde der Referenzzustand 2040 (Z1.0) aus dem Kantonalen Verkehrsmodell Luzern (KVM Luzern) gewählt und jeweils an die entsprechenden Verkehrsphasen angepasst, um so allfällige gesperrte Fahrbeziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Verkehrsphasen der verschiedenen Teilprojekte zu prüfen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Verkehr während den 12-jährigen intensiven Bauarbeiten gegenüber heute infolge der beschränkten Nationalstrassenkapazitäten nur noch geringfügig zunehmen kann. Die Verkehrsmengen während der Bauzeit dürfen somit überschlagsmässig 10% unter den Verkehrsmengen des Prognosezeitraums 2040 liegen.

11.1. Ausgangslage, Ziele, Vorgehen

Das untergeordnete Strassennetz ist in den Spitzenstunden bereits stark ausgelastet. Das heisst, es stehen tagsüber keine Ersatzkapazitäten für den Nationalstrassenverkehr zur Verfügung. Das Ziel lautet, Ausweichverkehr von der Nationalstrasse auf das untergeordnete Strassennetz zu minimieren. Um dieses Ziel zu erreichen, sind folgende Zielvorgaben für die Planung der Bauphasen einzuhalten:

- Die heutige Anzahl Fahrstreifen auf den Nationalstrassen ist (abgesehen von Nachtbaustellen) aufrecht zu erhalten.
- Die heutigen Fahrbeziehungen über die Nationalstrassen sind möglichst aufrecht zu erhalten (z.B. mit baulichen Provisorien).
- Die verkehrlichen Auswirkungen der einzelnen Verkehrsphasen sind zu überwachen (Monitoring) und bei Bedarf ergänzende flankierende Massnahmen (FlaMa) zu ergreifen.

11.1.1. Strategische Stossrichtungen

Mit den folgenden strategischen Stossrichtungen werden die Erreichung des übergeordneten Ziels und die Erfüllung der Vorgaben angestrebt.

- Schrittweiser Neubau mit Kapazitätserweiterung *von Innen nach Aussen*, damit der Verkehr immer genügend abfliessen kann.
- Beobachten und Beurteilen der Verkehrssituation (Monitoring) sowie Umsetzung von vorbehaltenen Entschlüssen in Form von weiteren flankierenden Massnahmen während der Bauzeit durch eine Task-Force.
- Ausweichverkehr auf dem untergeordneten Strassennetz durch flankierende Massnahmen verhindern (z.B. Anpassung von LSA-Steuerungen an Knoten).
- Zusätzliche generelle flankierende Massnahmen: Umfangreiche Infokampagne und gebietsweise Koordination der Strassenbaustellen.
- Komforteinbussen wie die Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit, der Breite der Fahrstreifen, in der Anordnung der LSA-Phasen und der öV-Priorisierung oder der Länge der Ein- und Ausfahrten müssen in Kauf genommen werden.

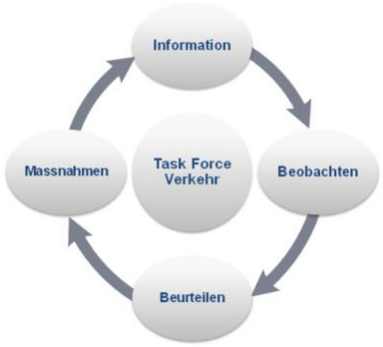
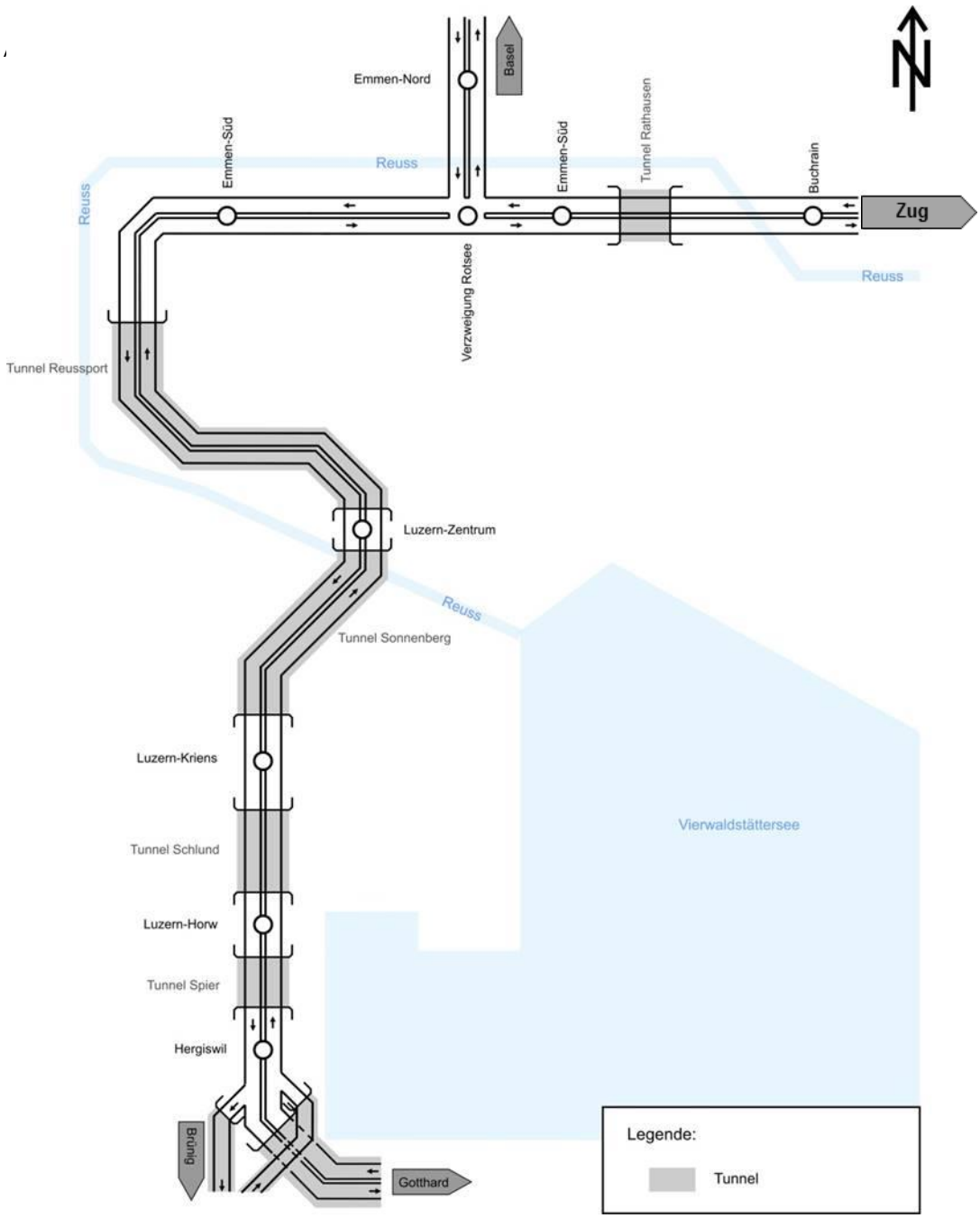


Abbildung 196: Regelkreis zur Umsetzung der verkehrlichen Zielvorgaben während der Realisierung

11.2. Hauptverkehrsphasen inkl. flankierende Massnahmen

11.2.1. Ist-Zustand

Im Ist-Zustand d.h. vor Beginn der Realisierungsphase präsentiert sich das Nationalstrassennetz im Raum Luzern wie folgt:



11.2.2. Verkehrsphase 0

(Dauer: ca. 1 Jahr)

Während der Verkehrsphase 0 werden in den Anschlussbereichen Vorbereitungsarbeiten für den Bau des Tunnel Bypass ausgeführt. Dabei kann es temporär zu Einschränkungen der Fahrstreifenbreiten und der signalisierten Höchstgeschwindigkeiten kommen.

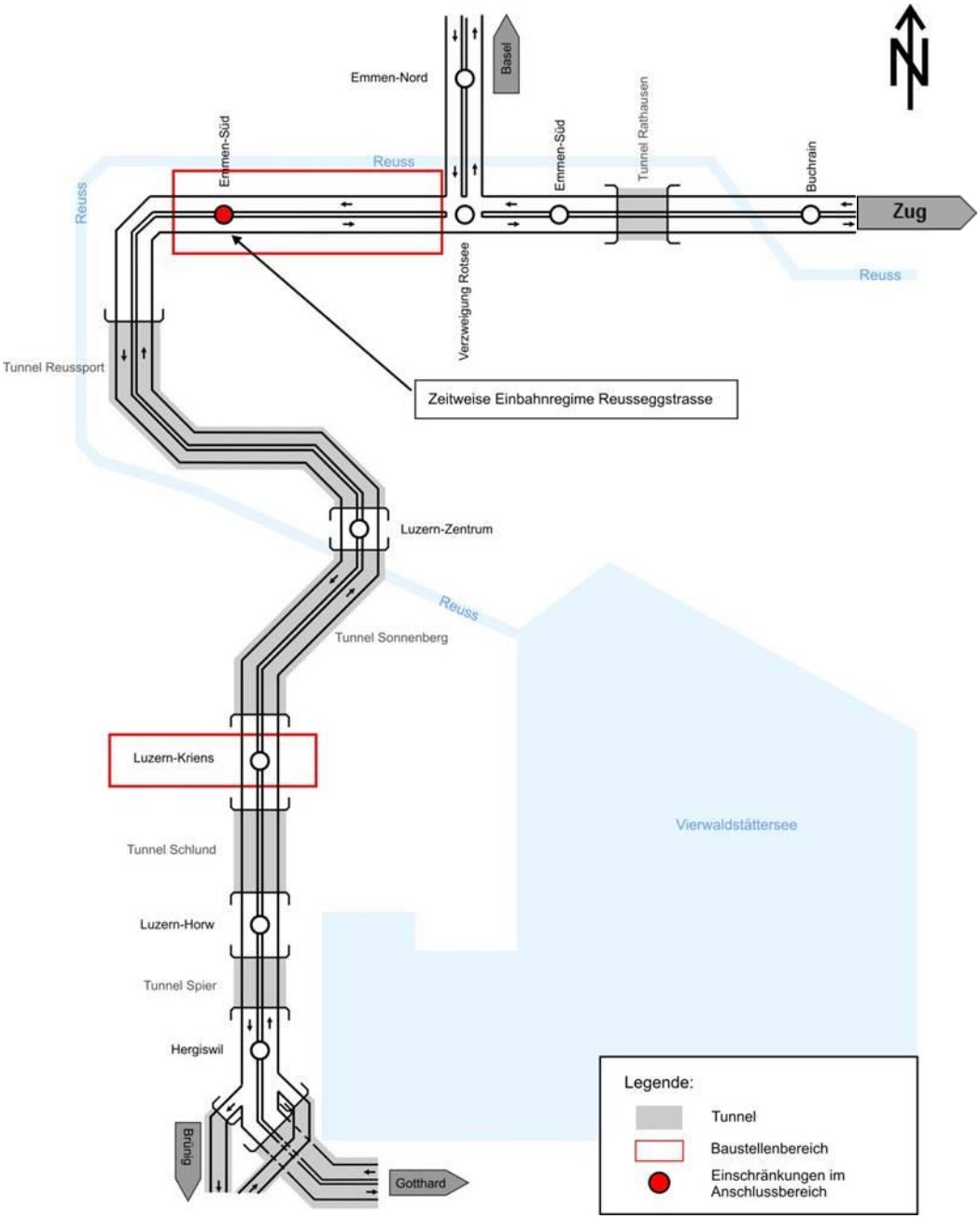


Abbildung 198: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 0

Bei der Verzweigung Rotsee herrscht auf der Reusseggstrasse zwischen dem Knoten K079 (Brücke Ibach) und dem Reussegg-Kreisel während ca. 4 Monaten ein Einbahnregime, um den Baugrubenabschluss für die Baugrube des Tunnel Bypass im Bereich der Reusseggstrasse zu erstellen. Durch dieses Provisorium wird für die nachfolgende lange Vorbereitungs- und Bauzeit des Tunnel Bypass eine Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der Reusseggstrasse gewährleistet.
Die restlichen Vorbereitungsarbeiten erfolgen ohne massgebende Einschränkungen im Verkehrssystem.

Umleitungsregime Reusseggstrasse

Der Abschnitt zwischen dem Kreisel Ibach und dem Knoten Brücke Ibach wird für jeglichen Verkehr in Fahrtrichtung West gesperrt. Der Verkehr in Fahrtrichtung West (Verbindung Knoten Sedel → Knoten Brücke Ibach) wird ab dem Knoten Sedel über die Reussegg-/ Seetalstrasse, via Kreuzstutz-Kreisel sowie über die Ausfahrt Emmen-Nord geführt.

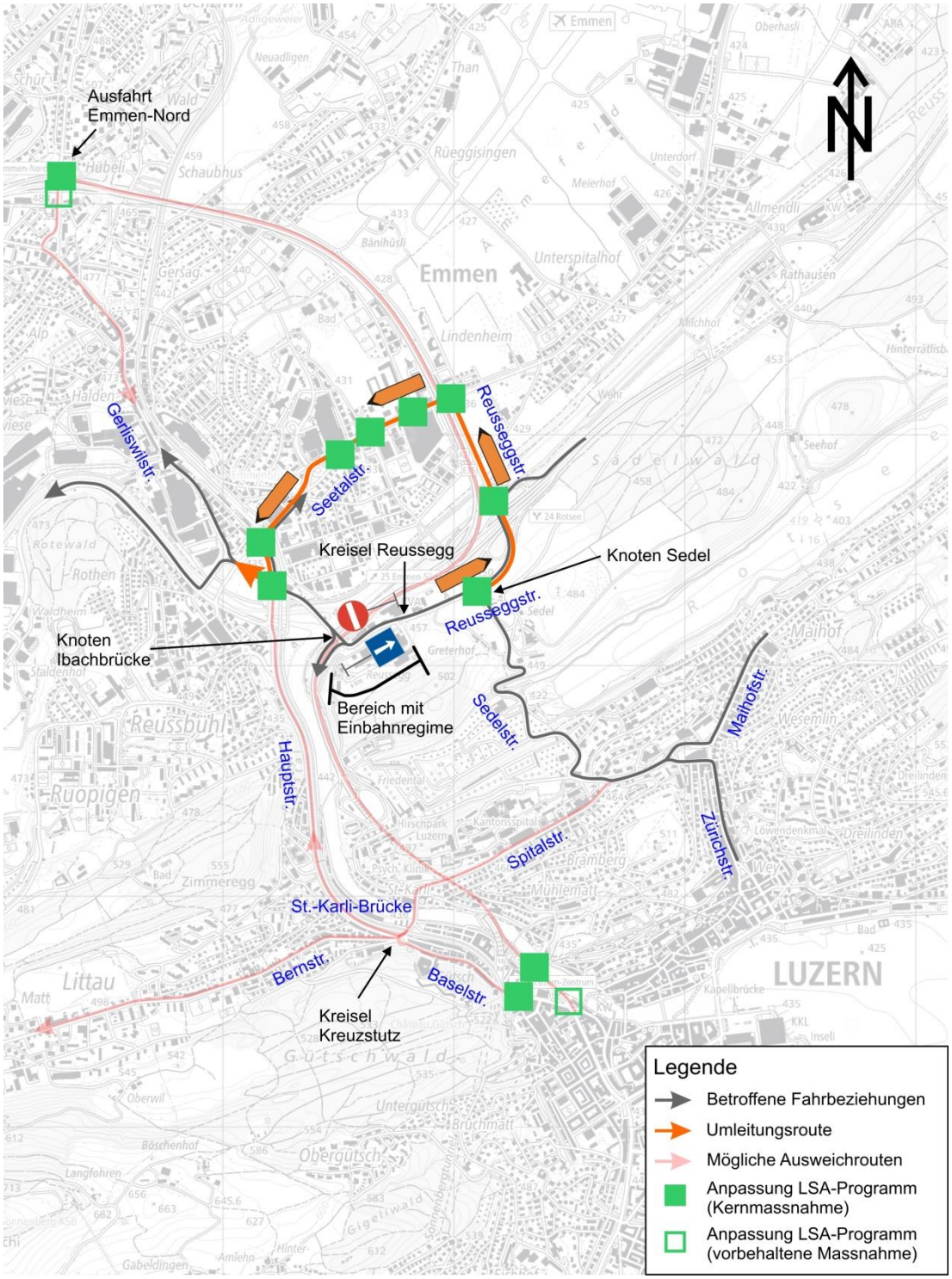


Abbildung 199: Umleitung und flankierende Massnahmen während des Einbahnregimes auf der Reusseggstrasse in der Verkehrsphase 0 (Abschnitt Knoten Brücke Ibach - Kreisel Ibach)

11.2.3. Verkehrsphase 1a
(Dauer: ca. 2 Jahre)

Während der Verkehrsphase 1a wird der Tunnel Bypass gebaut und die Anschlussbereiche für die Verkehrsprovisorien umgestaltet.

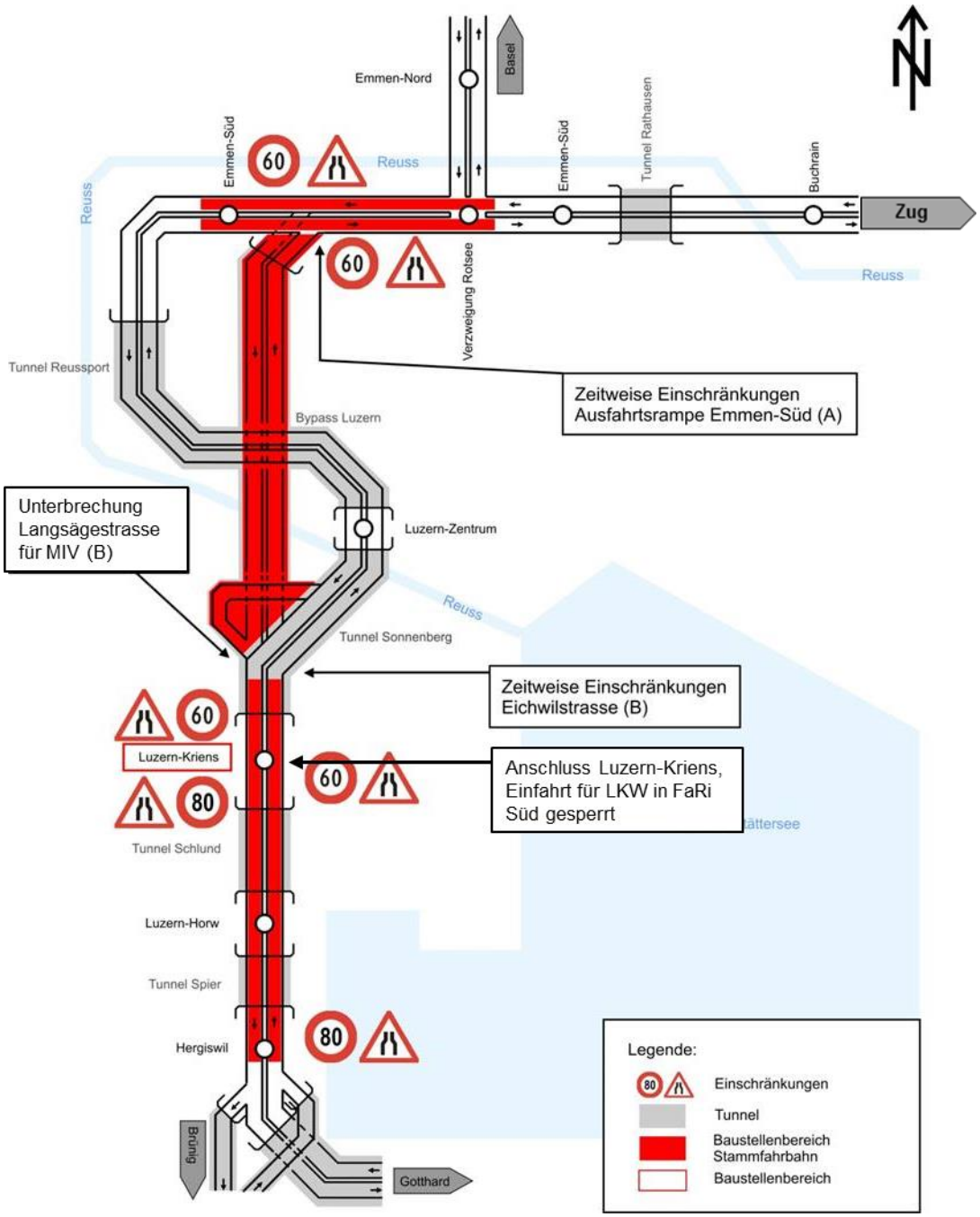


Abbildung 200: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1a

In der Verkehrsphase 1a können alle Fahrbeziehungen und Fahrstreifen aufrecht erhalten werden. Dabei müssen die Fahrstreifenbreiten aus Platzgründen reduziert und die signalisierte Höchstgeschwindigkeit aus Sicherheitsgründen gesenkt werden. Dies kann zu geringfügigen Verlagerungen auf das untergeordnete Strassennetz führen.

Zusätzlich wird im Raum Luzern-Süd zwischen Luzern-Kriens und dem Halbanschluss Hergiswil die bestehende Nationalstrasse instandgesetzt sowie die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung ersetzt. Zu diesem Zweck müssen ebenfalls die Fahrstreifenbreiten und die Höchstgeschwindigkeit reduziert werden, was wiederum zu leichten Verlagerungen auf das untergeordnete Netz führen kann. Um dies möglichst zu verhindern, werden folgende Massnahmen an den Entscheidungspunkten der Fahrtroutenwahl vorgesehen:

- LSA-Steuerung des Kreisels Schlund beim Anschluss Luzern-Horw
- LSA-Dosierung der Ausfahrt Hergiswil durch provisorische LSA (bei Bedarf, vorbehaltene Massnahme)
- Anpassung Steuerungen vorhandener LSA-Anlagen (bei Bedarf).

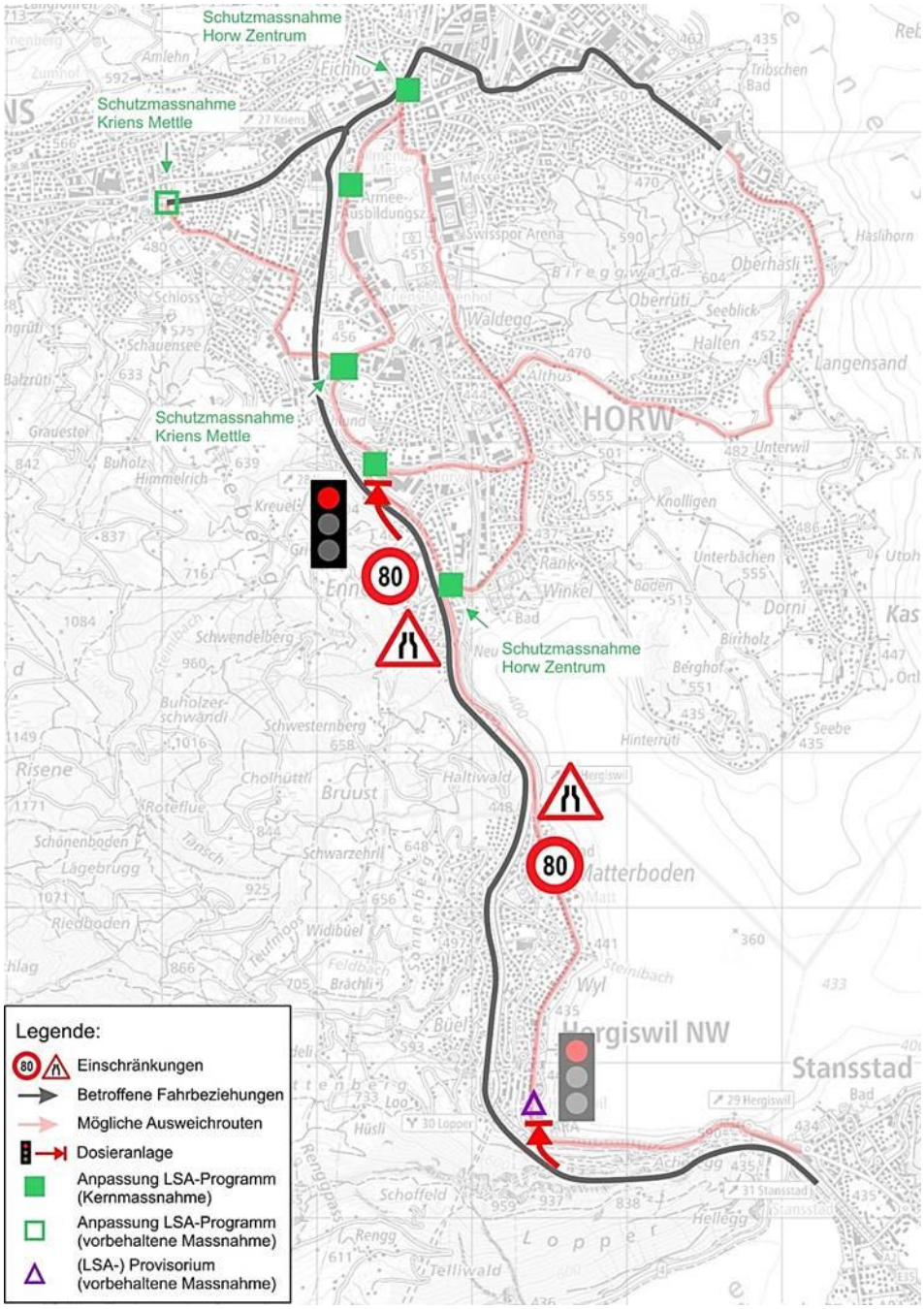


Abbildung 201: Ausweichrouten während der Instandsetzung des Abschnittes Luzern-Kriens-Hergiswil in der Verkehrsphase 1a

A) Massnahmen Anschluss Emmen-Süd

Innerhalb dieser Phase 1a wird es kurzzeitig zu Einschränkungen auf der Reusseggstrasse kommen. Die Autobahnausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern muss umgebaut werden, d.h., die heutige Ausfahrt wird gesperrt. Die alte ursprüngliche Autobahnausfahrt kann in dieser Zeit als Ausweichroute dienen.

Würden die Bauarbeiten länger andauern und auch verkehrsstarke Tage umfassen (z.B. Werktage ausserhalb Schulferien), wäre als vorbehaltene Massnahme die Sperrung der Brücke Ibach in Richtung Sedel und die gleichzeitige Öffnung des Werkanschlusses Lochhof als Wendemöglichkeit denkbar, um bei der alten Autobahnausfahrt Emmen-Süd einen direkten und leistungsfähigen Linksabbieger einrichten zu können.

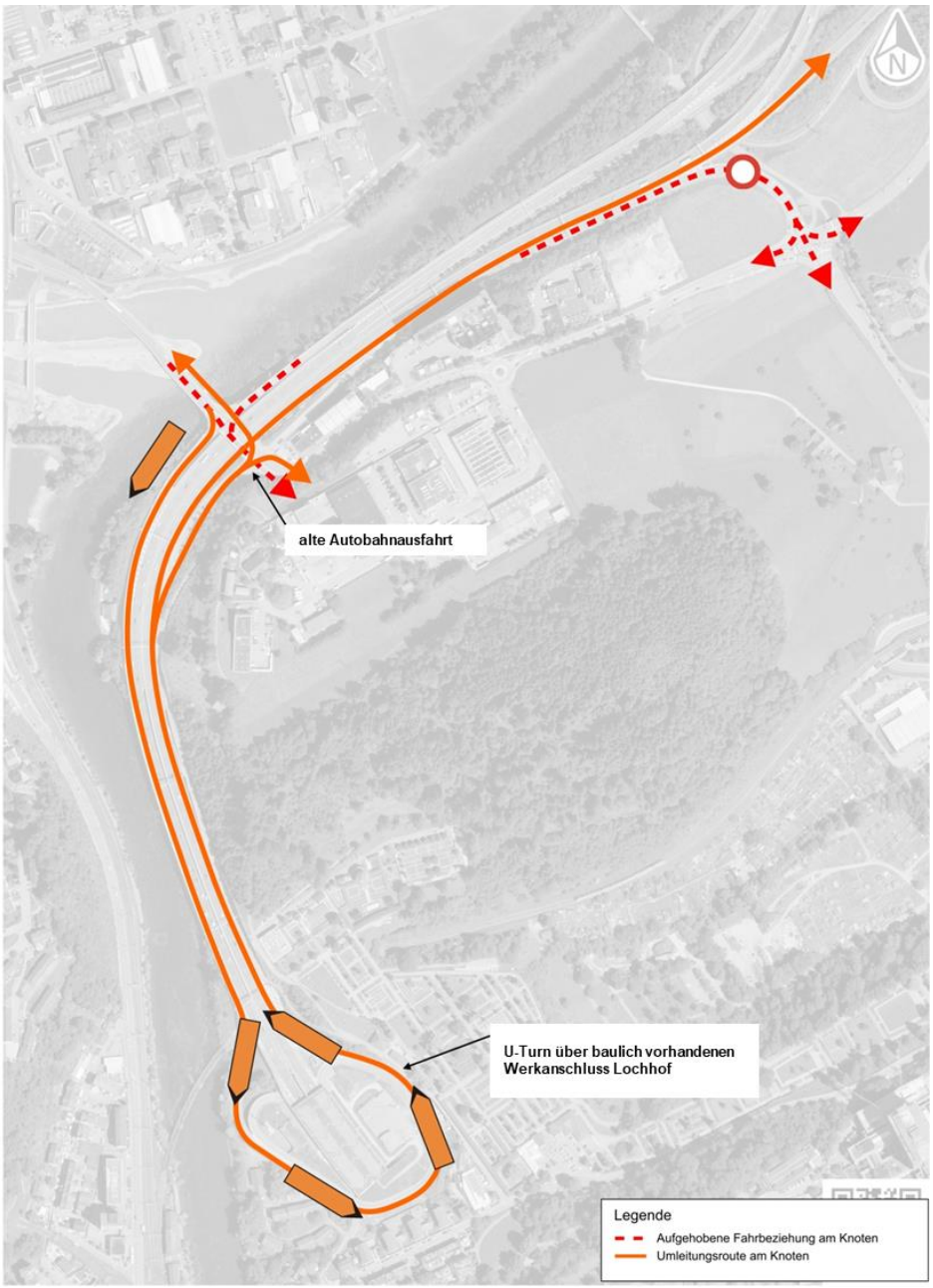


Abbildung 202: Mögliche Verkehrsführung während dem Umbau der Ausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern in der Verkehrsphase 1a (Vorbehaltener Entschluss)

Die in Abbildung 202 aufgezeigte Umleitung über den U-Turn am Werkanschluss Lochhof ermöglicht eine Vereinfachung der Fahrbeziehungen am Knoten Brücke Ibach und eine Ausschaltung der LSA-Anlage.

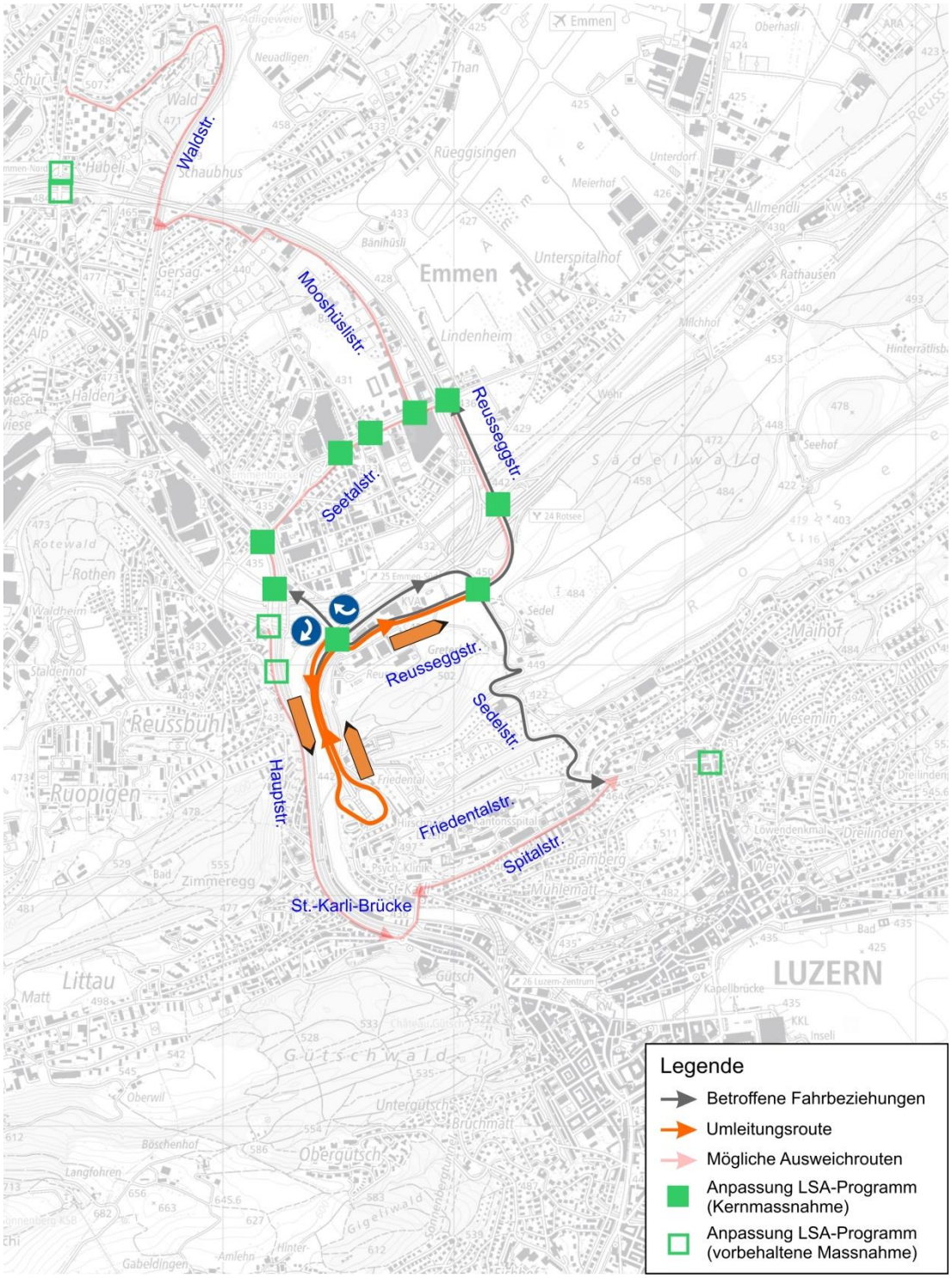


Abbildung 203: Ausweichrouten und flankierende Massnahmen während dem Umbau der Ausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern in der Verkehrsphase 1a

B) Massnahmen Anschluss Luzern-Kriens

Auch auf der Langsägestrasse wird es im Bereich der Grosshofbrücke zu Einschränkungen für den MIV kommen, da zum Bau der neuen Grosshofbrücken die Luzernerstrasse umgelegt werden muss, was die Sperrung der Langsägestrasse in diesem Bereich für den MIV erforderlich macht. Der MIV wird grösstenteils auf die Luzernerstrasse ausweichen. Die wichtige Verbindung für den Langsamverkehr bleibt mittels Provisorium aufrecht erhalten.

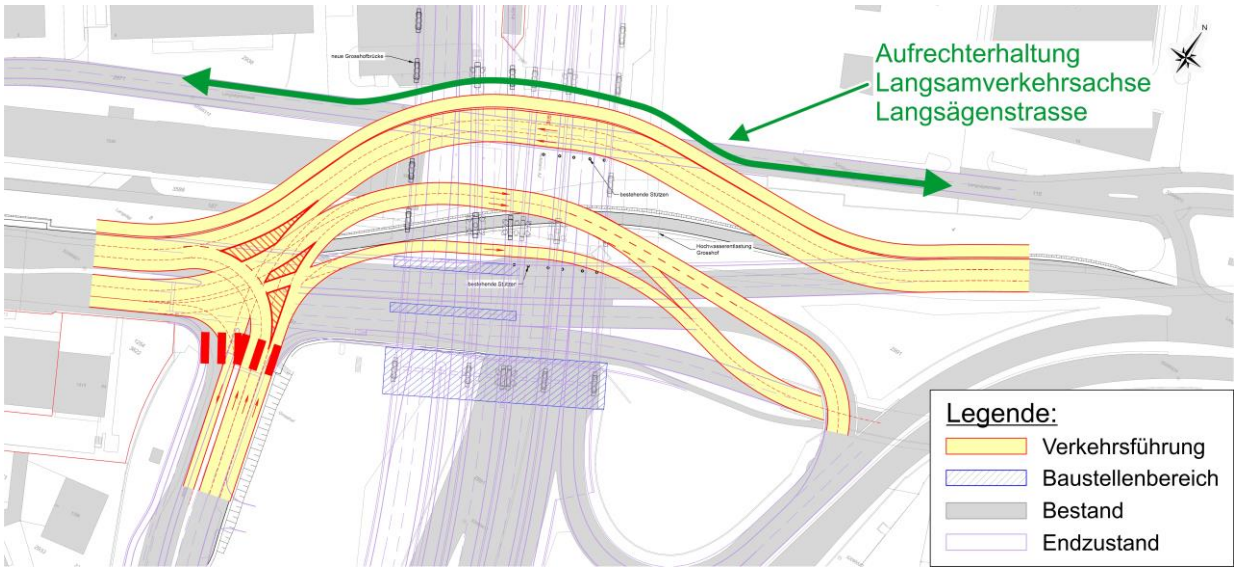


Abbildung 204: Sperrung Langsägestrasse für den MIV zur Erstellung der provisorische Verkehrsführung der Luzernerstrasse ab der Verkehrsphase 1a

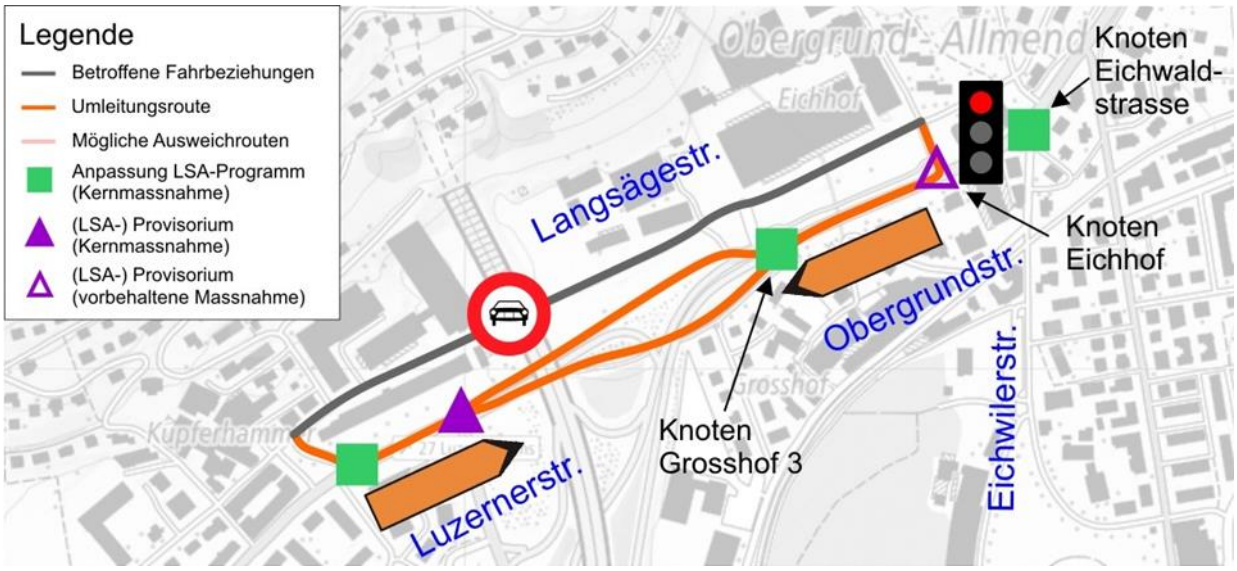


Abbildung 205: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen während der Sperrung der Langsägestrasse für den MIV ab der Verkehrsphase 1a

11.2.4. Verkehrsphase 1b

(Dauer: ca. 1 Jahr 9 Monate)

Während der Verkehrsphase 1b laufen die Arbeiten am Tunnel Bypass und den Anschlussbereichen. Mit Ausnahme der beiden Bereiche Anschluss Emmen-Süd und Luzern-Kriens ergeben sich keine Einschränkungen von Fahrbeziehungen oder Fahrstreifenanzahl. Für die Luzernerstrasse im Bereich des Anschlusses Luzern-Kriens wird ein Provisorium eingerichtet.

Die Bauarbeiten im Bereich Tunnel Schlund und Tunnel Spier sind zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen. Somit stehen dort wieder die vollen Fahrstreifenbreiten zur Verfügung und es gilt wieder die normale Höchstgeschwindigkeit für diesen Abschnitt. Dadurch dürfte sich der dortige Ausweichverkehr auf die Nationalstrasse zurückverlagern.

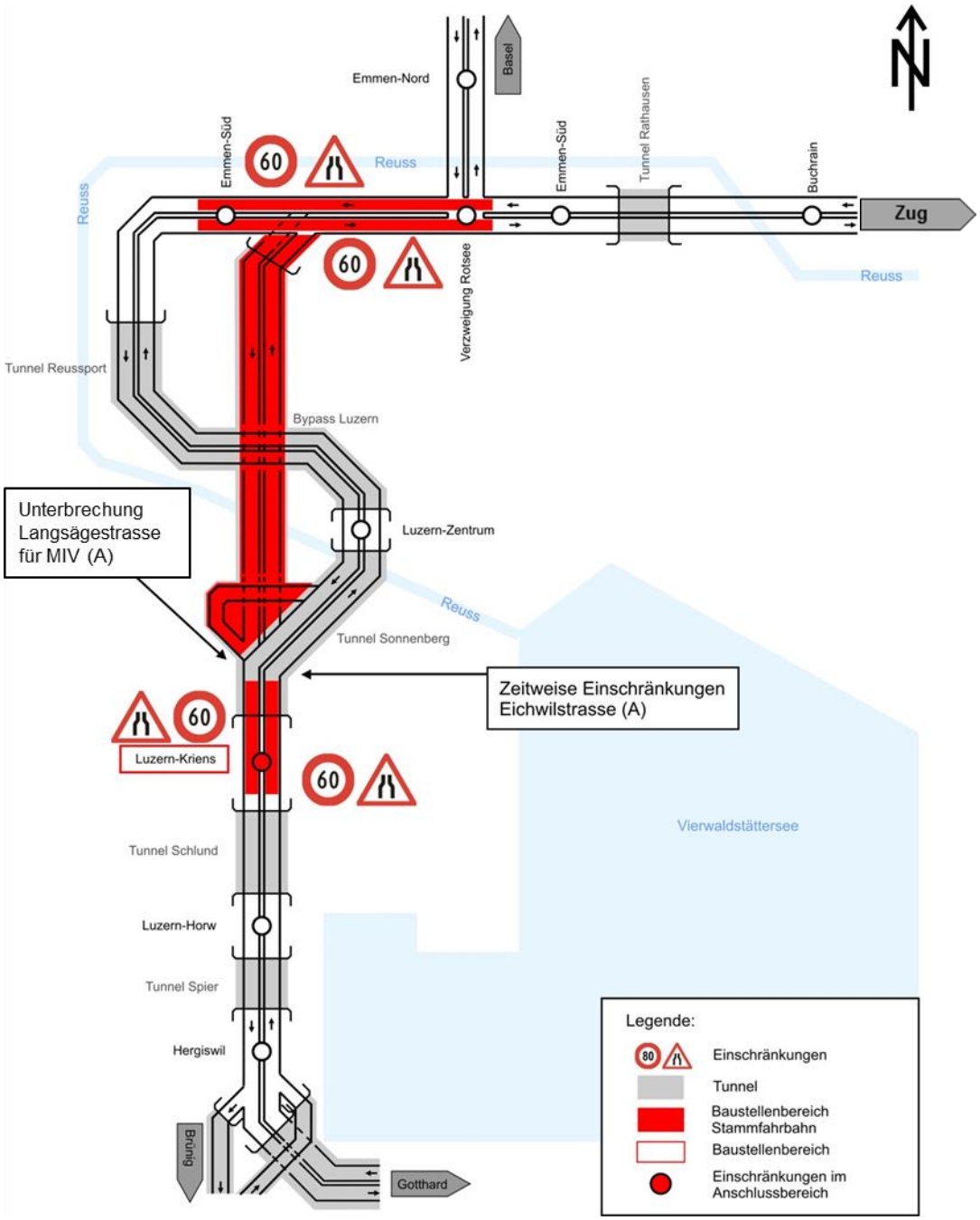


Abbildung 206: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1b

Die Massnahmen aus der vorherigen Verkehrsphase 1a werden bei Bedarf aufrechterhalten.

Massnahmen Anschluss Luzern-Kriens

Analog zur Verkehrsphase 1a wird es auf der Eichwilstrasse beim Autobahnanschluss Luzern-Kriens zeitweise zu Einschränkungen zwischen den Knoten Grosshof 1 und Grosshof 2 kommen. Zeitweise ist die Fahrbeziehung von der Luzernerstrasse in Richtung Arsenalstrasse für den Verkehr gesperrt. Dieser wird hauptsächlich auf die Arsenal- und Horwerstrasse ausweichen. Die Zufahrt zum Wydenhofweg bleibt über ein Provisorium gewährleistet und die Autobahnausfahrt bleibt vollumfänglich in Betrieb.

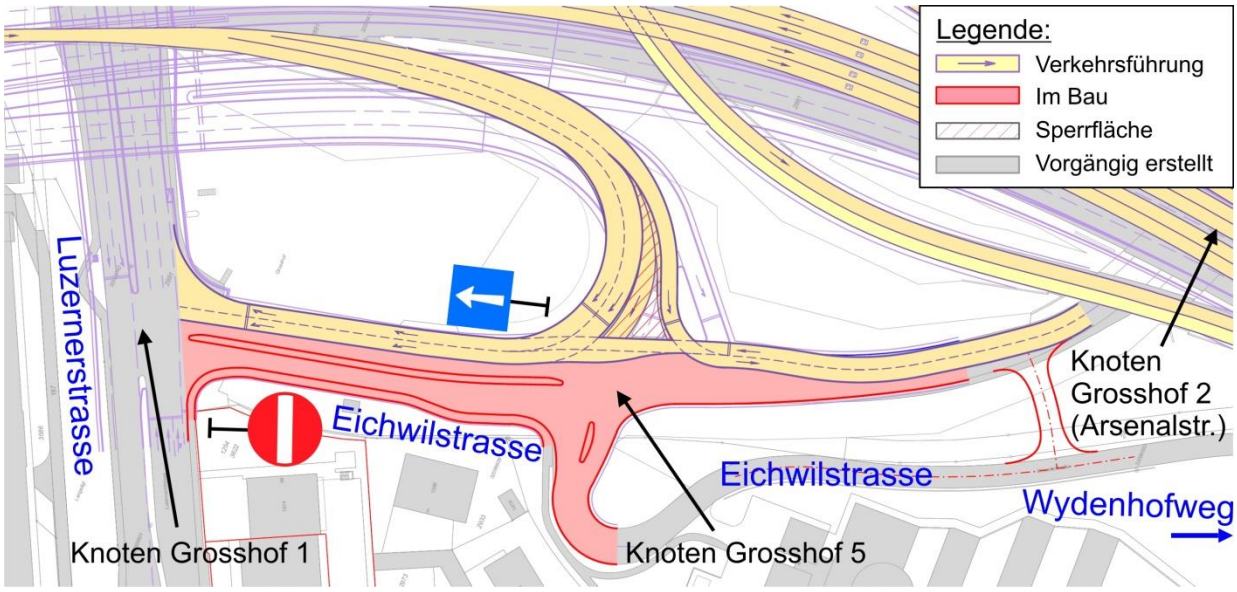


Abbildung 207: Situation (massgebende Phase) beim Umbau der Eichwilstrasse in der Verkehrsphase 1b

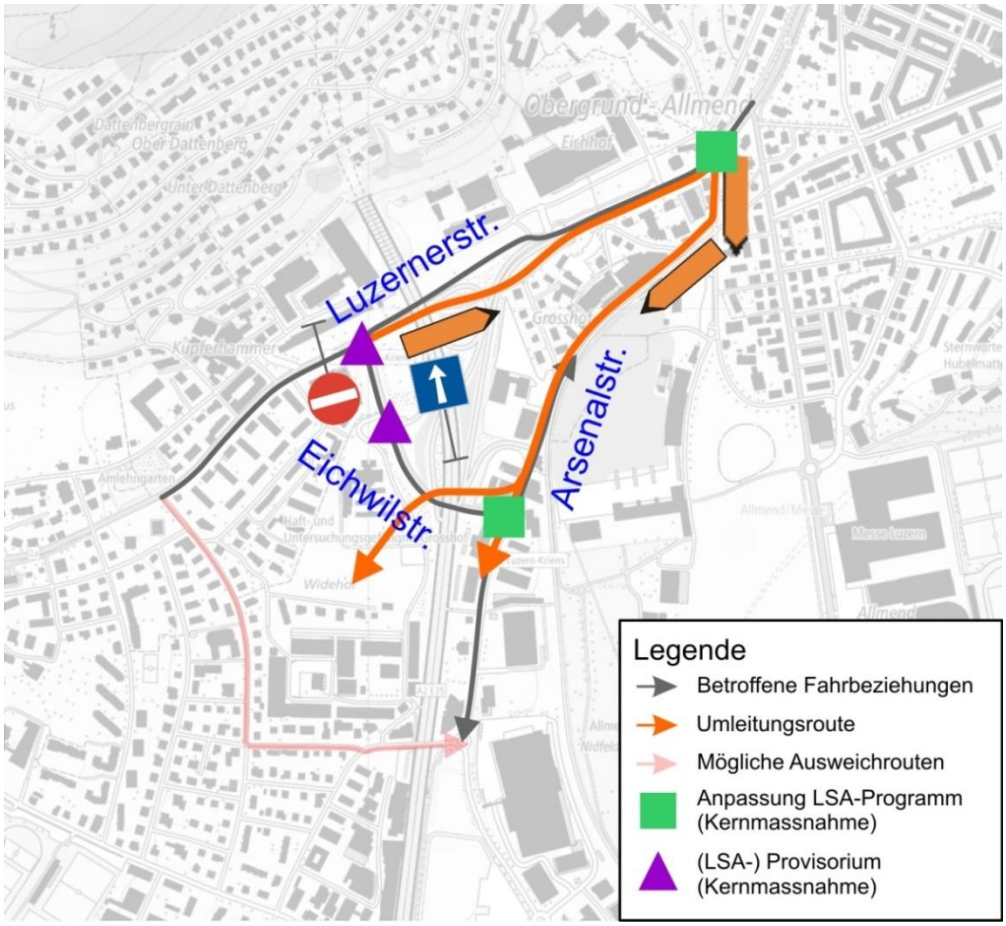


Abbildung 208: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen beim Umbau der Eichwilstrasse in der Verkehrsphase 1b

11.2.5. Verkehrsphase 1c

(Dauer: ca. 1 Jahr 3 Monate)

Während der Verkehrsphase 1c laufen die Arbeiten am Tunnel Bypass und den Anschlussbereichen. Auf dem Abschnitt der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Buchrain beginnen die Bauarbeiten für den 6-Streifenausbau. Die Bauarbeiten auf der Eichwilstrasse sind zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen. Die Langsägestrasse bleibt für den MIV weiterhin unterbrochen.

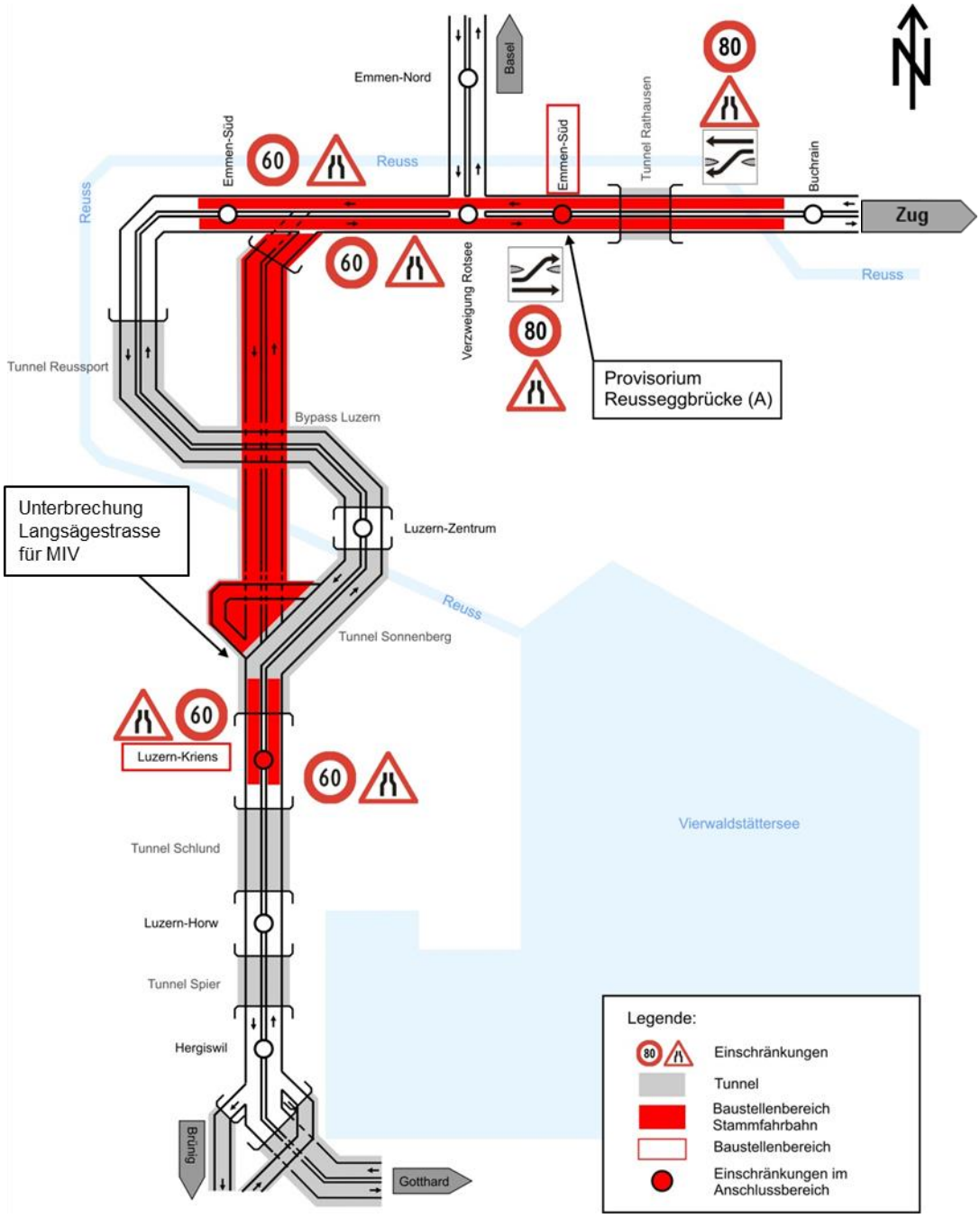


Abbildung 209: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1c

In den Baustellenbereichen gibt es Restriktionen bei den Fahrstreifenbreiten und der Höchstgeschwindigkeit.

In den Baustellenbereichen auf der N14 müssen ebenfalls die Fahrstreifenbreiten aus Platzgründen reduziert und die signalisierte Höchstgeschwindigkeit aus Sicherheitsgründen gesenkt werden. Zudem ergeben sich Fahrbahnverschwenkungen. Die Fahrstreifenanzahl wird tagsüber nicht reduziert. Dementsprechend ist nur mit geringfügigen Verlagerungen auf das untergeordnete Netz zu rechnen.

Um allfälligen Ausweichverkehr zu verhindern, können bei Bedarf als flankierende Massnahmen die Autobahnausfahrten an den für die Routenwahl massgebenden Lichtsignalanlagen gedrosselt werden. Dabei wird die Autobahnausfahrt tendenziell erschwert.

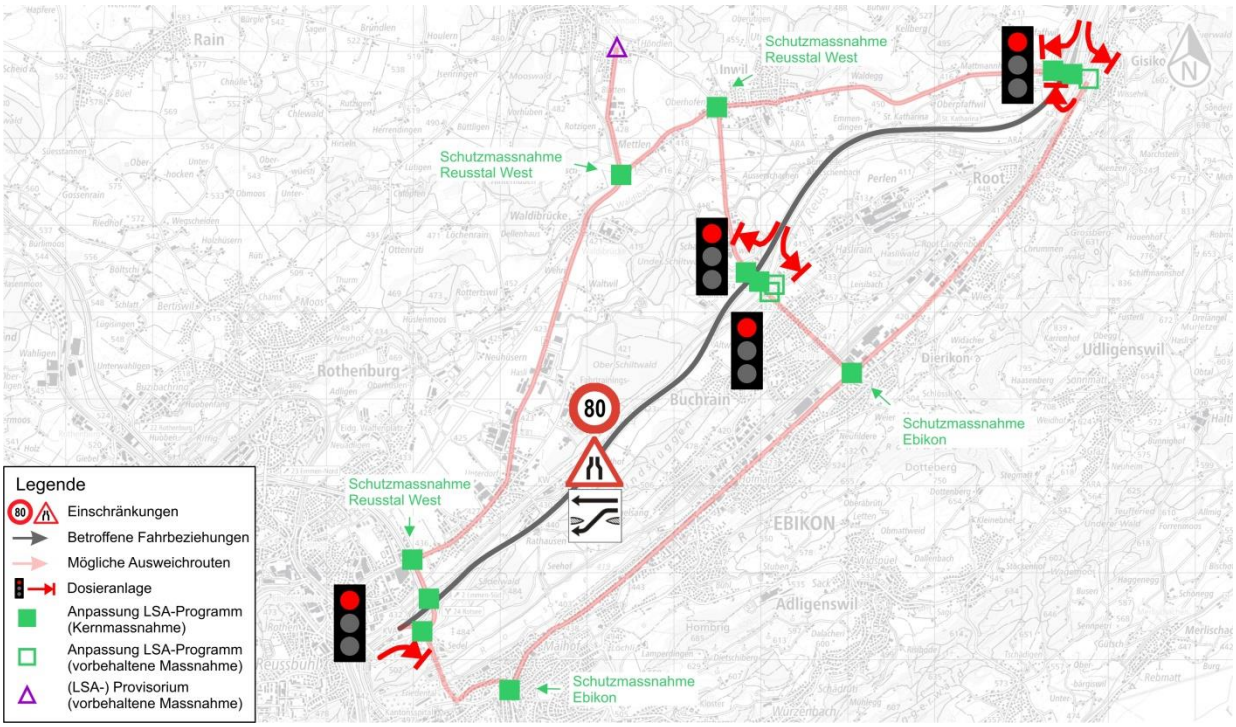


Abbildung 210: Ausweichrouten und flankierende Massnahmen während dem 6-Spur-Ausbau auf der N14 zwischen dem Anschluss Buchrain und der Verzweigung Rotsee in der Verkehrsphase 1c

Zusätzlich wird mittels Steuerung der auf die N14 einfahrenden Verkehrsmenge dort ein flüssiger Verkehrsfluss aufrechterhalten. Bei Bedarf muss ebenfalls die einfahrende Menge dosiert werden.

Provisorium Reusseggstrasse

Zusätzlich wird beim Anschluss Emmen-Süd die Reussbrücke und die Brücke über die N14 umgebaut. Dabei muss der separate Linksabbiegestreifen aus Richtung Emmen beim Knoten K026 (Sedel 2) aufgehoben werden. Um alle Fahrbeziehungen aufrecht zu erhalten, wird für diesen gesperrten Linksabbieger im Bereich der neuen Einfahrt Emmen-Süd auf die N14 in Richtung Zug eine Umleitungsroute eingerichtet. Dabei wird der gesperrte Knotenstrom zuerst Richtung Süden über die N14 geführt und kann anschliessend über eine provisorische U-Turnanlage und über die Gegenrichtung in die bestehende Einfahrrampe N02 Nord geführt werden.

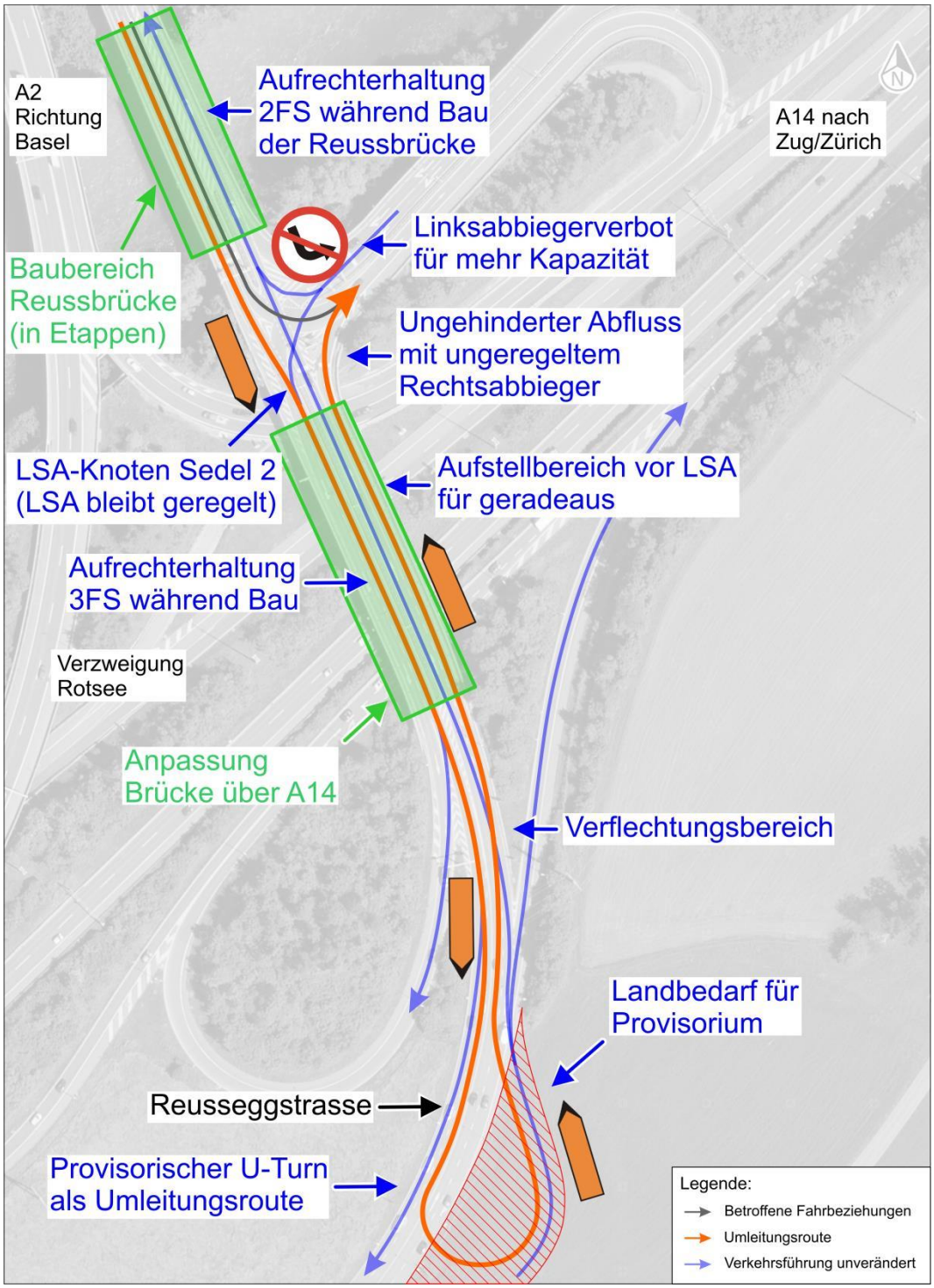


Abbildung 211: Provisorische Verkehrsführung während dem Umbau der Reussbrücke und Anpassungen der Brücke über die N14 in der Verkehrsphase 1c

11.2.6. Verkehrsphase 1d

(Dauer: ca. 10 Monate)

Während der Verkehrsphase 1d laufen die Arbeiten am Tunnel Bypass und den Anschlussbereichen. Während die Bauarbeiten für den 6-Streifenausbau auf der N14 weitergehen, starten parallel auch die Rohbauarbeiten an der 3. Röhre des Tunnel Rathausen. Die Arbeiten erfolgen jedoch ausserhalb des Verkehrsbereichs der N14.

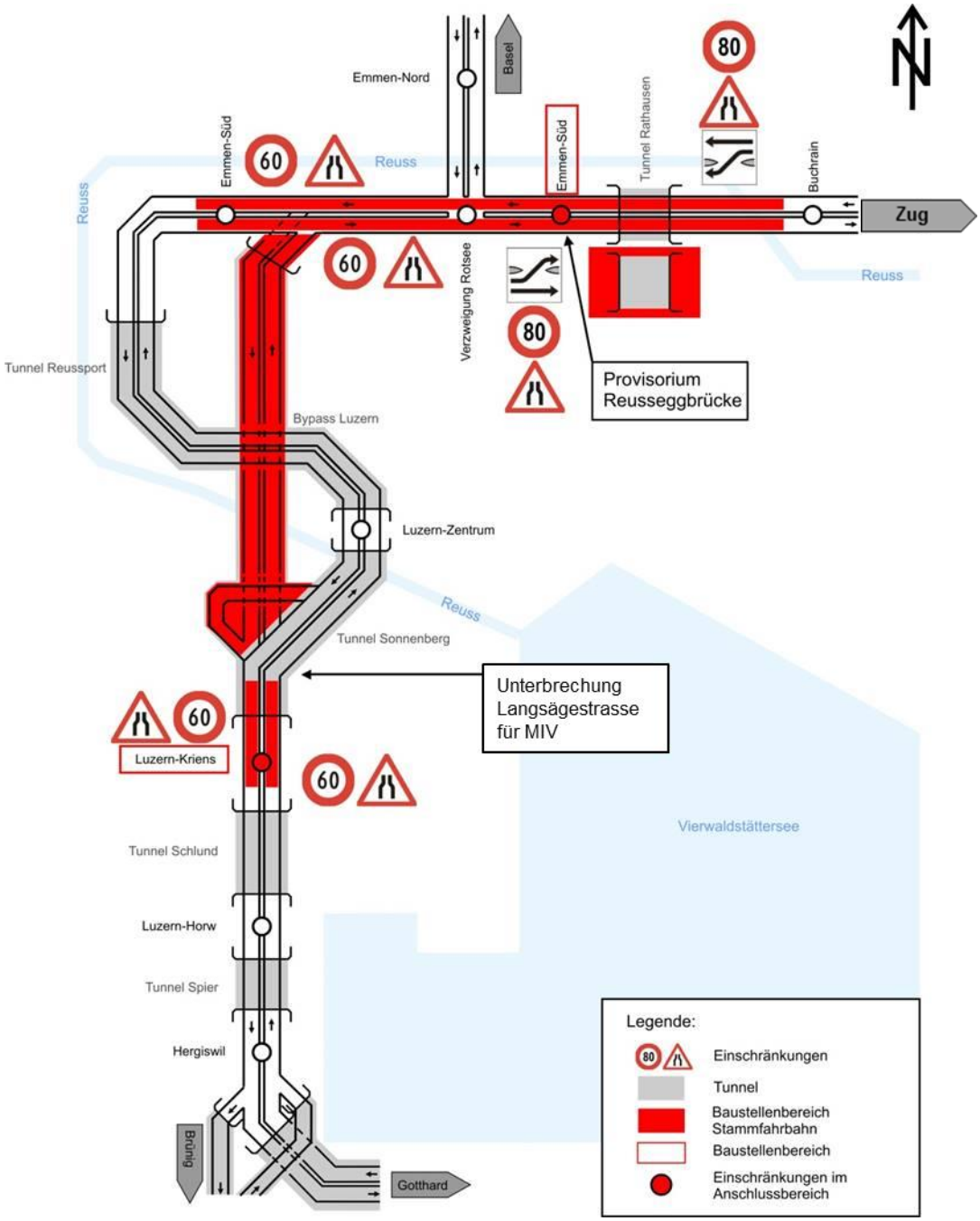


Abbildung 212: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1d

11.2.7. Verkehrsphase 2

(Dauer: ca. 1 Jahr 5 Monate)

In der Verkehrsphase 2 sind die Hauptarbeiten am Tunnel Bypass und den Anschlussbereichen abgeschlossen. Jedoch müssen der neu erstellte Überwerfungstunnel und der bestehende Tunnel Sonnenberg noch miteinander verbunden werden. Zu diesem Zweck muss der Tunnel Sonnenberg in Richtung Süden gesperrt und der Verkehr Richtung Süden durch den neu erstellten Tunnel Bypass umgeleitet werden.

Die Bauarbeiten auf der Reussbrücke und über die N14 sind zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen. Die Roh- und Innenausbauarbeiten an der 3. Röhre des Tunnel Rathausen, sowie die Bauarbeiten für den 6-Streifenausbau auf der N14 zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Anschluss Buchrain laufen weiter.

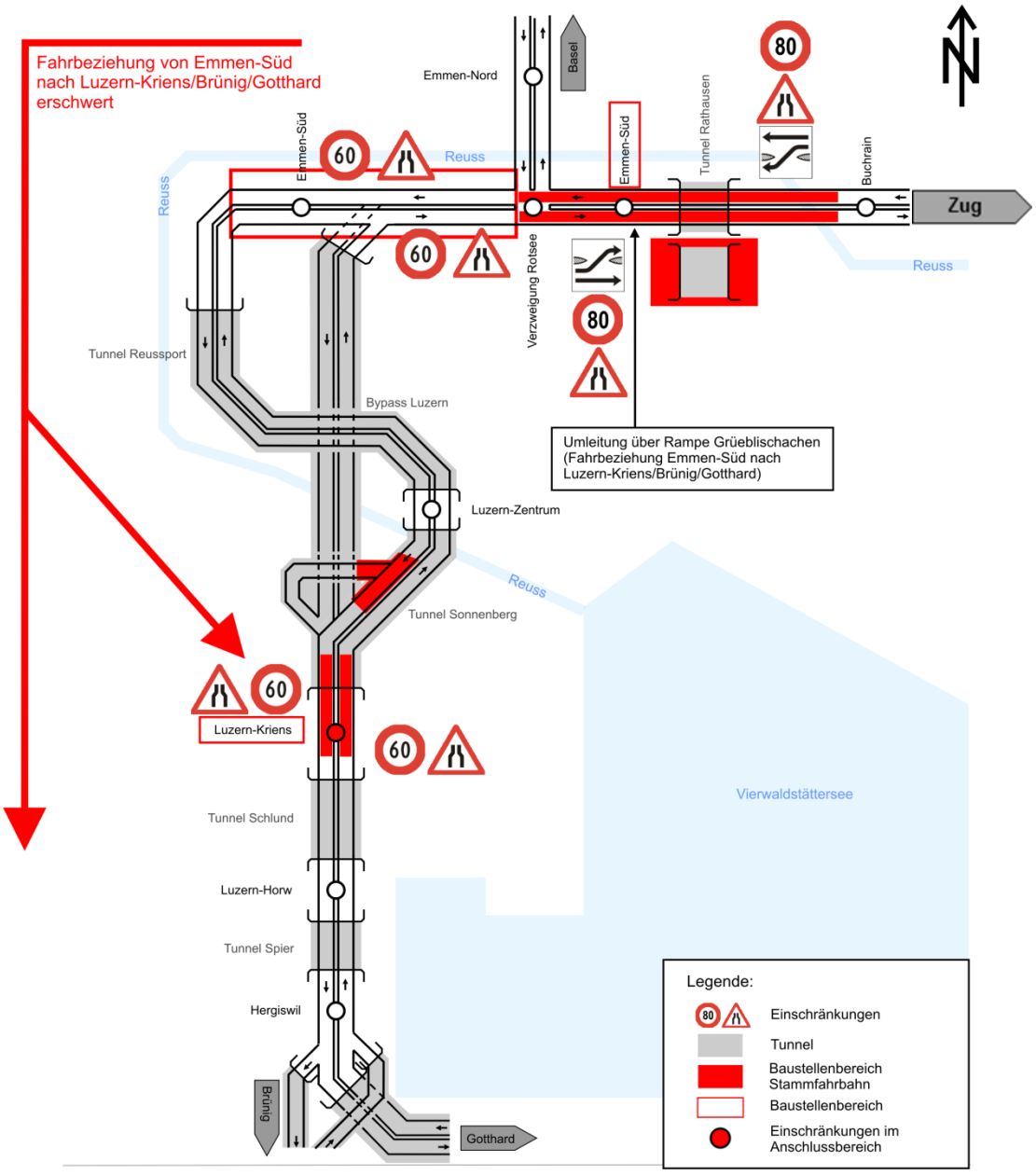


Abbildung 213: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 2

In der Verkehrsphase 2 ist es nicht möglich, direkt von der bestehenden Einfahrt Emmen-Süd über die Nationalstrasse nach Luzern-Kriens oder weiter in Richtung Brünig/Gotthard zu fahren. Um zu verhindern, dass der Verkehr vollständig auf das untergeordnete Netz ausweicht, wird eine provisorische Umleitung über die bestehende Betriebsrampe Grüeblischachen eingerichtet (*Umleitungsregime Grüeblischachen*).

Umleitungsregime Grüeblischachen

Mit der Einrichtung der Umleitungsroute über die Rampe Grüeblischachen kann der Verkehrsstrom der Fahrbeziehung Emmen-Süd in den Süden bereits vor dem Portal des Tunnel Bypass auf die Nationalstrasse einfahren und den Raum Luzern-Süd über den fertiggestellten Tunnel Bypass erreichen.

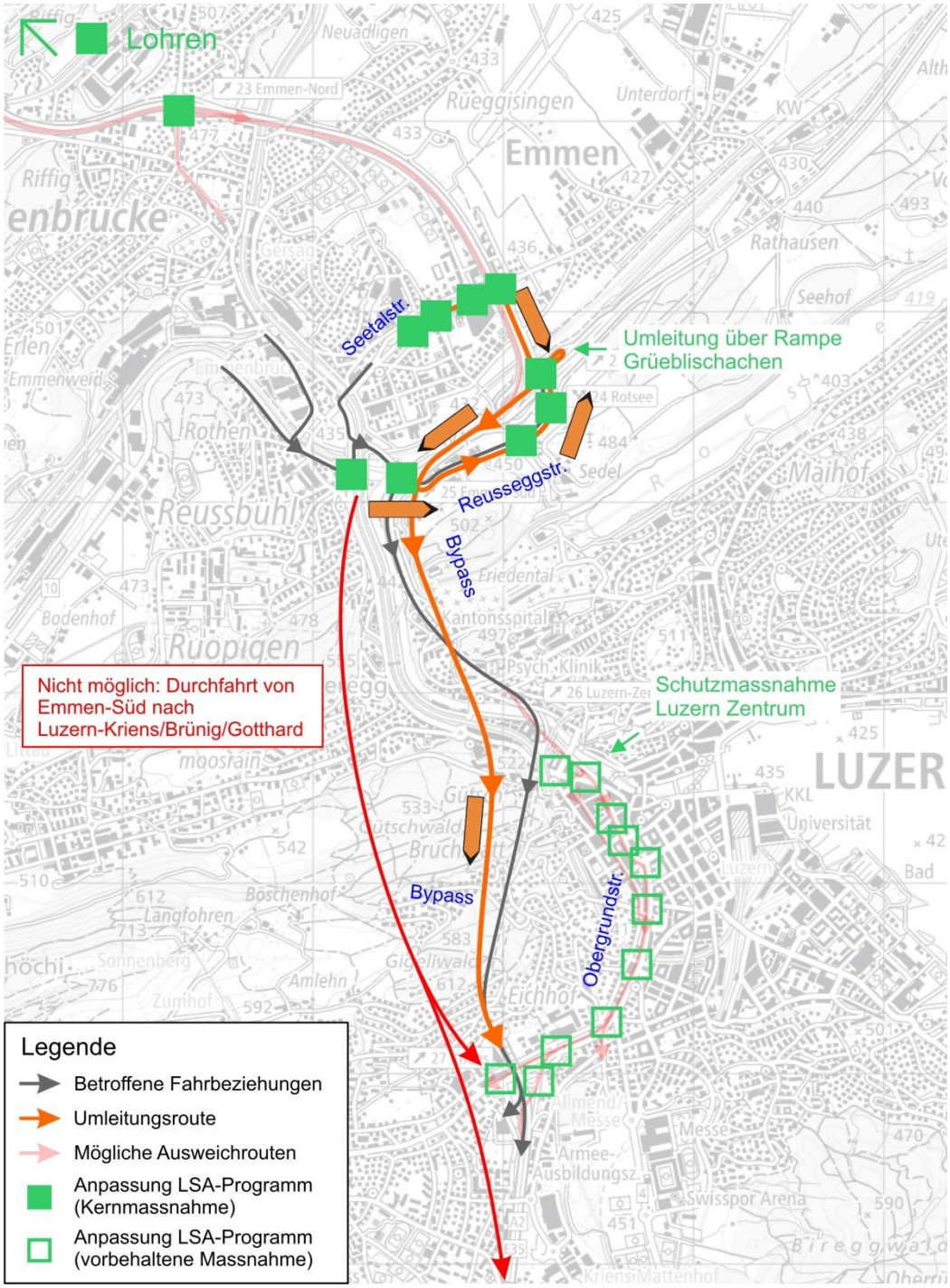


Abbildung 214: Umleitungsregime Grüeblischachen in der Verkehrsphase 2

Die Kapazität der Umleitungsstrecke ist jedoch beschränkt, sodass ein Teil des Verkehrsstroms während den Spitzenstunden voraussichtlich auch auf Alternativrouten ausweichen wird. Ein Teil des Verkehrs fährt bereits früher auf die N02 (Anschlüsse Emmen-Nord, Rothenburg) bzw. belastet die Stadtdurchfahrt zwischen Kasernenplatz-Hirschengraben-Obergrundstrasse zusätzlich. Mit Anpassungen der LSA-Anlagen an den Entscheidungspunkten wird die gewünschte Fahrtroutenwahl unterstützt bzw. die unerwünschte Fahrtroutenwahl erschwert.

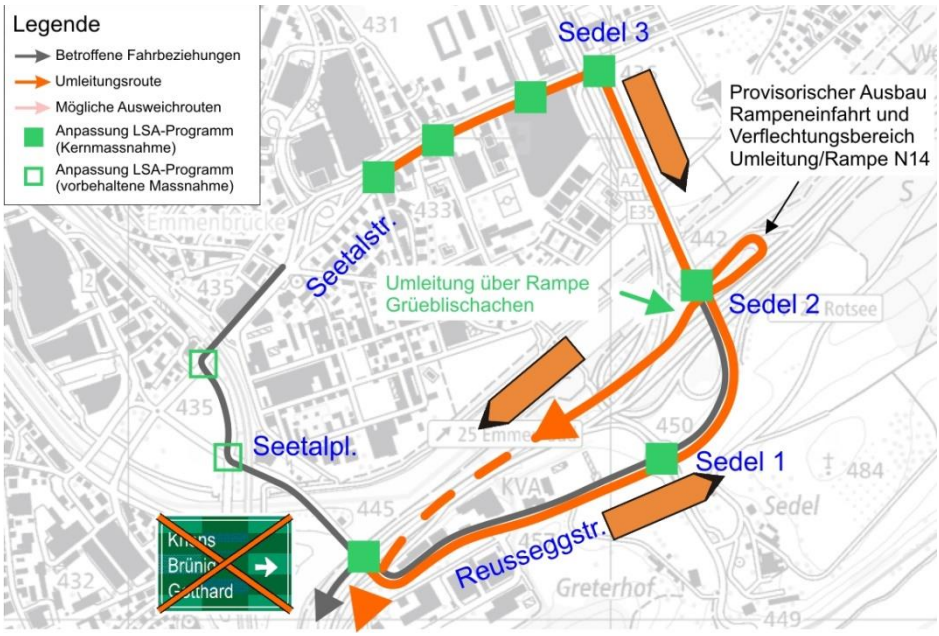


Abbildung 215: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen beim Anschluss Emmen-Süd in der Verkehrsphase 2

Provisorische Einfahrtsrampe in N14

Ausserdem wird in dieser Zeit die neue Einfahrt Emmen-Süd von der Reusseggstrasse auf die N14 in Richtung Zug erstellt. Dank einer provisorischen Rampe und einer vorübergehenden Verbreiterung der Reusseggstrasse wird die heutige Fahrstreifenanzahl aufrechterhalten. Damit wird die Leistungsfähigkeit in diesem Bereich nicht wesentlich beeinträchtigt.

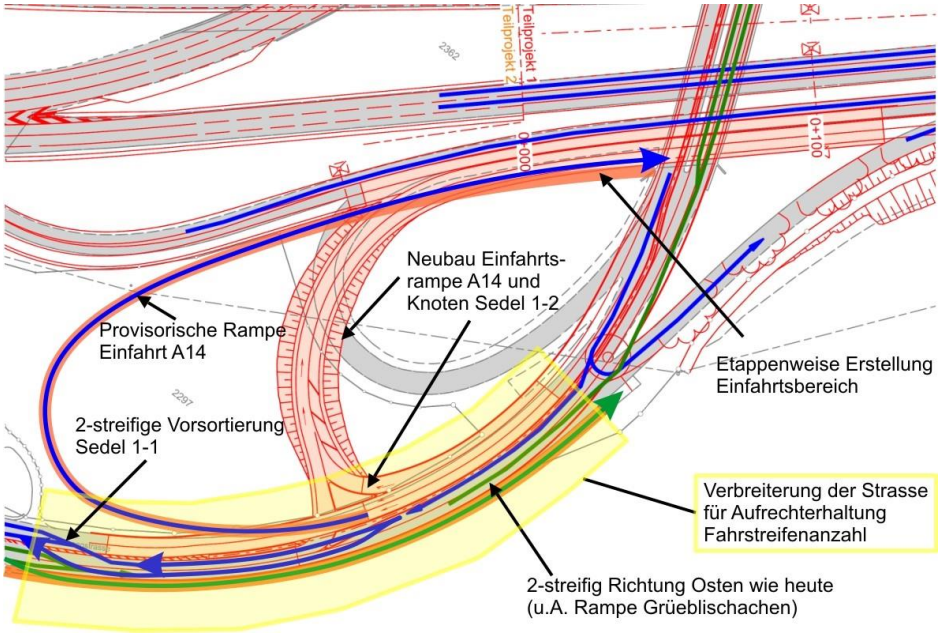


Abbildung 216: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen beim Anschluss Emmen-Süd während dem Bau der neuen Einfahrt in der Verkehrsphase 2

11.2.8. Verkehrsphase 3

(Dauer: ca. 4 Monate)

In der Verkehrsphase 3 sind der neue Überwerfungstunnel und der Tunnel Sonnenberg miteinander verbunden. Somit ist die Fahrt von Emmen-Süd nach Luzern-Kriens auf der Nationalstrasse wieder möglich. Allerdings werden beim Anschluss Luzern-Kriens das Portalbauwerk West ergänzt und der Anschlussknoten angepasst. Daher ist es weiterhin nicht möglich, von Emmen-Süd über die Nationalstrasse weiter bis zum Anschluss Luzern-Horw oder weiter in Richtung Süden zu fahren.

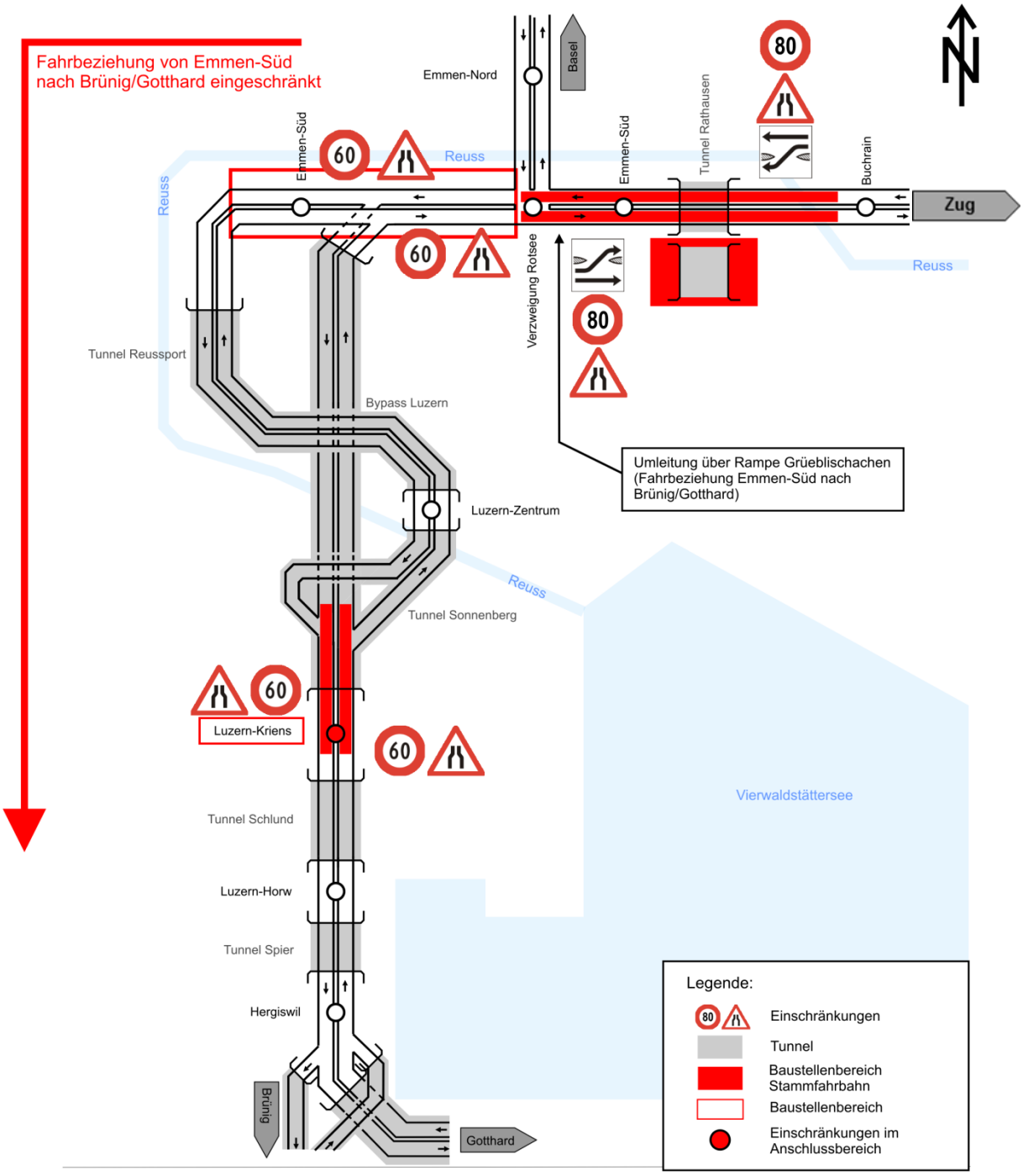


Abbildung 217: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 3

Umleitungsregime Grüeblischachen

Mit der früheren Einfahrt auf die N14 über die Rampe Grüeblischachen kann diese Verkehrsbeziehung mittels Umleitung über den Tunnel Bypass angeboten werden. Die provisorische Umleitung über die Rampe Grüeblischachen aus der Verkehrsphase 2 wird aufrechterhalten, sodass eine Verkehrsverlagerung auf das untergeordnete Netz weitgehend verhindert werden kann.

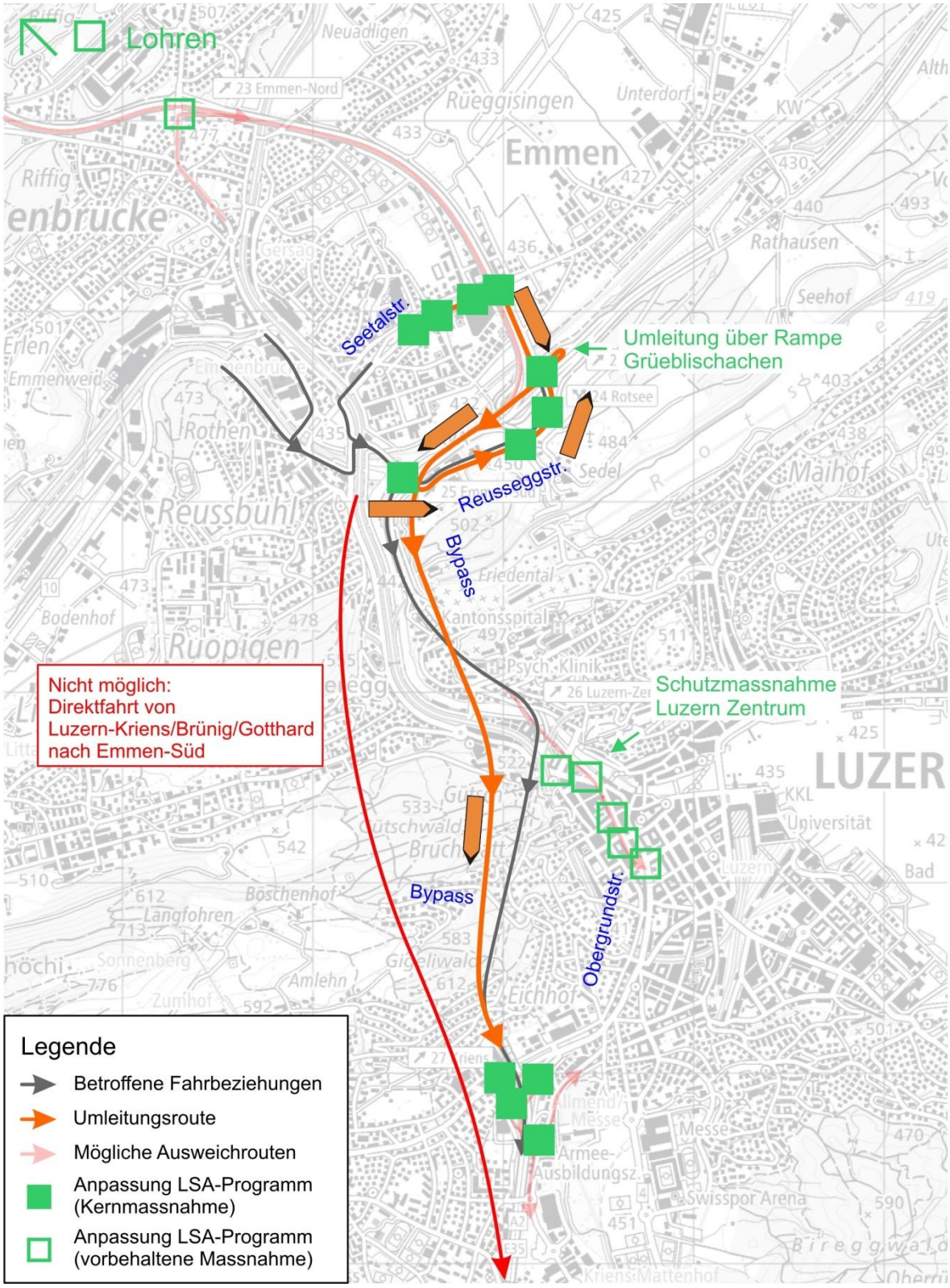


Abbildung 218: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen in der Verkehrsphase 3

11.2.9. Verkehrsphase 4

(Dauer: ca. 7 Monate)

In der Verkehrsphase 4 werden die Ergänzungen am Portalbauwerk Grosshof und die Anpassungen am Anschlussknoten Luzern-Kriens abgeschlossen und es sind wieder alle Fahrbeziehungen direkt über die Nationalstrasse möglich. In dieser Phase kommt es zur entsprechenden Rückverlagerung des Verkehrs vom Tunnel Bypass auf die Stadtautobahn und des Ausweichverkehrs auf die Nationalstrasse generell.

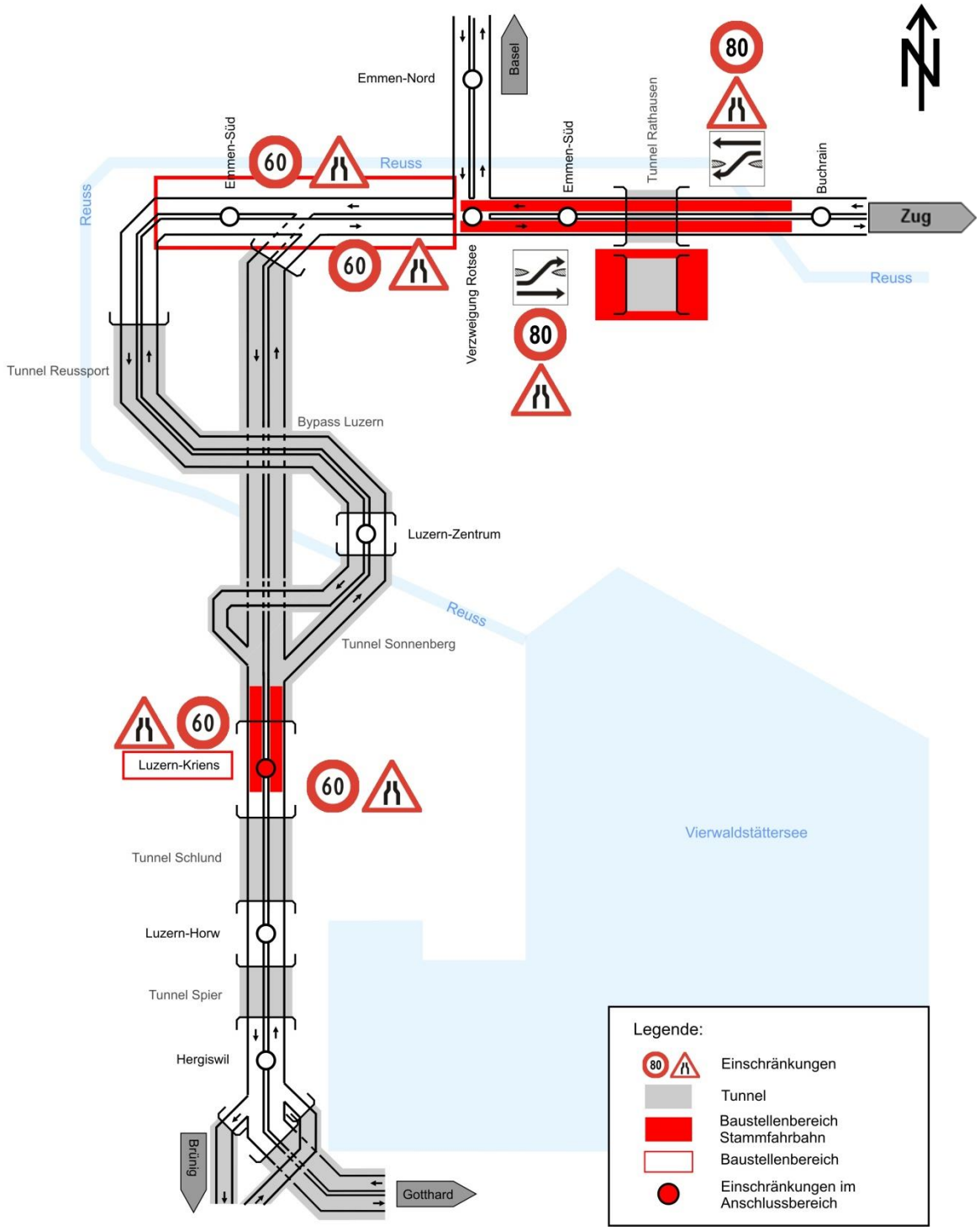


Abbildung 219: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 4

11.2.10. Verkehrsphase 5

(Dauer: ca. 2 Jahre 10 Monate)

In der Verkehrsphase 5 werden beim Anschluss Luzern-Kriens die Grosshofbrücke und das Portalbauwerk Ost ersetzt und mit dem neu erstellten Tunnel Bypass verbunden. Bei der 3. Röhre des Tunnels Rathausen erfolgt der Einbau der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen. Die Bauarbeiten auf der N14 werden fertiggestellt. Somit stehen auf der N14 wieder die vollen Fahrstreifenbreiten zur Verfügung und es gilt wieder die normale Höchstgeschwindigkeit für diesen Abschnitt.

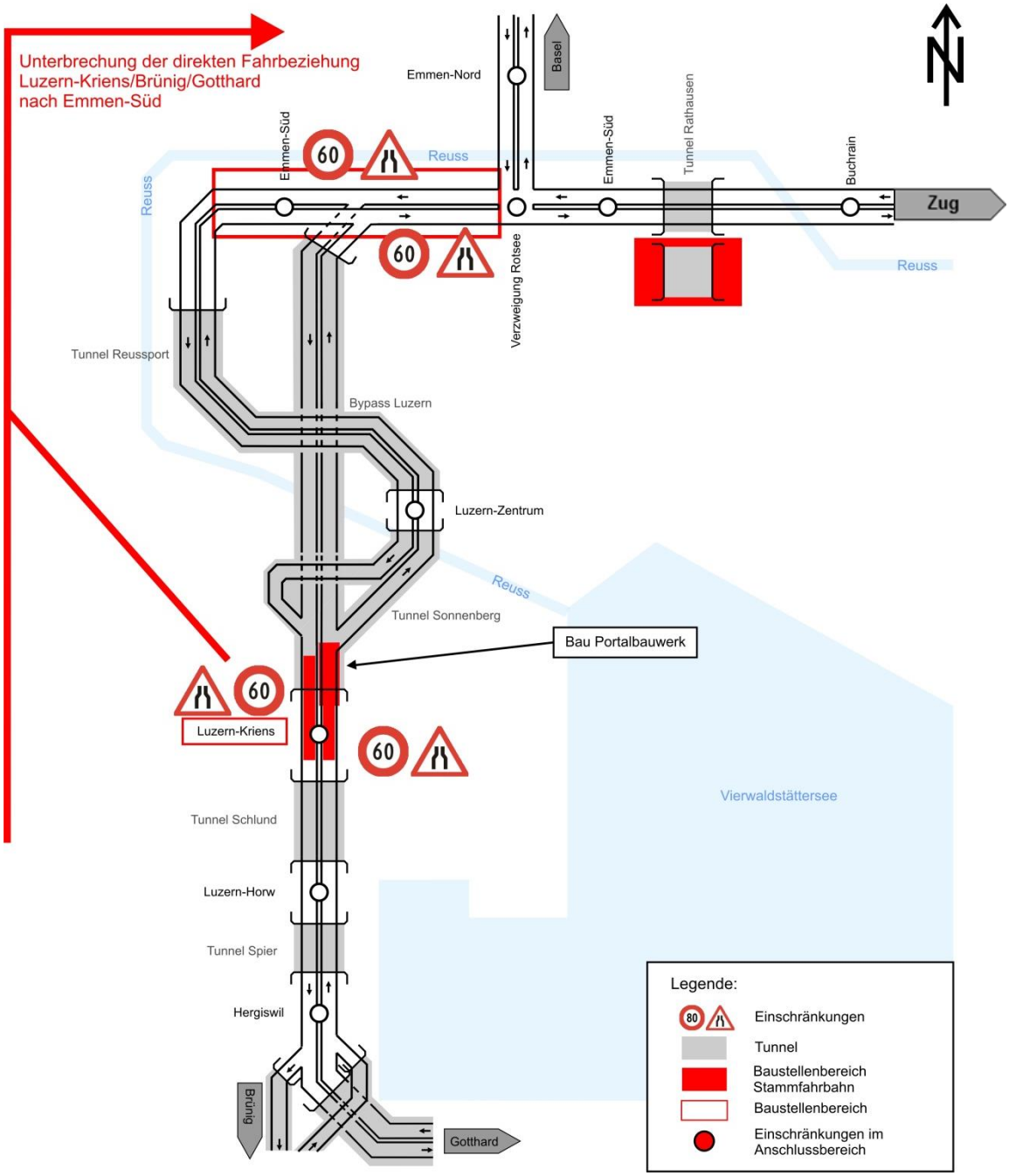


Abbildung 220: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 5

Infolge des Baustellenbereichs im Tunnel Sonnenberg ist es nicht möglich, auf der Nationalstrasse vom Anschluss Luzern-Kriens direkt zum Anschluss Emmen-Süd zu fahren. Es wird ein Umleitungsregime Grosshofbrücke eingerichtet.

Umleitungsregime Grosshofbrücke

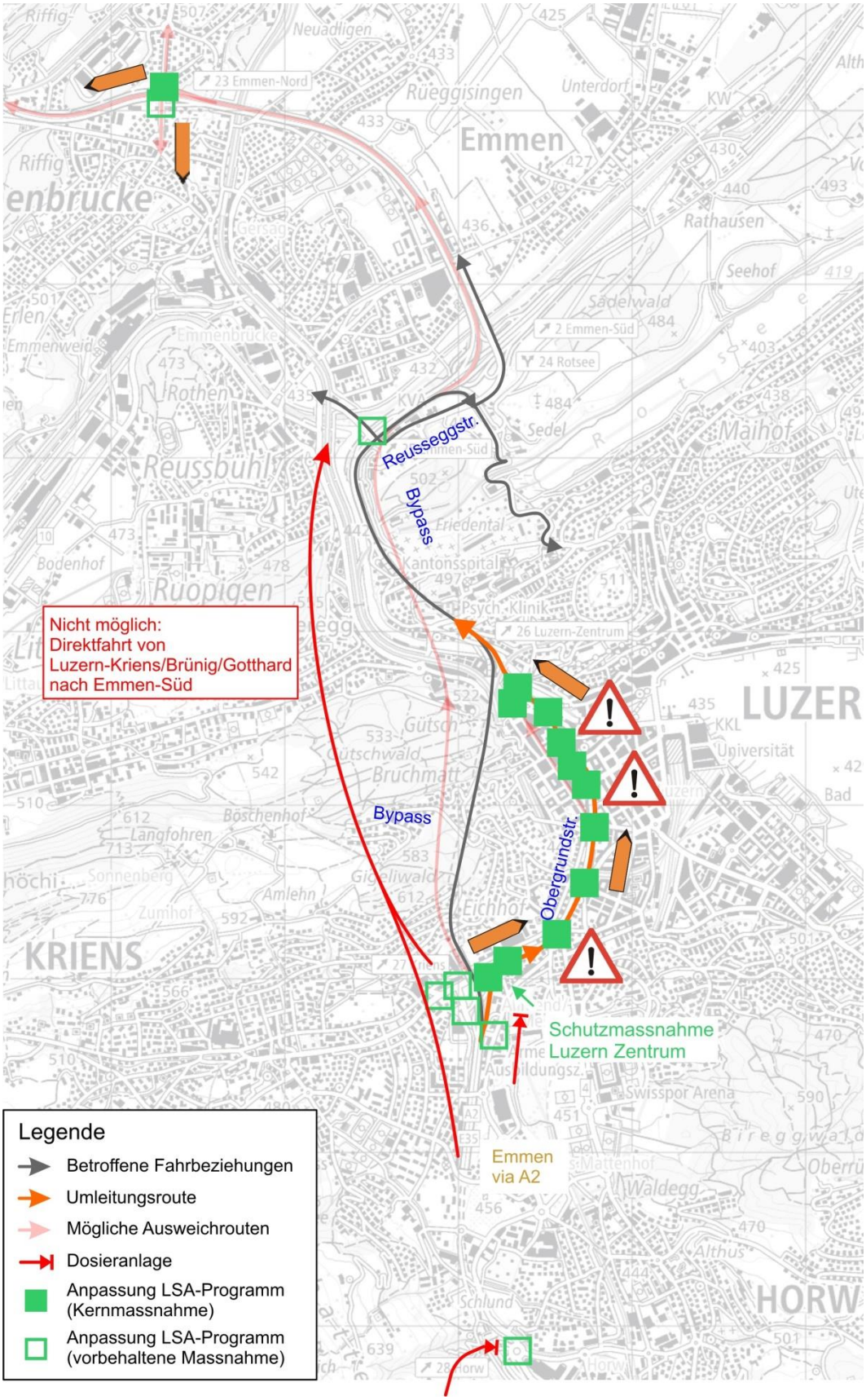


Abbildung 221: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen in der Verkehrsphase 5

Eine provisorische Umleitung wie in den Verkehrsphasen 2 und 3 oder anderweitige Provisorien zur Aufrechterhaltung aller Verkehrsbeziehungen sind nicht möglich, weshalb ein Teil des Verkehrs der Fahrbeziehung Luzern-Kriens/Brünig/ Gotthard nach Emmen-Süd zwangsläufig wie folgt ausweichen wird:

- Im Kantonsstrassennetz über die Stadtdurchfahrt und über die Achsen Obergrundstrasse – Hirschengraben-Kasernenplatz
- Auf die nächstfolgenden Autobahnanschlüsse Emmen-Nord und Rothenburg

Da die Stadtdurchfahrt sehr beschränkte Kapazitäten aufweist und somit zusätzlichen Verkehr nur in geringem Ausmass aufnehmen kann, sind im Umleitungsregime Grosshofbrücke folgende Massnahmen vorgesehen:

- Wegweisung aller Ziele nördlich des Stadtzentrums über den neu erbauten Tunnel Bypass mit Umleitung über die nachfolgenden Anschlüsse Emmen-Nord und Rothenburg.
- Anpassung der LSA-Anlagen am Anschluss Emmen-Nord sowie an der Lorensäge
- Anpassung der LSA-Steuerungen entlang der Stadtdurchfahrt (soweit dies vor allem in den Spitzenstunden möglich ist)
- Dosierung der südlich ab der Nationalstrasse ausfahrenden Verkehre mittels bestehender Lichtsignalanlagen am Grosshof sowie am Kreisel Schlund (dieser wird im Rahmen des Bypass Luzern mit einer LSA nachgerüstet).

Ausserhalb der Spitzenstunden kann der Verkehr mit den beschriebenen Massnahmen verarbeitet werden. In den Spitzenstunden sind Überlastungen an einzelnen Knoten (insbesondere an den Autobahnausfahrten aus Richtung Süden) in Kauf zu nehmen.

11.2.11. Verkehrsphase 6

(Dauer: ca. 2 Monate)

In der Verkehrsphase 6 sind die Grosshofbrücke und das Portalbauwerk Ost ersetzt und mit dem neu erstellten Tunnel Bypass verbunden. Die Fahrbeziehung von Luzern-Kriens nach Emmen-Süd kann wieder direkt über die Nationalstrasse angeboten werden. Es sind noch kleinere Abschlussarbeiten beim Anschluss Luzern-Kriens notwendig. Deshalb bleibt es weiterhin nicht möglich, von Süden über die Nationalstrasse zur Ausfahrt Emmen-Süd zu fahren. Die Verbindung von Luzern-Kriens zum Anschluss Emmen-Süd ist aber gewährleistet.

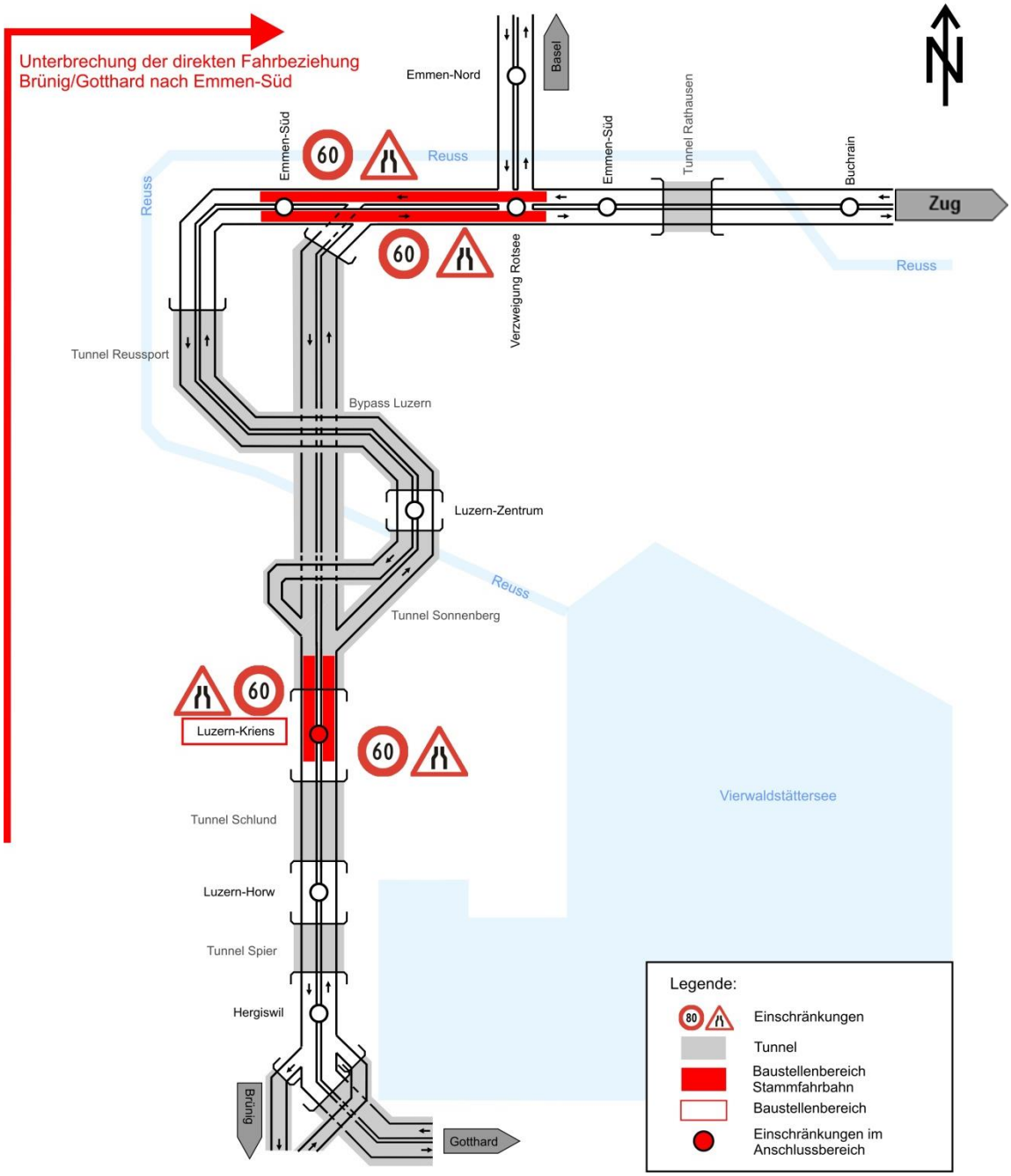


Abbildung 222: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 6

Alle bisherigen Massnahmen aus der Verkehrsphase 5 (Umleitungsregime Grosshofbrücke) werden prinzipiell aufrechterhalten. Infolge der geringeren ausweichenden Nachfrage können einige Massnahmen in der Stadtdurchfahrt aufgehoben werden.

11.2.12. Verkehrsphase 7

(Dauer: ca. 5 Monate)

In der Verkehrsphase 7 müssen noch Abschlussarbeiten mit kleineren Einschränkungen ausgeführt werden, sodass wieder alle Fahrbeziehungen auf der Nationalstrasse angeboten werden können. Tagsüber kann die heutige Fahrstreifenanzahl aufrechterhalten werden. Dadurch kommt es zu einer Rückverlagerung des Ausweichverkehrs auf die Nationalstrasse.

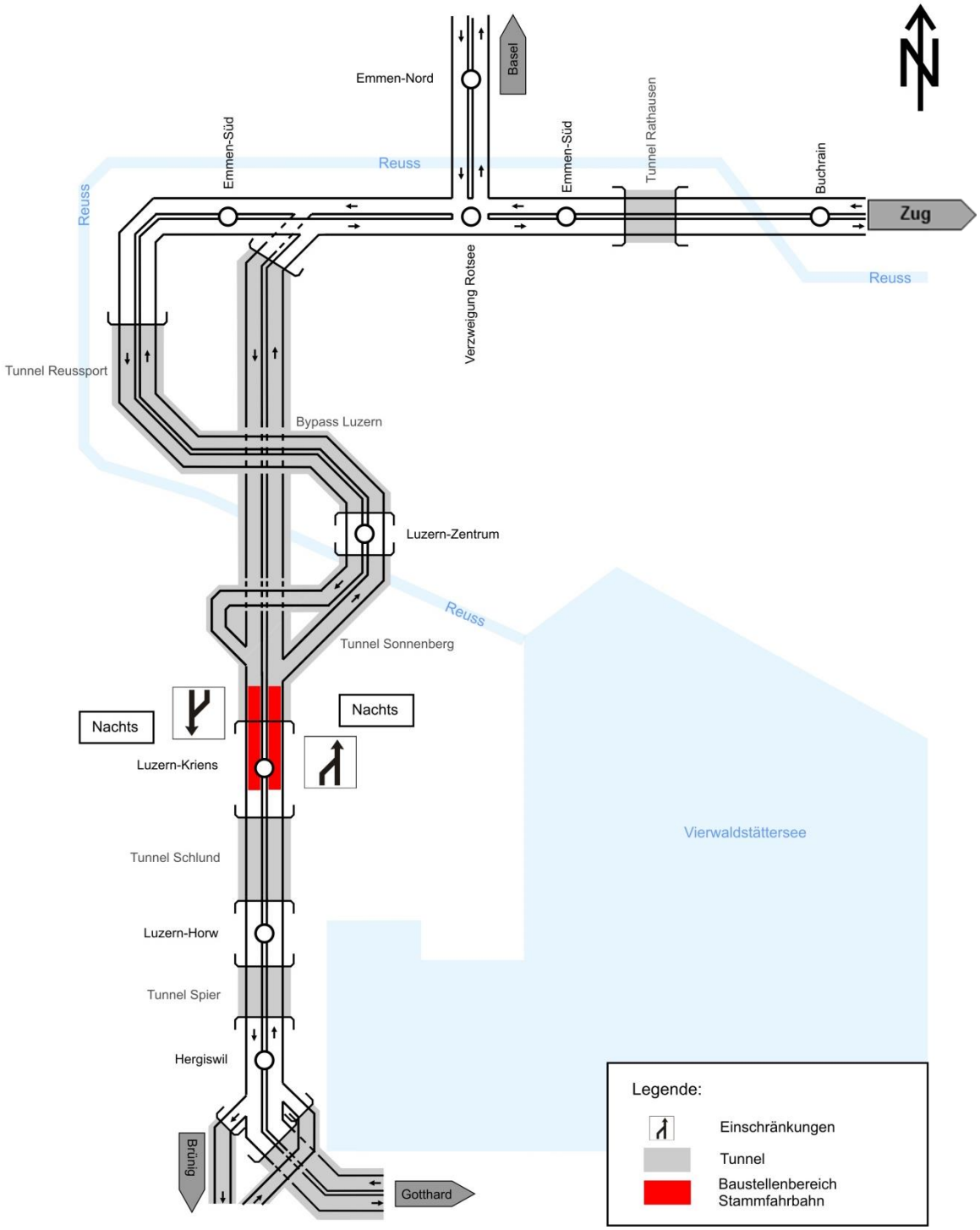


Abbildung 223: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 7

11.2.13. End-Zustand

Im End-Zustand präsentiert sich das Nationalstrassennetz im Raum Luzern wie folgt:

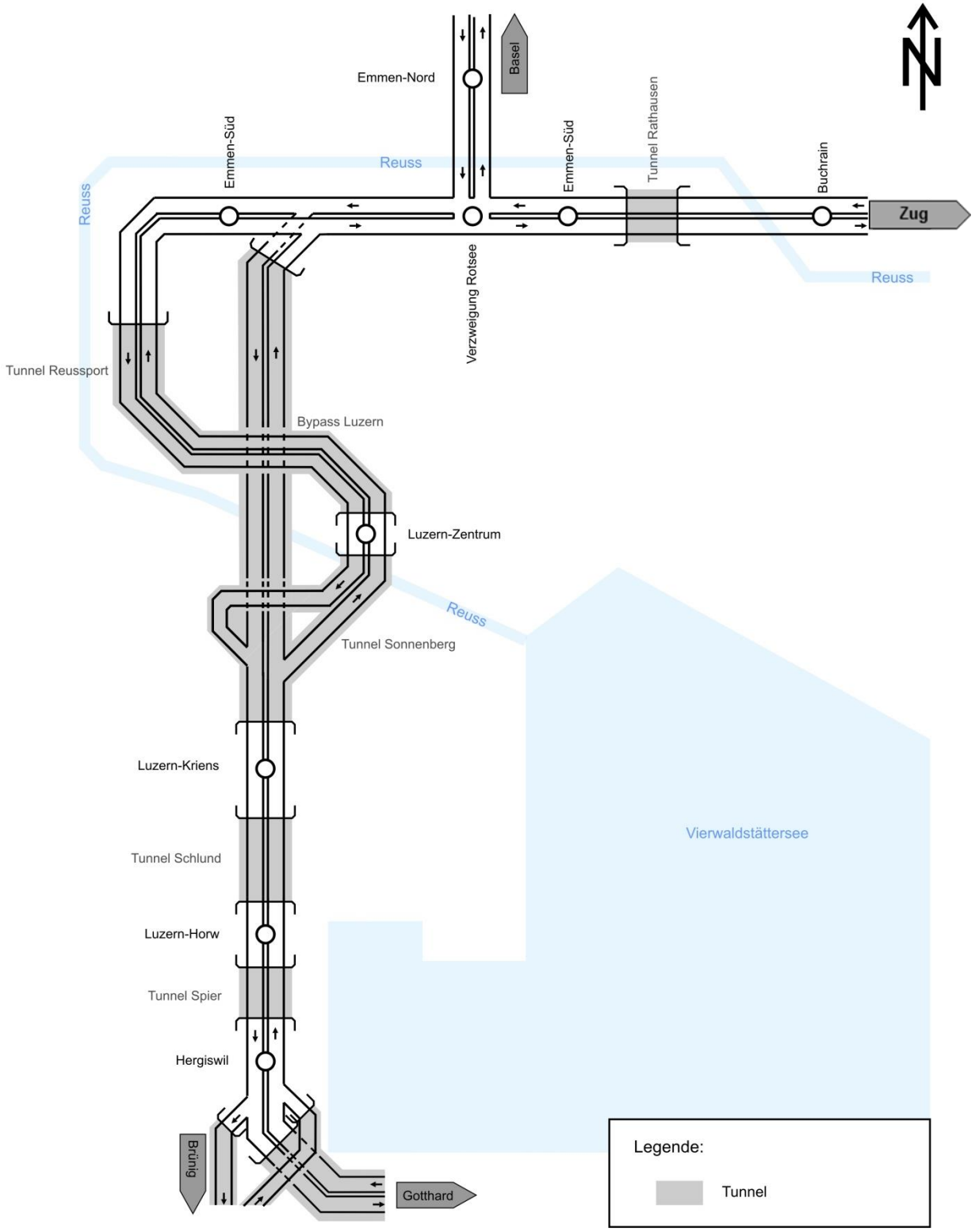


Abbildung 224: Gesamtsystem Bypass Luzern im Endzustand

11.3. Fazit

Der Bau des Gesamtsystems Bypass Luzern führt während mehrerer Jahre zu Einschränkungen des Verkehrssystems im Projektperimeter. Mit einer aufeinander abgestimmten Bauetappierung, umfangreichen Provisionen zur Aufrechterhaltung der Fahrstreifenanzahl und der Verkehrsbeziehungen sowie mit flankierenden Massnahmen können die Auswirkungen grösstenteils auf das Nationalstrassennetz und die Anschlussbereiche beschränkt werden. Allerdings gibt es auch zwei Bau- bzw. Verkehrsphasen von ca. 2.5 Jahren, in denen Umleitungen von einzelnen Fahrbeziehungen über das untergeordnete Netz nicht vermieden werden können. Ein umfassendes Monitoring der jeweiligen Verkehrsumlagerungen und -entwicklungen ermöglicht die Überprüfung bzw. die Feinjustierung der aufgezeigten Massnahmen.

12. Baulinien

12.1. Ausbau Nord

12.1.1. Generelle Definition der Baulinien für alle Gemeinden

Die Baulinien werden neu generell mit dem Sollabstand von 25 m ab Achse der Nationalstrasse festgelegt. Im Rampenbereich und im Aufweitungsbereich vor den Portalen Tunnel Rathausen liegt der Abstand ab Fahrbahnrand bis zur Baulinie bei 10 m. Abschnittsweise werden bestehende Baulinien in der Lage übernommen und mit dem vorliegenden Auflageprojekt ÖREB-konform bestätigt.
Die rechtsgültigen Baulinien Nationalstrasse N14 und die Gewässerraumlinie Reuss überlappen sich im Perimeter. Die Baulinien wurden mit den Gewässerraumlinien aus dem Hochwasserschutzprojekt Reuss (HWS Reuss) abgeglichen. Die Gewässerraumlinien haben nur orientierenden Charakter, da sie noch nicht genehmigt sind.

12.1.2. Nicht mehr benötigte Baulinien

Baulinien, welche nicht mehr dem heutigen gültigen Standard der Nationalstrasse entsprechen, werden aufgehoben.

12.1.3. Gemeinde Emmen

Brücke Reusseggstrasse
Die Lage der Baulinie wird auf den Sollabstand von 10 m ab Strassenrand gelegt. Durch die Verbreiterung der Brücke Reusseggstrasse wird die Baulinie in östlicher Richtung verschoben. Die bestehende Baulinie wird aufgehoben.

Bereich Sädelbrugg
Reussseitig wird eine neue Baulinie 10 m ab dem Strassenrand festgesetzt. Im Bereich der SABA Sedel Emmen wird die Baulinie mit dem Wegrand des Unterhaltsweges gleichgesetzt. Die bestehende Baulinie wird aufgehoben.

12.1.4. Gemeinde Ebikon

Brücke Reusseggstrasse
Die Lage der Baulinie wird auf den Sollabstand von 10 m ab Strassenrand gelegt. Durch die Verbreiterung der Brücke Reusseggstrasse wird die Baulinie in östlicher Richtung verschoben. Die bestehende Baulinie wird aufgehoben.

Verzweigung Rotsee bis Portal West Tunnel Rathausen
Die Lage der Baulinie wird auf den Sollabstand von 10 m ab Strassenrand gelegt. Durch die Verbreiterung der Fahrbahn wir die Baulinie teilweise reussseitig in Richtung Norden und hangseitig in Richtung Süden verschoben. Die bestehende Baulinie wird teilweise aufgehoben.

Tunnel Rathausen
Im Bereich der Tunnelröhren liegt die Baulinie in einem Sollabstand von 30 m ab Tunnelachse. Die hangseitige Baulinie wird durch die neue 3. Tunnelröhre in südlicher Richtung verschoben. Die bestehende südliche Baulinie wird aufgehoben.

Portal Ost Tunnel Rathausen bis Gemeindegrenze Buchrain
Die Lage der südlichen Baulinie wird im Aufweitungsbereich vor dem Portal Tunnel Rathausen auf den Sollabstand von 10 m ab Strassenrand gelegt und durch die Verbreiterung der Fahrbahn hangseitig in Richtung Süden verschoben. Weiter östlich hat die bestehende Baulinie bereits den Normabstand von 10 m ab Strassenrand oder 25 m ab Achse der Nationalstrasse und wird mit dem vorliegenden Auflageprojekt ÖREB-konform bestätigt.

12.1.5. Gemeinde Buchrain

Gemeindegrenze Buchrain bis Anschluss Buchrain
Die bestehende Baulinie hat beidseits den Regelabstand von 25 m ab der Achse der Nationalstrasse und wird belassen resp. mit dem vorliegenden Auflageprojekt ÖREB-konform bestätigt.

Anschluss Buchrain
Die Lage der Baulinie wird im Anschlussbereich, dort wo nicht schon vorhanden, auf den Sollabstand von 10 m ab Strassenrand gelegt. Durch die Verbreiterung der Aus- und Einfahrt wird die Baulinie in beide Fahrtrichtungen nach aussen hin verschoben. Die bestehende Baulinie wird in diesen Bereichen aufgehoben.

12.2. Tunnel Bypass / Stadtautobahn

12.2.1. Generelle Definition

Neue, mit dem Projekt zu verfügende Baulinien (Bund) sind in den Situations- und Landerwerbsplänen rot dargestellt. Die neuen Baulinien weisen zur Achse des Tunnels Bypass einen Regelabstand von 25 m auf. In den Abschnitten der offenen Linienführung beträgt der Regelabstand 10 m ab der Aussenkante des Trassees, resp. ab Oberkante Böschung.

Die bestehenden Baulinien im Perimeter des TP 2/3 sind ÖREB-konform. Sie sind in den Projektplänen grün dargestellt. Wo sie nicht mehr der zukünftigen Situation entsprechen, werden sie aufgehoben und durch neue Baulinien ersetzt. Aufzuhebende Baulinien sind in grün mit schrägen Doppelstrichen (rot) dargestellt.

12.2.2. Gemeinden Ebikon, Emmen und Luzern

Im Bereich Ibach wird südseitig eine neue Baulinie festgesetzt. In Abweichung zum Regelfall wird die Baulinie mit der Böschungsoberkante gleichgesetzt. Die bestehende Baulinie, welche innerhalb des zukünftigen Trassees zu liegen käme, wird aufgehoben.

Reussseitig wird eine neue Baulinie 10 m ab dem Strassenrand festgesetzt. Im Bereich der SABA Sedel Emmen wird die Baulinie mit dem Wegrand des Unterhaltsweges gleichgesetzt. Die bestehende Baulinie wird aufgehoben.

12.2.3. Gemeinden Luzern und Kriens

Entlang des Tunnels Bypass Luzern werden neue Baulinien in einem Abstand von 25 m ab der Achse der jeweils massgebenden Tunnelröhre festgesetzt. Stehen diese Baulinien in Konkurrenz zu den bestehenden Baulinien der Stadtautobahn bzw. des Cityrings, werden diese aufgehoben, resp. keine neuen verfügt. Bestehende und neue Baulinie bilden hier einen Korridor zwischen dem Tunnel Bypass und der Stadtautobahn.

Im Bereich der Lüftungszentrale Gütschwald wird die neue Baulinie in einem Abstand von 10 m um das Rauchauslassbauwerk herumgeführt.

Im Bereich Anschluss Luzern-Kriens nördlich der Luzernerstrasse werden die Baulinien der veränderten Situation angepasst und neue Baulinien verfügt (unter Aufhebung der bestehenden Baulinien). Die bestehende Baulinie gegenüber der geplanten Überbauung Eichhof West verbleibt unverändert. Die Baulinie zur Luzernerstrasse wird neu im Abstand von 10 m festgesetzt.

Die Baulinien südlich der Luzernerstrasse verbleiben im Regelfall unverändert. Die z.T. vorhandenen Unterabstände gegenüber den Regelwerten werden akzeptiert. Ausgenommen davon ist die Baulinie parallel zur Einfahrt FBSU, welche gegenüber dem Bestand infolge des Beschleunigungsstreifens zurückversetzt wird.

13. Landerwerb

13.1. Ausbau Nord

13.1.1. Permanenter Landerwerb

Der 6-Streifen-Ausbau der N14 hat auf fast der ganzen Projektlänge einen zusätzlichen Landbedarf zur Folge. Der Landbedarf wurde mittels der Projektunterlagen aus dem vorliegenden Ausführungsprojekt ermittelt. Eingerechnet sind die durch den 6-Streifen-Ausbau zusätzlich benötigte Netto-Landfläche für das Nationalstrassentrassee, die angrenzenden Böschungen und die Anlageteile wie die neue 3. Röhre Tunnel Rathausen (ca. 23’000 m^2) und die SABA Rathausen (5’600 m^2). Die temporären Beanspruchungen durch Baugruben, Flurwege oder Installationsflächen sind darin nicht berücksichtigt. Der zusätzliche Landbedarf betrifft zum überwiegenden Teil landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Waldflächen. Für Zulenkstrukturen (Hecken, Gehölze usw.) zu Wildtierquerungen sind keine Landflächen eingerechnet. In den Kosten sind dafür Entschädigungen vorgesehen. Die permanente Landbeanspruchung beträgt insgesamt ca. 57'500 m^2.

13.1.2. Temporärer Landerwerb

Für die Erstellung von Installationsflächen, Baustellenzufahrten und Arbeitsräume sind vorübergehende Landbeanspruchungen erforderlich. Die Installationsflächen sind für die Zwischenlagerung von Materialien, Vorhalten von Maschinen und Geräten, Infrastruktur für die Belegschaft und eventuell mobile Aufbereitungsanlagen und Baubüros erforderlich. Insbesondere für den Bau der neuen 3. Röhre Tunnel Rathausen sind grosse Installations- und Materialdepotflächen erforderlich (ca. 82’800 m^2). Die weiteren Installationsplätze für den Bau des Trassees und der Brückenverbreiterungen benötigen einen Platz von total ca. 58’000 m^2. Auf dem Trassee sind nur Materialien, Maschinen und Geräte geduldet, welche im Einsatz sind. Die vorübergehende Landbeanspruchung zur Erstellung der Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen im Bereich des Sädelwaldes ist ebenfalls berücksichtigt. Weitere ca. 116’000 m^2 werden als Arbeitsraum entlang des Nationalstrassentrasses ausgeschieden. Somit kommt total eine temporäre Landbeanspruchung von ca. 256'800 m^2 zusammen.

13.1.3. Permanente Rodung

Im Perimeter des 6-Streifen-Ausbaus der N14 sind verschiedene Waldgebiete vorhanden. Tangiert werden grössere Flächen zwischen der Verzweigung Rotsee und dem Tunnel Rathausen und kleinere Flächen am östlichen Tunnelportal auf dem Gebiet der Gemeinde Ebikon. Auf dem Gebiet der Gemeinde Buchrain sind Flächen beim Cholbewald, westlich der Reussbrücke und bei der Reussbrücke betroffen. Alle betroffenen Flächen müssen infolge der Verbreiterung des Nationalstrassentrassees resp. der dadurch entstehenden Böschungsverschiebung permanent gerodet werden. Insgesamt beträgt die permanente Rodungsfläche ca. 12'500 m^2.

13.1.4. Temporäre Rodung

Bei den Arbeitsbereichen seitlich des Trassees in den Waldbereichen und bei den Installationsflächen für die Verbreiterung der Reussbrücke muss ebenfalls Wald gerodet werden. Diese Bereiche können jedoch als temporäre Rodungen vorgesehen werden, da Wiederaufforstungen an diesen Standorten möglich sind. Im total betrifft dies eine Fläche von ca. 7‘300 m^2. Für die Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen im Bereich des Sädelwaldes müssen ebenfalls Waldstücke vorübergehend gerodet werden, welche anschliessend am gleichen Ort wieder aufgeforstet werden.

13.2. Tunnel Bypass / Grosshofbrücken

13.2.1. Permanente Landbeanspruchung

Der Landbedarf wurde im Rahmen des Ausführungsprojekts ermittelt. Dabei eingerechnet ist das für den Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken benötigte Land, inkl. ihrer Anlageteile wie z.B. SABA's und Zentralen.

Der Projektperimeter liegt weitestgehend im Siedlungsgebiet. Das zu erwerbende Land liegt somit zu einem grossen Teil in der Bauzone.

Die für den Tunnel Bypass Luzern zu erwerbende Fläche beträgt rund 37‘200 m^2. Zusätzlich sind Rechte für Werkleitungen, Anker, Durchfahrten etc. zu sichern.

Den Enteignungsplänen und der Grunderwerbstabelle können die entsprechenden Angaben für die tangierten Parzellen entnommen werden.

13.2.2. Vorübergehende Landbeanspruchung

Die Bauarbeiten erfordern vorübergehende Landbeanspruchungen für Installationsplätze, Baustellenerschliessungen, Verkehrsumleitungen (u.a. Luzernerstrasse), Werkleitungsarbeiten und Baugruben.

Diese Flächen wurden abgeschätzt und betragen für den Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken ca. 202‘700 m^2. Die Flächen können den Enteignungsplänen und der Grunderwerbstabelle entnommen werden.

13.2.3. Permanente Rodung

Im Projektperimeter bestehen Waldflächen, welche durch das Projekt tangiert werden. Permanente Rodungen sind im Bereich der Tunnelvorzone Ibach (Gemeinden Ebikon, Emmen, Luzern), der Lüftungszentrale Gütschwald (Gemeinde Luzern) und im Bereich Grosshof (Gemeinde Kriens) notwendig.

Bei der Tunnelvorzone Ibach bestehen bezüglich der Rodung Überschneidungen mit dem Drittprojekt Hochwasserschutz Reuss des Kantons Luzern. Die überschnittene permanente Rodungsfläche wird dabei beim Drittprojekt belassen und mit dem Bypass Luzern nicht ausgewiesen. Die so ermittelte permanente Rodungsfläche für den Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken beträgt somit ca. 19'400 m^2.

13.2.4. Temporäre Rodung

Temporäre Rodungen von Waldflächen sind im Bereich des Anschlusses Nord (Gemeinde Emmen), der Lüftungszentrale Gütschwald (Gemeinde Luzern) und im Bereich Grosshof (Gemeinde Kriens) notwendig. Als temporäre Rodungen sind dabei auch die bestehenden Zufahrten zur Lüftungszentrale Gütschwald ausgewiesen, welche für den Bau- und Betriebszustand benötigt werden.

Die temporäre Rodungsfläche für den Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken beträgt ca. 12'700 m^2.

13.3. Ergänzung Süd

Für die Umsetzung der Ergänzung Süd ist kein permanenter und kein vorübergehender Landerwerb, und auch keine permanenten und temporären Rodungen notwendig.

14. Umwelt

Durch das Projekt Bypass Luzern, d.h. den Ausbau des Nationalstrassensystems N02/N14, werden sowohl ländliche Räume als auch Agglomerationsgebiete der Region Luzern betroffen. Mehrheitlich besteht bereits eine hohe zivilisatorische Vorbelastung durch Siedlungen, Strassen-, Bahn- und Übertragungsleitungsanlagen.

Das Projekt unterliegt der mehrstufigen UVP-Pflicht (Anlagetyp 11.1 gemäss Anhang UVPV). Das massgebliche Verfahren für das Ausführungsprojekt (AP), welches die UVP 3. Stufe beinhaltet, ist die Plangenehmigung durch das Departement (Art. 26 Abs. 1 NSG). Genehmigungsbehörde ist das UVEK, die zuständige Leitbehörde das ASTRA. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist die zuständige Umweltschutzbehörde. Mit der Plangenehmigung erteilt das UVEK sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen.

Der Inhalt der UVB-Hauptuntersuchung für das vorliegende Ausführungsprojekt basiert grundsätzlich auf dem Pflichtenheft des UVB 2. Stufe für die UVB 3. Stufe sowie den zugehörigen Stellungnahmen des BAFU und des Kantons Luzern. Nicht im Ausführungsprojekt bzw. dem UVB 3. Stufe enthalten ist allerdings die Spange Nord bzw. vergleichbare Massnahmen des Kantons Luzern.

Der Bau des Gesamtsystems Bypass Luzern wird mehrere Jahre dauernde Umweltbelastungen verursachen. Die wesentlichsten Auswirkungen betreffen die Lärmimmissionen infolge von Aushub-/ Ausbruchabtransporten, Baumaterialzufuhr und Baumaschinen, den Boden (Abtrag, Zwischenlagerung und Verwertung bei Trassee- und Tunneltagbaustrecken) und die temporären Rodungen. Lokal sind auch das Grundwasser infolge von Einbauten, Injektionen und Absenkungen und das Oberflächenwasser (Bauarbeiten im Gewässerraum, im Gewässer selbst und im Gewässerschutzbereich Ao) betroffen.

Da der grösste Teil des Aushub-/Ausbruchmaterials aus Materialqualitätsgründen nicht projektintern verwertet werden kann, wird es in bestehenden Materialentnahmestellen (zur Wiederauffüllung) der Verwertung zugeführt oder in Deponien abgelagert. Für diese Transporte wurde als Alternative zum LKW-Transport der Bau einer Bahnverladeanlage in Rothenburg evaluiert und in das Projekt aufgenommen.

Im Betriebszustand betreffen die wichtigsten Umweltbelastungen die Umweltaspekte Strassenverkehrslärm, Grundwasser, Oberflächenwasser, Wald und Boden- / Fruchtfolgeflächen(verluste). Von eher untergeordneter Bedeutung sind die Auswirkungen in den übrigen Aspekten, namentlich Lufthygiene, Oberflächengewässer, Flora / Fauna / Lebensräume und Landschaft.

Das Gesamtsystem Bypass bewirkt eine Verlagerung des regionalen und nationalen Transitverkehrs von der bestehenden Nationalstrasse in den Tunnel Bypass. Entsprechend nehmen die Verkehrsbelastung und damit auch die Luftschadstoff- und Lärmimmissionen entlang der bestehenden Stadtautobahn gegenüber dem heutigen Zustand ab.

Im Bereich der neuen und ausgebauten Nationalstrassenabschnitte wird die Lärmbelastung mit Massnahmen an der Quelle wirkungsvoll begrenzt. Einerseits verläuft die Strecke vielerorts unterirdisch (Tunnel Bypass, Rathausen, Schlund und Spier). Andererseits wird bereits im Rahmen der anstehenden Erhaltungsprojekte und dann auch im Rahmen des Projekts Gesamtsystem Bypass ein lärmarmer Belag eingebaut. Im Bereich Grosshof werden alle vier Tunnelröhren bis in den Bereich Anschluss Luzern-Kriens verlängert bzw. die Südportale des Tunnels Bypass und Tunnels Sonnenberg werden als neues gemeinsames Portalbauwerk ausgebildet. Insgesamt ist die Zunahme der Lärmbelastung entlang der Nationalstrassenabschnitte gering (N14) bzw. die Lärmbelastung nimmt wegen der geplanten Geschwindigkeitsreduktion und des lärmarmen Belags sogar ab (N02). Trotz projektintegrierter Massnahmen sind wenige Erleichterungen und Schallschutzfenster notwendig.

Die Auswirkungen des Projekts auf die Grundwasserverhältnisse werden als insgesamt gering angesehen. Dort wo Einbauten unter den Grundwasserspiegel notwendig werden, insbesondere im Bereich Grosshofbrücken/Kriens, wird die 10%-Regel eingehalten.

Prinzipielle Auswirkungen bezüglich Oberflächengewässer ergeben sich u.a. durch Verbreiterungen der Brücke Reuss Buchrain und Reusseggbrücke bei Emmen und den damit verbundenen Einbauten (Pfeiler) in das Gewässer und den Gewässerraum, durch die Anpassung eines Durchlasses sowie infolge einer sehr kurzen Verlängerung einer bestehenden Eindolung.

Die gewässerökologischen Auswirkungen der Einbauten, Verbreiterungen und Eindolung werden aufgrund der lediglich punktuellen Veränderungen als irrelevant beurteilt. Verbesserungen gegenüber dem gegenwärtigen Zustand werden erreicht durch die (faunistische und aquatische) Aufwertung des erwähnten Durchlasses, der sogenannten Unterführung Bach + Wild Rathausen, und insbesondere durch die ökologischer Ersatzmassnahme Milchhofkanal, bei der u.a. der Bach auf einer Länge von rund 300 m renaturiert und ausgedolt wird. Als Aufwertungsmassnahme des Projektes Hochwasserschutz Reuss, welche allerdings auch durch den Bypass Luzern ermöglicht wird, können die neuen Uferbuchten als Äschenhabitate bei Emmen genannt werden.

Das Strassenabwasser wird in Zukunft mit Ausnahme der Tunnelröhren Bypass des Abschnitts Ergänzung Süd, weitgehend überall einer SABA zugeführt, sodass die stoffliche Belastung für Grundwasser und Oberflächengewässer gegenüber heute reduziert wird.

Das Projekt beansprucht insgesamt rund 20'000 m^2 Wald temporär und 31‘900 m^2 definitiv. Für die gesamte definitive Rodungsfläche wird Realersatz geleistet. Der Rodungsersatz wird – da Aufforstungsflächen in Projektnähe nicht vorhanden sind - in den Gemeinden Weggis und Schwarzenberg realisiert.

Zwischen der Reussbrücke Buchrain und dem Anschluss Emmen Süd resultiert aus der Verbreiterung der Autobahn ein definitiver Verlust von Fruchtfolgeflächen von knapp 1.3 ha. Da dieser Verlust nicht projektintern kompensiert werden kann, hat sich das ASTRA an einem bereits bewilligten Bodenaufwertungsprojekt (zur Herstellung von Fruchtfolgeflächen) einer landwirtschaftlichen Betriebsgemeinschaft beteiligt.

Das Nationalstrassenprojekt tangiert keine inventarisierten Schutzgebiete. Mit der im Projekt integrierten Ersatzmassnahme wird die Situation bezüglich ökologisch wertvollen Lebensräumen gegenüber dem heutigen Zustand eher verbessert. Das Projekt hat bezüglich Landschafts- und Ortsbild geringfügig negative bis unerhebliche Auswirkungen, weil es sich primär um einen Ausbau von bestehenden Strecken im bebauten Gebiet handelt und der neue Tunnel Bypass praktisch ausschliesslich unterirdisch verläuft. Das Projekt wird mit den vorgesehenen ökologischen, landschaftsgestalterischen und städtebaulichen Massnahmen in die betroffenen Lebens- und Siedlungsräume integriert und dabei lokal deutlich aufgewertet.

Im Rahmen des Detailprojektes sind die im UVB 3. Stufe aufgeführten Vorsorge-, Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen weiter zu konkretisieren, in die Ausschreibungsunterlagen (Submission) zu integrieren sowie mit einer fachlichen Begleitung der Projektrealisierung (Umweltbaubegleitung) sorgfältig umzusetzen.

Unter Berücksichtigung aller im UVB vorgesehenen Massnahmen für die Bauphase und den Betriebszustand ohne Spange Nord kann festgehalten werden, dass die baubetrieblichen und verbleibenden Umweltauswirkungen des Gesamtsystems Bypass Luzern im Einklang mit den umweltschutzrechtlichen Bestimmungen stehen.

15. Bewilligungen (Dossiers m1 bis m10)

Gemäss Art. 26 NSG erteilt das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die Plangenehmigung für die Ausführungsprojekte der Nationalstrasse und damit auch sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen. Die für die Erteilung dieser weiteren Bewilligungen nötigen Unterlagen werden mit dem Projektdossier (Dossier m1 bis m10) geliefert. Abhängig vom konkreten Projektinhalt sind allenfalls nicht alle Dossiers erforderlich.

Für das Nationalstrassenprojekt Gesamtsystem Bypass Luzern werden die folgenden umweltrechtlichen Ausnahmebewilligungen nach Waldgesetz (WaG), Fischereigesetz (BGF) und Gewässerschutzgesetz (GSchG) erforderlich. Hierfür wurden entsprechende m-Dossiers erstellt.

- Ausnahmebewilligung (Rodungsbewilligung) nach Art. 5 WaG
- Bewilligung nach Art. 16 WaG für Nachteilige Nutzung
- Bewilligung nach Art. 8 BGF für Eingriffe in Gewässer, ihren Wasserhaushalt oder ihren Verlauf sowie in die Ufer und den Grund von Gewässern, soweit sie die Interessen der Fischerei berühren können.
- Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG, in Verbindung mit Art. 31, Art. 32 Abs. 2 und Anh. 4 GSchV für Arbeiten in besonders gefährdeten (Gewässerschutz)-bereichen
- Bewilligung nach Art. 41c Abs. 1 GSchV für Anlagen(teile) im Gewässerraum
- Bewilligung nach Art. 38 GSchG für Verlängerung einer bestehender Eindolung (Ibach)
- Bewilligung nach Art. 7 Abs. 1 GSchG bzw. Art. 6 und 7 GSchV für die Einleitung von verschmutztem Abwasser in ein Gewässer oder die öffentliche Kanalisation

Des Weiteren wird das ASTRA im Rahmen des Lärmschutzprojektes (AP Dossier Beilagen i2) Erleichterungen beantragen (m7 Dossier Erleichterungen).

15.1. Elektrische Leitungen (m1)

Gemäss Art. 12. Abs 1 Bst. M der Nationalstrassenverordnung (NSV; SR 725.111) beinhaltet das Ausführungsprojekt die Unterlagen für weitere Bewilligungen, für die der Bund zuständig ist. Das Dossier m1 beinhaltet die Unterlagen für die plangenehmigungspflichtigen elektrischen Anlagen der Stromversorgung nach Art. 1 der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen (VpeA; SR 734.25) resp. ein allfälliges Gesuch für die Erteilung einer Ausnahmebewilligung nach Elektrizitätsgesetzgebung.

Im Projektperimeter N02/N14 Gesamtsystem Bypass Luzern befinden sich diverse elektrische Hochspannungsfreileitungen verschiedener Eigentümer, welche entlang der Nationalstrasse verlaufen oder diese queren. Durch den Ausbau der Nationalstrasse ergeben sich stellenweise Konflikte, welche gelöst werden müssen. Zusammenfassend sind diesbezüglich folgende Massnahmen notwendig:

110 kV Hochspannungs-Freileitung Mettlen – Rathausen Süd der CKW

- Versetzen des Leitungsmasten Nr. 12 in Leitungsachse da best. Standort in neuem Trasseebereich steht (siehe Beilage m1.40).
- Paralleles Verlegen der Leitung zwischen Masten Nr. 20 – 25 in Richtung Reusskanal da sich die best. Lage zu nahe an neuem Fahrbahnrand befindet (siehe Beilage m1.40).

110 kV Hochspannungs-Freileitung Rathausen - Ruopigen der CKW

- Verkabelung (Bodenleitung) zwischen Masten Nr. 41 und 51 da die best. Leitung den geplanten Installationsplatz ungünstig quert (siehe Beilage m1.40).

132 kV Übertragungsleitung Rotkreuz - Emmenbrücke der SBB:

- Verlegen der Nationalstrassenquerung zwischen Masten Nr. 90 und 94 in leicht veränderter Linienführung da best. Mast Nr. 92 im neuen Trasseebereich steht (siehe Beilage m1.41).

15 kV Fahrstrom- und Speiseleitung Emmenbrücke – Ebikon der SBB

- Verkabelung der Nationalstrassenquerung zwischen Unterwerk Emmenbrücke bis Mast Nr. 2 via Brücke Ibach/Reusseggstrasse teilweise in best. Kabelrohranlage (siehe Beilage m1.42).

Die übrigen, im Projekt vorhandenen Leitungen werden durch das Projekt nicht tangiert oder die Konflikte können mit Anpassungen am Projekt (z.B. Standorte der Signalportale) eliminiert werden. Die bestehenden Transformatorenstationen der bestehenden Tunnels werden teilweise ersetzt oder erweitert. Für den Tunnel Bypass werden neue Stationen erstellt.

Die Nachweise gemäss NISV sind im gesamten Projektperimeter eingehalten. In Bereichen mit Parallelführungen von Hochspannungsleitungen zur Nationalstrasse sind isolierte

15.1.1. Allgemeines

Gemäss Art. 12. Abs 1 Bst. M der Nationalstrassenverordnung (NSV; SR 725.111) beinhaltet das Ausführungsprojekt die Unterlagen für weitere Bewilligungen, für die der Bund zuständig ist. Das Dossier m1 beinhaltet die Unterlagen für die plangenehmigungspflichtigen elektrischen Anlagen der Stromversorgung nach Art. 1 der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen (VpeA; SR 734.25) resp. ein allfälliges Gesuch für die Erteilung einer Ausnahmebewilligung nach Elektrizitätsgesetzgebung. Innerhalb des Projektperimeters befinden sich bestehende Hochspannungsanlagen der Nationalstrasse (Trafostationen) sowie bestehende Hochspannungsleitungen Dritter, welche angepasst oder neu projektiert werden müssen und dadurch bewilligungspflichtig sind. Es handelt sich um die nachfolgenden Anlagen.

15.1.2. Trafostationen

Im Tunnel Rathausen werden die bestehenden Transformationsstationen der CKW erweitert und den neuen Gegebenheiten angepasst. Im Tunnel Reussport werden die Transformatoren ersetzt und um zwei Transformatoren ergänzt. Dies gilt auch für den Tunnel Sonnenberg, in welchem zusätzlich eine Station rückgebaut wird. Für den neuen Tunnel Bypass werden als Teil der Technikzentralen Ibach, Grosshof, QV 5, QV 8, QV 10 und Gütschwald neue Transformatorenstationen erstellt.

15.1.3. Hochspannungsleitungen

Durch den Ausbau müssen Hochspannungsleitungen Dritter angepasst werden. Es sind Übertragungsleitungen der CKW sowie Energie- und Fahrstromleitungen der SBB betroffen. Im Bereich Tunnel Rathausen muss ein Mast der SBB-Energieleitung verschoben werden. Dadurch erhält die Linienführung eine leichte Korrektur. Im Bereich der Brücke Reuss Buchrain muss ein CKW-Mast der 110 kV-Übertragungsleitung Rathausen - Mettlen in Leitungsrichtung versetzt werden.

Im Bereich des geplanten Installationsplatzes Ibach muss die 110kV-Hochspannungsfreileitung Rathausen - Ruopigen der CKW grossräumig verlegt werden. Sie wird neu als Bodenleitung entlang der Reusseggstrasse geplant.

Im Bereich Anschluss Emmen Süd/ Brücke Ibach steht im zukünftigen Nationalstrassentrassee ein Mast der SBB-Fahrstromleitung. Er muss entfernt werden. Die SBB ersetzt in diesem Bereich die Freileitung durch eine Kabelleitung.

15.1.4. Bewilligungen

Das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) prüft im Rahmen des konzentrierten Entscheidungsverfahrens die im m1-Dossier vorgelegten Anpassungen/Neubauten an den Starkstromanlagen und erteilt die notwendigen Bewilligungen. Ausnahmebewilligungen sind aus heutiger Sicht nicht erforderlich.

15.2. Gasleitungen (m2)

Durch das Projekt Bypass Luzern werden keine Erdgashochdruckleitungen (> 5 bar) tangiert. Es ist dementsprechend kein m2-Dossier zu erstellen.

15.3. Eisenbahnanlagen (m3)

Im m3-Dossier werden alle speziellen Aspekte im Zusammenhang mit Eisenbahnanlagen behandelt. Betroffen ist nur der Perimeter der Teilprojekte 2/3. Das vorliegende Dossier wird in drei Teilbereiche aufgeteilt:

Teil 1: Verlegung

Die SBB Fahrstromleitung UW Emmenbrücke – SP Ebikon quert die Nationalstrasse N01 im Bereich des Anschlusses Emmen Süd (Brücke Ibach) resp. ein bestehender Mast liegt im zukünftigen Nationalstrassentrassee. Die Leitung wird durch einen Ersatzneubau einer Kabelleitung ab Mast Nr. 2 entlang der Reusseggstrasse – Brücke Ibach bis zum Unterwerk ersetzt. (Der Inhalt entspricht dem m1-Dossier.)

Teil 2: Verladebahnhof

In Rothenburg wird eine provisorische Bahnverladeanlage für den Abtransport von Ausbruchmaterial erstellt.

Teil 3: Bauwerke im Bereich von Nationalstrassenanlagen

Der Tunnel Bypass unterquert im Bereich Friedental einen bestehenden SBB-Tunnel und im Bereich St. Karli einen bestehenden SBB-Bahndamm.

15.4. Sonderfall Deponien (m4)

Für das Projekt Bypass Luzern werden keine projektspezifischen Deponien benötigt. Es ist dementsprechend kein m4-Dossier zu erstellen.

15.5. Rodungen (m5)

Durch das Projekt Gesamtsystem Bypass sind erforderlich:

- Temporäre Rodungen von total 20‘000 m^2 (Baustellenbereiche / IP für Trasseeverbreiterung zwischen Anschluss Buchrain und Verzweigung Rotsee, Tunnelzentrale im Gütschwald, Portalbauwerk Grosshof, Bahnverladeanlage in Rothenburg)
- Definitive Rodungen von total 31‘900 m^2 (Trasseeverbreiterung zwischen Anschluss Buchrain und Verzweigung Rotsee, Anschluss Emmen Süd, Lüftungszentrale Gütschwald, Portalbauwerk Grosshof)
- Realersatz 31‘900 m^2.

Rodungen sind grundsätzlich verboten. Für die oben genannten Rodungen ist eine Ausnahmebewilligung (Rodungsbewilligung) nach Art. 5 Abs. 2 WaG erforderlich. Das m5-Dossier enthält das hierfür benötigte Rodungsgesuch inklusive dem Rodungsgesuchsformular und den Rodungsplänen.

Die Standortgebundenheit der Rodungsflächen ist durch die bestehende Linienführung der Nationalstrasse und deren Anschlüsse gegeben. Für die Lüftungszentrale mitten im Gütschwald erfolgte bereits im Generellen Projekt ein übergeordnetes Variantenstudium. Die vorliegende Variante hat sich als Bestvariante bezüglich Tunnelsituation, Topographie, Abluftschacht etc. herausgestellt. Das Gleiche gilt für die Bahnverladeanlage in Rothenburg.

Die definitiven Waldverlustflächen werden mit Realersatz kompensiert.

Durch die Verschiebung der SBB-Freileitung im Bereich Tunnel Rathausen ist eine Anpassung der Niederhaltungfläche notwendig. Für diese nachteilige Nutzung ist eine Bewilligung nach Art. 16 WaG notwendig.

15.6. Beseitigung von Ufervegetation (m6)

In der UVB-Hauptuntersuchung 3. Stufe (Dossier-Beilage i1 zum Ausführungsprojekt) wird dargelegt, dass das vorliegende Projekt keine Ufervegetation gemäss NHG beansprucht. Eine Bewilligung zur Beseitigung der Ufervegetation nach Art. 22 NHG ist nicht notwendig.

15.7. Erleichterungen (m7)

Im Lärmschutzprojekt (LSP, Dossier-Beilage i2) wurden die zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erforderlichen Lärmschutzmassnahmen an der Quelle und im Schallausbreitungsbereich geprüft. Trotz der ergriffenen Massnahmen führt das Nationalstrassenprojekt bei 29 Gebäuden zu Grenzwertüberschreitungen, davon bei 4 Gebäuden zu Alarmwertüberschreitungen. Unter Berücksichtigung bestehender Erleichterungen aus früheren Sanierungen beantragt das ASTRA für 7 Liegenschaften Erleichterungen nach Art. 14 LSV. (m7 Dossier Erleichterungen).

15.8. Fischerei (m8)

Für die Verbreiterungen der beiden Brücken Reuss Buchrain und Reusseggstrasse werden vier bzw. ein zusätzliche(r) Brückenpfeiler im Flussbett der Reuss erstellt. Für diese baulichen Eingriffe in die Reuss ist eine Bewilligung nach Art. 8 BGF erforderlich. Die Beanspruchungen sind möglichst zu minimieren (Detailprojektierung), die Bauarbeiten auf die Schonzeiten der Fische und Krebse abzustimmen und durch den Fischereiaufseher zu beaufsichtigen (Vorinformation, Kontrollen).

Im Rahmen des Projekts muss eine bestehende Eindolung (Ibach) verlängert werden. Hierfür wird eine Bewilligung nach Art. 38 GSchG notwendig.

Folgende Bauwerksteile kommen permanent in den Gewässerraum der Reuss zu liegen und machen eine Bewilligung nach Art. 41c Abs. 1 GSchV erforderlich:

- Verbreiterung Brücke Reuss Buchrain mit 4 neuen Pfeilern in die Reuss
- Verbreiterung Brücke Reusseggstrasse mit 1 neuem Pfeiler in die Reuss (3 an Land)
- (Ausbau der) Anschlussstrecken der Verzweigung Rotsee / Anschluss Emmen Süd
- SABA Sedel Emmen

Diese vier Anlageteile sind insofern gewässerschutzrechtlich konform, als dass sie im öffentlichen Interesse liegen (Art. 41c Abs. 1 GSchV) und standortgebunden sind (Ausbau Anschlussstrecke) resp. der Wassereinleitung dienen (SABA Sedel; Art. 41c Abs. 1 lit. c GSchV).

In der Bauphase werden voraussichtlich mehrere Oberflächengewässer als Vorfluter für das rechtskonform gereinigte Baustellen- / Installationsplatzabwasser dienen, insbesondere die Reuss / der EW-Kanal und der Krienbachstollen. Für die Einleitung ist eine Bewilligung notwendig (Art. 7 GSchG bzw. Art. 6 und 7 GSchV).

15.9. Grundwasser (m9)

Mit Ausnahme des Grossteils des Tunnels Bypass verläuft das Projekt über sehr lange Strecken durch oder entlang von Gewässerschutzbereichen Au und Ao. Grundwasserschutzzonen genutzter Trinkwasserfassungen (oder Grundwasserschutzareale als deren Erweiterung) werden nur sehr randlich - am nördlichen Ende der Ausbaustrecke der N14 - kurz vor dem Anschluss Buchrain in Form eines hier provisorisch ausgewiesenen Grundwasserschutzareals tangiert.

Die Reuss und deren Gewässerschutzbereich Ao wird durch Bauarbeiten beansprucht (Verbreiterung Brücke Reuss Buchrain, Reusseggbrücke bei Emmen, Trasseearbeiten beim Anschluss Emmen Süd und Bau der SABA Sedel Emmen). Für diese Eingriffe sind Bewilligungen gemäss Art. 19 Abs. 2 GSchG in Verbindung mit Art. 31, Art. 32 Abs. 2 und Anh. 4 GSchV notwendig.

15.10. Schutz von Sonderarten (m10)

In der UVB-Hauptuntersuchung 3. Stufe (Dossier-Beilage i1 zum Ausführungsprojekt) wird dargelegt, dass das vorliegende Projekt keine Standorte von geschützten Arten gemäss NHV beansprucht. Eine Bewilligung für Eingriffe in Standorte mit geschützten Arten gemäss Art. 20 Abs. 3 Bst. b NHV ist nicht notwendig.

16. Kosten

16.1. Zusammenfassung Kostenschätzung (+/- 15 %)

Kostenschätzung Total	(alle Angaben in CHF)
Projektierung Reserve 10 %	198‘701‘165 19‘870‘116
∑ Zwischentotal =	**218‘571‘281**
Landerwerb Reserve 10 %	90‘899‘700 9‘089‘970
∑ Zwischentotal =	**99‘989‘670**
Realisierung Reserve 10 %	1‘239‘105‘400 123‘910‘540
∑ Zwischentotal =	**1‘363‘015‘940**
Total exkl. MwSt. Total inkl. MwSt. 7.7 % **Total (gerundet)**	1‘681‘576‘891 1‘811‘058‘312 **1‘811‘000‘000**

Abbildung 225: Zusammenfassung Kostenschätzung AP

16.2. Kostenteiler ASTRA - Dritte

Die 1.811 Mia. CHF werden ausschliesslich durch den Bund finanziert. Die Kosten für die flankierenden Massnahmen im Betrag von ca. 5 Mio. CHF sind darin enthalten. Die Kosten für den Umbau des Anschluss Luzern-Lochhof sind im Unterschied zum Generellen Projekt im vorliegenden Ausführungsprojekt mit dem Betriebszustand ohne Spange Nord nicht mehr enthalten.

Die Kostenteiler für Werkleitungsumlegungen werden bis spätestens Beginn Phase Detailprojekt definiert und schriftlich vereinbart.

	Kosten AP	Kostenteiler	
		ASTRA	Kt. LU
Bypass Luzern	1‘811 Mio. CHF	100 %	0 %
Flankierende Massnahmen*	5 Mio. CHF	100 %	0 %

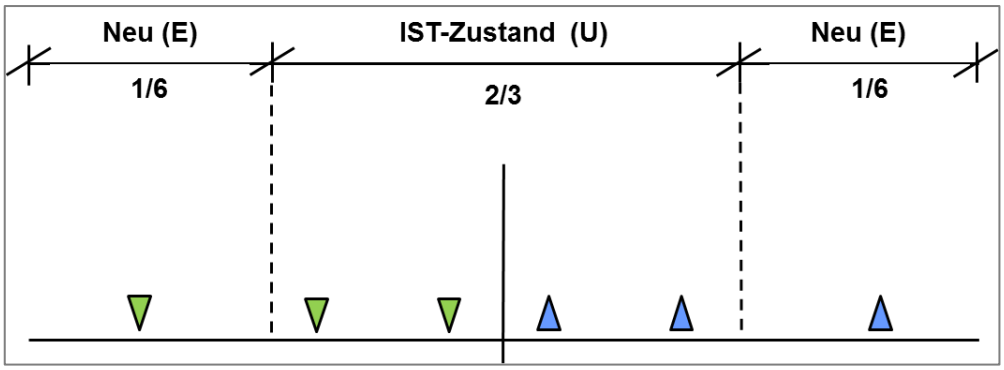
(*) - Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen
- Diverse Massnahmen im Bereich des untergeordneten Strassennetz für Vermeidung von Rückstau auf die Nationalstrasse, ÖV-Bevorzugung usw.

16.3. Kostenteiler Engpassbeseitigung (E), Ausbau (A) und Unterhalt (U)

Im AP werden die bereits im GP definierten Kostenteiler E/A/U übernommen.

- **Ausbau Nord (TP 1):** Unterhalt (U) 67 % von Trasse/Kunstbauten
  67 % von Betriebs- und Sicherheitsausrüstung

  Engpassbeseitigung (E) 33 % von Trasse/Kunstbauten
  33 % von Betriebs- und Sicherheitsausrüstung
  100 % Kosten 3. Röhre Tunnel Rathausen
  100 % Kosten BSA 3. Röhre Tunnel Rathausen



- **Tunnel Bypass / Stadtautobahn (TP 2/3):** Engpassbeseitigung (E) : 100 %
- **Ergänzung Süd (TP 4.1):** Ausbau (A) : 100 %

16.4. Kostenschätzung (+/- 15 %)

Nachfolgend sind die Gesamtkosten des Projekts Gesamtsystem Bypass Luzern Betriebszustand ohne Spange Nord aufgeführt.

ASTRA - Konten	Beschrieb	Ausbau Nord TP 1	Tunnel Bypass TP 2	Stadtautobahn TP 3	Ergänzung Süd TP 4.1	Total
		[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]
1	**Projektierung**					
1.1000	Planung	-	-	-	-	-
1.2000	Unterstützung und Beratung (4.6 % v. Realisierung, exkl. Reserve)	9'599'275	45'939'037	825'268	408'182	56'771'761
1.3000	Projektierung und Bauleitung (11.5 % v. Realisierung, exkl. Reserve)	23'998'187	114'847'591	2'063'169	1'020'456	141'929'403
TOTAL 1	Projektierung	33'597'462	160'786'628	2'888'437	1'428'638	198'701'165
1.6000	Reserve Projektierung (10 % von Konto 1)	3'359'746	16'078'663	288'844	142'864	19'870'116
2	**Landerwerb**					
2.4000	Landerwerb	9'897'190	80'704'910	0	297'600	90'899'700
TOTAL 2	Landerwerb	9'897'190	80'704'910	0	297'600	90'899'700
2.6000	Reserve Landerwerb (10 % von Konto 2)	989'719	8'070'491	0	29'760	9'089'970
3	**Realisierung**					
3.5010	Vorbereitung, provisorische Massnahmen	21'449'626	172'519'184	0	228'840	194'197'650
3.5020	Baugruben und Erdbauarbeiten	41'503'746	99'263'773	0	77'635	140'845'154
3.5100	Bauarbeiten Trasse	36'105'233	25'877'978	0	264'264	62'247'475
3.5200	Bauarbeiten Kunstbauten	29'876'571	149'424'108	0	925'730	180'226'409
3.5300	Bauarbeiten Tunnel	21'189'171	413'364'089	0	914'160	435'467'420
3.5400	Fahrzeugrückhaltesysteme	6'095'250	2'251'385	0	0	8'346'635
3.5500	Entwässerung und Kanalisation, Leitungsarbeiten	31'822'739	38'663'416	0	146'194	70'632'349
3.5600	Provisorische Verkehrsführung während Baustelle	5'400'000	18'356'575	0	111'104	23'867'679
3.5700	Betriebs- und Sicherheitsausrüstung	15'237'554	78'954'200	17'940'600	6'205'600	118'337'954
3.5910	Flankierende Massnahmen	834'720	3'994'699	71'762	35'494	4'936'675
3.8000	Betrieb allgemein	0	0	0	0	0
TOTAL 3	Realisierung	209'514'610	1'002'669'407	18'012'362	8'909'022	1'239'105'400
3.6000	Reserve Realisierung (10% von Konto 3.5)	20'951'461	100'266'941	1'801'236	890'902	123'910'540
Gesamtkosten exkl. MwSt., inkl. Reserve		278'310'188	1'368'577'039	22'990'879	11'698'785	1'681'576'891
MwSt. (7.7 %)		21'429'884	105'380'432	1'770'298	900'806	129'481'421
Gesamtkosten inkl. MwSt., inkl. Reserve		299'740'073	1'473'957'471	24'761'177	12'599'592	1'811'058'312
Gesamtkosten (gerundet)						**1'811 Mio. CHF**

Abbildung 226: Gesamtkosten AP Gesamtsystem Bypass Luzern Betriebszustand ohne Spange Nord

16.5. Massgebende Kostenabweichungen zum Generellen Projekt (GP)

Die Kosten des Generellen Projekts (GP) Gesamtsystem Bypass Luzern exkl. dem Umbau des Anschluss Luzern-Lochhof für die Anbindung des Kantonsprojekts Spange Nord mit Preisbasis Oktober 2013 betrugen ca. 1‘663 Mio. CHF (inkl. MwSt. von 8 %). Die Kosten des Ausführungsprojekts (AP) für den Betriebszustand ohne Spange Nord, d.h. ohne Kosten für den Umbau des Anschluss Luzern-Lochhof mit Preisbasis Oktober 2018 betragen ca. 1‘811 Mio. CHF (inkl. MwSt. von 7.7 % und inkl. Teuerung Oktober 2013 → Oktober 2018). Die Mehrkosten zwischen dem GP und dem AP jeweils für den Betriebszustand ohne Spange Nord und unter Berücksichtigung der Teuerung und des Mehrwertsteuersatzwechsels betragen ca. 146 Mio. CHF und entsprechen ca. 9.5 % der Kosten aus der Phase GP.

Objekt	**Kostenabweichung gegenüber GP** **(inkl. MwSt.)**	**Begründung**
Ausbau Nord (TP 1)	34 Mio. CHF	• Umgestaltung an Kunstbauten in Verzweigung Rotsee infolge höherer Verkehrsbelastungen im Prognosehorizont 2040. • Höhere BSA Kosten.
Tunnel Bypass inkl. Grosshofbrücken (TP 2)	126 Mio. CHF	• Höhere Kosten bei Fundationen von div. Kunstbauten infolge Geologie. • Breitere Fahrstreifen infolge Anpassung Normen. • Anpassung Zentrale Grosshof aufgrund Neubau Grosshofbrücken/ Eingangstor Kriens. • Natürliche SABA Sedel und Grosshof anstelle technische SABA. • Höhere BSA Kosten. • Portalbauwerk auf Pfählen fundiert und längere Pfähle bei Brücken infolge schlechterer Geologie. • Vorschüttungen im Bauzustand notwendig. • Grösseres Betonvolumen infolge höherer Brücken wegen Einbau Strahlventilatoren. • Gestalterische Modifikationen (Lift, Spiegeldecken usw.).
Stadtautobahn (TP 3)	8 Mio. CHF	• Im Anschluss Lochhof wird die Installation der Betriebs- und Sicherheitsausstattung (BSA) des Tunnels Reussport, sowie des Trasses, welche aufgrund der Signalisation und der Versorgung des Tunnel Bypass benötigt werden, den veränderten Anforderungen BSA angepasst.
Ergänzung Süd (TP 4.1)	-22 Mio. CHF	• Trasseearbeiten zwischen Südportal Tunnel Spier und Halbanschluss Hergiswil werden bereits im EP Luzern-Hergiswil (TP 4.2) umgesetzt. • Verzicht auf Antirezirkulationswand am Südportal Tunnel Spier zwischen Fahrbahn Nord Nationalstrasse und Kantonsstrasse. • Optimierung der Entwässerungsmassnahmen. • Deckennischen für zusätzliche Strahlventilatoren.

17. Übergeordnete Termine / Weiteres Vorgehen

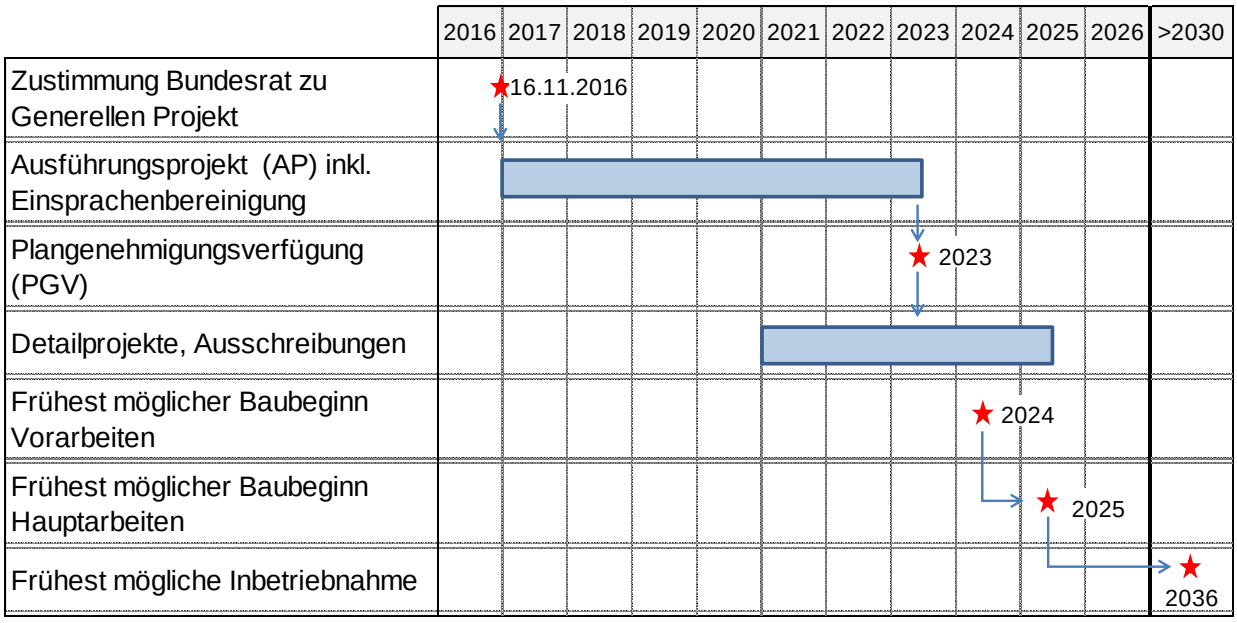


Abbildung 227: Grobterminprogramm Bypass Luzern

Gemäss dem Grobterminprogramm kann nicht vor dem Jahre 2025 mit den Hauptarbeiten begonnen werden. Dementsprechend wird die Inbetriebnahme des Bypass Luzern in etwa im Jahre 2036 stattfinden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Planungsphasen Bypass Luzern	12
Abbildung 2:	Aktueller Stand der N02/N14	14
Abbildung 3:	Stand mit Ausbau Bypass Luzern	15
Abbildung 4:	Übersicht Projektstruktur Gesamtsystem Bypass Luzern mit dem Betriebszustand ohne Spange Nord	16
Abbildung 5:	Ausbau Nord (TP 1)	17
Abbildung 6:	Tunnel Bypass (TP 2)	17
Abbildung 7:	Stadtautobahn (TP 3)	18
Abbildung 8:	Ergänzung Süd (TP 4.1, TP 4.2)	18
Abbildung 9:	Geologische Verhältnisse Tunnel Bypass	22
Abbildung 10:	Gesteinskennwerte	23
Abbildung 11:	Geologische Verhältnisse Lochhof - Friedental	24
Abbildung 12:	Geologische Verhältnisse St. Karli	25
Abbildung 13:	Ausschnitt für Raum Luzern-Kriens mit der Entwicklung der Einwohner (blau) und Arbeitsplätze (grün) von 2015 bis 2040 gemäss kantonaler Siedlungsprognose	27
Abbildung 14:	Entwicklung der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzahlen im Kanton Luzern	28
Abbildung 15:	Vergleich Fahrtenzahlen (Zuwachs Ausgangszustand 2040 (Z1.0) und Projektzustand 2040 (Z1.1) ggü. 2017 (Z0), ohne Zonenbinnenverkehr) im gesamten Modellgebiet des KVM Luzern	30
Abbildung 16:	Vergleich Fahrtleistungen (Zuwachs Ausgangszustand 2040 (Z1.0) und Projektzustand 2040 (Z1.1) ggü. 2017 (Z0), ohne Zonenbinnenverkehr) im gesamten Modellgebiet des KVM Luzern	30
Abbildung 17:	Rückstauentwicklung auf Nationalstrassen N02/N14, Referenzzustand 2040 ohne Projekt (Morgenspitze links, Abendspitze rechts)	31
Abbildung 18:	Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Nord	33
Abbildung 19:	Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Ost	34
Abbildung 20:	Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Stadtgebiet Luzern	35
Abbildung 21:	Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen im Bereich Luzern-Süd	36
Abbildung 22:	Verkehrsentwicklung an ausgewählten Strassen in Nidwalden (Bereich Hergiswil)	37
Abbildung 23:	Vorgehens-Schema verkehrstechnische Dimensionierung Nationalstrassen	38
Abbildung 24:	Grenzen für verkehrstechnische Beurteilung von Knoten mit Lichtsignalanlagen	39
Abbildung 25:	IST-Zustand N02/N14	40
Abbildung 26:	Zustand N02/N14 mit Gesamtsystem Bypass Luzern	41
Abbildung 27:	Veränderung Fahrtrouten von der N14 aus Richtung Zug (links) und von der N02 aus Richtung Süden (rechts) 2040 mit/ohne Projekt	42
Abbildung 28:	Resultierende Verkehrsqualitäten zur Abendspitze 2040 auf den Nationalstrassen	44
Abbildung 29:	Resultierende Verkehrsqualitäten zur Morgenspitze 2040 auf den Nationalstrassen	45
Abbildung 30:	Autobahnanschluss Buchrain mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)	47
Abbildung 31:	Autobahnanschluss Emmen Süd mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)	48
Abbildung 32:	Anschluss Luzern-Zentrum mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040)	49

Abbildung 33: Anschluss Luzern-Kriens mit Auslastungen Anschlussknoten in % (Morgenspitze 2040 / Abendspitze 2040) 50
Abbildung 34: Veränderung der Verkehrsbelastungen durch das Projekt (DTV 2040, Mfz/Tag) 53
Abbildung 35: Verbesserung der Verkehrssicherheit an den heutigen Gefahrenstellen 54
Abbildung 36: Verkehrstechnische Ausrüstung auf den einzelnen Objekten 58
Abbildung 37: Sperrung Tunnel Rathausen Röhre 1 Fahrtrichtung Luzern 59
Abbildung 38: Sperrung Tunnel Rathausen Röhre 2 Fahrtrichtung Luzern 59
Abbildung 39: Sperrung Tunnel Rathausen Fahrt- richtung Zug 59
Abbildung 40: Sperrung Tunnel Bypass in Fahrtrichtung Süden 60
Abbildung 41: Sperrung Tunnel Bypass in Fahrtrichtung Norden 60
Abbildung 42: Sperrung Tunnel Reussport in Fahrtrichtung Süden 61
Abbildung 43: Sperrung Tunnel Reussport in Fahrtrichtung Norden 61
Abbildung 44: Sperrung Tunnel Sonnenberg in Fahrtrichtung Süden 62
Abbildung 45: Sperrung Tunnel Sonnenberg in Fahrtrichtung Norden 62
Abbildung 46: Situation neue Lage SABA Rathausen 64
Abbildung 47: Verkehrssystem Reusseggstrasse mit den bestehenden und neu geplanten LSA-Knoten 64
Abbildung 48: Bestvariante Knoten LSA 026 Sedel 2 65
Abbildung 49: Bestvariante neuer Knoten LSA 025-2 65
Abbildung 50: Querschnitt / Ansicht / Situation Projekt VIVA © Planergemeinschaft Grosshof c/o ACS Partner AG 67
Abbildung 51: Geplante Bauhilfsmassnahmen St. Karli gemäss GP 69
Abbildung 52: Querprofil Stützmauer SM 01 Ibach Fahrbahn Richtung Nord (Stand GP) 71
Abbildung 53: Querprofil Stützmauer SM 01 Ibach Fahrbahn Richtung Nord 71
Abbildung 54: Übersicht Projektperimeter 72
Abbildung 55: Querschnitt Abschnitt Verzweigung Rotsee bis Tunnel Rathausen 73
Abbildung 56: Querschnitt Abschnitt Tunnel Rathausen 74
Abbildung 57: Querschnitt Abschnitt Tunnel Rathausen bis Anschluss Buchrain 74
Abbildung 58: Situation Verzweigung Rotsee 78
Abbildung 59: Situation Anschluss Emmen Süd inkl. Reusseggstrasse 78
Abbildung 60: Situation im Bereich Anschluss Buchrain 79
Abbildung 61: Querschnitt Brücke Reuss Buchrain 80
Abbildung 62: Querschnitt Brücke Reuss Reusseggstrasse Emmen 81
Abbildung 63: Längsschnitt UNF Bach und Wild Rathausen 82
Abbildung 64: Längsschnitt UNF Bewirtschaftungsweg 7 82
Abbildung 65: Längsschnitt UNF Cholbe 83
Abbildung 66: Querschnitt Stützmauer (SM) N14 Rampe 300 Verzweigung Rotsee 83
Abbildung 67: Querschnitt (oben) und Situation (unten) Stützmauer (SM) Reuss Kanal FBLU Rathausen 84
Abbildung 68: Situation Tunnel Rathausen 85
Abbildung 69: Visualisierung 3. Röhre Tunnel Rathausen, Portal West 85
Abbildung 70: Visualisierung 3. Röhre Tunnel Rathausen, Portal Ost 86
Abbildung 71: Querprofil Baugrube der 3. Röhre Tunnel Rathausen 86
Abbildung 72: Verkehrstechnischer Nutzraum 87
Abbildung 73: Normalprofil Gewölbe und verkehrstechnischer Nutzraum 88
Abbildung 74: Normalprofil Portalbereiche und verkehrstechnischer Nutzraum 88

Abbildung 75: Situation Fluchtwege und SOS-, Hydranten und Spülnischen/-schächte 89
Abbildung 76: Schnitt durch die geplante WELK-Zentrale mit dem Ventilatoren-Raum am Portal Ost (Portal West analog) 90
Abbildung 77: Längsschnitt Tankanlage für autonome Löschwasserversorgung Tunnel Rathausen 91
Abbildung 78: Perimeter Entwässerung 92
Abbildung 79: Einzugsgebiete IST und Ausbau Nord sowie zugehörige Vorfluter 93
Abbildung 80: Kennwerte Absetzbecken SABA Rathausen 93
Abbildung 81: Kennwerte Retentionsfilterbecken SABA Rathausen 94
Abbildung 82: Situation SABA Rathausen 94
Abbildung 83: Lärmschutzwände 95
Abbildung 84: Schalltechnische Anforderungen an den Lärmschutz 95
Abbildung 85: Situation Tunnel Bypass / Stadtautobahn 99
Abbildung 86: Situation Tunnelvorzone Ibach des neuen Tunnel Bypass 101
Abbildung 87: Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) Sedel 102
Abbildung 88: Situation Tunnelvorzone Ibach 103
Abbildung 89: Querprofil der Stützmauer SM 01 Ibach FBNO Ebikon 103
Abbildung 90: Querprofil der Stützmauer SM 02 Ibach Mitte Ebikon 104
Abbildung 91: Querprofil der Stützmauer (SM) 03 Ibach FBSU Ebikon 104
Abbildung 92: Längsschnitt Unterführung UNF Grüeblischachen Nord 105
Abbildung 93: Übersicht Lärmschutz Tunnelvorzone Ibach 105
Abbildung 94: Übersicht abgebrochene und ersetzte Lärmschutzmassnahmen in Tunnelvorzone Ibach 106
Abbildung 95: Neue Linienführung der 15-kV.Fahrstromleitung der SBB in Ibach 108
Abbildung 96: Situation Tagbautunnel Nord (Ibach) 109
Abbildung 97: Normalprofil der Rampen des Tagbautunnels Nord (Ibach) 109
Abbildung 98: Normalprofil des Tagbautunnels Nord (Ibach) 110
Abbildung 99: Technikzentrale Ibach 110
Abbildung 100: Normalprofil Tunnel Bypass mit Tunnelbohrmaschine (TBM) 112
Abbildung 101: Normalprofil Tunnel Bypass mit Sprengvortrieb (SPV) 112
Abbildung 102: Längsschnitt durch begehbare Querverbindungen 114
Abbildung 103: Grundriss befahrbare Querverbindung mit unterirdischer Technikzentrale 115
Abbildung 104: Schema Löschwasserversorgung Tunnel Bypass ab Netz ewl 116
Abbildung 105: Resultate Netzberechnungen ewl Löschwasserversorgung Tunnel Bypass 117
Abbildung 106: Entwässerungsabschnitte Tunnel Bypass und Stadtautobahn (Überwerfung und Brücke Portalbauwerk Grosshof) 118
Abbildung 107: Situation Fluchtwegkonzept (Ereignis in Röhre FBNO) 119
Abbildung 108: Situation Fluchtwegkonzept (Ereignis in Röhre FBSU) 119
Abbildung 109: Situation Zwischenangriff St. Karli 120
Abbildung 110: Schnitt Zwischengriff St. Karli (Bauzustand) 121
Abbildung 111: Längsschnitt Zwischengriff St. Karli (Bauzustand) 121
Abbildung 112: Situation Zwischengriff St. Karli (Endzustand) 122
Abbildung 113: Schnitt Zwischengriff St. Karli (Endzustand) 123
Abbildung 114: Situation der Lüftungszentrale Gütschwald 124
Abbildung 115: Lüftungszentrale Gütschwald 125
Abbildung 116: Erschliessung der Lüftungszentrale Gütschwald 126

Abbildung 117: Technikzentrale Grosshof 127
Abbildung 118: Normalprofil Tunnel Bypass mit BSA Einbauten 129
Abbildung 119: Lüftungskonzept Tunnel Bypass 130
Abbildung 120: Objektbezeichnungen Bereich Grosshofbrücken 132
Abbildung 121: Pictogramm 134
Abbildung 122: Referenzbild Parklandschaft auf dem Dach 134
Abbildung 123: Parklandschaft 135
Abbildung 124: Brückenhaus 135
Abbildung 125: Differenzierung Infrastrukturbauwerk 136
Abbildung 126: Visualisierung Fassade Ost (Eingangstor Kriens) 136
Abbildung 127: Visualisierungen Grosshofbrücken inkl. Portalbauwerk 137
Abbildung 128: Visualisierung Nutzung unter der Brücke 138
Abbildung 129: Mögliche Nutzungen unter der Brücke (z.B. Share & Repair, Grafiker, Modellbauer, KITA, Gemüsehändler 138
Abbildung 130: Mögliche Nutzungen Vertikalraum: Kletterpark, Indoorfarm, Eventhalle 139
Abbildung 131: Referenzbilder Skillspark: Spiellandschaft, farbiges Mehrfachgeflecht, Ortbetonplatten 139
Abbildung 132: Visualisierung Fassade mit Brückenuntersicht 140
Abbildung 133: Querprofil Grosshofbrücken entlang Langsägestrasse 141
Abbildung 134: BSA-Konzept Grosshofbrücken Ost / FBNO 145
Abbildung 135: BSA-Konzept Grosshofbrücken West / FBSU 145
Abbildung 136: Situation der Tunnelvorzone Süd (Grosshof) 146
Abbildung 137: Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) Grosshof 147
Abbildung 138: Längsschnitt der Unterführung UNF Rampe 300 Anschluss Luzern-Kriens 148
Abbildung 139: Querschnitt der Unterführung UNF Eichwilerstrasse Kriens 149
Abbildung 140: Querprofil der Stützmauer SM Garage Epper Kriens (FBNO) 149
Abbildung 141: Situation Lärmschutzwände Portalzone Süd – Anschluss Luzern-Kriens 150
Abbildung 142: Übersicht abgebrochene und ersetzte Lärmschutzmassnahmen in Tunnelvorzone Süd – Kriens 150
Abbildung 143: Situation des neuen Überwerfungstunnels (Tunnel Sonnenberg FBSU) 153
Abbildung 144: Normalprofil Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU mit Werkleitungskanal 154
Abbildung 145: Normalprofil Überwerfungstunnel Sonnenberg FBSU ohne Werkleitungskanal 155
Abbildung 146: Situation Reststrecke Tunnel Sonnenberg FBSU 156
Abbildung 147: Anpassung Fluchtwegkonzept Stadtautobahn (Ereignis in Röhre FBNO) 157
Abbildung 148: Anpassung Fluchtwegkonzept Stadtautobahn (Ereignis in Röhre FBSU) 158
Abbildung 149: Querschnitt Wanne Schlund mit Umnutzung Pannenstreifen in Fahrstreifen 161
Abbildung 150: Querschnitt Tunnel Spier mit Umnutzung Pannenstreifen in Fahrstreifen 162
Abbildung 151: Querschnitt offene Strecke Süd Südportal Tunnel Spier – Anschluss Hergiswil 162
Abbildung 152: Ummarkierung Pannenstreifen zu drittem Fahrstreifen auf der FBNO im Bereich Verzweigung Lopper - Anschluss Hergiswil 163
Abbildung 153: Bestehende Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Schlund 164
Abbildung 154: Bestehende Antirezirkulationswand Nordportal Tunnel Spier 165
Abbildung 155: Neue Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Spier 166
Abbildung 156: Lage der Deckennischen für zusätzliche Strahlventilatoren im Tunnel Schlund 166
Abbildung 157: Ungefähre Lage der Deckennische in der Oströhre 167
Abbildung 158: Ungefähre Lage der Deckennische in der Weströhre 167

Abbildung 159: Querschnitt der Deckennische (Oströhre, FBNO) 168
Abbildung 160: Übersicht Entwässerungsperimeter Ergänzung Süd 169
Abbildung 161: Einzugsgebiete der Strassenfläche bezogen auf die Fangbecken 170
Abbildung 162: Grundwasserschutzbereiche entlang des Projektperimeters Ergänzung Süd 171
Abbildung 163: Ergebnisse Simulation IST-Zustand 172
Abbildung 164: Längsschnitt Fangbecken 2 mit Anpassungen der Überfallkanten 173
Abbildung 165: Längsschnitt Fangbecken 3 mit Anpassungen der Überfallkanten 173
Abbildung 166: Realisierungsetapppierung / Grobbauprogramm Gesamtsystem Bypass Luzern 176
Abbildung 167: Beispielschnitt Bauphase 1 177
Abbildung 168: Beispielschnitt Bauphase 3 178
Abbildung 169: Realisierungszeitfenster Ausbau Nord im Grobbauprogramm 179
Abbildung 170: Bauprogramm Ausbau Nord Jahre 6 bis 8 179
Abbildung 171: Bauprogramm Ausbau Nord Jahre 9 – 11 180
Abbildung 172: Massenbilanz Aushub Ausbau Nord (TP 1) 180
Abbildung 173: Massenbilanz Humus Ausbau Nord (TP 1) 180
Abbildung 174: Installationsplätze Bereich Buchrain 181
Abbildung 175: Installationsplätze Bereich Tunnel Rathausen 182
Abbildung 176: Installationsplätze Bereich Verzweigung Rotsee 182
Abbildung 177: Tunnel Bypass Hauptbauphase 0 (Istzustand) 184
Abbildung 178: Tunnel Bypass Hauptbauphase 1 185
Abbildung 179: Tunnel Bypass Hauptbauphase 2 186
Abbildung 180: Tunnel Bypass Hauptbauphase 3 187
Abbildung 181: Tunnel Bypass Hauptbauphase 4 188
Abbildung 182: Tunnel Bypass Hauptbauphase 5 189
Abbildung 183: Tunnel Bypass Hauptbauphase 6 190
Abbildung 184: Tunnel Bypass Hauptbauphase 7 - Endzustand 191
Abbildung 185: Hauptinstallationsplatz Ibach 192
Abbildung 186: Installationsplatz Grosshof 193
Abbildung 187: Installationsplatz St. Karli 193
Abbildung 188: Installationsplatz Gütschwald 194
Abbildung 189: Verkehrsführung pro Bauphase 195
Abbildung 190: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Schlund 196
Abbildung 191: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Nordportal Tunnel Spier 196
Abbildung 192: Provisorische Verkehrsführung für Antirezirkulationswand Südportal Tunnel Spier 196
Abbildung 193: Installationsplatz Schlund beim Anschluss Luzern-Horw 197
Abbildung 194: Luftbild des Installationsplatzes Schlund beim Anschluss Luzern-Horw 198
Abbildung 195: Temporäre Installationsflächen auf dem Tunnel Schlund für den Bau der Deckennischen 199
Abbildung 196: Regelkreis zur Umsetzung der verkehrlichen Zielvorgaben während der Realisierung 200
Abbildung 197: Nationalstrassennetz im Raum Luzern im Ist-Zustand 201
Abbildung 198: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 0 202

Abbildung 199: Umleitung und flankierende Massnahmen während des Einbahnregimes auf der Reusseggstrasse in der Verkehrsphase 0 (Abschnitt Knoten Brücke Ibach - Kreisel Ibach) 203
Abbildung 200: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1a 204
Abbildung 201: Ausweichrouten während der Instandsetzung des Abschnittes Luzern-Kriens-Hergiswil in der Verkehrsphase 1a 205
Abbildung 202: Mögliche Verkehrsführung während dem Umbau der Ausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern in der Verkehrsphase 1a (Vorbehaltener Entschluss) 206
Abbildung 203: Ausweichrouten und flankierende Massnahmen während dem Umbau der Ausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern in der Verkehrsphase 1a 207
Abbildung 204: Sperrung Langsägestrasse für den MIV zur Erstellung der provisorische Verkehrsführung der Luzernerstrasse ab der Verkehrsphase 1a 208
Abbildung 205: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen während der Sperrung der Langsägestrasse für den MIV ab der Verkehrsphase 1a 208
Abbildung 206: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1b 209
Abbildung 207: Situation (massgebende Phase) beim Umbau der Eichwilstrasse in der Verkehrsphase 1b 210
Abbildung 208: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen beim Umbau der Eichwilstrasse in der Verkehrsphase 1b 210
Abbildung 209: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1c 211
Abbildung 210: Ausweichrouten und flankierende Massnahmen während dem 6-Spur-Ausbau auf der N14 zwischen dem Anschluss Buchrain und der Verzweigung Rotsee in der Verkehrsphase 1c 212
Abbildung 211: Provisorische Verkehrsführung während dem Umbau der Reussbrücke und Anpassungen der Brücke über die N14 in der Verkehrsphase 1c 213
Abbildung 212: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 1d 214
Abbildung 213: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 2 215
Abbildung 214: Umleitungsregime Grüeblischachen in der Verkehrsphase 2 216
Abbildung 215: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen beim Anschluss Emmen-Süd in der Verkehrsphase 2 217
Abbildung 216: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen beim Anschluss Emmen-Süd während dem Bau der neuen Einfahrt in der Verkehrsphase 2 217
Abbildung 217: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 3 218
Abbildung 218: Provisorische Verkehrsführung und flankierende Massnahmen in der Verkehrsphase 3 219
Abbildung 219: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 4 220
Abbildung 220: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 5 221
Abbildung 221: Ausweichverkehr und flankierende Massnahmen in der Verkehrsphase 5 222
Abbildung 222: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 6 224
Abbildung 223: Gesamtsystem Bypass Luzern in der Verkehrsphase 7 225
Abbildung 224: Gesamtsystem Bypass Luzern im Endzustand 226
Abbildung 225: Zusammenfassung Kostenschätzung AP 239
Abbildung 226: Gesamtkosten AP Gesamtsystem Bypass Luzern Betriebszustand ohne Spange Nord 241
Abbildung 227: Grobterminprogramm Bypass Luzern 243

Abkürzungsverzeichnis

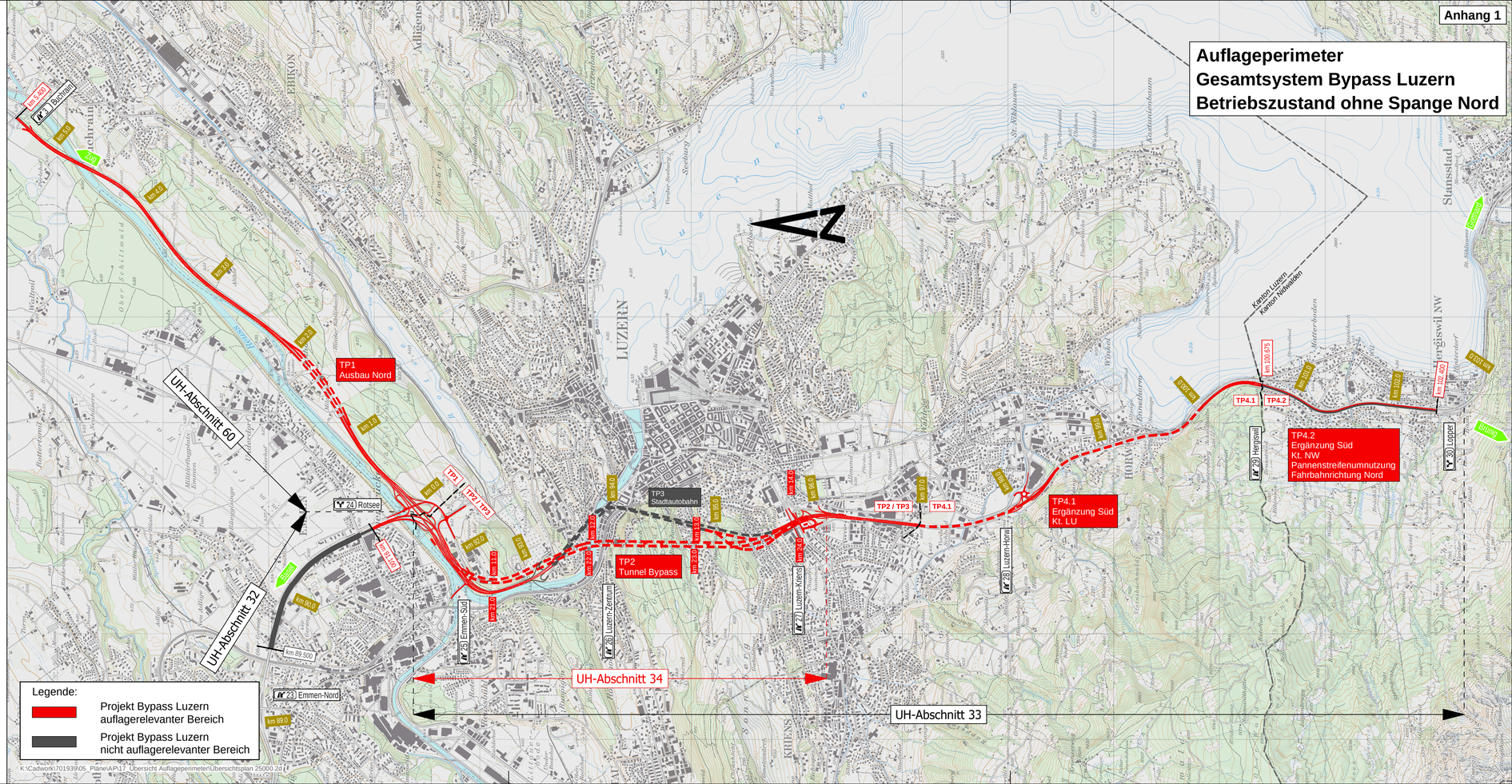
Abk.	Beschreibung
A	Ausbau (Finanzierungskonto)
AEM	Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen
AP	Ausführungsprojekt
AS	Anschluss
ASB	Absetzbecken
ASP	Abendspitzenstunde (werktägliche)
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BHU	Bauherrenunterstützung
BKN	Breitband-Kommunikations-Netzwerk (für Daten, Sprache und Bilder)
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr (Montag bis Sonntag)
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
E	Engpassbeseitigung (Finanzierungskonto)
EP	Erhaltungsprojekt
ESP	Elektrostützpunkt
FBLU	Fahrbahn Fahrtrichtung Luzern
FBNO	Fahrbahn Fahrtrichtung Nord
FBSU	Fahrbahn Fahrtrichtung Süd
FBZG	Fahrbahn Fahrtrichtung Zug
FLAMA	Flankierende Massnahmen
FS	Fahrstreifen
GE	Gebietseinheit
GLU	Gesamtleitungsunterstützung
GNP	Geometrisches NormalprofilBZ
GP	Generelles Projekt
GPL/PL	Gesamtprojektleitung / Projektleitung
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GschV / GSV	Gewässerschutzverordnung
HLS	Hochleistungsstrasse
HWS	Hochwasserschutz
INGE/IG	Ingenieurgemeinschaft
Kt.	Kanton
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
KVM Luzern	Kantonales Verkehrsmodell Luzern
LF	Linienführung
LKW	Lastwagen
LSA	Lichtsignalanlage
LSV	Lärmschutzverordnung
LSW	Lärmschutzwand
LU	Luzern
LZ	Lüftungszentrale
MSP	Morgenspitzenstunde (werktägliche)
MSV	Massgebender stündlicher Verkehr
MÜLS	Mittelstreifen-Überfahrten
N02	Nationalstrasse N02
N08	Nationalstrasse N08
N14	Nationalstrasse N14
NHB	Nothaltebucht
Nn	Durchschnittlicher stündlichen Nachtverkehr (22-6 Uhr in Mfz/h)
Nn2	Anteil laute Fahrzeuge am stündlichen Nachtverkehr (22-6 Uhr in %)
NSV/NSG	Nationalstrassenverordnung / Nationalstrassengesetz

Abk.	Beschreibung
Nt	Durchschnittlicher stündlicher Tagesverkehr (6-22 Uhr in Mfz/h)
NT	Notruftelefon
NTA	Notruftelefonanlage
Nt2	Anteil laute Fahrzeuge am stündlichen Tagesverkehr (6-22 Uhr in %)
NW	Nidwalden
OMM	Obere Meeresmolasse
ÖRB	Ölrückhaltebecken
OSM	Obere Süsswassermolasse
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PS	Pannenstreifen
PUN	Pannenstreifenumnutzung
PV	Projektverfasser
PW	Personenwagen / Pumpwerk
QS	Querschnitt
QV	Querverbindung
RFB	Retentionsfilterbecken
RL	Richtlinie
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage
SiSto	Sicherheitsstollen
SM	Stützmauer
SN	Schweizerische Norm
SPV	Sprengvortrieb
T/G	Bezeichnung Fachgebiet Tunnel / Geotechnik gemäss ASTRA Fachhandbuch
TBM	Tunnelbohrmaschine
TP	Teilprojekt
U	Unterhalt (Finanzierungskonto)
ÜEF / UNF	Überführung / Unterführung
UHkm	Unterhaltskilometer
UeLs	Übergeordnetes Leitsystem
UNF	Unterführung
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz
USM	Untere Süsswassermolasse
USV	Unterbruchslose Stromversorgung
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VDE	Verkehrsdatenerfassung
vfM	Verkehrliche flankierende Massnahmen
VI	Verkehrsingenieur
VM	Verkehrsmanagement
VM-UVEK	Verkehrsmodell des Bundes
vp	Projektierungsgeschwindigkeit
VQS	Verkehrsqualitätsstufe(n)
V_{sign}	Signalisierte Geschwindigkeit
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
VTV	Verkehrsfernsehen
WELK	Werkleitungskanal
WS / WWW	Wechselsignale/Wechselwegweisung
WTA	Wechseltextanzeige
ZMB	Zweckmässigkeitsbeurteilung

Anhang 1 Auflageperimeter Gesamtsystem Bypass Luzern für Betriebszustand ohne Spange Nord

Anhang 1

Auflageperimeter
Gesamtsystem Bypass Luzern
Betriebszustand ohne Spange Nord

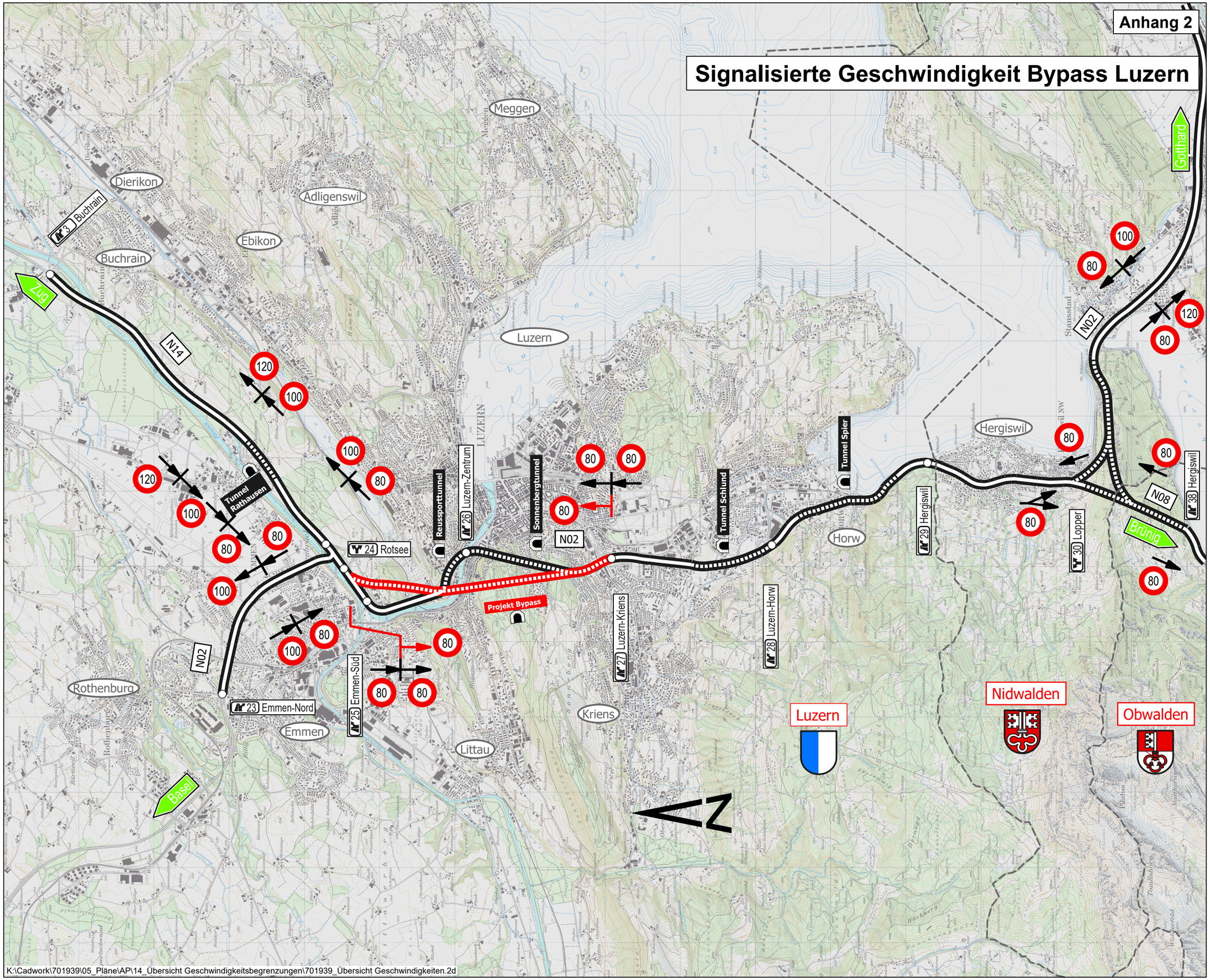


K:\Cadwork\701939\05_Plane\AP17_Übersicht Auflageperimeter\Übersichtsplan 25000.2d

Anhang 2 Geschwindigkeitsregime Bypass Luzern

Anhang 2

Signalisierte Geschwindigkeit Bypass Luzern



K:\Cadwork\701939\05_Pläne\AP\14_Übersicht Geschwindigkeitsbegrenzungen\701939_Übersicht Geschwindigkeiten.2d

Anhang 3 Übersichtstabelle Antirezirkulationswände

Übersichtstabelle Antirezirkulationswände

Objekt/Lage	Antirezirkulationswand geplant	Begründung
Tunnel Rathausen, Portal Ost, zwischen 1. Röhre und 2. Röhre	Keine neue Antirezirkulationswand notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand genügt den aktuellen Anforderungen.
Tunnel Rathausen, Portal Ost, zwischen 2. Röhre und 3. Röhre	Keine Antirezirkulationswand notwendig.	Gemäss Risikobeurteilung von NABLA Engineering wird zwischen der bestehenden 2. Röhre und der neuen 3. Röhre keine Antirezirkulationswand benötigt.
Tunnel Rathausen, Portal West, zwischen 1. Röhre und 2. Röhre	Keine neue Antirezirkulationswand notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand genügt den aktuellen Anforderungen.
Tunnel Rathausen, Portal West, zwischen 2. Röhre und 3. Röhre	Keine Antirezirkulationswand notwendig.	Gemäss Risikobeurteilung von NABLA Engineering wird zwischen der bestehenden 2. Röhre und der neuen 3. Röhre keine Antirezirkulationswand benötigt.
Tunnel Reussport, Portal Nord	Keine Anpassungen an der bestehenden Antirezirkulationswand notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand genügt den aktuellen Anforderungen.
Tunnel Reussport, Portal Süd	Keine Anpassungen notwendig.	Die bestehende, fahrraumhohe Lärmschutzwand zwischen dem Tunnel Reussport und dem Tunnel Sonnenberg dient als Antirezirkulationswand.
Tunnel Sonnenberg, Portal Nord	Keine Anpassungen notwendig.	Die bestehende, fahrraumhohe Lärmschutzwand zwischen dem Tunnel Reussport und dem Tunnel Sonnenberg dient als Antirezirkulationswand.
Tunnel Bypass, Portal Süd	Es ist eine Antirezirkulationswand zwischen den Fahrstreifen FBNO und FBSU des neuen Tunnel Bypass vorgesehen.	Die Wand verhindert, dass im Brandfall Rauch von einer Bypass Tunnelröhre in die andere gelangt. (Es wird von der einen in die andere Bypass Tunnelröhre geflüchtet). Zwischen den Bypass Tunnelröhren und der Stadtautobahn (Tunnel Sonnenberg) sind keine Antirezirkulationswände notwendig.
Tunnel Bypass, Portal Nord	Keine Antirezirkulationswand notwendig.	Die baulichen Tunnelportale sind im Grundriss um rund 90 m versetzt. Sie liegen zudem in Tieflage (Wanne). Die Antirezirkulation wird dadurch sichergestellt. Im Weiteren sind die Fahrtrichtungen FBNO und FBSU (Stadtautobahn) durch eine Lärmschutzwand (h = 3.65 m) voneinander getrennt.

Objekt/Lage	Antirezirkulationswand geplant	Begründung
Tunnel Schlund, Portal Nord	Keine neue Antirezirkulationswand notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand genügt den aktuellen Anforderungen.
Tunnel Schlund, Portal Süd	Anpassungen an der Antirezirkulationswand sind notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand reicht beim Portal bis Unterkante der Deckenkonstruktion und fällt anschliessend über eine Länge von rund 45 m kontinuierlich ab. Die Antirezirkulationswand muss eine Länge von mindestens 30 m und eine konstante Höhe bis Oberkante Fahrraum des Tunnels aufweisen. Deshalb muss die bestehende Wand angepasst werden.
Tunnel Spier, Portal Nord	Anpassungen an der Antirezirkulationswand sind notwendig.	Die bestehende Antirezirkulationswand reicht beim Portal bis Unterkante der Deckenkonstruktion und fällt anschliessend über eine Länge von rund 45 m kontinuierlich ab. Die Antirezirkulationswand muss eine Länge von mindestens 30 m und eine konstante Höhe bis Oberkante Fahrraum des Tunnels aufweisen. Deshalb muss die bestehende Wand angepasst werden.
Tunnel Spier, Portal Süd	Es ist eine neue Antirezirkulationswand notwendig.	Am heutigen Portal ist keine Antirezirkulationswand vorhanden.

Anhang 4 Gesamtübersicht der Bauarbeiten

Gesamtübersicht der Bauarbeiten und vereinfachter zeitlicher Ablauf für den Bypass Luzern

	Jahre																
	V	Hauptarbeiten 10.5 Jahre													A		
Verzweigung Rotsee - Anschluss Buchrain (A14)	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13		14
- Reusseggbrücke						2 Jahre										
- Reusseggstrasse inkl. Anschluss								13 Monate								
- 6-Spur-Ausbau (A14)								3 Jahre 3 Monate								
- Rohbau/Innenausbau (3. Röhre Tunnel Rathausen)								3 Jahre 1 Monat								
- BSA (3. Röhre Tunnel Rathausen)											1 Jahr 6 Monate					
Verzweigung Rotsee - Anschluss Hergiswil (A2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13		14
- Vorbereitungsarbeiten	1 Jahr															
- Hauptarbeiten Bypasstunnel				5 Jahre 10 Monate												
- Überwerfungstunnel: Anschluss								1 Jahr 5 Monate								
- Ergänzung Portalbauwerk Teil West 2 u. Knotenanpassungen (Kriens)									4M							
- Ergänzung Portalbauwerk Teil West 3 (Kriens)										7M						
- Ersatzneubau Grosshofbrücke Teil Ost (Kriens)											2 Jahre 10 Monate					
- Abschlussarbeiten (Kriens)														7M		
- Ergänzung Süd		2 Jahre														
Verkehrsphase	**0**	**1a**		**1b**		**1c**	**1d**	**2**	**3**	**4**	**5**			**6**	**7**	

Verzweigung Rotsee - Anschluss Buchrain (A14)	Einschränkungen	Auswirkungen	Massnahmen	Verkehrsphase	Dauer
- Reusseggbrücke	Aufhebung separater Linksabbiegestreifen aus Richtung Emmen	Überlastung Knoten K026 (Sedel 2)	Linksabbiegeverbot, Umleitung über provisorische Wendemöglichkeit	1c/d	2 Jahre
- Reusseggstrasse inkl. Anschluss	provisorische Baustellen-Verkehrsführung	-	-	2	13 Monate
- 6-Spur-Ausbau (A14)	Reduktion Fahrstreifenbreiten, Tempo 80	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	1c-4	3 Jahre 3 Monate
- Rohbau/Innenausbau 3. Röhre Tunnel Rathausen	keine (Ausserhalb des Verkehrsbereichs)	-	-	1d-4	3 Jahre 1 Monat
- Betriebs- und Sicherheitsausrüstung 3. Röhre Tunnel Rathausen	keine (Ausserhalb des Verkehrsbereichs)	-	-	4/5	1 Jahr 6 Monate
Verzweigung Rotsee - Anschluss Hergiswil (A2)	**Einschränkungen**	**Auswirkungen**	**Massnahmen**		
- Vorbereitungsarbeiten	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	0	1 Jahr
	Reusseggstrasse zwischen Knoten K079 (Ibachbrücke) und Reussegg-Kreisel zeitweise in Richtung Emmenbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Seetalstrasse, Kreuzstutz-Kreisel, N2 Emmen-Nord)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		(zeitweise)
- Hauptarbeiten Bypasstunnel	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	1	5 Jahre 10 Monate
	Ausfahrt Emmen-Süd aus Richtung Luzern für kurze Zeit gesperrt.	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Seetalstrasse, Kreuzstutz-Kreisel, N2 Emmen-Nord)	Öffnung alte Ausfahrt Emmen-Süd, Öffnung Anschluss Lochhof als Wendemöglichkeit zur Entlastung der alten Ausfahrt (bei Bedarf)		(zeitweise)
	Eichwilstrasse zwischen Knoten K094 (Grosshof 1) und K098 (Grosshof 5) zeitweise in Richtung Horw gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Arsenalstrasse, Horwerstrasse, Alpenstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		(zeitweise)
	Ausfahrt ab Autobahn in Luzern-Kriens aus Norden für kurze Zeit nur in Richtung Luzernerstrasse möglich	Verkehrsverlagerung auf Ausweichrouten	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		(zeitweise)
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
- Überwerfungstunnel: Anschluss	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	2	1 Jahr 5 Monate
	Fahrbeziehung Emmen-Süd → Luzern-Kriens/A2-Süd unterbrochen	Verkehrsverlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Öffnung Verbindungsrampe Grüeblischachen als Ausweichroute		
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
- Ergänzung Portalbauwerk Teil West 2 und Knotenanpassungen (Kriens)	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	3	4 Monate
	Fahrbeziehung Emmen-Süd → A2-Süd unterbrochen	Verkehrsverlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Öffnung Verbindungsrampe Grüeblischachen als Ausweichroute		
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
-Ergänzung Portalbauwerk Teil West 3 (Kriens)	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	4	7 Monate
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
- Ersatzneubau Grosshofbrücke Teil Ost (Kriens)	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	5	2 Jahre 10 Monate
	Fahrbeziehung A2-Süd/Luzern-Kriens → Emmen-Süd unterbrochen	Verkehrsverlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten		
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
- Abschlussarbeiten (Kriens)	Reduktion Fahrstreifenbreiten, verkürzte Ein-/Ausfahrten, Tempo 60	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	6/7	7 Monate
	Fahrbeziehung A2-Süd → Emmen-Süd z.T. unterbrochen	Verkehrsverlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten		
	Langsägestrasse im Bereich der Grosshofbrücke gesperrt	Verkehrsverlagerungen auf Ausweichrouten (Luzernerstrasse)	Anpassung LSA-Programme und provisorische LSAs (bei Bedarf)		
- Ergänzung Süd	Reduktion Fahrstreifenbreiten, Tempo 80	Geringfügige Verlagerungen auf das Untergeordnete Netz	Dosierung der Ausfahrten und Ausweichrouten (bei Bedarf)	1a	2 Jahre