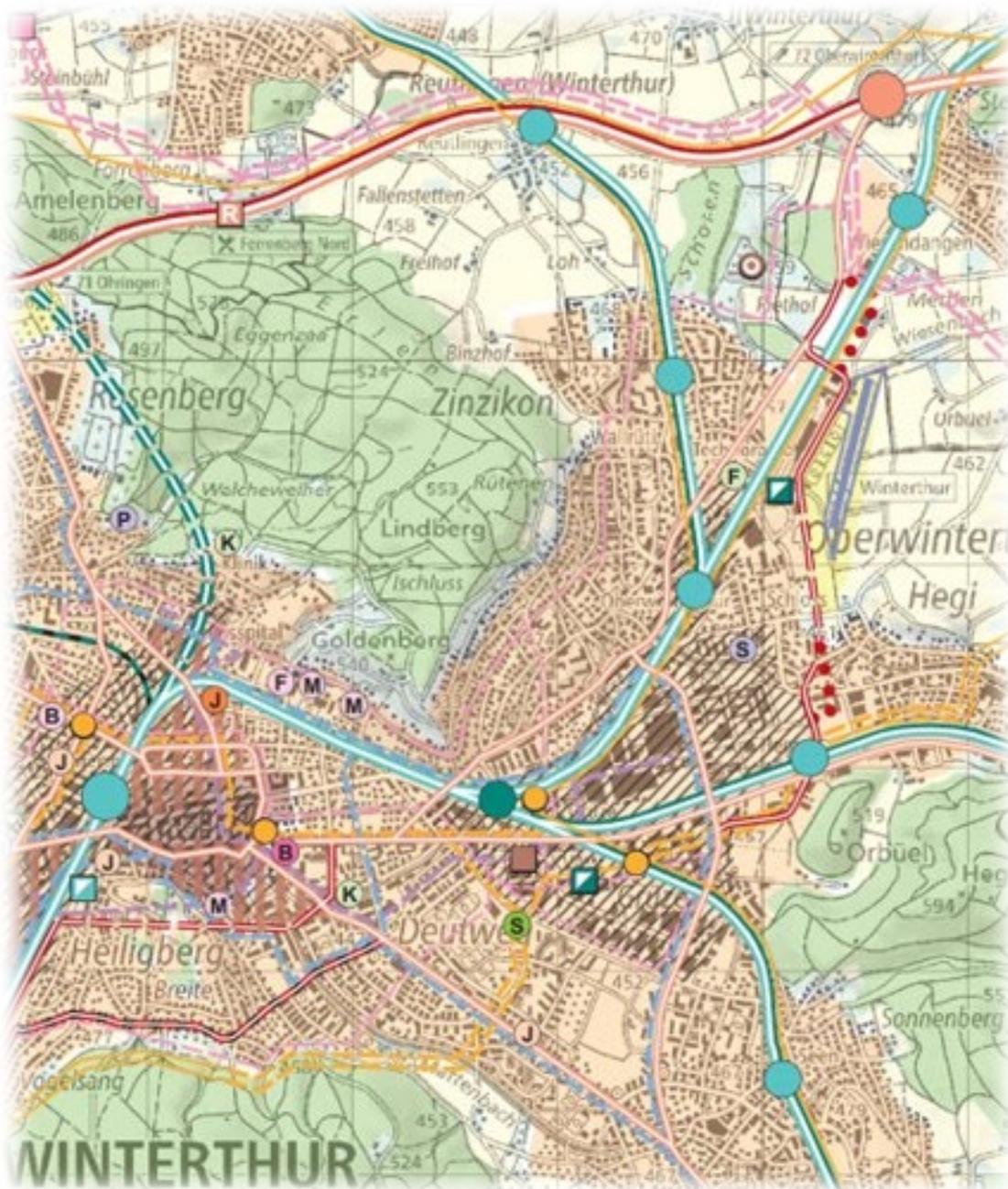


Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze

Vertiefte Vorstudie / Zweckmässigkeitsbeurteilung

Technischer Bericht
05. Juni 2025



Projektteam

Gert Delle Karth, Gesamtprojektleitung

Tiefbauamt Stadt Winterthur, Abteilung Projektierung und Realisierung

Armand Bosonnet, Gesamtprojektleitung Stellvertretung

Tiefbauamt Stadt Winterthur, Abteilung Projektierung und Realisierung

Roland Frei, Gesamtprojektleitung Stellvertretung

Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Amt für Mobilität

Alex Stahel

Metron AG, Bauherrenunterstützung Abteilung Mobilität

Michael Wiesner

Stadtgrün Winterthur, Ökologie und Freiraumplanung

Fritz Zollinger

Amt für Stadtentwicklung Winterthur

Adrian Guntli

Amt für Städtebau Winterthur, Abteilung Raumentwicklung

Lucia Gerber

Gemeinde Wiesendangen, Gemeinderätin

Ruedi Wellauer

Gemeinde Elsau, Gemeindeschreiber

Daniela Gietz

TBF AG, Bauherrenunterstützung

Steuerungsausschuss

Christa Meier, Vorsitz

Departement Bau und Mobilität Winterthur, Stadträtin

Markus Traber

Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Leiter Amt für Mobilität

Martin Joos

Tiefbauamt Winterthur, Leiter

Jens Andersen

Amt für Städtebau Winterthur, Leiter

Bettina Furrer

Amt für Stadtentwicklung Winterthur, Leiterin

Armand Bosonnet

Tiefbauamt Winterthur, Leiter Abteilung Projektierung und Realisierung

Herbert Elsener

Tiefbauamt Winterthur, Leiter Abteilung Mobilität

Lucia Gerber

Gemeinde Wiesendangen, Gemeinderätin

Daniel Kälin

Gemeinde Elsau, Gemeinderat

Projektverfasser

Bence Tasnády	EBP
Kristina Kössler	EBP
Somea Desarzens	EBP
Ramona Fluck	EBP
Tobias Etter	B+S
Dorothea Federer	B+S
Maike Dutz	B+S
Claudia Brühlhardt	CSD
Simon Roth	Jäckli

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 10. Juli 2025
2025-05-09_ZS_NHG_Bericht_ÜBERARBEITUNGSVERSION_def.docx
Projektnummer: 222562

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	10
1.1	Auftrag und Methodik	10
1.2	Grundlagen	12
1.3	Planungs- und Betrachtungsperimeter	13
1.4	Planungsgeschichte	14
2.	Projektziele	17
3.	Projektierungsvorgaben	18
3.1	Nutzung	18
3.2	Projektierungsgeschwindigkeit	18
3.3	Projektierungsgrundsätze Tunnel	18
3.4	Anforderungen Tunnelvortriebsmaschine	18
4.	Rahmenbedingungen	20
4.1	Bautechnische Rahmenbedingungen	20
4.2	Umweltrechtliche Rahmenbedingungen	23
4.3	Geologische und grundwasserspezifische Rahmenbedingungen	26
5.	Referenzzustand	31
5.1	Überprüfung Ist-Zustand GVM-ZH	31
5.2	Angebot und Nachfrage Prognosezustand	37
6.	Variantenfächer	41
6.1	Herleitung Variantenfächer	41
6.2	Übersicht Variantenfächer	45
7.	Machbarkeit	55
7.1	Bautechnische Machbarkeit unterirdische Linienführung	55
7.2	Bautechnische Machbarkeit Brücke SBB	66
7.3	Bautechnische Machbarkeit Unterführung Rietstrasse	68
7.4	Umweltrechtliche Machbarkeit	69
7.5	Fazit Machbarkeit	96
8.	Verkehrliche Wirkungen	97
8.1	Flankierende Massnahmen	97
8.2	Verlagerungswirkungen	98
8.3	Reisezeitveränderungen	99
9.	Grobkostenschätzung	101

9.1	Grundlagen der Grobkostenschätzung	101
9.2	Grobkostenschätzung (+/- 40%)	102
9.3	Vergleich der Kosten mit konventionellem Vortrieb	103
<hr/>		
10.	Detailbewertung	106
10.1	Ziel- und Indikatorensystem	106
10.2	Gewichtung	111
10.3	Bewertungsmethodik	112
10.4	Bewertungsergebnisse	116
<hr/>		
11.	Fazit	126

Abkürzungsverzeichnis

ZS NHG	Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze
FlaMa	Flankierende Massnahme
GVK	Gesamtverkehrskonzept
sGVK	Städtisches Gesamtverkehrskonzept
AP	Agglomerationsprogramm
GVM-ZH	Gesamtverkehrsmodell des Kt. Zürich
RVS	Regionale Verkehrssteuerung
REP	Räumliche Entwicklungsperspektive
StrG	Kantonales Strassengesetz
HLK	Hochleistungskorridor
TVM	Tunnelvortriebsmaschine
TBM	Tunnelbohrmaschine
HBK	Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster
HRR	Hochwasserrückhalteraum
OSM	Oberen Süsswassermolasse
FVV	Fuss- und Veloverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr (inkl. Wirtschaftsverkehr)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
ASP	Abendspitzenstunde
Fz	Fahrzeug
LSA	Lichtsignalanlage
SBB	Schweizerische Bundesbahn
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA	Kosten-Wirksamkeitsanalyse
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Zusammenfassung

Ausgangslage, Zielsetzung und Vorgehen

Im Jahr 1995 wurde das Gebiet Oberwinterthur/Grüze als Zentrumsgebiet im kantonalen Richtplan festgelegt und im Anschluss nach Lösungen für eine Verbesserung der Erschliessung des Zentrumsgebiets für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und den strassengebundenen Güterverkehr gesucht. Nach Durchführung von verschiedenen Studien hat der Kantonsrat 2017 die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze als geplante Hauptverkehrsstrasse im kantonalen Richtplan festgelegt.

Da es zur damals gewählten Linienführung technische Vorbehalte, insbesondere in Bezug auf den Grundwasserschutz gab, hat das Tiefbauamt die Konfliktpunkte analysiert und einen Planungskorridor bestimmt, in dem die bau- und bewilligungstechnischen Gefahren deutlich verringert werden sollten. Auf Basis dieser erarbeiteten Grundlagen hat das Stadtparlament der Stadt Winterthur im Jahr 2021 einen Kredit für die Ausarbeitung einer vertieften Vorstudie gesprochen um die Linienführung zur Zentrumserschliessung abschliessend zu klären und die technische, verkehrliche sowie städtebauliche Machbarkeit und Zweckmässigkeit nachzuweisen.

Die nun vorliegende vertiefte Vorstudie zur Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze folgte einem standardisierten Verfahren einer Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB), welche im Grundsatz insgesamt drei Arbeitspakete umfasst. In einem ersten Arbeitspaket wurden umfassende Projektgrundlagen erhoben und die Projektziele definiert. In einem zweiten Arbeitspaket wurden mögliche Varianten der Zentrumserschliessung ermittelt und bewertet. In einem dritten Arbeitspaket, welches jedoch nicht ausgelöst wurde, wäre die Vertiefung der ermittelten Bestvariante im Fokus gestanden.

Projektziele

Die Projektziele für die Zentrumserschliessung wurden basierend auf den relevanten Grundlagen – namentlich dem kantonalen und kommunalen Richtplan – neu hergeleitet. Die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze soll demnach primär die zentrale Erschliessungsfunktion für das Zentrumsgebiet und das Teilgebiet Seen der Kammer «Oberwinterthur / Neuhegi / Grüze / Seen» übernehmen und den direkten Zugang zur A1 für den motorisierten Individualverkehr (inkl. des Wirtschaftsverkehrs) gewährleisten. Sekundär soll das bestehende Strassennetz entlastet werden.

Technische und rechtliche Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen für die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze umfassen verschiedene technische, umweltrechtliche und geologische Aspekte. Die bautechnischen Rahmenbedingungen wurden durch potenzielle Konflikte wie Hochspannungsleitungen, Hochwasserrückhaltebecken und Erdgasleitungen bestimmt. Umweltrechtliche Rahmenbedingungen betrafen vor allem den Schutz von Oberflächengewässern und Grundwasser. Geologisch wurde festgestellt, dass das Projektgebiet von eiszeitlichen und nach-eiszeitlichen Lockergesteinsschichten sowie der oberen Süsswassermolasse geprägt ist. Diese Schichten weisen unterschiedliche Tragfähigkeiten

und Setzungsempfindlichkeiten auf, was bei der Planung und Umsetzung des Projekts berücksichtigt werden muss.

Referenzzustand

Die Bewertung der Varianten erfolgte nicht für den heutigen Zustand, sondern für einen Referenzzustand im Jahr 2040, der Veränderungen im Verkehrsangebot und in der Nachfrage aufgrund der Siedlungsentwicklung berücksichtigt. Für die Bestimmung der verkehrlichen Auswirkungen der Varianten wurde das Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich (GVM-ZH) verwendet. Es wurde vorgängig auf Basis von aktuell erhobenen Verkehrsströmen nachkalibriert, um die Aussagekraft der Modellergebnisse zu maximieren.

Variantenfächer und Machbarkeit

Es wurden acht Linienführungsvarianten (vgl. Seite 45ff) definiert und hinsichtlich der bautechnischen und umweltrechtlichen Machbarkeit untersucht. In der Bewertung sollten nur diejenigen Varianten berücksichtigt werden, die als machbar eingestuft wurden. Der Variantenfächer umfasste sowohl komplett unterirdische Tunnelvarianten als auch Varianten mit teilweise oberirdischen Abschnitten.

Die bautechnische Machbarkeit der unterirdischen Linienführungen wurde anhand der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse beurteilt. Es wurden verschiedene Vortriebsverfahren wie der maschinelle Vortrieb mittels Tunnelvortriebsmaschine und der konventionelle Vortrieb untersucht. Die Varianten 6 und 7, die den Grundwasserleiter tangieren, weisen hohe bautechnische Risiken auf. Trotz der erwähnten Risiken wurden alle untersuchten Varianten als bautechnisch machbar eingestuft.

Die umweltrechtliche Machbarkeit wurde anhand der Auswirkungen auf Grundwasser, Oberflächengewässer und Lebensräume bewertet. Die Varianten 1 und 2, die keine Oberflächengewässer tangieren, wurden als umweltrechtlich machbar eingestuft. Varianten 3 bis 8, die Eingriffe in Oberflächengewässer wie den Wiesenbach und den Wiesendanger Dorfbach erfordern, wurden als problematischer bewertet, aber ebenfalls als machbar eingestuft.

Bewertung

Die Bewertung erfolgte anhand eines Indikatorensystems, das die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft abdeckt. Für die Bewertung der Varianten wurden zwei Methoden angewendet: die Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) und die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA). Die messbaren Indikatoren wurden grösstenteils mit Hilfe des GVM-ZH berechnet. Indikatoren, die qualitativ beurteilt werden, wurden im Rahmen von Bewertungsworkshops von Fachexpertinnen und -experten eingeschätzt und mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadt Winterthur verifiziert.

Die Varianten erzielen positive Nutzen durch die Attraktivitätssteigerung des ÖV, durch Verkehrsentlastung des untergeordneten Netzes und durch die Verbesserung der Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte. Negative Aspekte der Varianten betreffen v.a. die Beeinträchtigung des Landschafts-

und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete, die Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässern, die Flächenbeanspruchung sowie die Beeinträchtigung von Lebensräumen.

Fazit

Die Detailbewertung der Varianten hat gezeigt, dass keine der Varianten ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis oder Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis erzielt. Die Variante 1 (komplett unterirdisch) und 4 (teilweise oberirdisch) können dabei die Zielsetzungen für die Erschliessung des Zentrumsgebietes am besten erfüllen. Die Variante 1 bietet den höchsten Nutzen, bringt in der Grössenordnung einer halben Milliarde Franken jedoch extrem hohe Kosten und damit verbundenen Verfahrensrisiken mit sich. Die Variante 4, in der Grössenordnung von rund 400 Millionen Franken, hat das beste Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis, weist jedoch aufgrund der weitgehend oberirdischen Linienführung und damit verbundener Konflikte beträchtliche Verfahrensrisiken auf.

Die ursprünglich vorgesehene Vertiefung einer Bestvariante im Rahmen des dritten Arbeitspakets AP3, wurde aufgrund der ermittelten Ergebnisse der vorliegenden Studie nicht ausgelöst.

1. Ausgangslage

Das kantonale Zentrumsgebiet Oberwinterthur/Grüze ist eines der wichtigsten Entwicklungsgebiete im Kanton Zürich. Mit der Bezeichnung von Zentrumsgebieten will der Kanton die Entwicklungsfähigkeit und internationale Konkurrenzfähigkeit des Grossraums Zürich signalisieren, fördern sowie langfristig sicherstellen. Dem Zentrumsgebiet Oberwinterthur/Grüze kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da dieses Gebiet das grösste Arbeitsplatzgebiet von Winterthur darstellt und ein hohes Veränderungspotential in sich trägt, welches durch eine langfristig ausgerichtete Neuausrichtung unterstützt und gestaltet werden soll. Zentraler Baustein zur Förderung dieser Entwicklung ist die Gewährleistung einer entsprechenden Erschliessungsqualität des Zentrumsgebiets für den motorisierten Individualverkehr und den strassengebundenen Güterverkehr.

Schon im Jahr 1995 wurde das Gebiet Oberwinterthur/Grüze als Zentrumsgebiet im kantonalen Richtplan festgelegt und soll im Zuge dessen mit der sogenannten Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze (ZS NHG) besser erschlossen werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll eine machbare und zweckmässige Linienführungsvariante bestimmt werden. Im Folgenden werden das gewählte methodische Vorgehen (vgl. Kapitel 1.1), die berücksichtigten Grundlagen (vgl. Kapitel 1.2) und der Planungs- und Betrachtungsperimeter (vgl. Kapitel 1.3) beschrieben sowie die bisherige Planungsgeschichte (vgl. Kapitel 1.4) kurz erläutert.

1.1 Auftrag und Methodik

Mittels der vorliegenden Studie werden die bestmögliche und technisch umsetzbare Linienführungsvariante inklusive der Anschlüsse im Norden und Süden der Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze (ZS NHG) ermittelt und konkrete Empfehlungen in Bezug auf die räumliche und verkehrliche Gestaltung der Zentrumserschliessung sowie weiterer flankierender Massnahmen im Raum Oberwinterthur abgeleitet. Die Erarbeitung erfolgte in den zwei unterhalb beschriebenen Arbeitspaketen (AP1 und AP2). Der Auftrag umfasste ursprünglich auch ein **Arbeitspaket 3 (AP3)** in dem verschiedene Vertiefungsarbeiten die zuvor ermittelte Bestvariante phasengerecht weiter konkretisieren sollte. Aufgrund der Ergebnisse aus dem zweiten Arbeitspaket wurde dieses jedoch **nicht ausgelöst** (vgl. Kapitel 11).

AP1 Grundlagenbeschaffung: Der erste Arbeitsschritt umfasst ein ausführliches Studium der bestehenden Grundlagen und der bisherigen Arbeiten (vgl. Kapitel 1). Darauf aufbauend werden die Projektierungsvorgaben (vgl. Kapitel 3) und die verkehrlichen, umweltrechtlichen, baulichen und geologischen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 4) identifiziert sowie die Projektziele (vgl. Kapitel 2), in Abstimmung mit den übergeordneten Planungen definiert.

AP2 Ermittlung machbarer und zweckmässiger Linienführungen: Im zweiten Arbeitsschritt erfolgt, basierend auf den Erkenntnissen des ersten Arbeitsschritts, die Entwicklung von Linienführungsvarianten (vgl. Kapitel 6)

in interdisziplinären Workshops. Anschliessend wird für jede Variante die Machbarkeit beurteilt (vgl. Kapitel 7) und die verkehrlichen Wirkungen (vgl. Kapitel 8) mittels des GVM-ZH abgeschätzt. Ebenso werden die Kosten pro Linienführungsvarianten phasengerecht geschätzt (vgl. Kapitel 9). Zusätzlich werden die technisch und rechtlich machbaren Varianten mittels einer Detailbewertung (Kosten-Wirksamkeits-Analyse und Kosten-Nutzen-Analyse) unterzogen, mit dem Ziel, eine Variante mit der bestmöglicher Zielerreichung zu eruieren (vgl. Kapitel 10). Abschliessend erfolgt eine Einordnung der Bewertungsergebnisse sowie eine fachliche Schlussfolgerung aus den ermittelten Ergebnissen formuliert (vgl. Kapitel 11)

1.2 Grundlagen

Diese Studie berücksichtigt folgende Grundlagendokumente:

- [1] Kanton Zürich Richtplan, Februar 2023.
- [2] Kommunalen Richtplan Stadt Winterthur, August 2024 (Stand Weisung an das Stadtparlament)
- [3] Räumliche Entwicklungsperspektive Winterthur 2040, Juni 2021
- [4] Kantonales Gesamtverkehrskonzept, Januar 2018
- [5] Städtisches Gesamtverkehrskonzept Winterthur, Oktober 2011
- [6] Agglomerationsprogramm Region Winterthur und Umgebung (3. Generation), November 2016
- [7] Agglomerationsprogramm Region Winterthur und Umgebung (2. Generation), Juni 2012
- [8] Agglomerationsprogramm Region Winterthur und Umgebung (1. Generation), November 2007
- [9] Vorarbeiten für vertiefte Vorstudie – Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze, B+S AG, 2021.
- [10] Dossier geologischer und hydrogeologischer Grundlagen – Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze, Februar 2025
- [11] Vorstudie Geologie und Hydrogeologie – Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze, Juli 2023
- [12] Planungsstudie Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze, März 2012
- [13] Kooperatives Planungsverfahren, Juli 2013
- [14] Steuerungs- und Dosierungskonzept Frauenfelderstrasse, August 2022
- [15] Steuerungs- und Dosierungskonzept (ÖV-Hochleistungskorridor), August 2016
- [16] Verkehrstechnische Studie – Wiesendangen, Knoten Frauenfelder-/Riedstrasse, April 2021

1.3 Planungs- und Betrachtungsperimeter

Der Planungsperimeter umfasst denjenigen Bereich, in dem bauliche Massnahmen geplant werden. Er ist in der Abbildung 1 gelb markiert. Der Betrachtungsperimeter hingegen umfasst jenen Raum, in dem aufgrund der neuen Infrastruktur verkehrliche Wirkungen und damit Auswirkungen auf die Siedlung und Umwelt zu erwarten sind, die es im Rahmen der Bewertung zu beurteilen gilt. Der Betrachtungsperimeter ist in der Abbildung 1 orange markiert und umfasst den Bereich Oberwinterthur vom Autobahnabschluss «72 Oberwinterthur» über die Frauenfelderstrasse, das Hegi- und Guggenbühlgebiet bis hin zum Gebiet Grüze, südlich der St. Gallerstrasse. Der Betrachtungsperimeter wurde festgelegt, indem im Verkehrsmodell (vgl. Kapitel 5) die Infrastrukturmassnahme vereinfacht ohne genaue Linienführung eingebaut und grob abgeschätzt wurde, in welchem Raum aufgrund dieser Massnahme Verkehrsverlagerungen stattfinden.

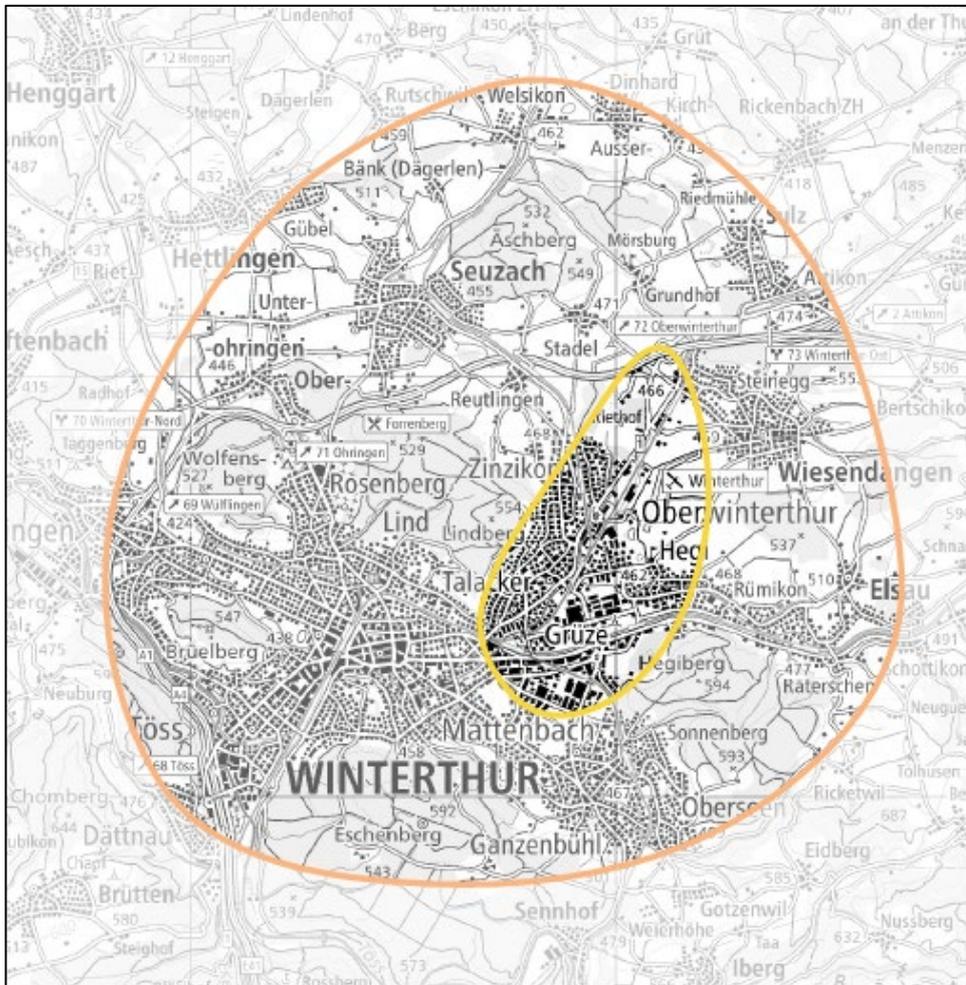


Abbildung 1: Planungsperimeter (gelb), Betrachtungsperimeter (orange)

1.4 Planungsgeschichte

Die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze (ZS NHG) verzeichnet eine lange und anspruchsvolle Planungsgeschichte. Bis 2010 war eine «Entlastungsstrasse Oberwinterthur» im kantonalen Richtplan eingetragen und im Agglomerationsprogramm der 1. Generation [8] als C-Massnahme¹, zur Entlastung des Oberwinterthurer Siedlungsgebiets vom MIV, vorgesehen. Mit dem ab 2010 erarbeiteten städtischen Gesamtverkehrskonzept (sGVK) [5] und der darin neu ausgerichteten Siedlungsentwicklungsstrategie (auf die bipolare Stadt) bekam die geplante Strasse eine wichtige zusätzliche Erschliessungsfunktion. Zudem hielt das politisch gut verankerte sGVK fest, dass die ZS NHG ein unbestrittener Bestandteil eines gesamtverkehrlichen Erschliessungskonzepts für ÖV, MIV, Fuss- und Veloverkehr ist.

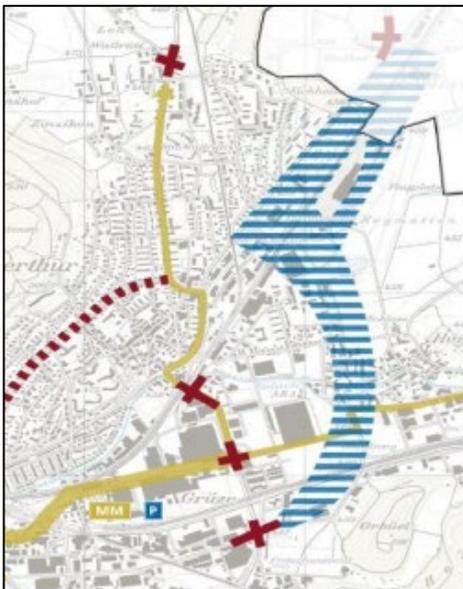


Abbildung 2: Planungskorridor, sGVK 2011

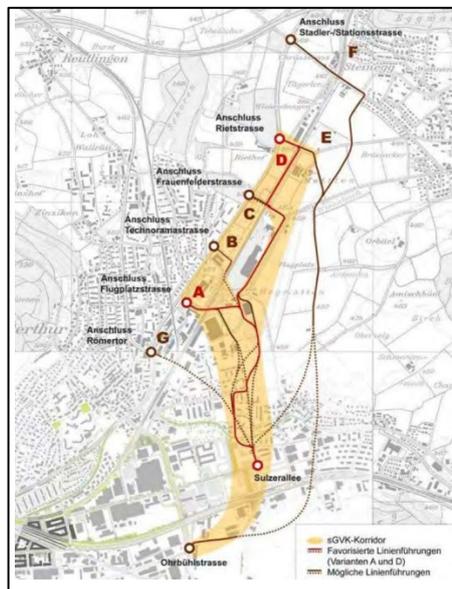


Abbildung 3: Planungskorridor Planungsstudie 2012

Die bis dahin entwickelten Linienführungen standen jedoch im Konflikt mit verschiedenen Planungen und Schutzbedürfnissen. Daher wurde im Zuge des sGVK eine Grobuntersuchung erstellt, verschiedene Varianten erarbeitet, einen Planungskorridor evaluiert (vgl. Abbildung 2) sowie flankierende Massnahmen, als zwingender Bestandteil bei der Erreichung der Entlastungsziele festgehalten (v.a. für die ÖV-Hochleistungskorridore). Zusätzlich wurde aufbauend auf dem sGVK und im Hinblick auf den Antrag im Agglomerationsprogramm der 2. Generation [7] eine Planungsstudie [12] im Jahr 2012 durchgeführt, in welcher sieben Linienführungsvarianten (drei davon ausserhalb des festgelegten Planungskorridors des sGVK) untersucht wurden (vgl. Abbildung 3). Abschliessend kam man zum Schluss, dass ausschliesslich eine oberirdische Linienführung in Frage kommt, jedoch bei allen Varianten absehbare Realisierungsschwierigkeiten zu erwarten sind. Während der Kanton die darin beurteilte Variante A aufgrund der besser eingeschätzten Realisierungschance favorisierte, sprach sich die Stadt

1 Die Massnahme wurde als B-Massnahme eingereicht und vom Bund ins C zurückgestuft. Die Kosten wurden auf rund 100 Mio. beziffert.

Winterthur aufgrund der besseren verkehrlichen Wirkung für die Variante D aus (vgl. Abbildung 4 mit Stadtratsbeschluss (SR.12.139-1). Für die Variante D erfolgte die Eingabe beim Agglomerationsprogramm zweite Generation erneut als C-Massnahme².

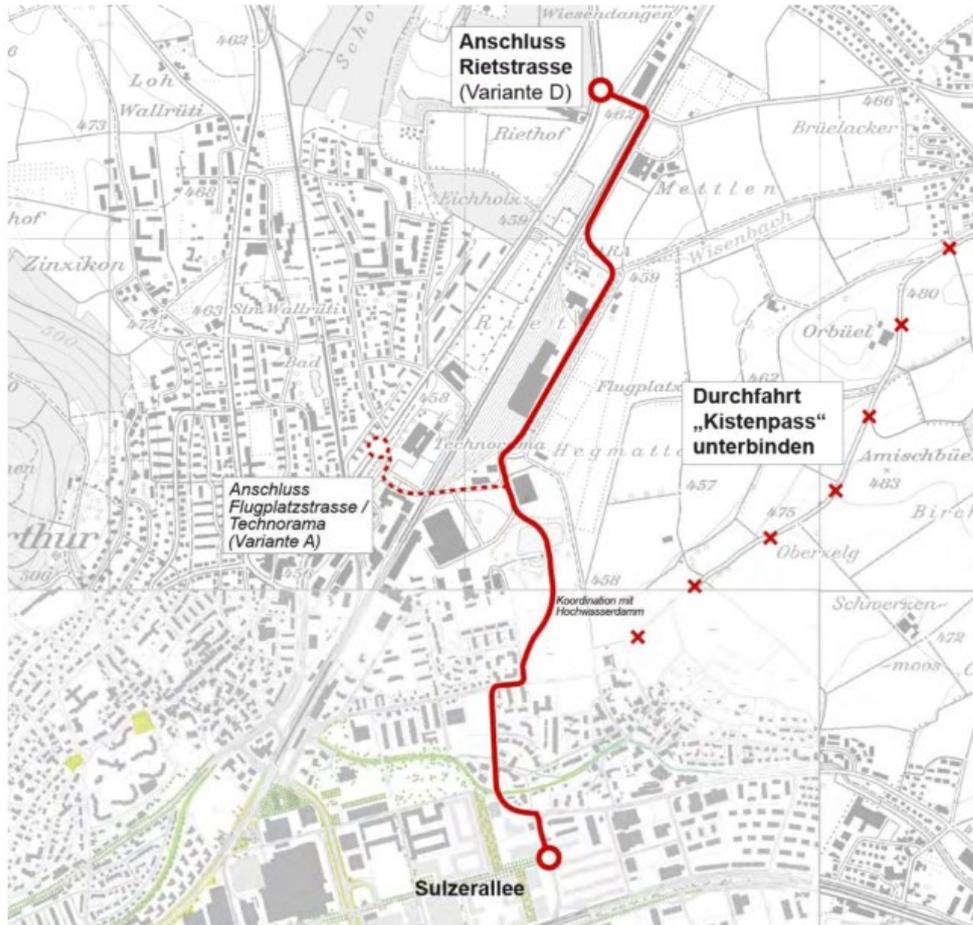


Abbildung 4: Bestvariante D gemäss Beschluss Stadtrat Winterthur (SR 12.139-1)

Die vorgesehene oberirdische Linienführung führte jedoch von Seiten der Bevölkerung und des Gewerbes zu grosser Kritik. Infolgedessen wurde die Linienführung in einem kooperativen Planungsverfahren, 2013 [13] unter Beteiligung von Anwohnerschaft und Vertretern aus dem Gewerbe neu beurteilt. Das Resultat aus diesem Prozess war die Variante 6u mit einem Tunnel unter dem Quartier Hegi und weiteren noch zu definierenden Linienführungsabschnitten (vgl. Abbildung 5). Gleichzeitig wies die parallel dazu eingeholte Zweitmeinung darauf hin, dass noch wesentliche Grundlagen zur Geologie sowie zum Grundwasser fehlen und die Machbarkeit der favorisierten Variante 6u mit weiteren Planungen zu verifizieren sei. Zudem werden die Kosten bis zu 30% höher als die bisher geschätzten Kosten von CHF 160-200 Mio. (+/- 50%) erwartet. Des Weiteren zeigten darauffolgende Vertiefungsarbeiten zum Anschluss Nord auf, dass die Brückenlösung machbar ist, die Tunnelvarianten aufgrund des Grundwasserstroms hingegen nicht.

² Die Massnahme wurde als A-Massnahme eingereicht und vom Bund ins C zurückgestuft. Die Kosten wurden auf rund 45 Mio. beziffert.

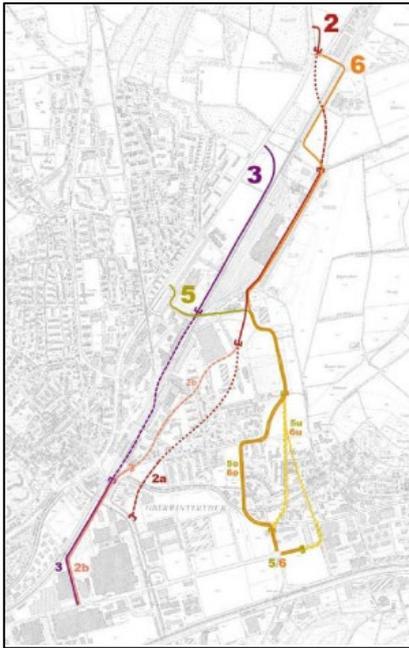


Abbildung 5 kooperatives Planungsverfahren 2013

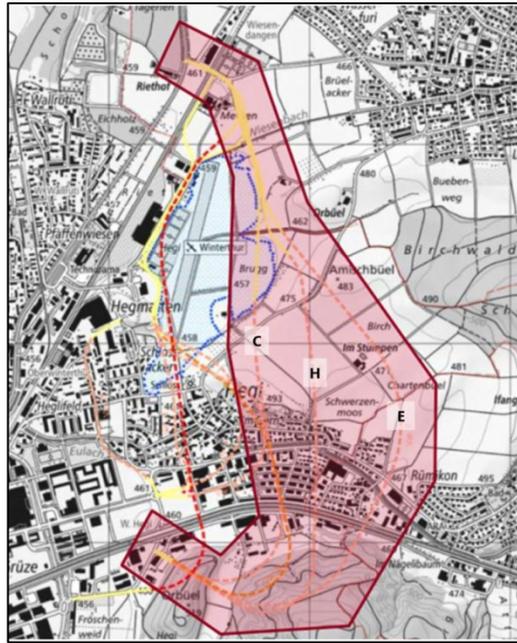


Abbildung 6 Planungskorridor, B+S 2021

Basierend auf dem kooperativen Planungsverfahren wurde die evaluierte Variante 6u mit bevorzugter Querung des SBB-Areals per Brückenlösung im Norden 2017 im kantonalen Richtplan per Anpassung übernommen und im Agglomerationsprogramm der 3. Generation, 2016 [6] als C-Massnahme³ eingegeben.

Zur Konkretisierung des Richtplaneintrags wurde die Variante «6u» im Rahmen der Vorarbeiten zu Vertieften Vorstudie [9] im Jahr 2021 umfassend betrachtet und als technisch nicht umsetzbar beurteilt. Zum einen aufgrund der erheblichen Verfahrensrisiken hinsichtlich der Grundwasserschutzzone, der kantonalen Freihaltezone, Naturgefahren und des Lärmschutzes und zum anderen aufgrund der nicht gewährleisteten bautechnischen Machbarkeit hinsichtlich der Tunnelbauwerke und der beiden Portale. Daraufhin wurde ein neuer Planungskorridor mit erfolgversprechenden Ansätzen zur Weiterverfolgung definiert (vgl. Abbildung 6). Zusätzlich wurde im November 2021 ein Kredit für eine Vertiefte Vorstudie gesprochen (GGR.2021.78.)

3 Die Massnahme wurde als B-Massnahme eingereicht und vom Bund ins C zurückgestuft. Die Kosten wurden auf rund 200 Mio. beziffert.

2. Projektziele

Die Projektziele der ZS NHG wurden basierend auf den übergeordneten strategischen Strategien und Planungen bzw. dem kantonalen Richtplan [1], dem kommunalen Richtplan [2], der räumlichen Entwicklungsperspektive Winterthur 2040 [3], sowie den bisherigen Vorarbeiten [9] für die vorliegende Studie, wie folgt hergeleitet:

Die ZS NHG ist im kantonalen Richtplan als Neuanlage Nr. 35, als 2-streifige Hauptverkehrsstrasse zur Erschliessung des Zentrumsgebiets Nr. 7 «Oberwinterthur/Grüze» aufgeführt. Im kommunalen Richtplan und in der Entwicklungsstrategie 2040 wird die Erschliessungsfunktion der ZS NHG konkretisiert und in einem übergeordneten Achsen-Kammern-System⁴ integriert betrachtet. Dieses System wird durch die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze unterstützt, indem sie den direkten Anschluss von Seen und Neuhegi-Grüze an die Autobahn sicherstellt. Gleichzeitig bewirkt die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze in Kombination mit dem Kammern-Prinzip eine Durchfahrtsbeschränkung und eine Entlastung im Zentrumsgebiet, insbesondere bei der Hegifeld-, Seener-, Rümiker, und Frauenfelderstrasse. Diese unterstützt, die sowohl im kantonalen und kommunalen Richtplan sowie in der räumlichen Entwicklungsperspektive Winterthur 2040 verfolgten, nachhaltigen Entwicklung nach innen. Der Fokus der Entwicklung nach Innen liegt dabei auf hoher Siedlungsqualität, der Förderung von Fuss- und Veloverkehr und der Verdichtung des Angebots im öffentlichen Verkehr.

Projektziele:

Prioritär nimmt die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze für das Zentrumsgebiet (Nr. 7 gemäss kantonaalem Richtplan) und das Teilgebiet Seen der Kammer «Oberwinterthur / Neuhegi / Grüze / Seen» die zentrale Erschliessungsfunktion wahr und gewährleistet für den motorisierten Individualverkehr sowie den gewerbe- und industrieaffinen (Liefer-) Verkehr den direkten Zugang zur A1.

Sekundär übernimmt das bestehende Strassennetz dank der Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze eine Entlastungsfunktion wahr, insbesondere für die städtischen und in den angrenzenden Gemeinden Wiesendangen und Elsau liegenden Hauptverkehrsstrassen.

4 Das Achsen-Kammern-System sieht vor, die Stadt Winterthur in verschiedene Kammern aufzuteilen. Dabei kann der MIV nur via Autobahn von einer Kammer in die andere verkehren.

3. Projektierungsvorgaben

Im Folgenden werden die wichtigsten Projektierungsgrundsätze für die ZS NHG in Form einer Hauptverkehrsstrasse (offene Strecke, Tunnel und Rampen) festgehalten.

3.1 Nutzung

Die neue Zentrumserschliessung wird für die Nutzung von MIV und Lastwagenverkehr ausgelegt. Die Führung des öffentlichen Verkehrs bspw. in Form einer Busverbindung sowie von Fuss- und Veloverkehr auf der Zentrumserschliessung ist nicht vorzusehen.

3.2 Projektierungsgeschwindigkeit

Die Projektierungsgeschwindigkeit V_p ist gemäss VSS 40 080b (2019-03) die höchste Geschwindigkeit, mit der eine Stelle der Strasse mit genügender Sicherheit befahren werden kann. Die Projektierungsgeschwindigkeit dient zur Festlegung der extremen Projektierungselemente wie minimalem Kurvenradius und maximaler Längsneigung eines Strassenzuges sowie zur Bestimmung eines geeigneten geometrischen Normalprofils. Sie ist somit ein Mass für den Ausbaugrad der Strasse. Für die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze wird grundsätzlich eine Projektierungsgeschwindigkeit von 80 km/h angestrebt. Bei engen geometrischen Verhältnisse kann die Projektierungsgeschwindigkeit reduziert werden, sollte jedoch 60 km/h nicht unterschreiten.

3.3 Projektierungsgrundsätze Tunnel

Folgende Vorgaben sind bei der Festlegung der Linienführung der Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze zu berücksichtigen⁵:

- Die maximale Längsneigung soll infolge der erhöhten Gefährdung (Unfallhäufigkeit, Rauchausbreitung) 5% nicht überschreiten (SIA 197-2)
- Die Kurvenradien sind so zu ermitteln, dass das sich ergebende Quergefälle 5 % nicht übersteigt (ASTRA Fachhandbuch T/G)

Weitere normative Vorgaben beispielsweise bzgl. des Aufbaus des Normalprofils oder der erforderlichen Nebenanlagen sind in die bautechnische Konzeptionierung (vgl. Kapitel 7.1) eingeflossen.

3.4 Anforderungen Tunnelvortriebsmaschine

Es wird davon ausgegangen, dass die Abschnitte des bergmännischen Tunnels mittels maschinellen Vortriebs aufgeföhren werden (vgl. Kapitel 7.1). Hieraus ergeben sich Anforderungen an die Linienführung und die Gestaltung der Baugruben im Portalbereich. Für den Aufbau bzw. die Installation einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) müssen die notwendigen Flächen beim Tunnelportal vorhanden sein.

⁵ Die Auflistung beinhaltet nur die für diese Projektphase relevanten Vorgaben und ist nicht vollständig.

Die Kurvenradien, die eine TVM mit einem Durchmesser von ca. 12 m bewältigen kann, sind begrenzt. Im vorliegenden Fall wird für die Festlegung der horizontalen Linienführung von einem minimalen Radius von ca. 500 m ausgegangen.

4. Rahmenbedingungen

Um mögliche Linienführungsvarianten zu bestimmen, wurden die technischen Rahmenbedingungen für die folgenden Bereiche betrachtet: Bautechnik (vgl. Kapitel 4.1), Umweltrecht (vgl. Kapitel 4.2), Geologie und Grundwasser (vgl. Kapitel 4.3),

4.1 Bautechnische Rahmenbedingungen

Folgende bautechnischen Elemente wurden als potenzielle Konflikte definiert und das resultierende Konfliktpotenzial nachfolgend beschrieben:

Konfliktstufe	Hoch	Mittel	Gering
Tunnelportal			
Tunnelportal Sicherheitszone (Unterirdisch)			
Hochwasserrückhaltebecken			
Trennbauwerk			
Hindernisbegrenzung Flugplatz			
Hochspannungs-/Übertragsungsleitung Oberirdisch			
Unterirdisch			
Gasleitung			
Erdwärmsonden			
Geplantes Unterwerk SBB			

Details sind der Konflikttabelle ZS NHG Winterthur zu entnehmen

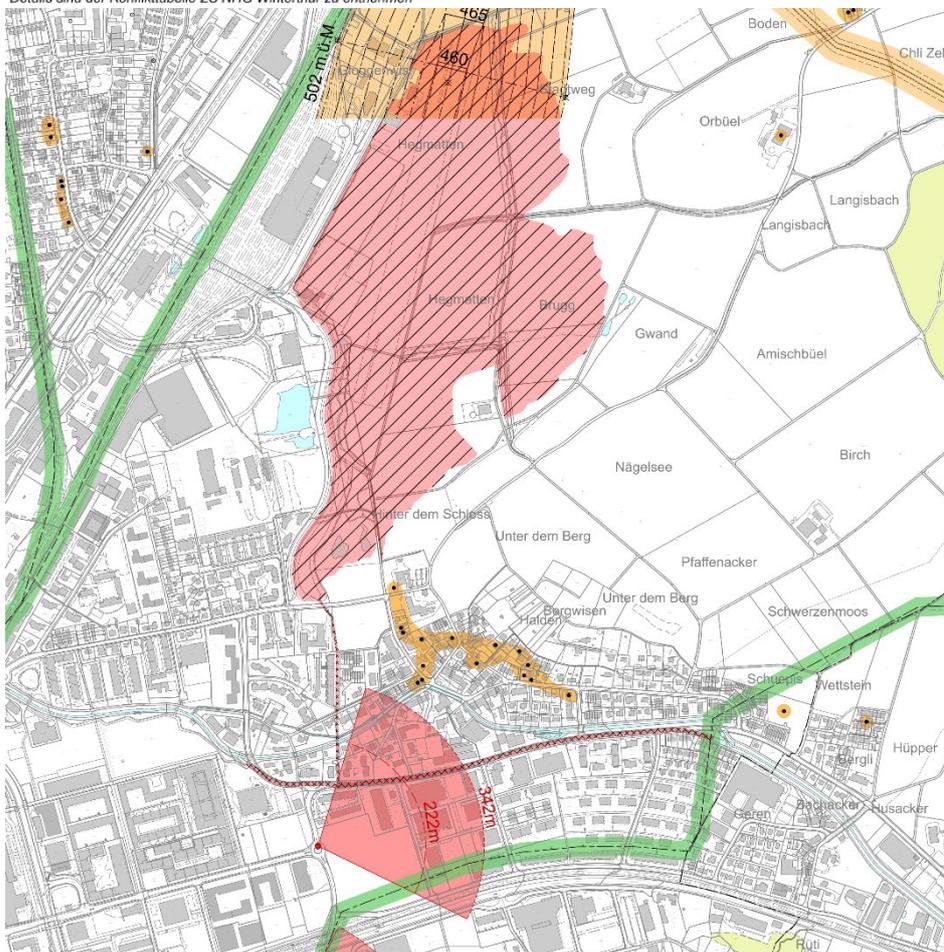


Abbildung 7: bautechnischer Konfliktplan

Thema / Beschreibung	Auswirkung bei Tangierung	Konfliktpotenzial / Auswirkung auf Projekt
Hochspannungsleitung SBB (parallel zum SBB-Trassee)	Höherlegung möglich. Verfahren nach StrG (Hauptverfahren) HBK-Flughafen Hegmatten beachten	Bautechnisch: gering Verfahren: gering Kosten: mittel
Hochwasser-Rückhaltebecken Hegmatten (HRR-Hegmatten)	Bereich HQ300 nach Möglichkeit nicht tangieren. Bei Tangierung muss das Volumen vom Rückhaltebecken wiederhergestellt werden.	Bautechnisch: gering Verfahren: Mittel Kosten: hoch
Erdgasleitung Nr. 81 und Nr. 31	Umlegung notwendig, Verfahren nicht pauschal klar	Bautechnisch: gering Verfahren: mittel Kosten: mittel
Konsultationsbereich Erdgasleitung 10 m	Bauten innerhalb Konsultationsbereich müssen durch Eidg. Rohrleitungsinspektorat bewilligt werden (Art. 28 Rohrleitungsgesetz, SR 746.1)	Bautechnisch: gering Verfahren: mittel Kosten: gering
Hochspannungsleitung Axpo (unterirdisch)	Umlegung möglich, Hohe Sicherheitsanforderungen für Bauten in der Nähe	Bautechnisch: gering Verfahren: gering Kosten: mittel
Erdwärmesonden (privat) 30m Radius	Rückbau notwendig, alternative Heizung nötig	Bautechnisch: mittel Verfahren: hoch Kosten: mittel
Best. Werkleitungen	Umlegung notwendig	Bautechnisch: mittel Verfahren: gering Kosten: mittel
HRR Hegmatten Trennbauwerk Rümikerstrasse	Anpassung notwendig	Bautechnisch: hoch Verfahren: mittel Kosten: hoch

Hindernisbegrenzungsflächen-Katas-ter Flugplatz Hegmatten (HBK)	Bewilligungspflicht BAZL Ev. nicht bewilligbar	Bautechnisch: gering Verfahren: hoch Kosten: gering
Private Bauten	Tunnel vertikal näher als 6m (Sicherheitsabstand): Schäden am Gebäude wahrscheinlich	Bautechnisch: hoch Verfahren: hoch Kosten: hoch
Private Bauten / Untergeschosse	Tunnel direkt im Konflikt mit Gebäude/Untergeschoss	Bautechnisch: hoch Verfahren: hoch Kosten: hoch

Dabei werden die Projektauswirkungen so definiert:

	hoch	mittel	gering
Bautechnisch	Die baulichen Massnahmen, welche bei einem Eingriff getätigt werden müssen, sind sehr komplex und sehr aufwendig. Oft handelt es sich nicht um einen punktuellen Eingriff.	Die baulichen Massnahmen, welche bei einem Eingriff getätigt werden müssen, sind komplex und aufwendig.	Die baulichen Massnahmen, welche bei einem Eingriff getätigt werden müssen, sind einfach und bedingen keine Speziallösungen. Oft handelt es sich um einen punktuellen Eingriff.
Verfahren	Das Bewilligungsverfahren benötigt viel Zeit und das Risiko, dass die Bewilligung nicht erteilt werden kann, ist sehr hoch. Das Einspracherisiko wird als hoch beurteilt.	Das Bewilligungsverfahren benötigt Zeit und das Risiko, dass die Bewilligung nicht erteilt werden kann, ist nicht sehr hoch. Das Einspracherisiko wird als mittel beurteilt.	Das Bewilligungsverfahren ist bekannt und das Risiko, dass die Bewilligung nicht erteilt wird, ist klein. Das Einspracherisiko wird als klein beurteilt.
Kosten	> 1 Mio. CHF	zwischen 1 und 0.5 Mio. CHF	< 0.5 Mio. CHF

Tabelle 1: Bautechnische Konflikte

4.2 Umweltrechtliche Rahmenbedingungen

Konfliktbereiche mit den Themen Umwelt, welche eine Interessensabwägung bedingen sind vor allem in den flächenverbrauchenden Eingriffen zu Themen Boden, Oberflächengewässer, Natur und Landschaft zu erwarten. Der Konfliktbereich Grundwasser wird in Kapitel 4.3 beschrieben. In der Abbildung 8 ist der entsprechende umweltrechtliche Konfliktplan dargestellt. Zusätzlich sind die Projektauswirkungen pro Massnahmentyp in der Tabelle 2 beschrieben.

	Massnahmentyp	Auswirkung bei Tangierung	Risikopotential
	Bauverbot	Bewilligungsfähigkeit nicht gegeben	Bewilligungsfähigkeit: nicht gegeben Verfahren: hoch Kosten: hoch
	Bauverbot bzw. Ausnahmebewilligung	Ausnahmebewilligungen nur bei Nachweis Standortgebundenheit und höherem Interesse möglich (z.B. Querung Gewässer). Andernfalls ist Bewilligungsfähigkeit nicht gegeben.	Bewilligungsfähigkeit: hoch Verfahren: mittel Kosten: mittel
	Kompensations- bzw. Ersatzmassnahmen	Nachweis Standortgebundenheit / höheres Interesse nötig, die tangierten Flächen müssen kompensiert werden (FFF/Wald: 1:1 Ersatz, Lebensräume: Punktesystem in Abhängigkeit der ökologischen Wertigkeit)	Bewilligungsfähigkeit: mittel Verfahren: hoch Kosten: mittel
	Kompensations- bzw. Ersatzmassnahmen / Objekterhaltung	Betrifft Objekte aus IVS (historische Verkehrswege mit Substanz). Nachweis Standortgebundenheit / höheres Interesse nötig, Massnahmen zur Objekterhaltung sind z.B. Verschiebung, Wiederherstellung mit gleichem Material	Bewilligungsfähigkeit: hoch Verfahren: hoch Kosten: hoch

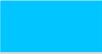
	Projektspezifische Abklärungen / Objekterhaltung	Betrifft Objekte unter Denkmalschutz (kantonal, regional und kommunal). Schutzabklärungen nötig, möglicherweise auch Massnahmen (Verschiebung, Teilerhalt, etc.).	Bewilligungsfähigkeit: hoch Verfahren: hoch Kosten: hoch
	Spezifische Entsorgungsmassnahmen	Potenziell belastetes Material, Beprobungen und spezielle Entsorgung nötig, ggf. Begleitung / Triage während Bau	Bewilligungsfähigkeit: gering Verfahren: gering Kosten: mittel
	Prospektion	Vorgängige Abklärungen zu Archäologie nötig, je nach Resultat Rettungsgrabungen	Bewilligungsfähigkeit: mittel Verfahren: hoch Kosten: mittel
	Lärmschutzmassnahmen prüfen	Umsetzung von Lärmschutzmassnahmen ev. nötig, Lärmschutznachweis	Bewilligungsfähigkeit: gering Verfahren: mittel Kosten: mittel
	Objektschutzmassnahmen	Betrifft Hochwasserschutz. Das Bauen in diesem Bereich erfordert Hochwasserschutzmassnahmen, welche im Gesuch ausgewiesen werden müssen.	Bewilligungsfähigkeit: gering Verfahren: gering Kosten: mittel
	Selbstdeklaration der Schadensverhütungsmassnahmen	Betrifft Hochwasserschutz. Es müssen Schadenverhütungsmassnahmen ausgewiesen werden (Selbstdeklaration).	Bewilligungsfähigkeit: gering Verfahren: gering Kosten: gering
	Koordination Raumplanung	Prüfung, ob Bau der Strasse die Risikobeurteilung einer anderen Anlage / eines anderen Betriebs verändert.	Bewilligungsfähigkeit: gering Verfahren: mittel Kosten: gering

Tabelle 2: Umweltrechtliche Konflikte

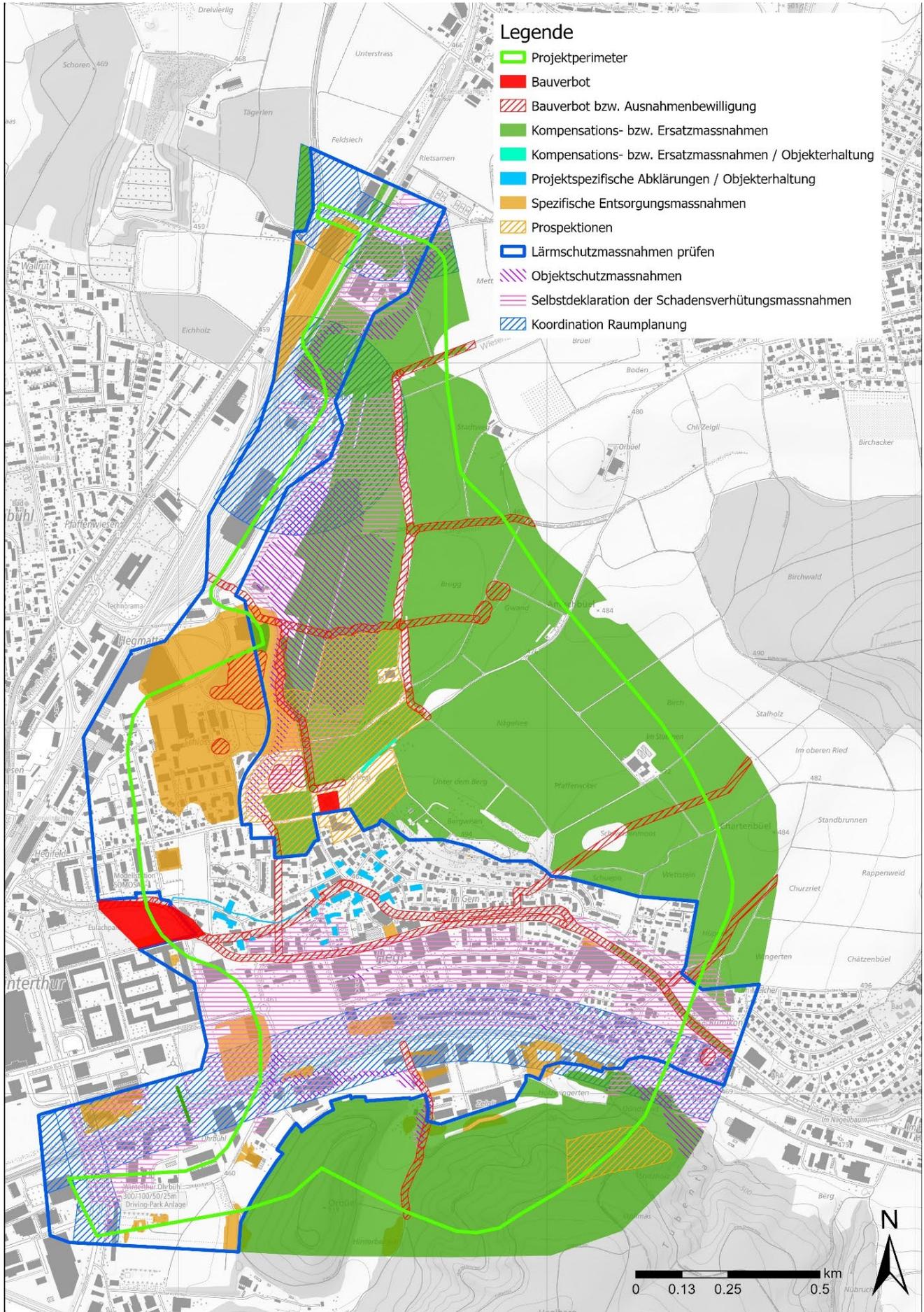


Abbildung 8: Umweltrechtlicher Konfliktplan

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit Vertretern des ALN wurden die ermittelten Analysen besprochen. Die fachplanerische Einschätzung, dass für die vorliegenden Projektvarianten grundsätzlich nichts gegen eine Bewilligung spricht, jedoch umfangreiche Kompensations- und ökologischen Ersatzmassnahmen erforderlich sind, wurde bestätigt. In der weiteren Projektierung sind insbesondere vertiefte Abklärungen in den Bereichen Amphibien (Toggenburger Weiher), Bodenschutz (natürlich gewachsener Boden ist nach Möglichkeit zu erhalten) und bezüglich Kompensation Fruchtfolgefleichen zu tätigen sowie Ausgleichsmassnahmen zu definieren.

4.3 Geologische und grundwasserspezifische Rahmenbedingungen

Geologie

Im ganzen Projektbereich liegen oberflächlich eiszeitliche und nacheiszeitliche Lockergesteinsschichten mit heterogenem Aufbau vor. Darunter folgt der Felsuntergrund der Oberen Süsswassermolasse (OSM) aus einer praktisch horizontal liegenden Wechsellagerung von weicheren Mergeln und härteren Sandsteinen. Die Molasse ist im obersten Bereich meist verwittert. V.a. die Sandsteine können aufgrund einer weitgehend fehlenden Zementierung z.T. sehr geringe Festigkeiten aufweisen (z.B. Glimmersandsteine). Diese OSM-Schichten verhalten sich veränderlich-fest.

Im Gebiet Hegmatten bestehen die Lockergesteine zuunterst aus einer älteren Serie vorwiegend aus Moränen- und Seeablagerungen. In der letzten Eiszeit wurde diese durch eine jüngere, teilweise verschwemmte Moräne sowie z.T. jüngere Seeablagerungen überdeckt. Darüber wurde ein grundwasserführender Niederterrassenschotter als Rückzugsschotter abgelagert, welcher die heutige Ebene bildet. Den Abschluss des Schichtprofils bilden feinkörnige Oberflächenschichten mit Ober- / Unterbodenschichten, Gehängeablagerungen, künstliche Auffüllungen, Verlandungssedimente (verlandete Tümpel usw.).

Im Eulachtal fehlt die ältere Lockergesteinsserie. Über dem Molassefels folgt hier direkt eine geringmächtige letzteiszeitliche Moräne und darüber der von der Eulach geschüttete *Schotter*, welcher ebenfalls einen Rückzugsschotter darstellt. Auch hier bilden feinkörnige Oberflächenschichten inklusive künstliche Auffüllungen den Abschluss des Bodenprofils. An den Hängen des Hegiberges und des Orbüels bestehen die Oberflächenschichten oft aus feinkörnigen Gehängeablagerungen und stellenweise abgerutschten Lockergesteinspaketen (Hangrutschungen).

Ein Materialbeschrieb der zu erwartenden dominierende Baugrundsichten ist der nachfolgenden Tabelle 3 zu entnehmen. Detailliertere Angaben finden sich im Grundlagendokument [10].

Schicht	Beschrieb
Schotter	Leicht bis stark siltiger Sand mit Kies und Steinen sowie tonig-siltiger Kies mit viel Sand. Mittlere bis hohe Lagerungsdichte, mittlere bis hohe Tragfähigkeit, mittlere bis kleine Setzungsempfindlichkeit. Kann Steine und grössere Blöcke sowie rollige Partien enthalten.
Moräne, jüngere und ältere Seeablagerungen	Jüngere Seeablagerungen: Wechsellagerung aus tonigem Silt und siltigem Sand. Lockere bis mittlere Lagerung mit geringer Tragfähigkeit und relativ grosser Setzungsempfindlichkeit. Moräne: Stark tonig-siltiger Sand mit Kies und Steinen, toniger Silt mit viel Sand, Kies und Steinen. Vorkommen von Blöcken bis grossen Blöcken (Findlingsgrösse, mehrere m ³), aber auch von feinkornarmen Partien nicht auszuschliessen. Dicht bis sehr dicht gelagert, grosse Tragfähigkeit und kleine Setzungsempfindlichkeit. Ältere Seeablagerungen: toniger Silt bis siltiger Ton mit wenig Sand und fein- bis grobsandige Lagen. Moränenmaterial und die Seeablagerungen sind feuchtigkeitsempfindlich.
Obere Süsswassermolasse (OSM)	Wechsellagerung vorwiegend aus Sandsteinen und Mergeln. Die mittelkörnigen und untergeordnet auch die grobkörnigen Sandsteine sind teilweise gut zementiert («Knauer») und teilweise auch schlecht bis gar nicht zementiert. Gesteine der OSM sind in der Nähe der Felsobergrenze und in der Umgebung von wasserführenden Klüften verwittert. Unverwittertes Gestein weist generell eine gute Standfestigkeit, hohe Tragfähigkeit und geringe Setzungsempfindlichkeit auf. Verwitterte Partien und schlecht zementierten Sandsteine weisen reduzierte, Standfestigkeit und reduzierte Tragfähigkeit auf.

Tabelle 3: Erwartete dominierende Baugrundsichten im Projektperimeter gemäss Grundlagendokument [10]

Grundwasser

Die Schotter im Gebiet Hegmatten und der Eulach wirken als Grundwasserleiter für den Grundwasserstrom von Wiesendangen und den Eulachgrundwasserstrom. Diese Grundwasserströme werden in verschiedenen Fassungen zu Trink- und Brauchwasserzwecken genutzt. Im geologischen und grundwasserspezifischen Konfliktplan (vgl. Abbildung 9) sind die Grundwassergebiete blau eingezeichnet, wobei die Begrenzungen dem Kenntnisstand bei der Kartenerstellung entsprechen. Beide nutzbaren Grundwasservorkommen weisen generell eine mittlere Mächtigkeit (2–10 m) auf, gehen an den Talrändern in nur geringmächtige oder schlecht durchlässige Randbereich über. Die unter dem Schotter liegenden Seeablagerungen und die Moränen resp. der Molassefels wirken als Grundwasserstauer. Die Obere Süsswassermolasse ist im ungestörten Zustand schlecht bis sehr schlecht durchlässig. Wasserzirkulation ist jedoch entlang allfälliger offener Klüfte und Schichtflächen innerhalb von Sandsteinschichten (Kluftgrundwasserleiter) sowie in schlecht zementierten, grobkörnigen Sandsteinen zu erwarten.

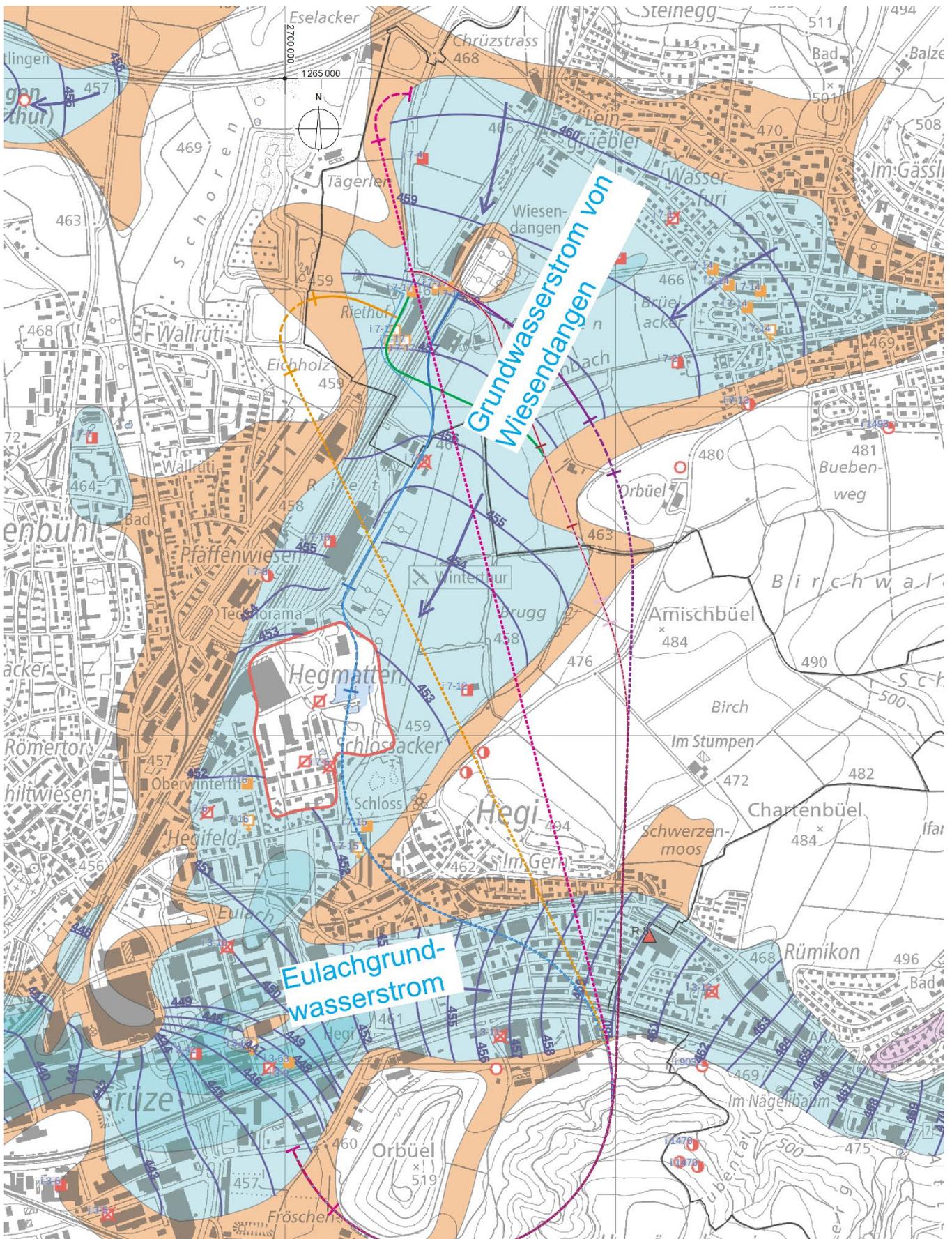


Abbildung 9: Geologischer und grundwasserspezifischer Konfliktplan

Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringer Durchlässigkeit. Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet
-  Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10 m)
-  Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20 m)
-  Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 20 m)
-  Grundwasser-Vorkommen vermutet

Bedeckung von Grundwasserleitern

-  Schlecht durchlässige Deckschichten von meist mehr als 5 m Mächtigkeit (Moränen, Seebodenlehme, Schwemmlerme)

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern

-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringerer Durchlässigkeit, Quellbildner an Talhängen o. auf Hochplateaux, Randgebiet mit unterird. Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet.
-  Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10 m)
-  Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20 m)
-  Grundwasser-Vorkommen vermutet

Hydrogeologische Angaben

-  Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand
-  Quelfassung / Q. mit Wärmenutzung
-  Grundwasserfassung / G. mit Wärmenutzung

Grundwasserschutz

Fast das gesamte Projektgebiet ist gemäss Gewässerschutzkarte dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet. Einzig die randlichen Bereiche beim Amischbüel bei Hegi, beim Ohrbüel und am Westhang Hegiberg) liegen im Gewässerschutzbereich ÜB. Die Vorgaben des Grundwasserschutzes ist für das Projekt daher von grosser Bedeutung.

Gemäss der Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen. Ausnahmebewilligungen sind nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zur Erhaltung der ursprünglichen Durchflusskapazität sind gezielte Massnahmen vorzusehen. Im Merkblatt «Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen» ist die aktuelle

Bewilligungspraxis des zuständigen Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) beschrieben. Zusammenfassend ergeben sich für das vorliegende Projekt folgende Rahmenbedingungen:

- Bauten und Anlagen resp. Strassenabschnitte über dem Höchsthochwasserstand des Grundwasserspiegel sind aus gewässerschutzrechtlicher Betrachtung bewilligungsfähig.
- Bauwerke, welche zwar unter den höchsten Grundwasserspiegel aber noch über dem Grundwasser-Mittelwasserstand zu liegen kommen, bedürfen einer regulären gewässerschutzrechtlichen Bewilligung.
- Unter den Grundwasser-Mittelwasserstand reichende Bauwerke sind gemäss Gewässerschutzverordnung höchstens mit einer gewässerrechtlichen Ausnahmegewilligung möglich, weshalb solche grundsätzlich auf das absolut notwendige Ausmass zu minimieren sind. Gewässerschutzrechtliche Ausnahmegewilligungen werden nur erteilt, wenn die Standortgebundenheit des Bauwerks erwiesen, die Ausbildung des Bauwerks resp. der angewendeten Baumethode technisch zwingend sind und daraus keine nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind. Für die Wiederherstellung der Durchflusskapazität sowie zur Vermeidung einer Beeinträchtigung Dritter sind hier in der Regel Grundwasserersatzmassnahmen erforderlich.
- Die Lage des Bauwerks im Grundwasser-Randbereich oder gar ausserhalb davon erleichtert in der Regel den Erhalt einer gewässerschutzrechtlichen Ausnahmegewilligung erheblich.

Eine Unterquerung von geschützten Grundwasserleitern innerhalb von grundwasserstauenden Schichten wie z.B. der Moräne, der Seeablagerungen oder im Molassefels sind bei genügendem Abstand zum Grundwasserleiter grundsätzlich zulässig.

Es ist davon auszugehen, dass während der Bauphase ein umfangreiches Monitoring des Grundwassers sowohl qualitativ als auch quantitativ durchgeführt werden muss, um die Qualität des Grundwassers jederzeit sicherstellen zu können.

Die ermittelten Ergebnisse und Analysen wurden im Rahmen der Zusammenarbeit mit Vertretern vom AWEL besprochen [10]. Die Erkenntnisse, dass an gewissen Randbereichen der Grundwasserleiter weniger ausgeprägt sein könnte als in der kantonalen Grundwasserkarte, wurde per se nicht verneint. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass der "weisse Fleck" im Bereich Toggenburger Weiher in der Bewilligungspraxis nicht als "weisser Fleck" behandelt wird. Da es sich hierbei nicht um einen natürlichen Unterbruch des Grundwasserstroms handelt, sondern um einen künstlich unterbrochenen Strom, wird ein grosses Augenmerk auf die noch vorhandene Restwassermenge gelegt. Ein Eingriff an dieser Stelle wird daher sehr kritisch erachtet, kritischer als an einer Randlage des Grundwasserstroms.

5. Referenzzustand

Die Bewertung der Varianten erfolgt nicht für den heutigen Zustand, sondern für einen Referenzzustand im Jahr 2040. Dieser berücksichtigt zum einen Veränderungen im Verkehrsangebot wie unabhängig von der Zentrumserschliessung geplante Infrastrukturprojekte, zum anderen sind auch Veränderungen in der Nachfrage infolge der Siedlungsentwicklung hinterlegt.

Für die Erstellung des Referenzzustand muss zunächst der Ist-Zustand des Modells⁶ überprüft werden, um allfällige Abweichungen zwischen Modell und Realität auf den Referenzzustand zu übertragen.

5.1 Überprüfung Ist-Zustand GVM-ZH

Das GVM-ZH ist im Grundzustand flächendeckend auf Strecken kalibriert. Bei konkreten Anwendungen bietet sich aber eine Überprüfung der lokalen Modellgüte und ggf. eine Nachkalibration an. Für die vorliegende Studie wurde zudem ergänzend auf Knoten kalibriert, um die Modellgüte und Aussagekraft zu verbessern.

Bei der Kalibration gilt zu beachten, dass sich der Ist-Zustand des GVM-ZH auf das Jahr 2019 bezieht und damit geringfügig vom Bearbeitungsjahr der vorliegenden Studie abweicht. Anpassungen infolge der Kalibration korrigieren damit nicht nur Modellungenauigkeiten, die bei der Erstellung des Modells entstanden sind, sondern auch die Entwicklung seit 2019.

5.1.1 Überprüfung Netzmodell

Das Netzmodell des GVM-ZH weist eine grosse Detailtreue auf. Die Überprüfung des Netzmodells hat gezeigt, dass nur vereinzelte Abbiegebeziehungen angepasst werden müssen. Diese wurden im Rahmen der Kalibration vorgenommen.

5.1.2 Kalibration

Methode

Ziel der Kalibration ist eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen dem Verkehrsmodell und der Realität (auch als Modellgüte bezeichnet). Hierzu wird die Verkehrsnachfrage punktuell und sukzessive angepasst. Wie gut die Übereinstimmung ist, wird mit Hilfe eines sogenannten Gütemasses beurteilt. Hierzu werden vor der Kalibration Qualitätsanforderungen formuliert, die es zu erreichen gilt. Da das Modell auch mit Kalibration nicht perfekt an die Realität angepasst werden kann, ohne die Struktur der Verkehrsnachfrage zu beeinträchtigen⁷, werden gewisse Abweichungen zwischen Modell und Realität in Kauf genommen. Das Gütemass unterscheidet zwischen «sehr guter», «guter», «ausreichender» und «ungenügender» Übereinstimmung. In der Regel wird nicht gefordert, dass jeder geprüfte Wert eine sehr

6 Für die Verkehrsmodellierung kommt das GVM-ZH19 zum Einsatz

7 In der Fachsprache spricht man hierbei von einer Überanpassung des Modells. Ein überangepasstes Modell zeigt an denjenigen Stellen, bei denen die Modellgüte geprüft wird, eine perfekte Übereinstimmung, verliert aber i.d.R. seine Prognosefähigkeit

gute Übereinstimmung aufweist, sondern übliche Qualitätsanforderungen sind, dass mindestens 85% der geprüften Werte eine «gute Übereinstimmung» und kein Wert eine «ungenügende Übereinstimmung» aufweisen sollen. Diese Anforderung wurde auch für das vorliegende Projekt verwendet. Mit dieser Qualitätsanforderung soll erreicht werden, dass das Modell in seiner *Gesamtheit* die Realität gut abbildet. Es kann dabei durchaus vorkommen, dass sich durch die Kalibration einzelne Werte verschlechtern, sich dafür mehrere andere Werte verbessern.

Verkehrserhebung

Für die Beurteilung der Modellgüte muss die effektiv vorhandene Verkehrsbelastung an ausgewählten Stellen bekannt sein. Für den vorliegenden Perimeter wurden die in Abbildung 10 vermerkten Knoten als relevant erachtet.

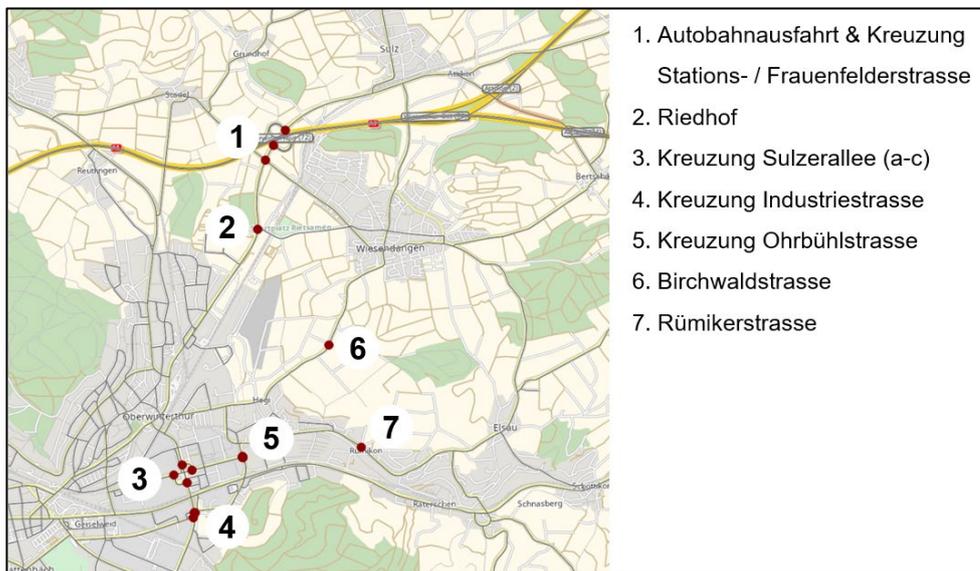


Abbildung 10: Erhebungsstandorte Knotenströme

An diesen Knoten wurde die Verkehrsbelastung im Rahmen einer Verkehrserhebung (4.-6. Juni 2025) gezählt⁸. Die detaillierten Erhebungsergebnisse können dem Anhang entnommen werden (vgl. Anhang A1) Vorgängig wurde anhand bestehender Unterlagen zur aktuellen verkehrlichen Situation geprüft, ob bereits verwendbare Verkehrszählungen für diese Knoten vorliegen. Die unten aufgeführten Grundlagen konnten jedoch nicht verwendet werden aufgrund fehlender Aktualität oder fehlender Datenverlässlichkeit. Berücksichtigt wurden folgende Dokumente:

- Steuerungs- und Dosierungskonzept Frauenfelderstrasse, 2022 [14]
- Steuerungs- und Dosierungskonzept (ÖV- HLK), 2016 [15]
- Verkehrstechnische Studie – Wiesendangen, Knoten Frauenfelder-/Rietstrasse, 2021 [16]

Die Kalibration wurde anhand der Verkehrsbelastung (Abbiegebeziehungen) der oben dargestellten sieben Erhebungsstandorte durchgeführt.

8 Erhebungskonzept Neuhegi-Grüze, EBP 2024

Gütemass

Als Gütemass wurde in der Kalibration der Scalable Quality Value (g_{SQV}) herangezogen, der wie folgt definiert ist:

$$g_{SQV} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{a^2}{f \cdot c}}}$$

a Betrag der absoluten Abweichung $|m-c|$
 m Modellwert
 c Messwert
 f Skalierungsfaktor

Für den Skalierungsfaktor f wurden folgende Werte verwendet:

- DWV: $f = 4'000$
- ASP: $f = 500$

Das Ziel der Kalibrierung war es, das Modell möglichst gut den Messwerten anzupassen. Dabei wurden folgende Qualitätskriterien angestrebt:

- Kein Wert unter Gütemass 0.75
- Nicht mehr als 15% der Werte unter Gütemass 0.85

Hinweis: Ein Gütemass von weniger als 0.75 entspricht einer «ungenügenden Übereinstimmung». Ein Gütemass von mindestens 0.75 entspricht einer «ausreichenden Übereinstimmung». Ein Gütemass von mindestens 0.85 entspricht einer «guten Übereinstimmung»⁹.

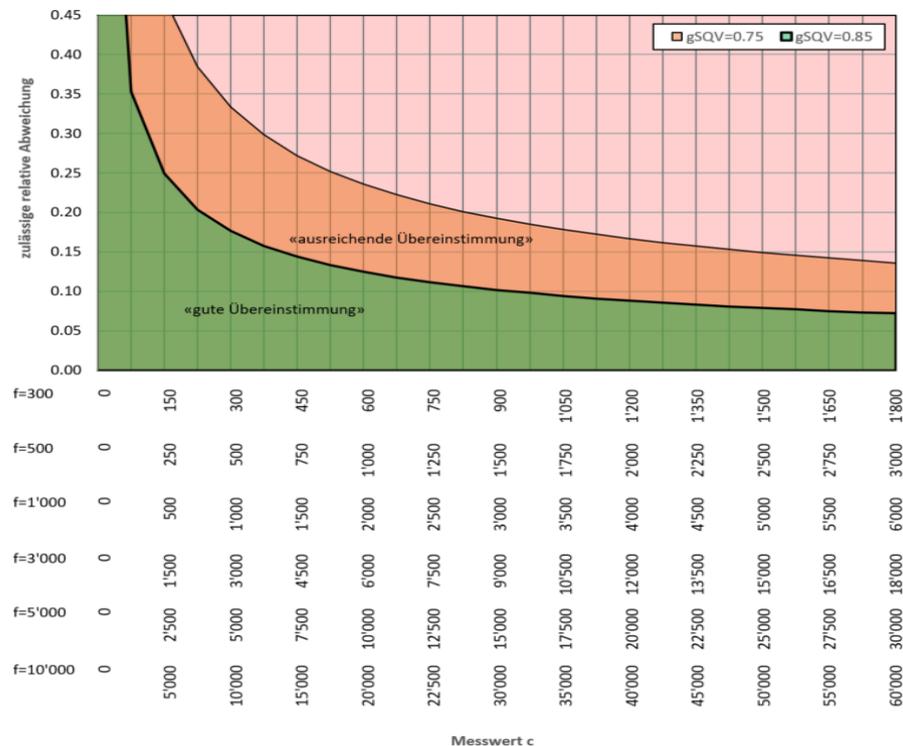


Abbildung 11 Einstufungsdiagramm

9 Vgl. Forschungsbericht SVI 2015/001 «Qualitätssicherung von Verkehrsmodellberechnungen»

Anhand der obigen Darstellung (vgl. Abbildung 11) können die zulässigen Abweichungen zwischen Messwert und Modellwert in Abhängigkeit des Skalierungsfaktors f abgeschätzt werden:

Kalibrierungsergebnis

Die Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen die Modellgüte des DWV-Modells vor der Kalibration und nach der Kalibration. Vor der Kalibration wiesen elf der 15 untersuchten Knotenströme eine nicht akzeptable Übereinstimmung mit der Realität auf (rot). Drei Knotenströme wurden als akzeptabel (orange) eingestuft und nur ein Knotenstrom wies eine gute bis sehr gute Übereinstimmung mit der Realität auf (grün; Kistenpass). Nach der Kalibration weisen alle 15 Knotenströme eine gute bis sehr gute Übereinstimmung mit der Realität auf.

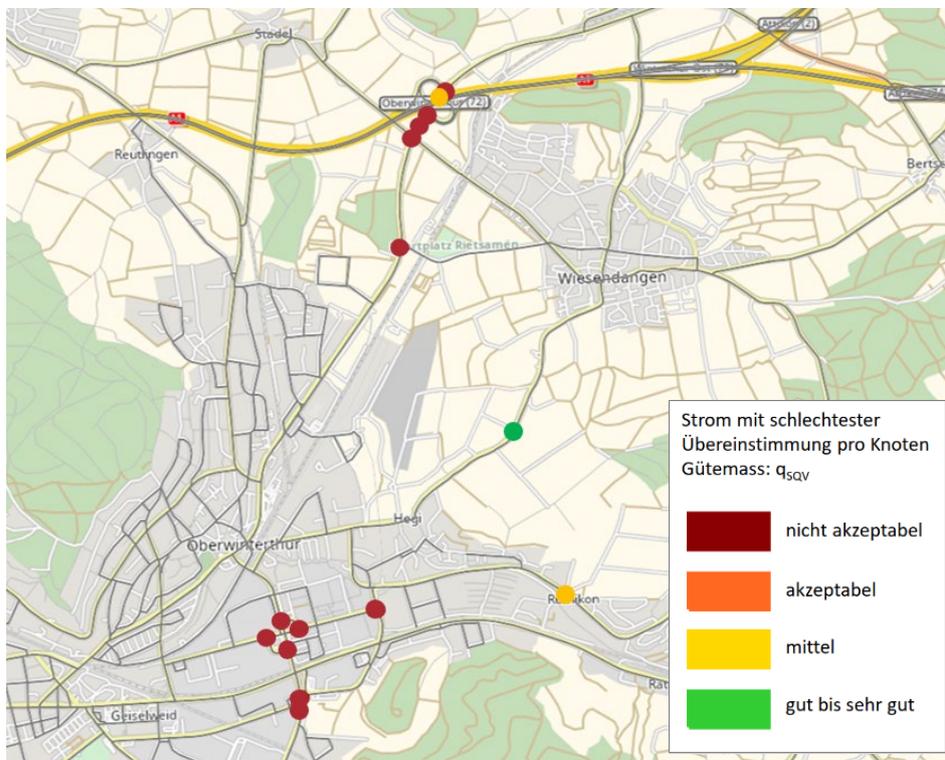


Abbildung 12: Modellgüte DWV vor Kalibration

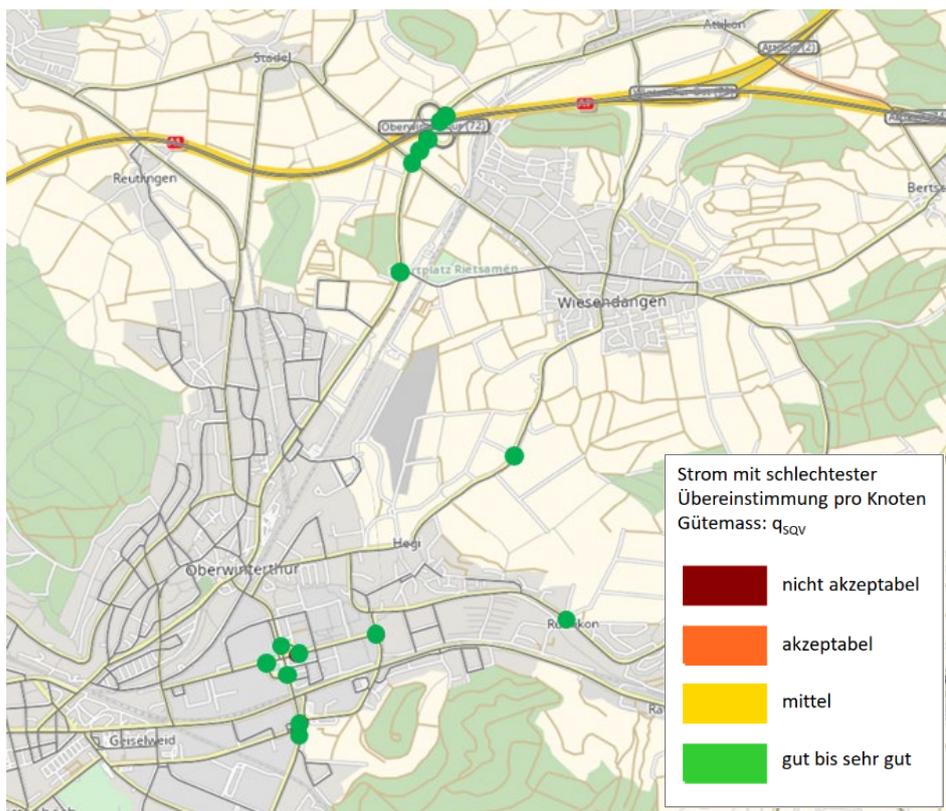


Abbildung 13: Modellgüte DWV nach Kalibration

Die Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen die Modellgüte des ASP-Modells vor der Kalibration und nach der Kalibration. Vor der Kalibration wiesen acht der 15 untersuchten Knotenströme eine nicht akzeptable Übereinstimmung mit der Realität auf (rot). Fünf Knotenströme wurden als akzeptabel (orange) eingestuft, zwei als mittel (gelb) und kein Knotenstrom wies eine gute bis sehr gute Übereinstimmung mit der Realität auf (grün). Nach der Kalibration weisen alle 14 Knotenströme eine gute bis sehr gute Übereinstimmung mit der Realität auf. Nur ein Knotenstrom bei der Sulzerallee weist eine mittlere Übereinstimmung mit der Realität auf. Damit sind die Anforderungen an die Modellgüte erfüllt.

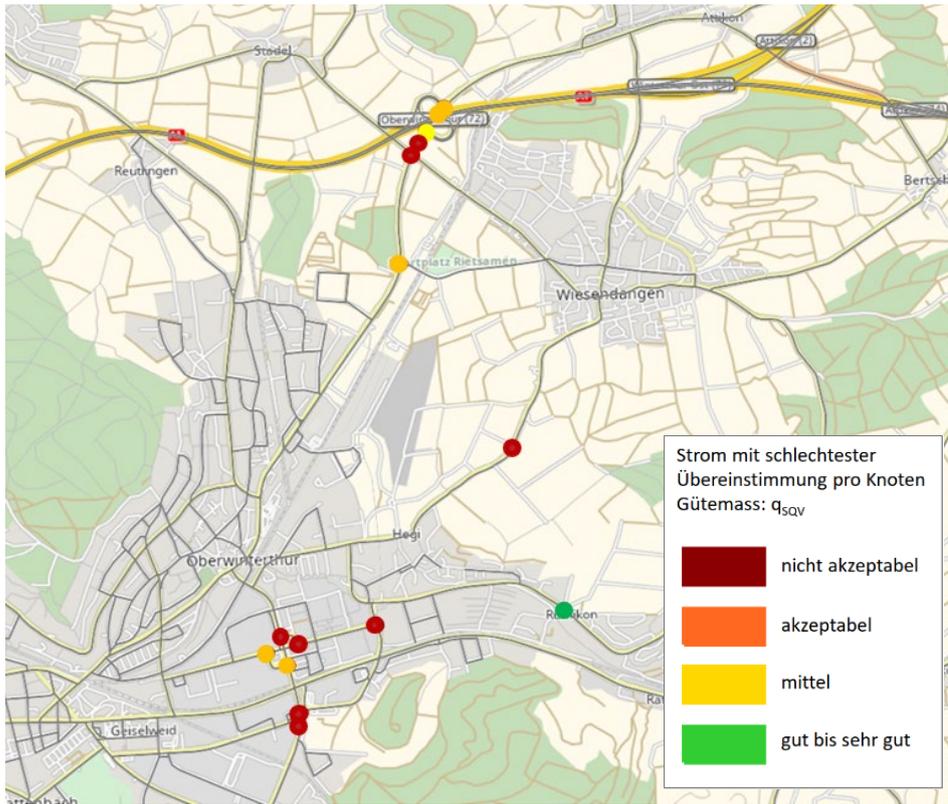


Abbildung 14: Modellgüte ASP vor Kalibration

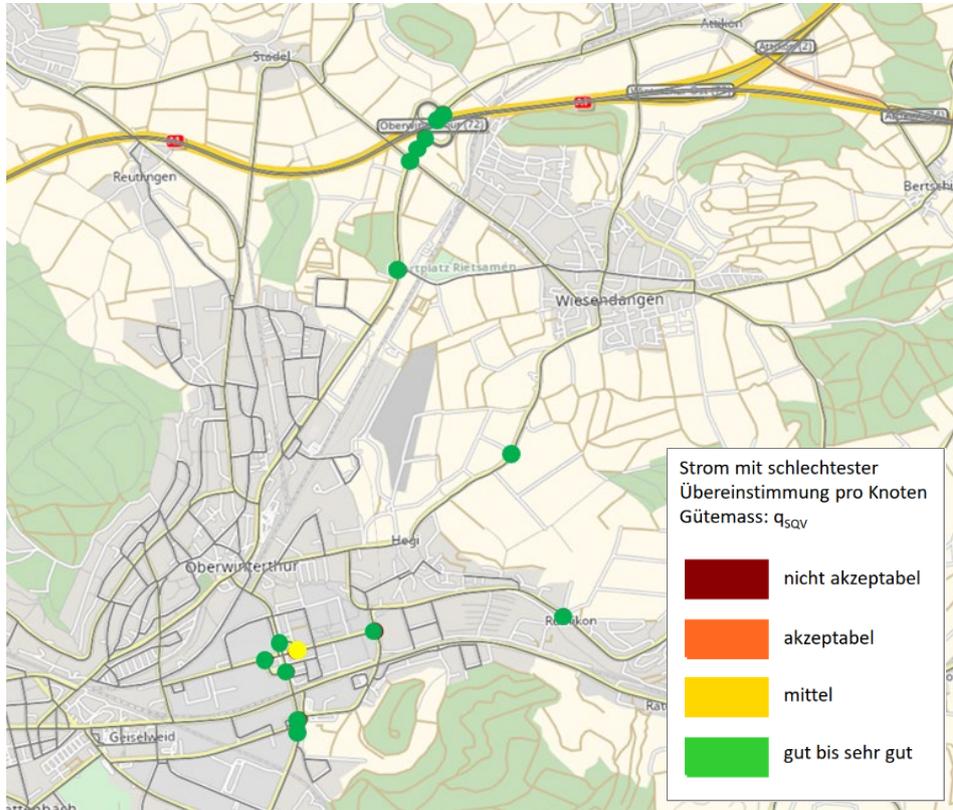


Abbildung 15: Modellgüte ASP nach Kalibration

5.2 Angebot und Nachfrage Prognosezustand

Korrekturen, die sich aufgrund der Kalibration des Ist-Zustandes ergaben, wurden auf die Prognose übertragen. Für das GVM-ZH existieren zwei Prognosezustände:

- Referenzprognose: Die Referenzprognose bildet eine Entwicklung ab wie sie ohne wesentliche Veränderungen kommen könnte (Trend). Nur bereits beschlossene Infrastrukturprojekte werden berücksichtigt.
- Strategieprognose: Die Strategieprognose beschreibt eine Entwicklung, wie sie der Kanton Zürich anstrebt: Siedlungsverdichtung, Verhaltensänderungen, inkl. «Wunschprojekte».

Die Bewertung wird mit dem Referenzszenario durchgeführt. Der Kistenpass wird dabei stets als geschlossen angenommen (sowohl im Referenzfall als auch beim Projektfall), damit die Wirkungen der Schliessung des Kistenpasses nicht mit Projektwirkungen vermischt werden. Im Referenzszenario werden auf der A1 «verschiedene Massnahmen, u.a. PUN Winterthur-Töss – Winterthur-Nord als Übergangslösung bis 6-Spurausbau» berücksichtigt.

Gründe für die Wahl der Referenzprognose des Kantons Zürich als Prognosezustand sind:

- Die Referenzprognose berücksichtigt keine Nachfragewirkung der zu prüfenden Zentrumserschliessung, was methodisch korrekter ist, als die ZS NHG aus der Strategieprognose zu entfernen und mit einem Verkehrsmodell Berechnungen durchzuführen, das die modalen Verlagerungswirkungen der zu prüfenden Massnahme (ZS NHG) bereits enthält.
- Die angestrebte Siedlungsentwicklung im Bereich des Betrachtungsperimeters in der Strategieprognose scheint z.T. unrealistisch und vermutlich zu hoch.
- Die Strategieprognose ist für den vorliegenden Anwendungsfall ungeeignet, da sie in Bezug auf Verhaltensveränderungen zwar weiter geht als die Referenzprognose, die im kommunalen Richtplan gesteckten Modalsplitziele bei weitem nicht erreicht. Bei der Strategieprognose handelt es sich aus Sicht der Stadt Winterthur somit um einen Zustand, der sich zwischen zwei «Extremszenarien» (Trend und Wunschzustand) befindet. Für die Kommunikation und Interpretation der Ergebnisse hingegen ist es einfacher, sich für eines der Extremszenarien zu entscheiden. Da für das Wunschscenario (Modal-Split-Ziele erreicht) kein Modellzustand vorliegt, fällt die Wahl auf das Referenzszenario.

Die Abbildung 16 und Abbildung 17 zeigen die im verwendeten Modell hinterlegten Veränderungen der Bevölkerung und Beschäftigtenzahl gegenüber dem Zustand 2019.

Die Abbildung 18 zeigen die Verkehrsbelastungen gemäss Modell für den Ist-Zustand. Die Abbildung 19 zeigt die prognostizierten Belastungen für den Prognosezustand 2040.

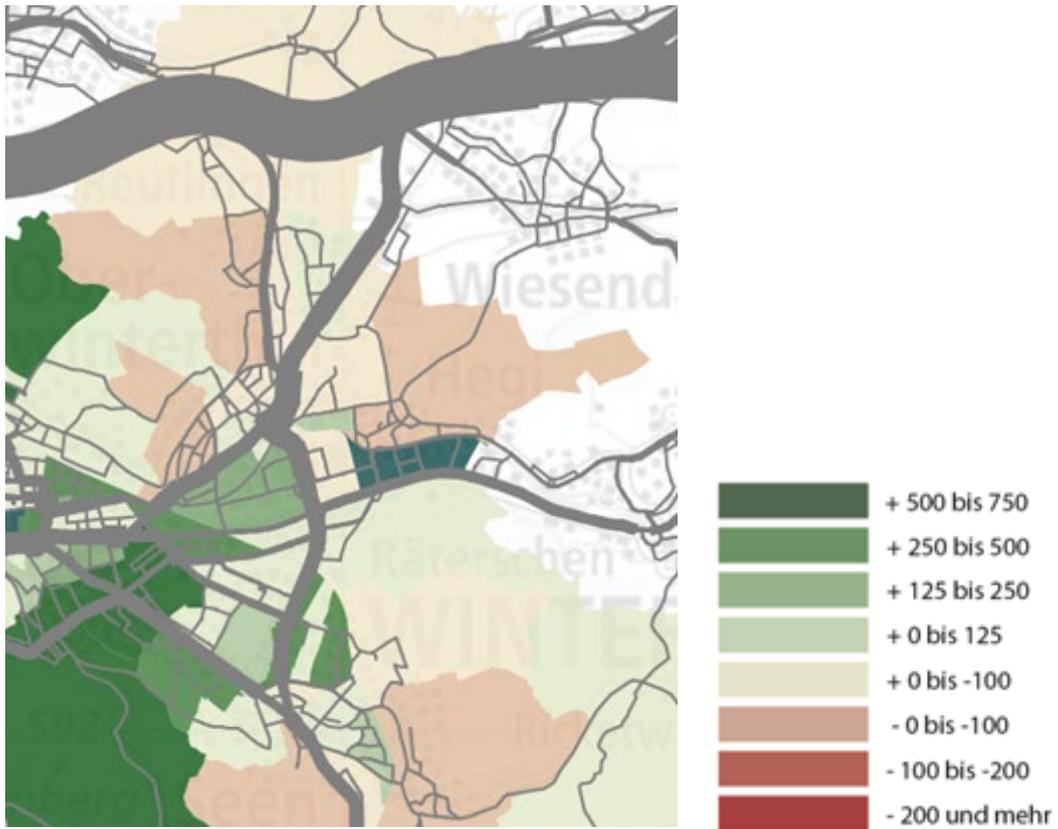


Abbildung 16: Veränderung der Beschäftigten im Perimeter

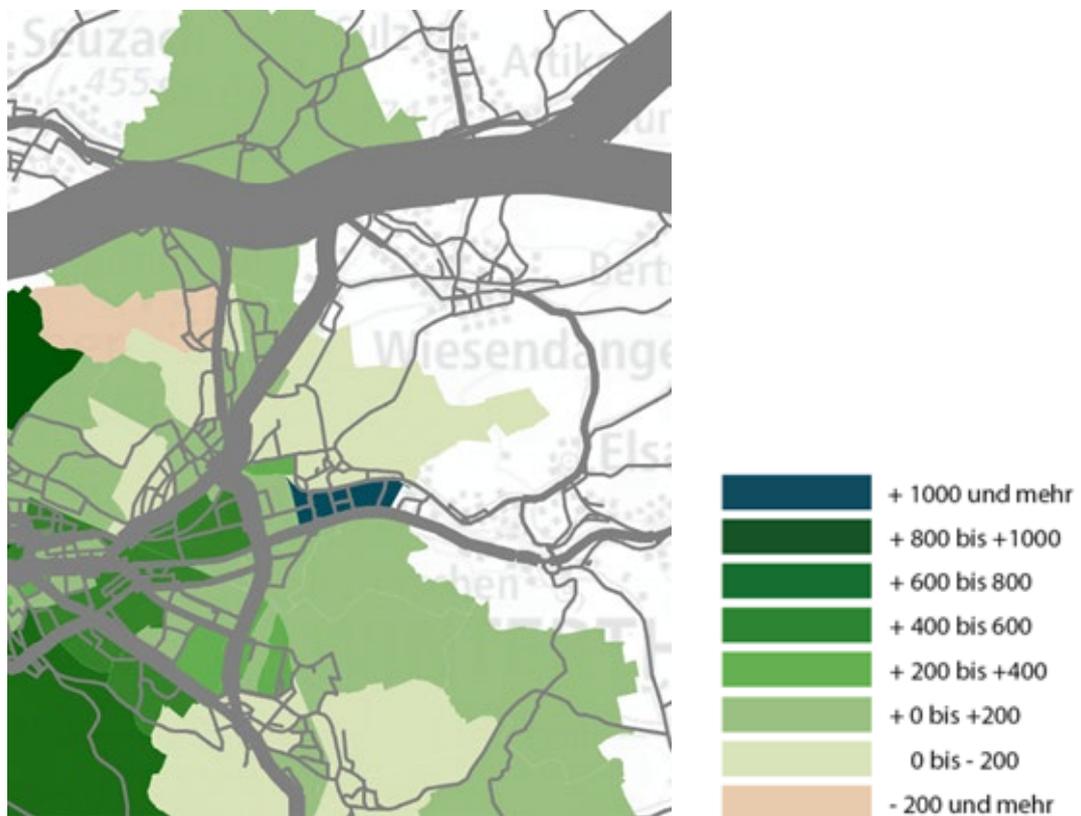


Abbildung 17: Veränderung der wohnhaften Personen im Perimeter

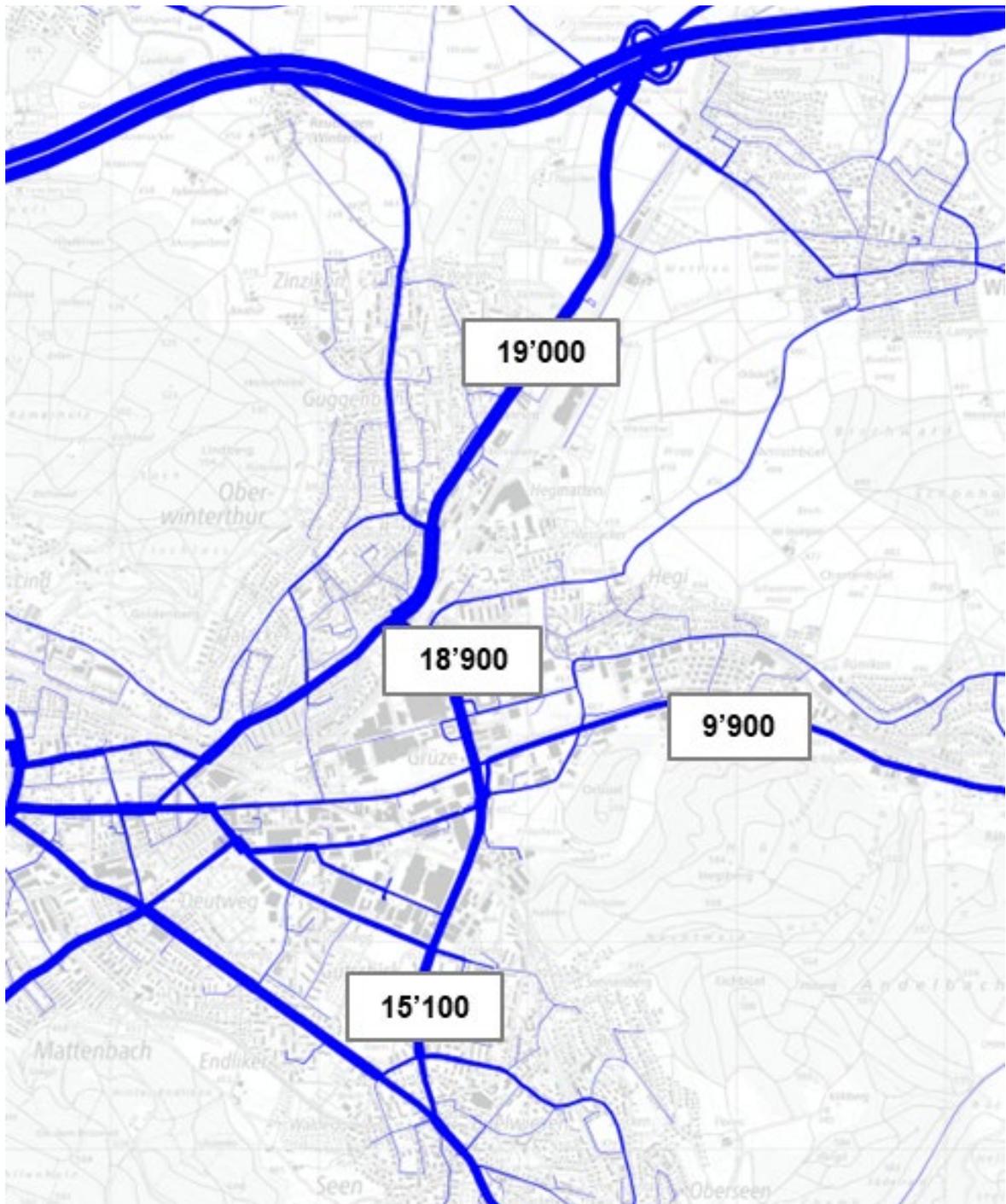


Abbildung 18: Verkehrsbelastungen im Ist-Zustand DWV [Fz/Tag] (gem. Modell)

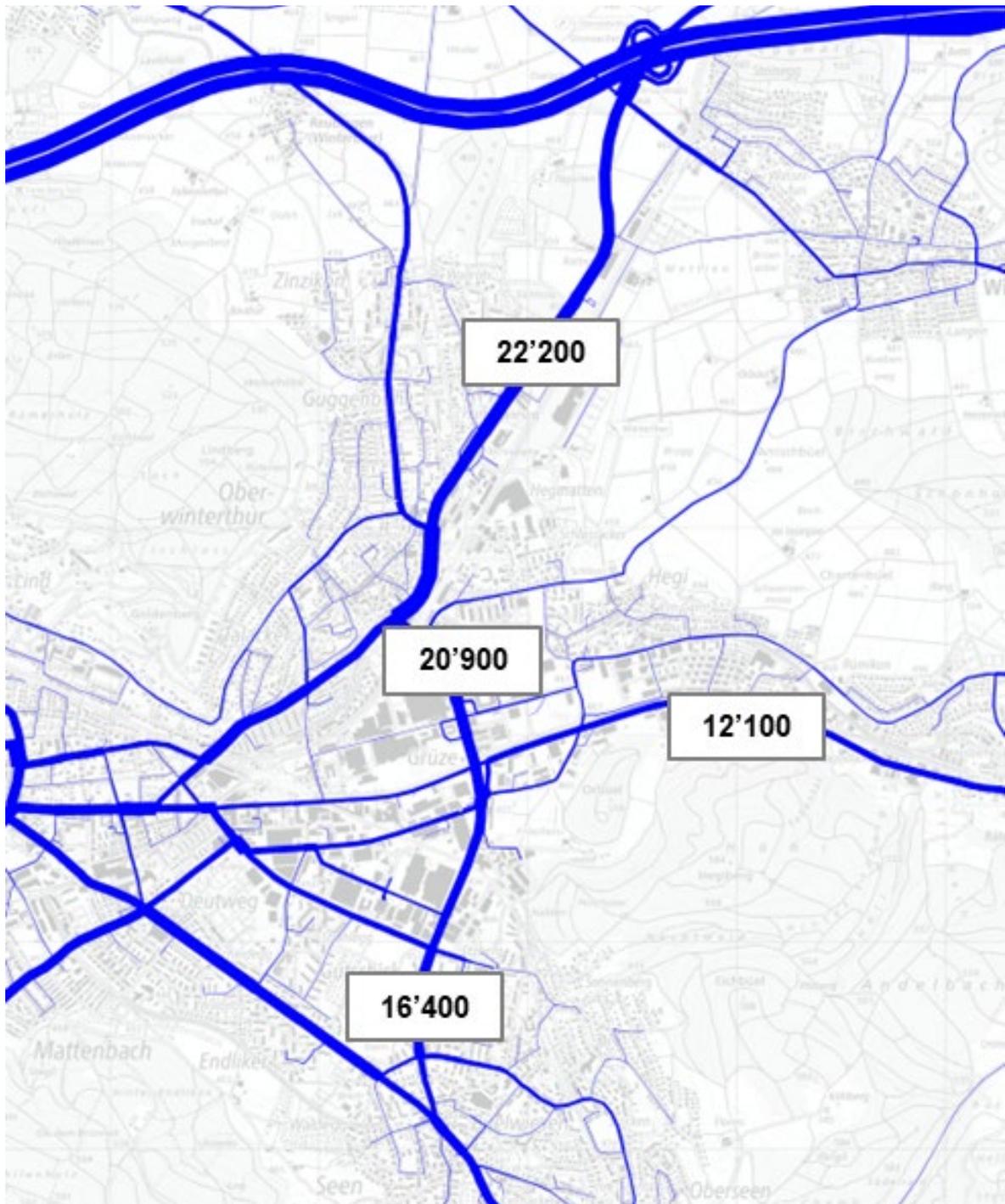


Abbildung 19: Verkehrsbelastungen im Prognosezustand DWV [Fz/Tag]

6. Variantenfächer

Die Herleitung des Variantenfächers, im interdisziplinären Austausch wird im nachfolgenden Kapitel (vgl. Kapitel 6.1) erläutert und die resultierenden Linienführungsvarianten in einer Übersicht sowie in einer Beschreibung pro Variante dargestellt (vgl. Kapitel 6.2).

6.1 Herleitung Variantenfächer

Der Variantenfächer dieser Studie orientiert sich am alternativen Korridor der Vorarbeiten für die vertiefte Vorstudie Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze [9] aus dem Jahr 2021 (vgl. Kapitel 11.2). Dabei wurden die bautechnischen und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 4) berücksichtigt. Ergänzend wurden Varianten in Anlehnung an die Variante 6u gemäss dem Ergebnis aus dem kooperativen Planungsprozess [13] (vgl. Kapitel 1.4) aus dem Jahr 2013 geprüft.

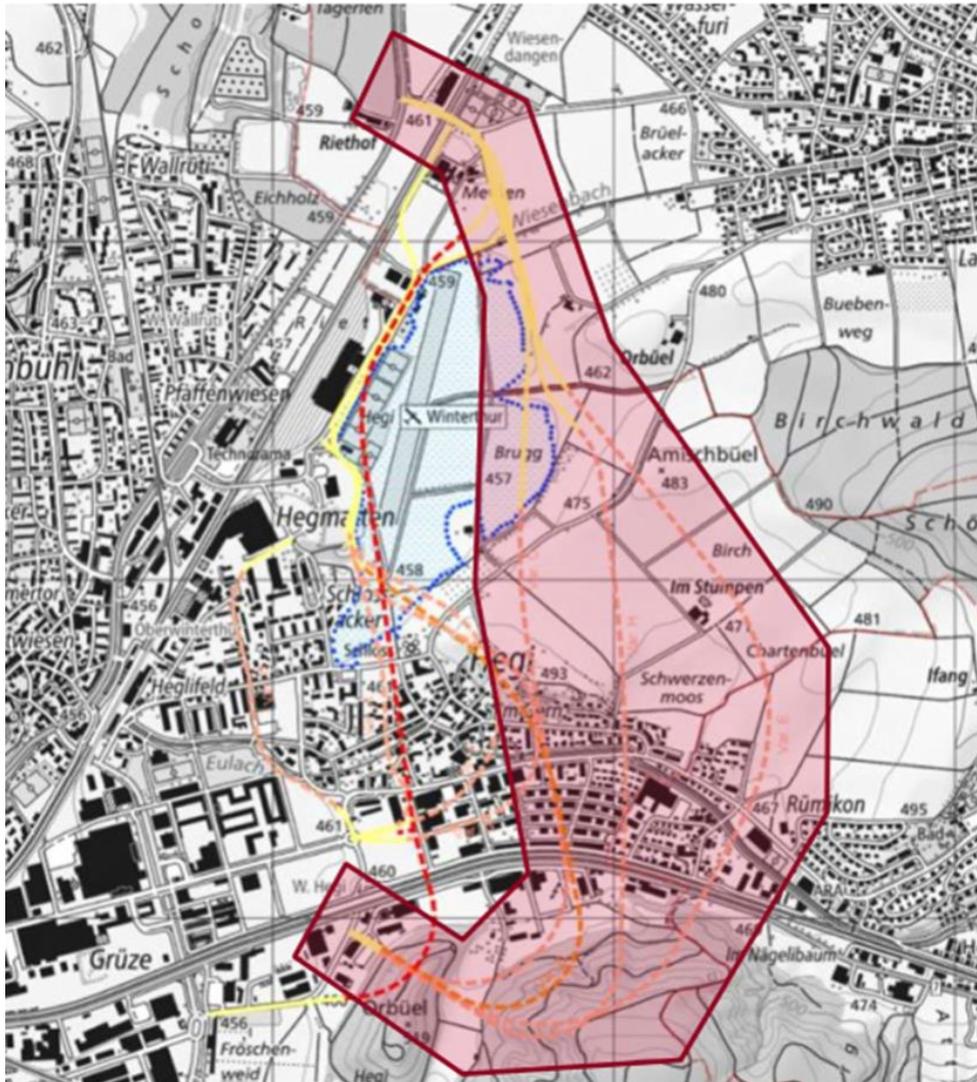


Abbildung 20: Alternativer Korridor (Quelle: Vorarbeiten für Vorstudie, B+S)

6.1.1 Variante 6u

Im kooperativen Planungsverfahren [13] ist die Variante 6u als Bestvariante bestimmt worden (vgl. Kapitel 1.4, Grundlagendokument [9]). Diese wurde bereits in den Vorarbeiten zur Vorstudie (vgl. Kapitel 1.4, Grundlagendokument [13]) intensiv diskutiert. Dabei wurde diese Variante auf Grund der Verfahrens- und bautechnischen Risiken als nicht umsetzbar erachtet. Dazu zählen insbesondere:

- Grundwasserschutzzone, Bauen im Grundwasser
- Lärmschutzverordnung
- Sehr hohe bautechnische Risiken der Portale und des Tunnelbauwerks
- Anschluss Sulzerallee bautechnisch nicht möglich

Aus diesem Grund wurde die Variante 6u in dieser Zweckmässigkeitsbeurteilung nicht mehr weiterbearbeitet.

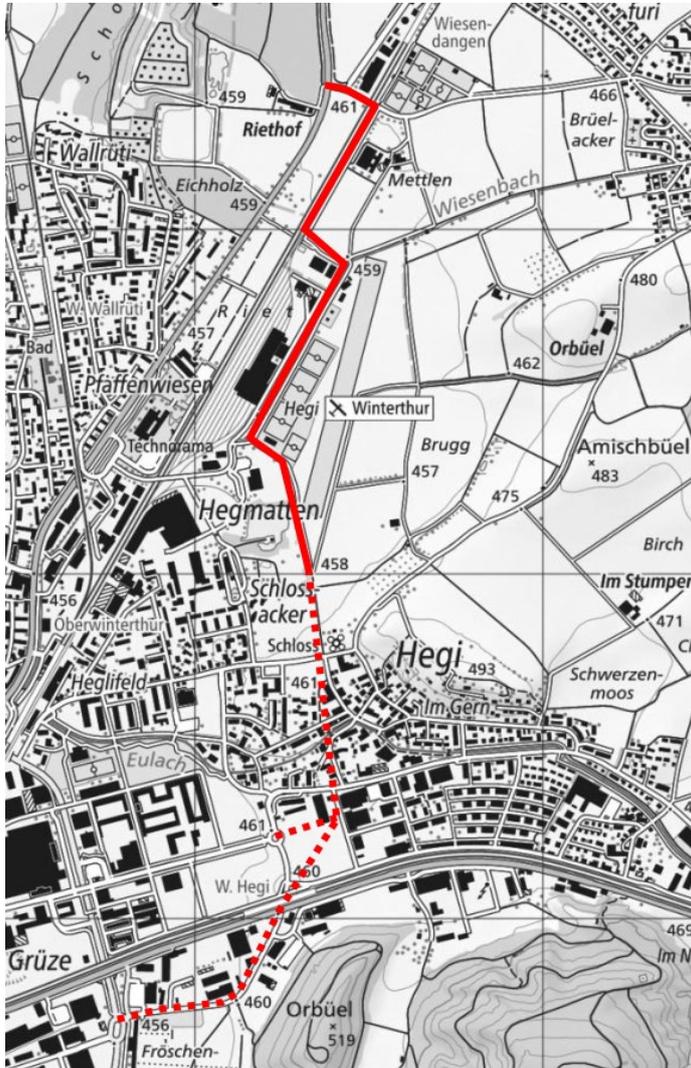


Abbildung 21: Variante 6u

6.1.2 Anschluss Nord

Beim Anschluss an die Frauenfelderstrasse (Anschluss Nord), wurde der Variantenfächer im Rahmen dieser Arbeit nochmals geöffnet. Es wurden, neben dem Anschluss Rietstrasse, weitere Anschlussmöglichkeiten entwickelt.

6.1.3 Anschluss Süd

Für den Anschluss Süd wurden sowohl der Anschluss an die Sulzerallee wie auch an den Ohrbühlkreisel nochmals überprüft. Basierend auf den Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 4) wird sichtbar, dass ein Anschluss an die Sulzerallee aus den folgenden Gründen nicht möglich ist:

- Der Eingriff mitten in den Grundwasserleiter (vgl. Abbildung 22) wird als nicht standortgebunden und somit als nicht bewilligungsfähig eingestuft.

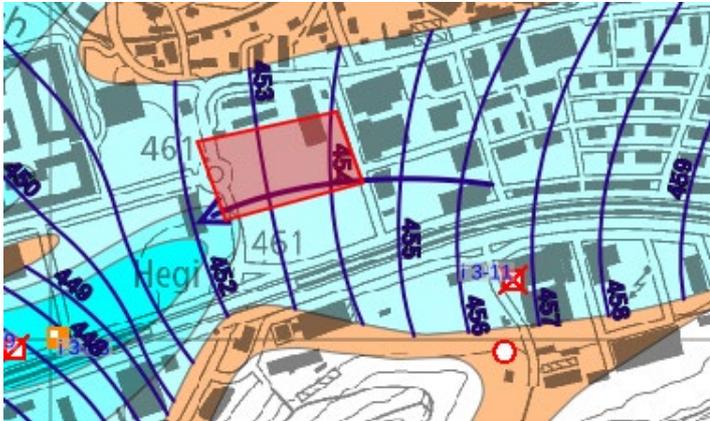


Abbildung 22: Anschluss Sulzerallee im Grundwasserstrom

- Der im Gestaltungsplan Umfeld Hegi ausgewiesene Bereich für das Tunnelportal ist zu eng bemessen und hätte Gebäudeabbrüche zur Folge (vgl. Abbildung 23 bzw. Radius für Portal (oberirdisch, freihalten) und die Sicherheitszone (unterirdisch, Sicherheitsabstand von 6m zum Gebäude (ohne Keller))).

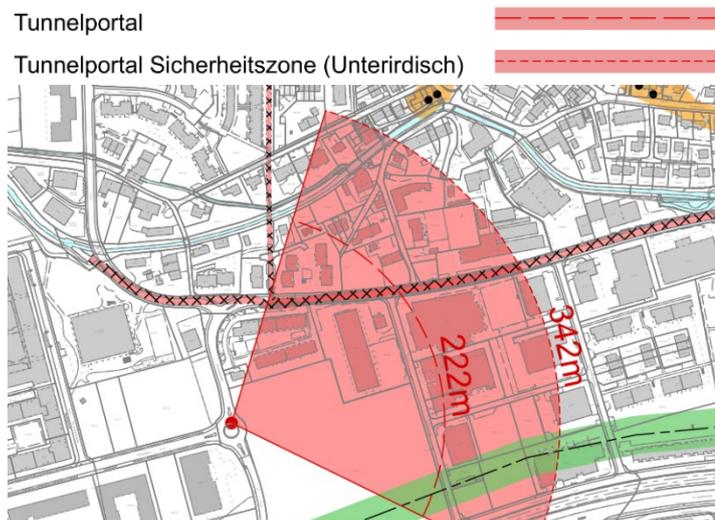


Abbildung 23: Radius für Portal und Sicherheitszone

- Aufgrund der Anforderungen an das Längsgefälle bei Tunnelbauten (max. 5%) ist eine Unterquerung des Hochwasserentlastungskanal der Eulach nicht möglich.
- In unmittelbarer Portalnähe sind keine Flächen für Installationsplätze (Aufbau Tunnelbohrmaschine) oder den Materialtransport vorhanden.
- Beim Anschluss an den Ohrbühlkreisel bzw. an die Ohrbühlstrasse sind grundsätzlich verschiedene Anschlusskonfigurationen denkbar (vgl. Abbildung 24).

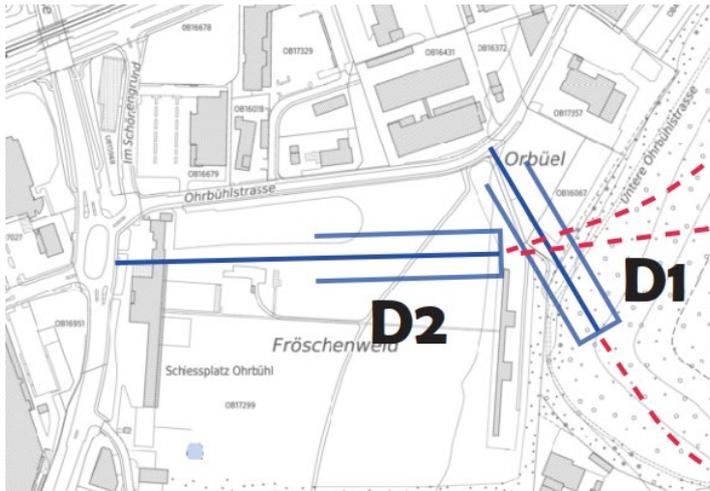


Abbildung 24 Schemadarstellung Anschluss Ohrbühlstrasse, Ohrbühlkreisel

Nachfolgend wird für alle Varianten nur der Anschluss an die Ohrbühlstrasse dargestellt und bewertet, da im Grundsatz für alle Varianten beide Anschlusskonfigurationen möglich wären. Es wäre vorgesehen, im Rahmen der Vertiefungsarbeiten vom Arbeitspaket 3 der Vertieften Vorstudie einen eigenständigen Prozess zur städtebaulichen Integration der möglichen Tunnelportale auszulösen, der verschiedene Anschlüsse verkehrstechnisch, städtebaulich und landschaftsplanerisch prüft. Die Vertiefungsarbeiten im Rahmen des Arbeitspaketes 3 wurden jedoch nicht ausgelöst, vgl. hierzu Kapitel 1.1.

Bei der Variantenermittlung wurden folgende Parameter berücksichtigt:

- Einhaltung der Normativen Vorgaben an die Trassierung (VSS-Normen) und den Tunnelbau (SIA)
- Ausbaugeschwindigkeit 80 km/h, in beengten Situationen wurden auch tiefere Geschwindigkeiten verwendet
- Möglichst geringe bis keine Beeinträchtigung des Grundwassers bzw. des Gewässerschutzbereichs Au.
- Geologische und hydrologische Gegebenheiten
- Weitere bautechnische Rahmenbedingungen gemäss Kapitel 4

6.2 Übersicht Variantenfächer

Die Variantendefinition erfolgte an einem Workshop, an dem Vertreter der Stadt Winterthur, vom Amt für Mobilität Kanton Zürich, Verkehrsexperten von EBP, Bauexperten von B+S, ein Geologe von Jäckli sowie eine Expertin Umwelt von CDS anwesend waren. Neben diesem fachlichen Know-How bildete der bautechnische und der umweltrechtliche Konfliktplan eine wichtige Grundlage (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2). Im Anschluss an diesen Workshop wurden die Varianten in der horizontalen und vertikalen gemäss den allgemein Gültigen Normen (SIA, VSS usw.) trassiert und auf die geologischen und landschaftsplanerischen Verhältnisse hin optimiert.

Die Varianten unterscheiden sich vor allem an ihrem Anschlusspunkt im Norden und der nördlichen Linienführung. Der Anschluss im Süden mittel geschwungenem Tunnel an die Ohrbühlstrasse ist bei allen Varianten identisch.

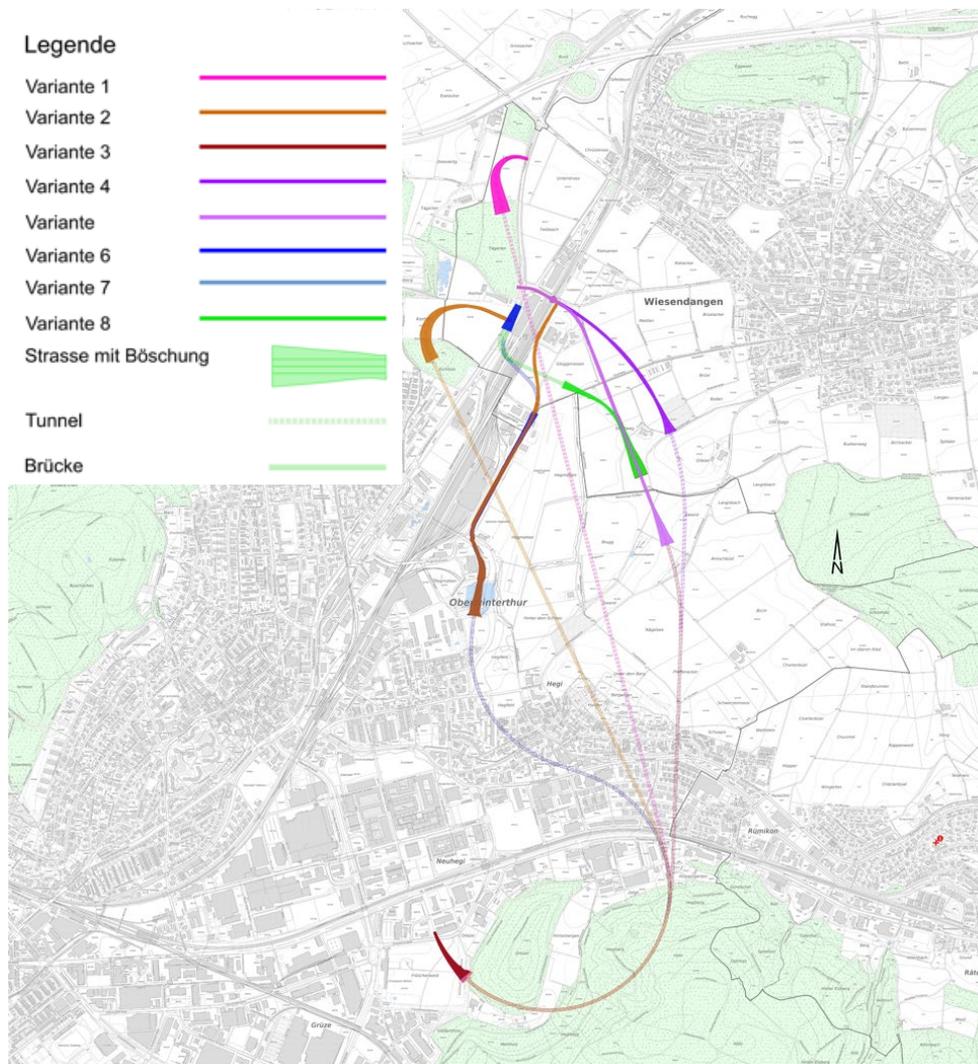


Abbildung 25: Übersicht Variantenfächer

6.2.1 Variante 1 – A2 Tunnel lang, Anschluss Stationsstrasse

Bei der Variante 1 schliesst die neue Strasse bereits im Gebiet Tägerlen an die Frauenfelderstrasse an und verläuft auf der ganzen Länge in einem Tunnel. Das Tunnelportal Nord tangiert einen belasteten Standort sowie den Waldbereich, liegt jedoch mehrheitlich ausserhalb des Grundwasserstroms bzw. tangiert diesen nur am Rande. Beim Anschluss an die Frauenfelderstrasse kann auf Grund des Radius nur 50 km/h gefahren werden.

Länge total:	4'620 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM):	4'350 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 530 Mio.



Abbildung 26: Variante 1 - A2 Tunnel lang

6.2.2 Variante 2 – A3 Tunnel lang, Anschluss Riedhof

Bei der Variante 2 schliesst die neue Strasse im Gebiet Riethof an die Frau-
enfelderstrasse an und verläuft auf der ganzen Länge in einem Tunnel. Das
Tunnelportal Nord tangiert einen belasteten Standort sowie den Waldbe-
reich, liegt jedoch ausserhalb des Grundwasserstroms. Im Bereich der
Rampe kann auf Grund des Radius nur 60 km/h gefahren werden.

Länge total:	4'340 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM):	3'880 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 500 Mio.



Portal Nord



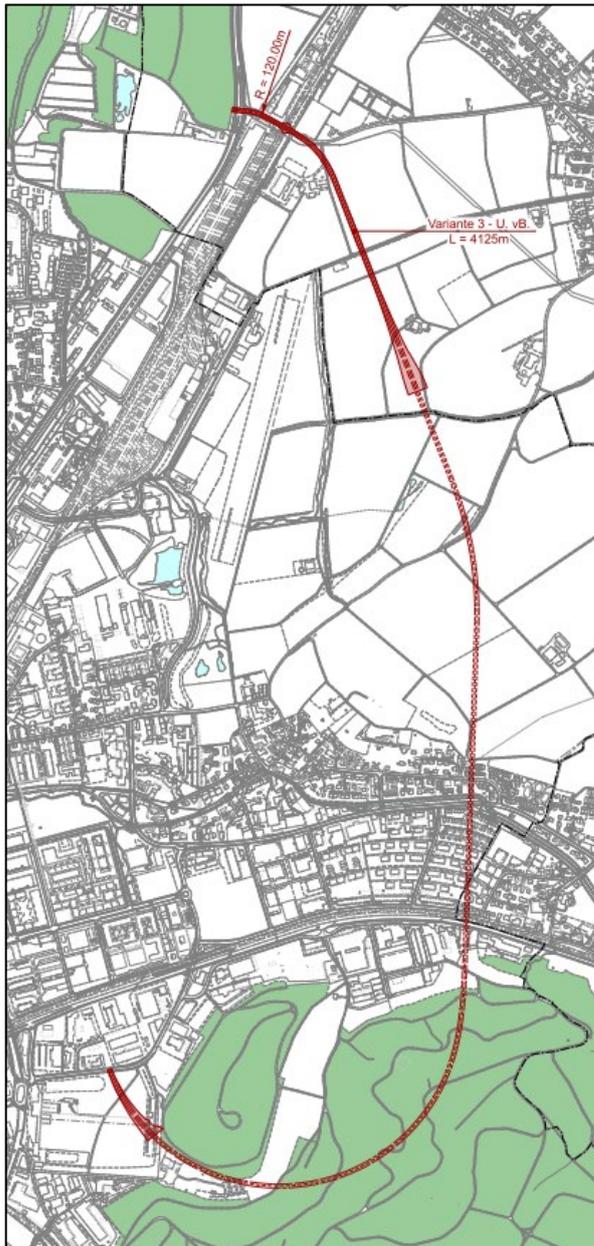
Portal Süd

Abbildung 27: Variante 2 – A3 Tunnel lang

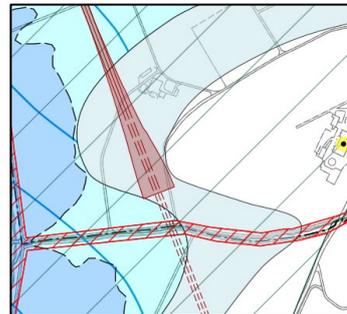
6.2.3 Variante 3 – Unterführung, vor Bach

Die Variante 3 schliesst am heutigen Knoten Riestrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse auf Höhe der bestehenden Unterführung Rietstrasse (bedingt Ausbau der Unterführung). Die Strasse verläuft in offener Führung. Das Tunnelportal Nord befindet sich vor dem Wiesendanger Dorfbach und liegt im Randbereich des Grundwasserleiters.

Länge total	4'130 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM)	3'160 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 390 Mio.



Unterführung



Portal Nord



Portal Süd

Abbildung 28: Variante 3 - Unterführung, vor Bach

6.2.4 Variante 4 – Unterführung Orbüel

Die Variante 4, schliesst am heutigen Knoten Riestrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse auf Höhe der bestehenden Unterführung Rietstrasse (bedingt Ausbau der Unterführung). Die Strasse verläuft in offener Führung. Das Tunnelportal Nord befindet beim Orbüel und liegt im Randbereich des Grundwasserleiters.

Länge total:	4'210 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM)	3'221 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 390 Mio.

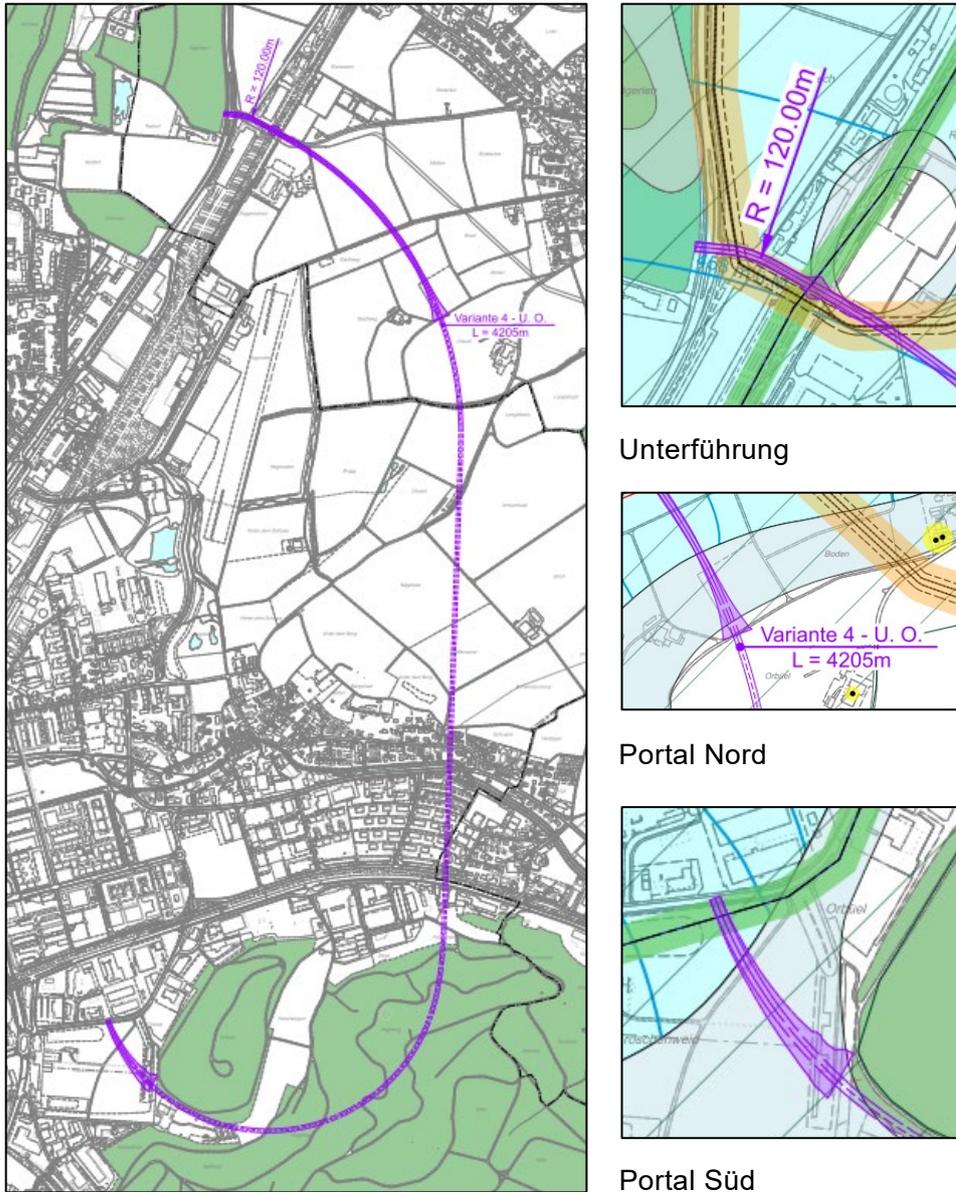
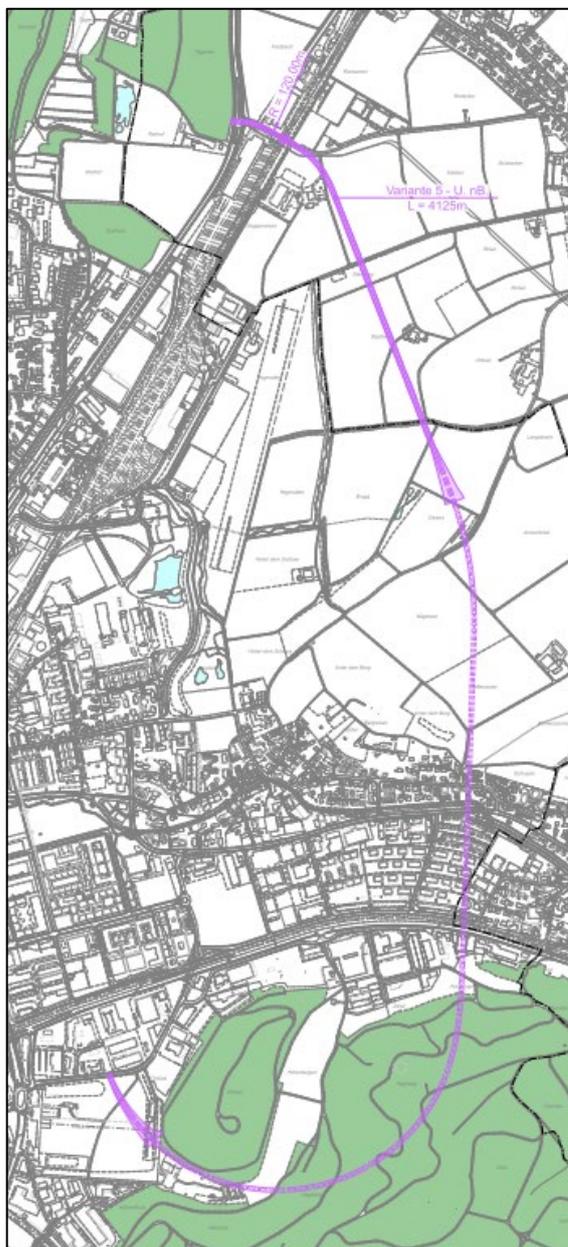


Abbildung 29: Variante 4 - Unterführung Orbüel

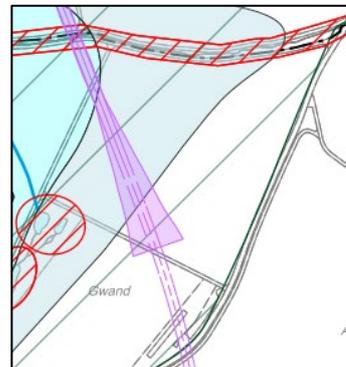
6.2.5 Variante 5 – Unterführung, nach Bach

Die Variante 5, schliesst am heutigen Knoten Riestrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse auf Höhe der bestehenden Unterführung Rietstrasse (bedingt Ausbau der Unterführung). Die Strasse verläuft in offener Führung. Das Tunnelportal Nord befindet im Gebiet Gwand, nahe beim Naturschutzgebiet und liegt im Randbereich des Grundwasserleiters.

Länge total:	4'130 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM):	2'790 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 350 Mio.



Unterführung



Portal Nord



Portal Süd

Abbildung 30: Variante 5 - Unterführung nach Bach

6.2.6 Variante 6 – Unterführung, Weiher

Die Variante 6 entspricht im Grundsatz der Variante 6u gemäss Richtplan. Sie schliesst am heutigen Knoten Rietstrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse auf Höhe der bestehenden Unterführung Rietstrasse (bedingt Ausbau der Unterführung). Direkt nach der Unterführung biegt die neue Strasse mit einem T-Knoten von der bestehenden Rietstrasse ab. Die Strasse verläuft in offener Führung zwischen der SBB-Serviceanlage Hegmatten und dem Flugplatz Hegmatten. Das Tunnelportal Nord befindet sich beim Toggenburger Weiher, einem belasteten Ablagerungsstandort. Das Tunnelportal Süd ist, entgegen der ursprünglichen Variante 6u, nicht an der Sulzerallee, sondern ebenfalls an der Ohrbühlstrasse nach der SBB-Unterführung.

Länge total: 4'500 m
 Länge Tunnel (Tagbau und TBM): 2'900 m
 Kostenschätzung (+/- 40%): CHF 420 Mio.

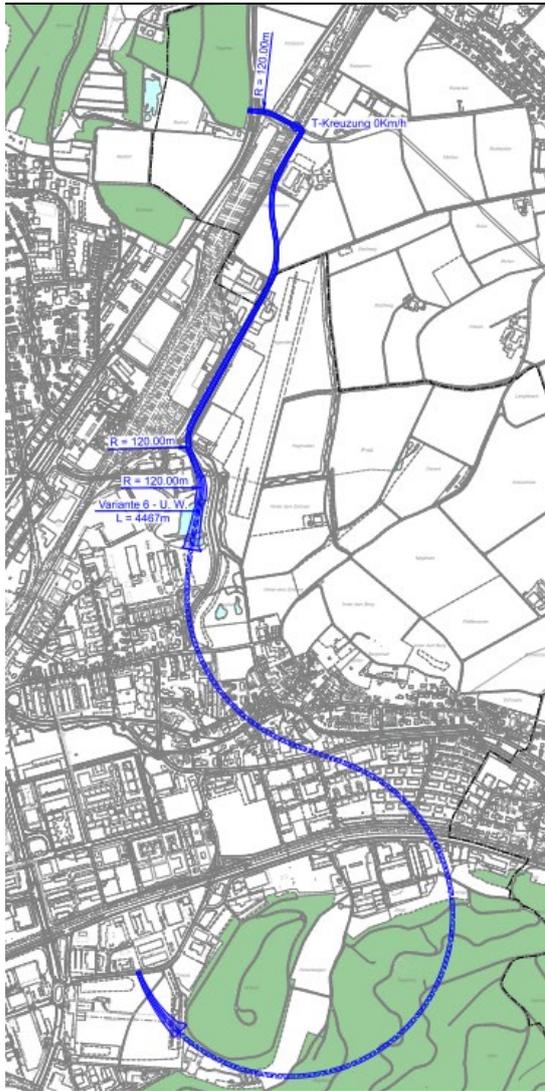
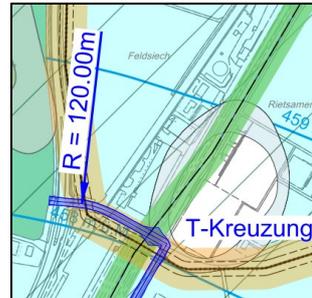
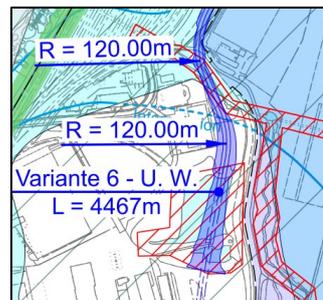


Abbildung 31: Variante 6 – Unterführung, Weiher



Unterführung



Portal Nord



Portal Süd

6.2.7 Variante 7 – Brücke, Weiher

Die Variante 7, schliesst nach dem Knoten Rietstrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse und die Serviceanlage Wiesendangen mit einer Brücke. Die Strasse verläuft in offener Führung zwischen der Serviceanlage und dem Flugplatz Hegmatten. Das Tunnelportal Nord befindet sich beim Toggenburger Weiher, einem belasteten Ablagerungsstandort.

Länge total:	4'350 m
Länge Tunnel (Tagbau und TBM):	3'030 m
Kostenschätzung (+/- 40%):	CHF 440 Mio.



Brücke



Portal Nord



Portal Süd

Abbildung 32: Variante 7- Brücke, Weiher

6.2.8 Variante 8 – Brücke, vor Bach

Die Variante 8, schliesst nach dem Knoten Rietstrasse an die Frauenfelderstrasse an und unterquert das SBB-Trasse und die Serviceanlage Wiesendangen mit einer Brücke. Die Strasse verläuft in offener Führung. Das Tunnelportal Nord befindet sich vor dem Wiesendanger Dorfbach und liegt im Randbereich des Grundwasserleiters.

Länge total_ 4'150 m
 Länge Tunnel (Tagbau und TBM): 3'140 m
 Kostenschätzung (+/- 40%): CHF 410 Mio.



Abbildung 33: Variante 8 – Brücke vor Bach

6.2.9 Variante 0+

Eine Variante 0+ ist eine Variante die keine neue Infrastrukturmassnahme im engeren Sinn vorsieht, sondern das bestehende Verkehrssystem durch betriebliche und ggf. geringfügige bauliche Anpassungen optimiert. In der vorliegenden vertieften Vorstudie wurde eine Bewertung nur für die ausgearbeiteten Infrastrukturvarianten vorgenommen und auf eine Definition und Bewertung einer Variante 0+ verzichtet.

Dies aufgrund der Herausforderungen und Unschärfen im Umgang mit einer Variante 0+ und den in der vertieften Vorstudie definierten Projektzielen. Insbesondere das Projektziel (vgl. Kapitel 2) selbst umfasst die «Gewährleistung der Erschliessung des Zentrumsgebiets», welches damit eine bessere Erschliessung einbezieht und in seiner Formulierung eine Zentrumsererschliessung als neue Infrastruktur explizit verlangt. Eine rein betriebliche Variante 0+ kann dies nicht gewährleisten, resp. schliesst das Projektziel eine Optimierung im bestehenden System aus.

Auch würde der zu untersuchende Variantenfächer mit einer zusätzlichen Variante 0+ schlussendlich Varianten umfassen, welche unterschiedliche verkehrliche Wirkungen aufweisen. Die Wirkungen von grossen Infrastrukturmassnahmen wie der Neubau von Strassen und Tunnels lassen sich direkt berechnen, quantifizieren und bewerten. Die Wirkungen von betrieblichen Massnahmen wie beispielsweise Anpassungen von LSA-Steuerungen, die in der Variante 0+ enthalten wären, sind dagegen in der Regel mit einem Verkehrsmodell nur unzureichend abzubilden. Die unterschiedlich gute Eignung der Modellierbarkeit von Massnahmen führt dazu, dass betriebliche und infrastrukturelle Massnahmen in der Bewertung mit unterschiedlichen Ellen gemessen werden und somit nur unzureichend vergleichbar sind.

Für einen belastbaren Vergleich müssten ausserdem im Rahmen übergeordneter Betrachtungen auch grundsätzliche Analysen zu den aktuellen Anforderungen und auch Defizite des Gebietes angestellt werden.

7. Machbarkeit

Für die acht neuen Varianten wurden in einem iterativen Prozess die Linienführungen (horizontal und vertikal) erarbeitet und die bautechnische Machbarkeit überprüft. Gleichzeitig wurde eine Betrachtung der umweltrechtlichen Auswirkungen durchgeführt und diese mit den gewählten Linienführungen möglichst minimiert. Im Folgenden sind die Herleitungen der bautechnischen Machbarkeit (Tunnelbau, Brücke SBB und Unterführung Rietstrasse) und umweltrechtlichen Machbarkeit beschrieben. Bei der verkehrlichen Machbarkeit hinsichtlich der jeweiligen Anschlüsse im Süden und Norden wurde davon ausgegangen, dass mögliche Knotenlösungen vorhanden sind. Eine Vertiefung dieser Knotenlösungen war ursprünglich für AP3 (sistiert vgl. Kapitel 1.1) vorgesehen. Diese Projektspezifikationen sind dann anschliessend in die Grobkostenschätzung und Variantenbewertung eingeflossen.

7.1 Bautechnische Machbarkeit unterirdische Linienführung

Für die Prüfung der bautechnischen Machbarkeit der unterirdischen Linienführung (Tunnelbau) werden zuerst allgemeine Überlegungen zum Vortriebskonzept und möglichen Vortriebsverfahren durchgeführt. Anschliessend wird pro Variante eine Beurteilung des Vortriebsverfahren erstellt. In einem nächsten Schritt werden kostenrelevante bautechnische Aspekte diskutiert und eine Risikobetrachtung der Bauverfahren für die Varianten erstellt. Schlussendlich werden die Bauabläufe und die Bauzeiten für alle Varianten definiert und abgeschätzt. Nachfolgende Überlegungen und Annahmen gelten vorbehaltlich weiterergender geologischer Untersuchungen.

7.1.1 Vortriebskonzept

Allgemeine Überlegungen zum Vortriebskonzept

Basierend auf den vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen wurden die folgenden Schlüsselprobleme des bergmännischen Abschnitts bzw. Anforderungen an das Vortriebsverfahren identifiziert:

- Die Sandsteine treten teilweise in einem gering verkitteten bis kohäsionslosen Zustand auf. Insbesondere Gesteine in der Nähe der Felsobergrenze und in der Umgebung von wasserführenden Klüften sind verwittert. Die Verwitterung reduziert die Gesteinsfestigkeit bis zu lockergesteinsähnlichen mechanischen Eigenschaften. Zudem gibt es Varianten der Linienführung, bei denen der bergmännische Tunnel abschnittsweise durch Lockergestein führt. Das Ausbruchsicherungskonzept muss auf die z.T. geringe Standfestigkeit des anstehenden Materials abgestimmt werden.
- Die tonhaltigen resp. mergeligen Gesteine neigen bei Wasserzutritt bzw. durch den Zutritt von Luftfeuchtigkeit zu einem raschen Aufweichen und / oder Quellen. Aufgrund des sehr wechselhaften Tonanteils in den einzelnen Gesteinsschichten ist das Quellverhalten sehr unterschiedlich. Offene Standzeiten und Zufluss von Wasser müssen durch das Vortriebs- und Sicherungskonzept minimiert werden. Eine rasche Versiegelung der Felsoberfläche nach jedem Abschlag ist erforderlich.

- Bei stärkerem Wasserzutritt lösen sich die Mergel in einen feinkörnigen, schmierigen und klebrigen Brei auf («Verbreiung»).
- Infolge des Längenprofils mit einem Tiefpunkt in Tunnelmitte kommt es bei allen Varianten auf jeden Fall zu einem fallenden Vortrieb. Aufgrund der Wasserempfindlichkeit des anstehenden Gebirges ist eine permanent funktionierende Wasserhaltung einzuplanen und vorzuhalten.
- Der Baugrund ist sehr heterogen aufgebaut, was bei der Wahl des Vortriebs- und Sicherungskonzept berücksichtigt werden muss. Einerseits treten innerhalb der Felsformationen neben harten, gut zementierten Sandsteinen verwitterte Sandsteine sowie zum Verkleben neigende Mergelzwischenlagen auf. Zum anderen gibt es Varianten, bei denen der bergmännische Tunnel abschnittsweise durch Lockergestein führt. Die zur Anwendung kommende Lösemethode muss entsprechend der heterogenen Baugrundverhältnissen gewählt werden.
- Im Bereich des bergmännischen Tunnels sind mehrere Ausstellbuchten, ein Pumpwerk, SOS- und Hydrantennischen sowie Fluchtabgänge anzuordnen. Die sich daraus ergeben die Profilaufweitung mit mehrfach wechselndem Profil ist bei der Festlegung der Ausbruchsicherung zu berücksichtigen.
- Bei einzelnen Varianten (Variante 6 / 7) liegt das Nordportals in bebautem Gebiet (Portal Toggenburger Weiher) und der bergmännische Tunnel führt in diesem Bereich mit geringer Überdeckung durch wassergesättigtes Lockergestein (Schotter). Hieraus ergibt sich eine Gefährdung durch Schäden an bestehenden baulichen Anlagen aufgrund unzulässiger Setzungen der Geländeoberfläche oder aufgrund von Baugrundinstabilitäten (Niederbruch/Ortsbrustinstabilitäten).
- Bei einzelnen Varianten (Variante 6 / 7) tangiert der bergmännische Tunnel den Gewässerschutzbereich Au. Das gewählte Vortriebsverfahren muss den gewässerschutzrechtlichen Anforderungen entsprechen (vgl. Kapitel 4.3).

Generell sind folgende Vortriebsverfahren möglich (Begrifflichkeiten nach SIA 198):

Vortrieb	Locker-gestein	Fels
Sprengvortrieb (SPV)	-	x
Maschinenunterstützter Vortrieb im Fels (MUF) bzw. im Lockergestein (MUL)	x	x
Tunnelbohrmaschine im Fels (TBM) – Grippermaschine	-	x
Schildmaschinen-Vortrieb (SM) (mit oder ohne Ortsbruststützung)	x	x
Kombinationen aus obigen Methoden	x	x

Tabelle 4: Mögliche Vortriebsverfahren (SIA 198)

Sprengvortrieb (SPV) sowie maschinenunterstützter Vortrieb (MUF bzw. MUL) werden dabei im Allgemeinen als konventioneller Vortrieb bezeichnet. Demgegenüber steht der sogenannte maschinelle Vortrieb mittels

Tunnelvortriebmaschine (TVM)¹⁰ (Tunnelbohrmaschine (TMB) oder Schildmaschine (SM)).

Für die einzelnen Vortriebsverfahren lassen sich die folgenden Eigenschaften projektspezifisch zusammenfassen.

Sprengvortrieb:

- Die prognostizierten Gesteinsfestigkeiten der Oberen Süsswasser molasse (OSM) erfordern nicht das Lösen durch Sprengen (vgl. Kapitel 1.2 Grundlagendokument [10])
- Das Lösen durch Sprengen kann mit geringem Aufwand an die geologischen Gegebenheiten angepasst werden.
- MUL/ MUF – Lösen mit Tunnelbagger mit Baggerlöffel, Abbauhammer und Reisszahn
- Das Verfahren ist sowohl im Lockergestein als auch in der Molasse bzgl. Abbaubarkeit einsetzbar
- Risiken bzgl. Grundwasser, Lockergesteinsnachbrüche, Setzungen
- Intensive Ausbruchsicherungen und Bauhilfsmassnahmen erforderlich
- Die Vortriebsleistung ist massgebend bedingt durch die erforderlichen Sicherungsmassnahmen und erzielt über eine längere Strecke keinen leistungsorientierten Vortrieb. Darüber hinaus können einige Bauhilfsmassnahmen (Injektionen/Jetting) im Gewässerschutzbereich Au nicht angewendet werden.
- Der Lösevorgang ist erschütterungsarm und kann mit geringem Aufwand an die geologischen Gegebenheiten angepasst werden.

TBM-Vortrieb im Fels:

- Eine Tunnelbohrmaschine (TBM) ohne Schild (Grippermaschine) ist aufgrund der eher geringen Standzeit der z.T. schlecht zementierten Sandsteine und der allgemein eher geringen Gebirgsqualität vmtl. nicht geeignet.
- Aufgrund eines fehlenden Ausbaus mit Tübbinge ist der Einbau von Ausbaubögen, Verbaublechen und Ankern zur Sicherung des nachbrüchigen Felsens notwendig.
- Eine TBM mit Schild (SM) wäre aufgrund der geringen Standzeit anzustreben.
- Die Verwendung einer TBM ist im Lockergestein nicht möglich

Schildmaschinen-Vortrieb (SM):

- Festgestein:
 - Im unverwitterten Festgestein ist ein Vortrieb mittels SM ohne Ortsbruststützung unter Anbetracht der Geologie und

¹⁰ Unabhängig von dem fachlichen Terminus werden beim Projekt "Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze Zweckmässigkeitsbeurteilung" die Begrifflichkeiten TVM (fachlicher Überbegriff) und TBM (übliche Bezeichnung in der Schweiz) gemeinsam als Bezeichnung für die geplanten maschinellen Tunnelvortriebs- bzw. bohrmaschinen benutzt.

Hydrogeologie (Gesteinsfestigkeit, Gebirgsqualität, Wasserdruck etc.) anwendbar.

- Der Schutz des Schildes ist unter Anbetracht der geringen Standzeit des verwitterten Sandsteins (v.a. bei mechanischer Beanspruchung) und der allgemein eher geringen Gebirgsqualität auch in der OSM notwendig.

— Lockergestein:

- Im Lockergestein ist der Vortrieb mittels TVM nur mit einem Schild in Kombination mit einer Stützung der Ortsbrust möglich. Der Schild erzeugt den notwendigen Schutz vor Lockergesteinsnachbruch.
- Die Ortsbrust ist im Lockergestein zu stützen (Luftdruck, Flüssigkeitsdruck oder Erddruck). Die Art der Stützung ist in Anbetracht der Geologie und Hydrogeologie zu wählen.
- Im Lockergestein ist ein Vortrieb mittels SM mit Ortsbruststützung unter Anbetracht der Geologie und Hydrogeologie (Kornverteilung, Durchlässigkeit, Konsistenz, Wasserdruck etc.) anwendbar.

— Durch den Einbau der Sicherung mittels Fertigelementen (Tübbing) sind höhere Vortriebsleistungen als bei konventionellen Vortrieben zu erwarten. Der Wechsel vom geschlossenen (mit Ortsbruststützung) in den offenen Modus (oder umgekehrt) benötigt einen Umbau der SM mit entsprechendem Stillstand. Die SM ist damit sowohl im Locker- als auch Festgestein anwendbar.

— Der maschinelle Vortrieb kann in der OSM durch den Abbau und dessen Bewässerung / Stützmedium zu einer Verbreiung und Verklebung der Förderwerkzeuge mit Ausbruchmaterial führen.

Variantenbeurteilung

Die Linienführung der einzelnen Varianten kann dem Kapitel 6.2 entnommen werden.

Varianten 1,2: Der bergmännische Tunnel führt bei den Varianten sowohl durch Lockergestein (grundwasserstauende Schichten (Moräne/ Seeablagerungen)) als auch durch Fels (OSM). Die bergmännische Strecke weist hierbei Längen von ca. 3'600 m bis 4'050 m auf. Grundsätzlich ausführbar sind sowohl der maschinenunterstützte Vortrieb (MUF/MUL) als auch ein maschineller Vortrieb (SM). Aufgrund der Gesamtlänge des aufzufahrenden Abschnitts wird zum aktuellen Planungsstand davon ausgegangen, dass ein maschineller Vortrieb (SM) gegenüber einem konventionellen Vortrieb wirtschaftlicher ist. Die SM ist sowohl im Locker- als auch Festgestein anwendbar, der erforderliche Umbau der Maschine beim Übergang vom Lockergestein zum Fels, ist jedoch kosten- und zeitintensiv. Eine erneute Beurteilung der zweckmässigsten Vortriebsmethode nach Vorlage direkter Sondierungen der geologischen Verhältnisse entlang der Linienführungen ist bei diesen Varianten besonders empfehlenswert.

Varianten 3, 4, 5, 8: Der bergmännische Tunnel führt bei den Varianten ausschliesslich durch die OSM (Fels). Die bergmännische Strecke weist hierbei Längen von ca. 2'600 m bis 3'100 m auf. Grundsätzlich ausführbar sind sowohl ein maschinenunterstützter Vortrieb (MUF) als auch ein maschineller Vortrieb (TBM mit Schild). Für Tunnel der genannten Längen ist jedoch ein maschineller Vortrieb gegenüber einem konventionellen Vortrieb i.d.R. wirtschaftlicher. Im speziellen ist bei einem maschinellen Vortrieb in den vorliegenden geologischen Verhältnissen eine deutlich höhere Vortriebsleistung gegenüber einem konventionellen Ausbruch zu erwarten. Für die genannten Varianten ist der Einsatz einer TBM entsprechend zweckmässig.

Varianten 6, 7: Die bergmännische Strecke weist hierbei Längen von ca. 2'900 m bis 3'000 m auf. Der bergmännische Tunnel führt bei den Varianten sowohl durch Lockergestein (grundwasserführende Schicht (Schotter)) als auch durch Fels (OSM). Da die Linienführung durch den Gewässerschutzbereich Au führt und der Vortrieb innerhalb des Grundwasserleiters erfolgt, gelten die entsprechenden gewässerschutzrechtlichen Anforderungen (vgl. Kapitel 4.3). Ein Grossteil der notwendigen Ausbruchssicherungs- und Bauhilfsmassnahmen (Jetting / Injektionen) sind nicht zulässig, Die mögliche Anwendung vom Gefrierverfahren wird durch Grundwasserströmungen und der Erzeugung von Oberflächenhebungen/-senkungen innerhalb des bebauten Gebiets eingeschränkt. Zum aktuellen Planungsstand wird davon ausgegangen, dass ein maschineller Vortrieb (SM) bei den genannten Varianten notwendig ist.

Fazit

Basierend auf den aktuellen Grundlagen wird davon ausgegangen, dass für die Varianten der Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze der Vortrieb mittels SM bzw. TBM geeignet ist. Zusammenfassend sind folgende Vorteile für das Vortriebsverfahren mittels TVM ausschlaggebend:

- Wirtschaftlichkeit
- Vortriebsleistungen
- Arbeitssicherheit

Für Varianten mit Lockergesteinsstrecke sind zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen folgende zu nennen:

- Auffahrung des Locker- als auch des Festgesteins mit einer TVM möglich
- Intensive und im Gewässerschutzbereich Au unzulässige Ausbruchssicherungen und Bauhilfsmassnahmen im Lockergestein entfallen

Bei den Varianten mit Lockergesteinsstrecke ist die Art der Ortsbruststützung im Lockergesteinsabschnitt abhängig von den Eigenschaften der Baugrundsichten (Kornverteilung, Durchlässigkeit, Lagerungsdichte/Konsistenz, Wasserdruck, etc.). Je nach geologischen Verhältnissen ist der Einsatz einer SM mit Flüssigkeitsstützung als auch einer SM mit Erddruckstützung vmtl. möglich.

7.1.2 Kostenrelevante bautechnische Aspekte

Sicherheitskonzept

Für die weitere Bearbeitung im Zuge der Machbarkeitsbetrachtung wird davon ausgegangen, dass die Fluchtwege im Ereignisfall zum bzw. durch den Werkleitungskanal ins Freie führen. Hierfür werden Abgänge aus dem Fahrraum in regelmässigen Abständen angeordnet.

Abdichtungskonzept

Das Abdichtungskonzept ist in Abhängigkeit von den anstehenden hydrogeologischen Verhältnissen und von der geforderten Dichtigkeitsklasse festzulegen. Gemäss den Vorgaben der SIA 272 ist für Bauten im Untertagebau eine Dichtigkeitsklasse von 1 oder 2 vorzusehen (Vollständig trocken / Trocken bis leicht feucht). Basierend auf den vorliegenden Grundlagen kann beim Abdichtungskonzept für die verschiedenen Varianten der Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze zwischen Tunnelabschnitten im Lockergestein und Tunnelabschnitten im Fels unterschieden werden.

Lockergesteinsstrecke

Bei Tunnelabschnitten im Lockergestein wird vorbehaltlich weiterer geologischer Abklärungen davon ausgegangen, dass sie ganz oder teilweise in grundwassergesättigten Baugrundsichten zu liegen kommen. Teilweise gelten erhöhte Anforderungen an den Gewässerschutz (Drainage / Ableitung von Grundwasser im Gewässerschutzbereich Au nicht zulässig). Hier ebenso wie im Übergangsbereich zum Fels kann davon ausgegangen werden, dass eine aussenliegende Vollabdichtung des Bauwerks notwendig ist. Bei der Vollabdichtung handelt es sich um ein sogenanntes Verdrängungskonzept bei dem das Grund- bzw. Bergwasser nicht abgeleitet, d.h. das Abdichtungssystem gegen drückendes Wasser ausgelegt wird.

Felsstrecke

Im Felsabschnitt des Tunnels wird vorbehaltlich weiterer geologischer Abklärung von einem geringen Wasseranfall gerechnet. Hier kann vermutlich eine Regenschirmabdichtung (Ableitungskonzept) vorgesehen werden. Bei der Abdichtung nach dem Ableitungskonzept wird das Grund- bzw. Bergwasser mittels Drainage- und Entwässerungselemente zwischen Baugrund und dem Bauwerk gefasst, an den tiefst gelegenen Punkt geführt und abgeleitet. Anfallendes Bergwasser wird in den Bereichen mit Teilabdichtung mittels einer Drainageschicht zur Tunnelsohle abgeleitet und abgeführt. Möglich wäre alternativ ebenso eine drucklose Vollabdichtung.

Entwässerungskonzept

Bei allen Varianten hat der unterirdische Abschnitt einen Tiefpunkt innerhalb des Tunnelbauwerks. Das grundlegende Entwässerungskonzept sieht vor, dass alle Flüssigkeiten mittels Sammelleitung gefasst und zu einem Pumpbecken im jeweiligen Tunneltiefpunkt geleitet werden. Im Betriebsfall fallen Regen- (aus den Tunnelportalen) und Bergwasser an. Die Trennung des Schmutz- und Bergwassers ist hierbei zwingend notwendig. Im Ereignisfall erfolgt eine zusätzliche Ansammlung der Havarieflüssigkeit in demselben

Becken. Die Entleerung des Beckens erfolgt mittels einem Pumpsystem. Die Flüssigkeiten werden vorzugsweise in ein Retentionsbecken im Portalbereich gepumpt und vor dort in einen Vorfluter weitergeleitet. Im Ereignisfall werden die Becken abgeschiebert, so dass die Havarieflüssigkeit angesammelt wird. Die Entsorgung der Havarieflüssigkeit erfolgt mit Saugwagen

Lüftungskonzept

Basierend auf der Verkehrsart (Tunnel mit Gegenverkehr) und der Tunnelängen wird gem. Vorgaben der ASTRA-Richtlinie 13001 davon ausgegangen, dass für alle Varianten ein Lüftungssystem mit Absaugung im Ereignisfall notwendig ist. In der Regel erfolgt die konzentrierte Absaugung im Ereignisfall mit zentralen Ventilatoren durch einen Abluftkanal. Der Kanal wird über einer Zwischendecke geführt, in welcher steuerbare Abluftklappen angeordnet sind. Bei diesen Systemen sind Strahlventilatoren zur Steuerung der Strömung der Luft im Fahrraum erforderlich.

Normalprofil (Bergmännischer Tunnel)

Aufgrund des untenliegenden WELKs wird das Normalprofil kreisförmig ausgebildet. Der Tunnelaussendurchmesser beträgt ca. 12 m. Das Innengewölbe des Tunnels besteht aus Ortbetoninnenring und der Ausbruchsicherung mit Tübbing (Aussenring). Die Zwischendecke liegt oberhalb der Fahrbahn und trennt den Fahrraum von dem Lüftungskanal, der im Brandfall der Rauchabsaugung dient. Unterhalb der Fahrbahn befindet sich der Werkleitungskanal (WELK). Darin sind Werkleitungen angeordnet, die zum Betrieb des Tunnels notwendig sind (Hydrantenleitung, Berg- und Leckwasserleitung, BSA Längsverkabelung sowie weitere elektro-mechanische Installationen). Der Werkleitungskanal besteht aus vorfabrizierten Betonelementen.

Beidseits der Fahrbahn sind Bankette mit einer Mindestbreite von 1.00 m angeordnet. Das tiefer liegende Bankett (welches jeweils auf der Kurveninnenseite angeordnet wird) enthält eine Schlitzrinne. Die Hauptsammelleitung der Fahrbahntwässerung ist unterhalb des Banketts angeordnet.

Normalprofil (Tagbautunnel)

Der Tunnelquerschnitt wird als Rechteckrahmen mit den minimalen Abmessungen für den verkehrstechnischen Nutzraum (ggf. mit zusätzlicher Raumhöhe für Montage von Strahlventilatoren) ausgebildet.

Bauliche Nebenanlagen

Bauteile für die Sicherheit: Die sogenannten Bauteile zur Gewährleistung der Sicherheit sind Nischen (SOS- / Hydrantennischen), Ausstellbuchten oder Fluchtwege aus dem Fahrraum. Nach SIA 197/2 gelten für einröhrige Strassentunnel folgende Vorgaben:

- Nischen für SOS-Ausrüstung sind alle 150 m anzuordnen (wechselseitig)
- Hydranten sind in Abständen von 150 m anzuordnen (einseitig)
- Ausstellbuchten sind alle 600 bis 900 m anzuordnen
- Für Notausgänge gilt ein maximaler Abstand von 300 m (Tagbautunnel) bzw. 300 – 500 m abhängig vom Längsgefälle (bergmännischer Tunnel)

Pumpwerk

Für die Entwässerung des Tunnelbauwerks ist bei allen Varianten ein Pumpwerk am Tunneltiefpunkt vorzusehen (vgl. Entwässerungskonzept)

Technische Zentralen

Für den Betrieb des Tunnels ist eine bzw. mehrere Betriebszentralen für die elektromechanischen Anlagen und eine Lüftungszentrale vorzusehen. Zum aktuellen Planungsstand wird davon ausgegangen, dass an jedem Portal eine technische Zentrale platziert werden muss.

Die Anzahl der erforderliche baulichen Nebenanlagen für die einzelnen Varianten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Varianten	SOS- / Hydranten-Nischen	Ausstellungsbuchten	Notausgänge	Pumpwerk	Technische Zentralen
Variante 1	29	4	10	1	2
Variante 2	25	4	9	1	2
Variante 3	21	3	6	1	2
Variante 4	21	3	6	1	2
Variante 5	18	3	6	1	2
Variante 6	19	3	6	1	2
Variante 7	20	3	7	1	2
Variante 8	20	3	6	1	2

Tabelle 5: Anzahl der erforderliche baulichen Nebenanlagen Tunnel

7.1.3 Bautechnische Risiken

Basierend auf den konzeptionellen Annahmen in Kapitel 7.1.1 werden nachfolgend für die Varianten relevante Themen / Gefahren identifiziert und eine Risikobeurteilung durchgeführt.

Bergmännischer Vortrieb im Lockergestein (Maschineller Vortrieb)

Bei einzelnen Varianten verläuft ein Teil des bergmännischen Tunnels durch das Lockergestein. Die Schichten sind mehrheitlich schlecht durchlässig, aber vmtl. wassergesättigt. Durch die heterogene Zusammensetzung und z.T. ungünstigen Festigkeitseigenschaften dieser Lockergesteinsschichten ergibt sich u.a. eine Gefährdung durch Niederbrüche oder Instabilität der Ortsbrust. Auch kann zum aktuellen Untersuchungsstand ein Verklebungspotential der genannten Lockergesteinsschichten nicht ausgeschlossen werden. Je nach hydrogeologischen Verhältnissen sind zudem Wassereinbrüche eine mögliche Gefährdung bei der Ausführung.

Bergmännischer Vortrieb im Fels (Maschineller Vortrieb)

Ein Grossteil der unterirdischen Linienführung befindet sich im Bereich der Oberen Süsswassermolasse (OSM). Aus der Zusammensetzung der Gesteinsformation bzw. deren Eigenschaften (vgl. Kapitel 7.1.1) ergibt sich u.a. eine Gefährdung durch Niederbrüche vor oder über dem Bohrkopf, Versagen des Stützdrucks vor der Ortsbrust oder Wassereinbrüche vor dem Bohrkopf (z.B. aus offenen Klüften). Auch kann es zum Verkleben des Förderwerk-

zeugs kommen (als Folge von Wasserzutritten) oder das Auftreten von Querdrücken /-hebungen sind als mögliche Gefährdung zu nennen.

Durchörterung des Übergangsbereichs Lockergestein / Fels (Maschinellem Vortrieb)

Bei den Varianten, bei welchen ein Teil des bergmännischen Tunnels durch Lockergesteinsschichten führt, verläuft der Übergangsbereich vom Locker- auf das Festgestein auf ca. 320 bis 440 m schleifend. Auf die Mischbrust wirken verschiedene Materialeigenschaften mit unterschiedlicher Lösbarkeit. Diese Inkonsistenz kann zu einer Verringerung der Vortriebsleistung und zu einem erhöhten Materialverschleiss führen. Ebenso kann der Stützdruckregulierung bei gemischten Ortsbrust problematisch sein.

Geringe Überdeckung im Innerstädtischen Gebiet

Bei einzelnen Varianten durchfährt der bergmännische Tunnel nach der Tagbaustrecke Lockergesteinsschichten mit geringer Überdeckung ($\leq 1 \cdot$ Tunneldurchmesser). Aufgrund der geringen Überdeckung können Schäden infolge unverträglicher Setzungen der Geländeoberfläche oder aufgrund Instabilität des Baugrunds auftreten. Insbesondere bei Varianten, bei denen das Portal in innerstädtischen Gebieten platziert ist (Portal Toggenburger Weiher), ist die Gefährdung für unterquerte Gebäude oder andere setzungsempfindliche bauliche Anlagen nicht zu vernachlässigen. Ggf. sind zusätzliche Sicherungsmassnahmen gegen Ausbläser / Aufbrechen von Baugrundschiechten erforderlich.

Installations- / Baustellenflächen

Für die Baustelleninstallation bei maschinellem Vortrieb wird eine Fläche von mind. 10'000 m² erforderlich sein (Aufbau TVM, Umschlag und Abtransport Material, Baustellencontainer, Baulogistik usw.). Das Bereitstellen der nötigen Fläche wird bei Varianten, mit Tunnelportalen im Siedlungsgebiet als schwierig erachtet. Darüber hinaus ist bei diesen Varianten mit einer erhöhten Lärmbelastung der angrenzenden Gebiete während der Bauzeit zu rechnen, sowie mit erhöhtem Verkehrsaufkommen, da der Baustellenverkehr bei diesen Varianten durch das Siedlungsgebiet geführt werden muss.

Gewässerschutz

Ein Grossteil des Projektperimeter liegt innerhalb des Gewässerschutzbereichs Au (vgl. Kapitel 4.3). Bei einzelnen Varianten tangieren die Portale bzw. die Tagbaustrecken den Grundwasserleiter (Schotter) und kommen bereichsweise unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels zu liegen. Dies ist in der Regel nicht zulässig und bedarf einer Ausnahmegewilligung durch die zuständige Behörde (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft / AWEL). Da der Grundwasserleiter nur geringfügig tangiert wird, hat das AWEL grundsätzlich die Erteilung einer Ausnahmegewilligung (unter Berücksichtigung von Grundwasserersatzmassnahmen) bei einzelnen Varianten in Aussicht gestellt (Sitzung vom 15.01.2024 mit Daniel Meister, Sektion Grundwasser & Wasserversorgung). Die Durchörterung grösserer Bereiche des Grundwasserleiters ist jedoch voraussichtlich nicht bewilligungsfähig und stellt ein grosses Verfahrensrisiko dar.

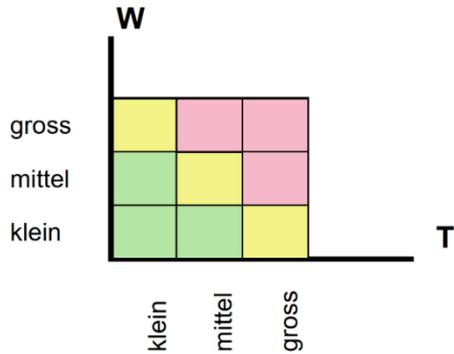
Beurteilung Machbarkeit

Für die Beurteilung der bautechnischen Machbarkeit wurde eine Risikobeurteilung der einzelnen Varianten anhand identifizierter relevanter Themen / Gefahren durchgeführt. Hierbei wird Risiko als eine nach der Wahrscheinlichkeit des Eintretens und der Tragweite im Eintrittsfall bewertete Gefahr definiert.

$$\text{Risiko } R = \text{Wahrscheinlichkeit } W \times \text{Tragweite } T$$

Beispiel:

- * Wahrscheinlichkeit des Eintretens
W = klein
- * Tragweite im Eintrittsfall
T = gross
- * Risiko R = mittel



Die Risikobeurteilung ist folgendermassen zu interpretieren

Grün = kleines Risiko:

tendenziell bewilligungsfähig bzw. realisierbar.

Gelb = mittleres Risiko:

Umsetzung mit Vorbehalt möglich (Aufwendig in der Realisierung, hohe Kostenfolgen).

Rot = grosses Risiko:

Realisierbarkeit höchst schwierig und wenn, dann nur mit enormen Kostenfolgen. Bewilligungsfähigkeit nicht oder nur unter sehr strengen Auflagen gegeben.

*n.r. = nicht relevant	Vortrieb im Lockergestein	Vortrieb im Fels	Durchörterung Übergang Fels / Lockergestein	Geringe Überdeckung	Baustelleninstallation	Gewässerschutz
Variante 1	gelb	grün	gelb	grün	grün	grün
Variante 2	gelb	grün	gelb	gelb	grün	gelb
Variante 3	n.r.	grün	n.r.	grün	grün	gelb
Variante 4	n.r.	grün	n.r.	grün	grün	grün
Variante 5	n.r.	grün	n.r.	grün	grün	grün
Variante 6	gelb	grün	gelb	gelb	gelb	rosa
Variante 7	gelb	grün	gelb	gelb	gelb	rosa
Variante 8	n.r.	grün	n.r.	grün	grün	gelb

Tabelle 6: Risikobeurteilung Unterirdische Linienführung (Bautechnisches Risiko)

Grundsätzlich werden alle Varianten als bautechnisch umsetzbar erachtet. Einzelne Varianten (insbesondere Variante 6 und Variante 7) weisen dabei allerdings ein erhöhtes bautechnisches Risiko auf. Zudem ist die Bewilligungsfähigkeit dieser Varianten fragwürdig, da sie voraussichtlich nennenswerte Bereiche des Grundwasserleiters durchörtern. Dies bedeutet ein erhebliches Verfahrensrisiko. Zudem schränken die Gewässerschutzvorgaben in diesem Bereich die anwendbaren Bauhilfsmassnahmen ein.

7.1.4 Bauabläufe und Bauzeiten

Der Bauablauf des Untertagebaus gliedert sich grundsätzlich in fünf Abschnitte: Vorbereitungsarbeiten, Tagbaustrecke Nord mit Betriebs- und Lüftungszentrale, bergmännischer Tunnel, Tagbaustrecke Süd mit Betriebs- und Lüftungszentrale und Installation Betriebs- und Sicherheitsausrüstung. Die Arbeiten in den einzelnen Abschnitten laufen teilweise parallel, teilweise nacheinander ab. Der Bauablauf ergibt sich vorwiegend durch die Wahl des Vortriebs für den bergmännischen Tunnel. Die angenommen durchschnittlichen Vortriebsleistungen sind folgendermassen angenommen worden:

- TVM im Lockergestein: 10 m / AT
- TVM im Fels: 15 m / AT
- TVM im Übergangsbereich Lockergestein / Fels: 8 m / AT

Die unter Zugrundelegung eines maschinellen Vortriebs für die Bauzeit massgebenden Bauprozesse sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Angenommen wurde ein Zweischichtbetrieb und 220 Arbeitstagen (AT) pro Kalenderjahr.

Prozess	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
	4'354 m	3'882 m	3'158 m	3'221 m	2'791 m	2'902 m	3'028 m	3'141 m
Vorbereitungsarbeiten	12	12	12	12	12	12	12	12
Anlieferung / Montage TVM auf Baustelle inkl. Nebenarbeiten	4	4	4	4	4	4	4	4
Tunnelvortrieb Lockergestein	0.5	-	-	-	-	1	1	-
Tunnelvortrieb Übergangsbereich Lockergestein / Fels	1.5	2	-	-	-	2	2	-
Tunnelvortrieb Fels	9	8	7	8	7	5	5	7
Innenausbau Tunnel	16	15	12	12	11	10	11	12
Installation Betriebs-/ Sicherheitsausrüstung	24	21	17	18	15	16	16	17
Bauzeit [Monate]	67	62	52	54	49	50	51	52

Tabelle 7: Geschätzte Bauzeit Tunnel in Monaten

Für die Herstellung / Werkmontage der TBM und spezieller Einrichtungen sind Lieferzeiten von bis zu 12 Monaten einzurechnen. Dies wurde bei den oben aufgeführten Zeitangaben nicht berücksichtigt. Ebenfalls sind Arbeiten für die offene Strecke oder für Aufwertung- bzw. Ausgleichsmassnahmen

nicht berücksichtigt. Die Bauzeit der Varianten beträgt zwischen ca. 4 Jahre (Variante 5) und ca. 5.5 Jahre (Variante 1).

7.2 Bautechnische Machbarkeit Brücke SBB

Im Folgenden wird die bautechnische Machbarkeit der Brücke SBB für die Varianten 7 und 8 nachgewiesen.

7.2.1 Geologie

Im Perimeter der Brücke werden die oberflächlichen Schichten als wenig tragfähig und stark setzungsempfindlich eingestuft. Eine Flachfundation der Brücke ist daher nicht möglich; es sind Pfahlfundationen vorzusehen. Die Pfähle sollen bis in die gut tragfähige und wenig setzungsempfindliche Schotterschicht ragen.

Die oberflächlichen Schichten sind antropogen verunreinigt und gelten als "belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig" (gem. Kataster der belasteten Standorte im Bereich des öffentlichen Verkehrs). Zur Verhinderung von vertikalen Materialverschleppungen und zum Verhindern von vertikalen hydraulischen Kurzschlüssen zwischen den Schichten sind bei der Erstellung Ramm- oder Verdrängungspfähle mit verlorenen Spitzen vorzusehen

7.2.2 Grundwasser

Die Brücke liegt umfänglich in einem Gebiet mit grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20m). Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel – im konkreten Fall die Pfahlfundationen – sind auf das absolut notwendige Ausmass zu minimieren. Pfähle können grundsätzlich nicht bewilligt werden. Ausnahmen sind nur in zwingenden Fällen mit den entsprechenden Nachweisen und Optimierungen des Bausystems möglich. Zur Minimierung des Eingriffs in den Grundwasserträger (Verminderung des Fliessquerschnitts) ist eine kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP) zu prüfen. Allenfalls werden zur Wahrung der ursprünglichen Durchflusskapazitäten im Fliessquerschnitt Ersatzmassnahmen erforderlich. Dies können zum Beispiel Sickerschichten aus durchlässigem, sauberem kiesig-sandigem Material sein. Auch hierbei sind Materialverschleppungen und hydraulische Kurzschlüsse zu vermeiden; dies muss bei der Umsetzung von entsprechenden Massnahmen berücksichtigt werden.

Die hierbei erforderliche wasserrechtliche Ausnahmebewilligung ist als Bewilligungsrisiko zu betrachten. Bei Nachweis der Standortgebundenheit der Anlage, einer optimierten bauliche Umsetzung sowie gegebenenfalls Ersatzmassnahmen kann der Erhalt einer solchen Bewilligung zumindest als möglich eingeschätzt werden.

7.2.3 Bahnanlage

Die Bau- und Nutzhöhe der Brücke ist gegen unten (Bahnanlage, Fahrleitungen) und oben (Übertragungsleitung, Anflugschneise Flugplatz Winterthur) begrenzt. Brückensysteme mit Bogen oder Pylonen werden daher ausgeschlossen – es wird eine Balkenbrücke vorgesehen. Die

Überbrückung des 80 m Gleisfelds ist aus bautechnischen und statischen Überlegungen ohne Zwischenabstützung sehr aufwändig. Die Zwischenabstützung erlaubt die Ausbildung eines Mehrfeldträgers und erlaubt einen Hohlkastenquerschnitt.

Die im Gleisfeld stehende Stütze schränkt die Flexibilität in der Nutzung des Gleisfelds ein. Es ist unklar, ob die SBB eine solche akzeptiert. Die Stütze ist zudem auf Anprall gefährdet und entsprechend zu dimensionieren

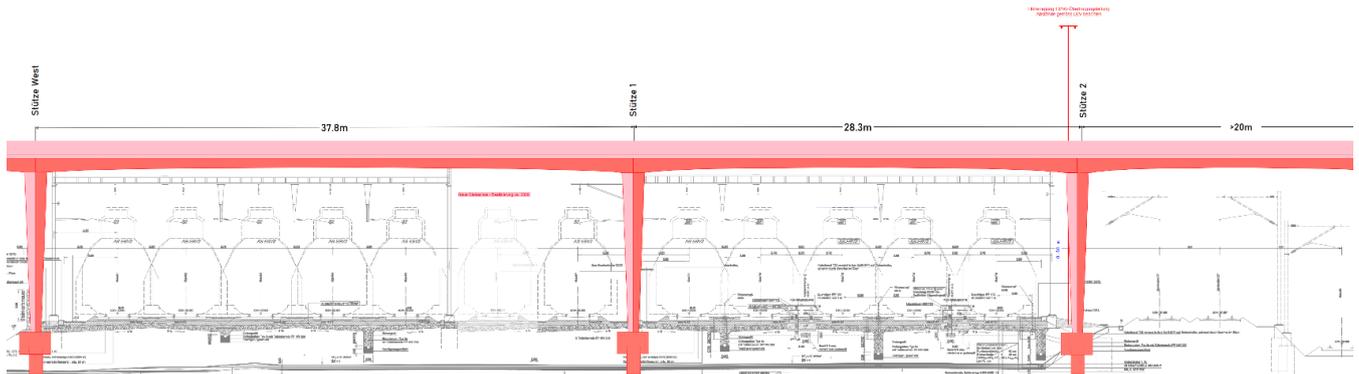


Abbildung 34 Möglicher Längsschnitt der Brücke SBB

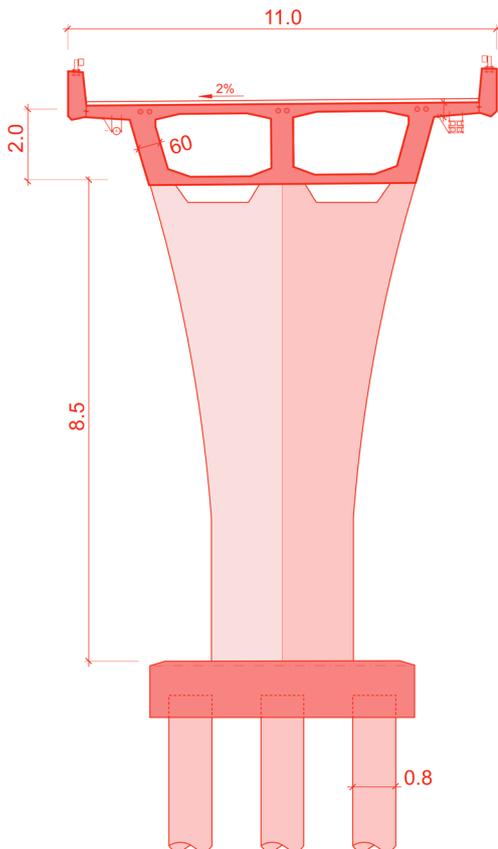


Abbildung 35 Möglicher Stützenquerschnitt der Brücke SBB

7.3 Bautechnische Machbarkeit Unterführung Rietstrasse

Im Folgenden wird die bautechnische Machbarkeit der Unterführung Rietstrasse für die Varianten 3 bis 6 nachgewiesen.

7.3.1 Geologie

Im Perimeter Rietstrasse sind oberflächlich grundsätzlich wenig tragfähige, stark setzungsempfindliche Böden vorzufinden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass der Baugrund unter dem Damm konsolidiert ist und bei den im Verhältnis zur Brückenfläche grossen Fundamenten eine Flachfundation möglich ist.

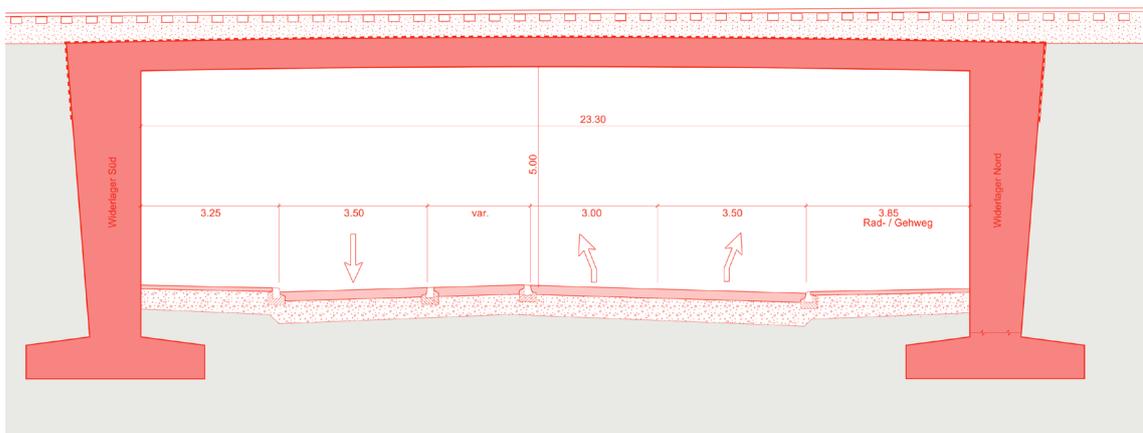


Abbildung 36 Möglicher Längsschnitt der Unterführung Rietstrasse

7.3.2 Grundwasser

Wenn eine Flachfundation möglich ist, ist kein Eingriff in das Grundwasser zu erwarten.

7.3.3 Bahnanlage

Das Erstellen der Unterführung betrifft die vielbefahrene Strecke Winterthur – Frauenfeld. Die Arbeiten sind unter Betrieb auszuführen. Hierzu können entweder Hilfsbrücken verbaut werden oder die Unterführung seitlich erstellt und unter einer Vollsperrung in ihre endgültige Lage geschoben werden. Die Koordination mit der SBB ist erforderlich, dies stellt für die Realisierung des Objekts jedoch kein Risiko dar.

7.4 Umweltrechtliche Machbarkeit

Varianten	Luftreinhaltung	Lärm	Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	Nichtionisierende Strahlung	Grundwasser	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	Entwässerung	Boden	Alllasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen	Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume	Landschaft und Ortsbild	Kulturdenkmäler, archaische Stätten
V0+ FlaMas																
V1 – A2 Tunnel lang	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	○ □	● ■	● ■	● □	● □	● □	● ■	● ■	● ■	○ □	○ □
V2 – A3 Tunnel lang	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	○ □	● ■	● ■	● □	● □	● □	● ■	● ■	● ■	○ □	○ □
V3 – Unterführung, vor Bach	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	● ■	○ □
V4 – Unterführung, Orbüel	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	● ■	○ □
V5 – Unterführung, nach Bach	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	● ■	○ □
V6 – Unterführung, Weiher	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	○ □	○ □
V7 – Brücke, Weiher	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	○ □	○ □
V8 – Brücke, vor Bach	● ■	● ■	● □	○ □	● ■	● ■	● ■	● ■	○ □	● □	● □	● ■	○ □	● ■	● ■	○ □

- BAUPHASE: irrelevant, keine Auswirkungen
- BAUPHASE: Auswirkungen relevant
- BETRIEBSPHASE: irrelevant, keine Auswirkungen
- BETRIEBSPHASE: Auswirkungen relevant

Tabelle 8: umweltrechtliche Machbarkeit im Überblick

Luftreinhaltung

Alle Varianten haben Auswirkungen auf die Luftqualität, sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase. In der Bauphase werden die Luftschadstoffemissionen durch die Bauarbeiten und die Bautransporte verursacht. In der Betriebsphase sind die Luftschadstoffemissionen auf den, auf die neue Strasse verlegten Verkehr zurückzuführen. Bevor eine stationäre Anlage oder eine Verkehrsanlage, aus der erhebliche Emissionen zu erwarten sind, errichtet oder saniert wird, kann die Behörde vom Inhaber eine Immissionsprognose verlangen (Art. 28, Luftreinhalteverordnung). Um Mensch und Umwelt vor schädlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen zu schützen sind Immissionsgrenzwerte (Anhang 7 der Luftreinhalteverordnung) einzuhalten. Zu erwartende Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten verpflichten die Behörde zu Massnahmen.

Für alle Varianten befindet sich das südliche Tunnelportal in einer Zone für öffentliche Bauten und der Anschluss an die bestehende Ohrbühlstrasse in einer Industriezone. Bei allen Varianten sind im nördlichen Abschnitt der oberirdischen Strecke unbewohnte landwirtschaftliche Flächen betroffen, bei den Varianten 1 und 8 auch Industriegebiete. Die Varianten unterscheiden sich in Länge und Verlauf der oberirdischen Strassenabschnitte sowie in der Lage des nördlichen Tunnelportals. Je nach Länge des oberirdischen Strassenabschnitts der jeweiligen Variante ist mit mehr oder weniger direkten Luftschadstoffemissionen in der Betriebsphase zu rechnen. Die Auswirkungen auf die Umgebung hängen von der Lage der Strasse und ihrer Entfernung zu sensiblen Gebieten (z.B. Wohngebieten) ab. Je näher die Siedlung an der Strasse liegt, desto höher ist die Konzentration von Luftschadstoffen für die dort wohnenden und arbeitenden Menschen.

- Variante 1: Die Strecke verläuft vollständig unterirdisch (ausser im Bereich der Tunnelportale), es ist daher bei dieser Variante kaum mit direkten, durch den Verkehr induzierten Luftemissionen zu rechnen. Das nördliche Tunnelportal und der Anschluss an die Frauenfelderstrasse befinden sich im Bereich von Ackerland, die Distanz zur nächsten Siedlung (Gemeinde Wiesendangen) ist mit ca. 400 m sehr gross.
- Variante 2: Die Strecke verläuft vollständig unterirdisch (ausser im Bereich der Tunnelportale), es ist daher bei dieser Variante kaum mit direkten, durch den Verkehr induzierten Luftemissionen zu rechnen. Das nördliche Tunnelportal und der Anschluss an die Frauenfelderstrasse befinden sich im Bereich von Ackerland und rund 500 m östlich von der nächsten bewohnten Siedlung («Wallrüti»-Quartier in Winterthur).
- Variante 3: Die Strecke verläuft wie die oberen beiden Varianten grösstenteils unterirdisch, wobei im nördlichen Abschnitt zwischen dem Tunnelportal und dem Anschluss an die Frauenfelderstrasse im Bereich «Mettlen» und «Stadtweg» rund 1.2 km oberirdisch verläuft. Dieser oberirdische Abschnitt durchquert landwirtschaftliche Flächen. Es sind keine Wohn- und Mischzonen betroffen, da sich diese ca. 550 m östlich (Wiesendangen) und westlich (Winterthur) der geplanten Strasse befinden. Von den Emissionen betroffen sind vor allem einzelne Gebäude in der Landwirtschaftszone.

- Variante 4: Ähnlich wie bei Variante 3 sind die direkten Luftschadstoffemissionen in die Umgebung während der Betriebsphase höher als bei den Varianten 1 und 2, da ein längerer Teil der Strecke oberirdisch verläuft. Gleichzeitig sind die angrenzenden Wohngebiete stärker von den Luftschadstoffemissionen betroffen, da der oberirdische Teil der Strasse ca. 150 m näher an Wiesendangen liegt als bei Variante 3.
- Variante 5: Der Streckenverlauf der Variante 5 ist identisch mit dem der Variante 3. Der Unterschied besteht darin, dass das Nordportal der Variante 5 etwas weiter südlich liegt, sodass der oberirdische Streckenabschnitt ca. 300 m länger ist als bei Variante 3. Die direkten Luftschadstoffemissionen in die Umgebung betreffen ähnliche Gebiete. Die Emissionen sind jedoch höher als bei Variante 3, da der oberirdische Streckenabschnitt länger ist.
- Varianten 6 und 7: Die Varianten 6 und 7 verlaufen im Vergleich zu allen anderen Varianten weiter westlich. Sie erstrecken sich entlang des Industriegebietes Hegmatten und liegen näher an den Winterthurer Quartieren «Wallrüti» und «Pfafferspiesen». Die Varianten 6 und 7 unterscheiden sich nur im Verlauf des Anschlusses an die Frauenfelderstrasse. Zwischen diesen Varianten sind keine wesentlichen Unterschiede in den direkten Luftschadstoffemissionen in die Umgebung zu erwarten, da die Länge des oberirdischen Streckenabschnitts bei beiden ca. 1.5 km beträgt.
- Variante 8: Der Streckenverlauf der Variante 8 ist derjenigen der Variante 5 sehr ähnlich, jedoch ist der oberirdische Abschnitt ca. 200 m kürzer, sodass in der unmittelbaren Umgebung weniger direkte Luftschadstoffemissionen zu erwarten sind. Allerdings liegt der Anschluss an die Frauenfelderstrasse etwas weiter südlich, sodass die Strasse weniger nahe an den Wohnquartieren in Wiesendangen liegt.

Fazit: Die Varianten mit den geringsten Luftschadstoffemissionen in der unmittelbaren Umgebung sind 1 und 2, da sie weitgehend unterirdisch verlaufen und die oberirdischen Emissionen bei den Portalen vergleichbar sind mit den anderen Varianten. Variante 2 hat eine etwas grössere negative Auswirkung auf die Luftqualität als Variante 1, da sie länger oberirdisch verläuft und näher an den Winterthurer Wohnquartieren liegt. Die Linienführungen 5, 6 und 7 sind die Varianten mit den höchsten Luftschadstoffemissionen, da sie über eine längere Strecke oberirdisch verlaufen als alle anderen Varianten. Die Varianten 6 und 7 führen zudem näher an die Winterthurer Wohnquartiere und an die Industriezone Hegmatten heran, sodass die Strassenimmissionen stärker auf die Menschen einwirken. Die Variante 5 hingegen verläuft durch Kulturland und tangiert damit hauptsächlich die umliegenden Landwirtschaftsflächen. Die Varianten 3, 4 und 8 haben einen ähnlichen Verlauf und der oberirdische Streckenabschnitt beträgt bei allen ca. 1.2 km. Zwischen Varianten 3, 4 und 8 sind somit keine grossen Unterschiede in Bezug auf die Luftschadstoffemissionen zu erwarten. Diese Varianten haben eine grössere Auswirkung als die Varianten 1 und 2, aber geringere Emissionen als die Varianten 6 und 7.

Lärm

Alle Varianten sind mit Lärm verbunden, sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase. In der Bauphase werden die Lärmemissionen durch die Bauarbeiten und die Bautransporte verursacht. In der Betriebsphase sind die Lärmemissionen auf den Verkehr auf der neuen Strasse zurückzuführen.

Für alle Varianten befindet sich das südliche Tunnelportal in einer Zone für öffentliche Bauten und der Anschluss an die bestehende Ohrbühlstrasse in einer Industriezone. Dabei werden bei allen Varianten Räume mit der Lärmempfindlichkeitsstufe (ES) IV in einem Radius von 300 m und ESIII in einem Radius von 600 m tangiert. Die ES-Stufe wird auf der Grundlage der Raumzone (Wohnzone, Mischzone, Zone für öffentliche Bauten, Industriezone) definiert. Je niedriger die ES-Stufe, desto höher ist die Lärmempfindlichkeit der betroffenen Gebiete und desto höher sind die Anforderungen an die Schutzmassnahmen. So wird beispielsweise ein Wohngebiet einer niedrigeren ES-Stufe zugeordnet, da solche Räume lärmempfindlicher sind als zum Beispiel Industriezonen. Zudem sind die zu treffenden Massnahmen umso strenger, je näher die lärm erzeugende Anlage an den Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung liegt.

Je nach Länge des oberirdischen Strassenabschnitts der jeweiligen Variante ist mit mehr oder weniger Lärmemissionen zu rechnen (vgl. Abbildung 37). Die Auswirkungen auf die Umgebung hängen von der Lage der Strasse und ihrer Entfernung zu Räumen mit einer lärmempfindlichen Nutzung ab. Je näher die Siedlung an der Strasse liegt, desto stärker sind die Räume vom Lärm betroffen.

- Variante 1: Die Strecke verläuft vollständig unterirdisch. In einem Radius von 300 m um das nördliche Tunnelportal und den Anschluss an die Frauenfelderstrasse befindet sich ein Landwirtschaftsgebiet der ESIII. In einem Radius von 600 m befinden sich zudem eine Industriezone mit ESIV und Wohnzonen mit ESII und ESIII. Bei Variante 1 ist während der Betriebsphase nur im Bereich der Tunnelportale mit Lärmemissionen zu rechnen, da die gesamte Strecke durch den Tunnel verläuft.
- Variante 2: Die Strecke verläuft fast vollständig unterirdisch. Das nördliche Tunnelportal und der Anschluss an die Frauenfelderstrasse befinden sich in einem Landwirtschaftsgebiet der ESIII. Im Radius von 300 m sind zudem zwei Industriezonen im Bereich des Bahnhofs Wiesendangen betroffen. In einem Radius von 600 m befinden sich zusätzlich zu Räumen mit ESIII und ESIV auch Wohnzonen des Quartiers Wallrüti mit ESII. Bei Variante 2 ist während der Betriebsphase nur im Bereich der Tunnelportale mit Lärmemissionen zu rechnen, da fast die gesamte Strecke durch den Tunnel verläuft.
- Variante 3: Die Strecke verläuft grösstenteils unterirdisch, wobei im nördlichen Abschnitt zwischen dem Tunnelportal und dem Anschluss an die Frauenfelderstrasse in den Bereichen «Mettlen» und «Stadtweg» rund 1.2 km oberirdisch verlaufen. Der oberirdische Abschnitt durchquert landwirtschaftliche Flächen mit ESIII (Radius 300 m). In einem Radius von 600 m befinden sich Industriezonen im Bereich des Bahnhofs Wiesendangen mit ESIV und eine Wohnzone der Gemeinde Wiesendangen mit

- ESII. Bei Variante 3 werden mehr Lärmemissionen generiert als bei den Varianten 1 und 2, da ein längerer Teil der Strecke oberirdisch verläuft.
- Variante 4: Die Variante 4 entspricht in der Länge der oberirdischen Strecke der Variante 3, wobei sich die Lage der nördlichen oberirdischen Strecke und des nördlichen Tunnelportals unterscheidet, da sie ca. 150 m weiter östlich in Richtung Wohngebiet in Wiesendangen liegen. Ähnlich wie bei Variante 3 sind die Auswirkungen der Lärmemissionen gering, da der grösste Teil der Strasse unterirdisch verläuft. Dennoch, ähnlich wie bei Variante 3, werden mehr Lärmemissionen während der Betriebsphase in die Umgebung generiert als bei den Varianten 1 und 2, da ein längerer Teil der Strecke oberirdisch verläuft. Die angrenzenden Wohngebiete sind stärker von den Lärmemissionen betroffen, da der oberirdische Teil der Strasse näher zu Wiesendangen liegt als bei Variante 3. Dies dürfte aber keinen grossen Unterschied ausmachen, da es sowohl bei Variante 3 als auch bei Variante 4 im Umkreis von 300 m keine Gebiete mit ESII gibt. Die ESII-Räume sind am lärmempfindlichsten und erfordern strengere Lärmschutzmassnahmen.
 - Variante 5: Variante 5 verläuft gleich wie Variante 3, das Tunnelportal befindet sich jedoch ca. 300 m weiter südlich. Dadurch werden mehr Lärmemissionen während der Betriebsphase in die Umgebung generiert als bei der Variante 3, da ein längerer Teil der Strecke oberirdisch verläuft. In einem Radius von 300 und 600 m um das nördliche Tunnelportal sind nur landwirtschaftliche Flächen der ESII betroffen. Wie bei Variante 3 tangiert jedoch der oberirdische Streckenverlauf auch Industrieräume der ESIV und Wohnquartiere in Wiesendangen der ESII.
 - Varianten 6 und 7: Die Varianten 6 und 7 verlaufen im Vergleich zu allen anderen Varianten weiter westlich und liegen damit näher an der Industriezone «Hegmatten» und an den Wohn- und Mischzonen in Winterthur. In einem Radius von 300 und 600 m um das nördliche Tunnelportal und um die oberirdische Streckenführung werden Räume der ESII, ESIII und ESIV tangiert. Diese Varianten mit den längsten oberirdischen Streckenabschnitt generieren mehr Lärmemissionen in die Umgebung als alle anderen Varianten. Zudem werden bei den Linienführungen 6 und 7 am meisten ESII-Gebiete tangiert, welche die strengsten Lärmschutzmassnahmen erfordern. Zwischen den Varianten 6 und 7 sind keine wesentlichen Unterschiede in den Lärmemissionen in die Umgebung zu erwarten, da die Länge des oberirdischen Streckenabschnitts bei beiden ca. 1.5 km beträgt. Die unterschiedliche Linienführung im Bereich des Anschlusses sollte ebenfalls zu keinen relevanten Unterschieden führend, da die gleichen Zonen mit der gleichen ES tangiert werden.
 - Variante 8: Der Streckenverlauf der Variante 8 ist derjenigen der Variante 5 sehr ähnlich, jedoch ist der oberirdische Abschnitt ca. 200 m kürzer, sodass in der unmittelbaren Umgebung weniger Lärmmissionen generiert werden. Wie bei der Varianten 5 sind in einem Radius von 300 und 600 m um das Tunnelportal hauptsächlich landwirtschaftliche Flächen der ESIII betroffen. Darüber hinaus sind in einem Radius von 600 m auch die Industriezone «Hegmatten» (ESIV) und vier Gebäude (ESII) betroffen. Durch die unterschiedliche oberirdische Linienführung sind die ESII-

Gebiete von Wiesendangen weniger stark betroffen als bei Variante 5, dafür aber ein grösseres Gebiet der Industriezone «Hegmatten» (ESIV) und die Winterthurer Wohnquartiere (ESII).

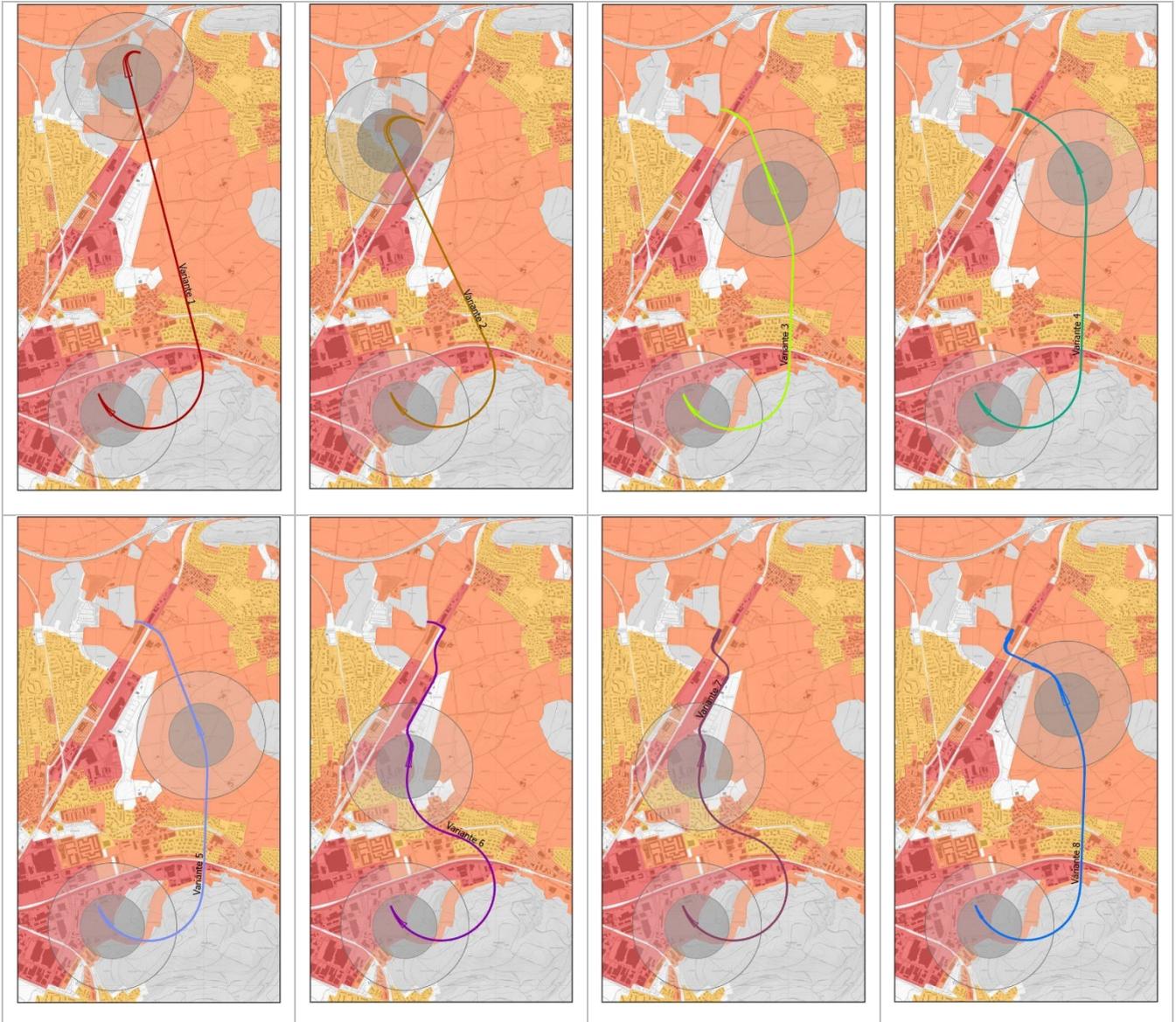


Abbildung 37: Betroffene lärmempfindliche Gebiete in einem Radius von 300m und 600m um die Tunnelportale für die verschiedenen Varianten. Gebiete mit der Lärmempfindlichkeitsstufe II (ESII) sind senfgelb dargestellt, orange Gebiete entsprechen ESIII und rote Gebiete

Fazit: Die bezüglich Lärmemissionen besten Varianten sind 1 und 2, weil die weitgehend unterirdisch verlaufen und daher die geringsten Lärmemissionen generieren. Davon ist die Varianten 1 noch besser, da die vollständig unterirdisch verläuft, während die Variante 2 zwischen dem Portal und dem Anschluss zur Frauenfelderstrasse oberirdisch verläuft. Die Varianten mit der höchsten Lärmbelastung sind 6 und 7. Deren oberirdischer Streckenverlauf ist am längsten und es werden somit mehr Lärmemissionen generiert (vgl. Abbildung 37). Davon ist die Variante 6 besser zu beurteilen als die Variante 7, da der Anschluss zur Frauenfelderstrasse weiter nördlich liegt und somit

eine kleinere Fläche der Winterthurer Wohnquartiere (ESII) betroffen ist. Die übrigen Varianten haben einen ähnlichen Streckenverlauf und verursachen weniger Lärmemissionen als die Varianten 6 und 7, aber mehr als die Varianten 1 und 2. Sie weisen geringfügige Unterschiede in Bezug auf den Lärm auf: Variante 3 ist besser als 4, diese ist besser als 5 und diese ist besser als 8 (vgl. Abbildung 37). Die Variante 4 betrifft mehr Wohnquartiere in Wiesendungen (ESII), da sie weiter nordöstlich verläuft als die Variante 3. Die Variante 5 verursacht mehr Lärmemissionen als die Varianten 3 und 4, da grössere Abschnitte oberirdisch verlaufen. Die Variante 8 tangiert ein grösseres Gebiet von Wohnquartiere (ESII) im Bereich des Anschlusses an die Frauenfelderstrasse.

Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall

Für den Umweltbereich Erschütterungen sind die erschütterungsrelevanten Tätigkeiten während dem Bau relevant. Diese sind heute noch nicht im Detail bekannt, z.B. Rammsondierungen sowie Vortriebsarten im Tunnelbau (Sprengvortrieb) sind für die Erschütterungen entscheidend. Tendenziell kann davon ausgegangen werden das durch den Tunnelbau eher Erschütterungen entstehen

In der Betriebsphase sind für alle Varianten keine Auswirkungen bezüglich Erschütterungen zu erwarten, da alle Wohnhäuser in genügend grosser Entfernung zur neuen Strasse liegen.

Nichtionisierende Strahlung

Durch das Projekt sind keine NIS-Einrichtungen betroffen.

Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Eingriffe in öffentliche Oberflächengewässer und in deren Gewässerraum sind bei den oberirdischen Varianten im offenen Kulturland notwendig. Ebenfalls sehen einige Varianten den Rückbau des Toggenburger Weihers vor, ein privates Gewässer (vgl. Abbildung 38).

Eingriffe in Gewässer und ihre Gewässerräume inkl. neue Eindolungen sind nur mit Ausnahmegewilligungen sowie Ersatzmassnahmen möglich.

- Varianten 1 und 2: Diese Linienführungen tangieren kein Oberflächengewässer.
- Varianten 3, 4 und 8: Die oberirdische Linienführung betrifft bei allen drei Varianten den Wiesenbach. Für den Bach müsste aufgrund der Strasse eine neue Eindolung bzw. Durchlass erstellt werden. Im tangierten Abschnitt ist der Wiesenbach ökomorphologisch als künstlich klassiert und ist bereits heute stark verbaut. Es handelt sich jedoch um ein Fischgewässer. Es kann davon ausgegangen werden, dass die negativen Auswirkungen auf die Ökologie des Gewässers gering sind aufgrund der heute aus ökologischer Sicht eher schlechtem Zustandes.
- Variante 5: Die Linienführung dieser Variante verläuft über grössere Strecken oberirdisch als die oben genannten Varianten. Sie tangiert ebenfalls den Wiesenbach wie die oben genannten Varianten im ökomorphologisch als künstlich klassierten Teil. Zusätzlich betroffen ist der Wiesendanger

Dorfbach. Bei beiden Bächen müsste aufgrund der Strasse eine neue Eindolung bzw. Durchlass erstellt werden. Der Wiesendanger Dorfbach ist Teil eines kommunalen Landschaftsschutzobjekt samt Ufer und Bewachung. Im Bereich der neuen Eindolung durch die neue Strasse, ist der Bach jedoch ökomorphologisch als stark beeinträchtigt klassiert und teilweise bereits eingedolt. Der Wiesendanger Dorfbach ist aus ökologischer Sicht wertvoller als der Wiesenbach. Es ist daher bei dieser Variante mit grösseren negativen Auswirkungen auf die Gewässerökologie zu rechnen, obwohl die Variante bereits ökomorphologisch beeinträchtigte Bereiche tangiert.

- Varianten 6 und 7: Das nördliche Portal dieser beiden Varianten tangiert einen privaten Weiher. Der Toggenburger Weiher müsste für diese Varianten vollständig entfernt werden. Beim Weiher handelt es sich nicht um ein öffentliches Gewässer. Der Weiher kann daher grundsätzlich entfernt werden. Der Weiher ist heute dicht mit Schilf bewachsen. Es kann davon ausgegangen werden, dass er als Lebensraum für Amphibien und allenfalls andere Tiere dient. Mit den Fachbehörden ist zu klären ob neben Ersatzmassnahmen auch weitere Ausgleichsmassnahmen gefordert werden. Ebenfalls ist bei diesen beiden Varianten für das Nordportal ein Eingriff in den Riedbach nötig. Der Riedbach verläuft im Bereich des Eingriffes teilweise bereits eingedolt und ist ökomorphologisch nicht klassiert. Die ökologischen Auswirkungen sind daher gering.

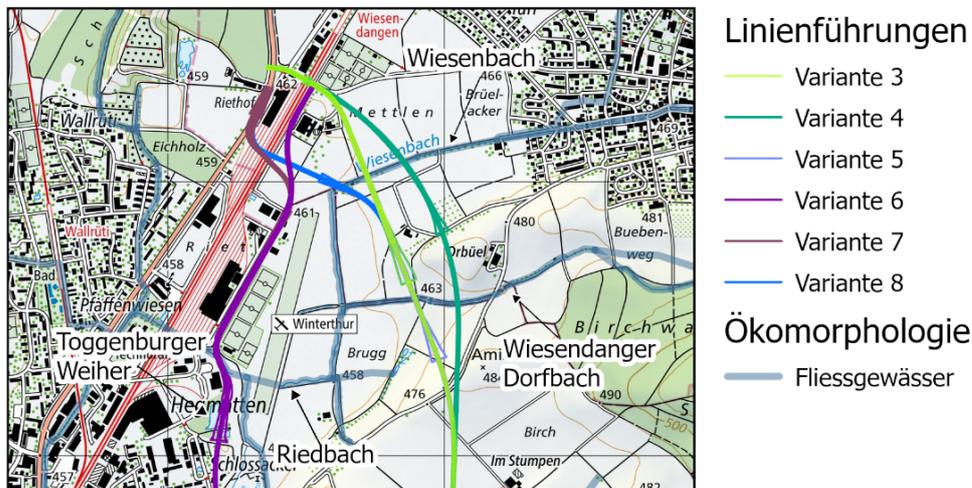


Abbildung 38: Überblick über die von den verschiedenen Varianten betroffenen Oberflächengewässer.

Fazit: Aus Sicht Oberflächengewässer sind die Variante 1 und 2 zu bevorzugen, da sie keine Gewässer tangieren.

Die grössten negativen Auswirkungen sind bei den Eingriffen in den Wiesendanger Dorfbach zu erwarten. Der Bach weist ökomorphologisch eine gute Qualität auf. Die Variante 5 schneidet aufgrund des Eingriffes aus Sicht Oberflächengewässer am schlechtesten ab. Die negativen Auswirkungen aufgrund der Eingriffe (Variante 3, 4, 5 und 8) in den Wiesenbach sind aufgrund des schlechten Ist-Zustandes des Baches nicht allzu hoch zu bewerten, jedoch wird eine spätere Renaturierung des Baches beeinträchtigt, da der Bach teilweise eingedolt wird.

Die Variante 6 und 7 beeinträchtigen kein öffentliches Gewässer, dennoch ist voraussichtlich Lebensraum von verschiedenen Gewässerarten betroffen. Der Eingriff in den Riedbach bezieht sich voraussichtlich lediglich auf den eingedolten Teil des Baches und hat daher keine massgebenden, zusätzlichen negativen Auswirkungen.

Entwässerung

Für die Strassenentwässerung wird in Abhängigkeit der Belastung in erster Linie das Wasser eine Versickerung angestrebt. In zweiter Priorität ist eine Einleitung in ein oberirdisches Gewässer vorzusehen. Erst in dritter Priorität wird das Wasser in eine öffentliche Mischwasserkanalisation geleitet.

Bei den unterirdischen Varianten ist eine Versickerung vor Ort kaum möglich. Das Wasser wird daher stets gefasst und entweder in ein Gewässer oder ins ARA geleitet. Abschnitte mit längeren Tunnelvarianten (Variante 1 und 2) schneiden daher aus Sicht Entwässerung eher negativer ab.

Ob die Entwässerung bei den oberirdischen Varianten tatsächlich versickert werden kann, kann erst in der weiteren Planung beurteilt werden.

Die Varianten sind aus Sicht Entwässerung, mit Ausnahme der Varianten 1 und 2, für alle Varianten gleich zu bewerten. Die Varianten 1 und 2 mit längeren unterirdischen Abschnitten schneiden schlechter ab.

Boden

Alle Varianten liegen oberirdisch beim Anschluss an die Ohrbühlstrasse und beim Südportal in einer ausgewählten Nutzungszone (Bauzone), die sich im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) befindet, aufgrund von Emissionen aus Industrie, Gewerbe und Bauwesen. Alle Varianten überschneiden sich mit dem PVB des Verkehrsträgers am Nordportal bzw. am nördlichen Anschluss an die bestehende Frauenfelderstrasse (Abbildung 39). Sind von einem Projekt Bodenflächen betroffen, die im PBV liegen, müssen Bodenuntersuchungen durchgeführt werden, um die Bodenbelastung zu beurteilen und die geeignete Art der Verwertung oder Entsorgung des abgetragenen Bodenmaterials zu bestimmen.

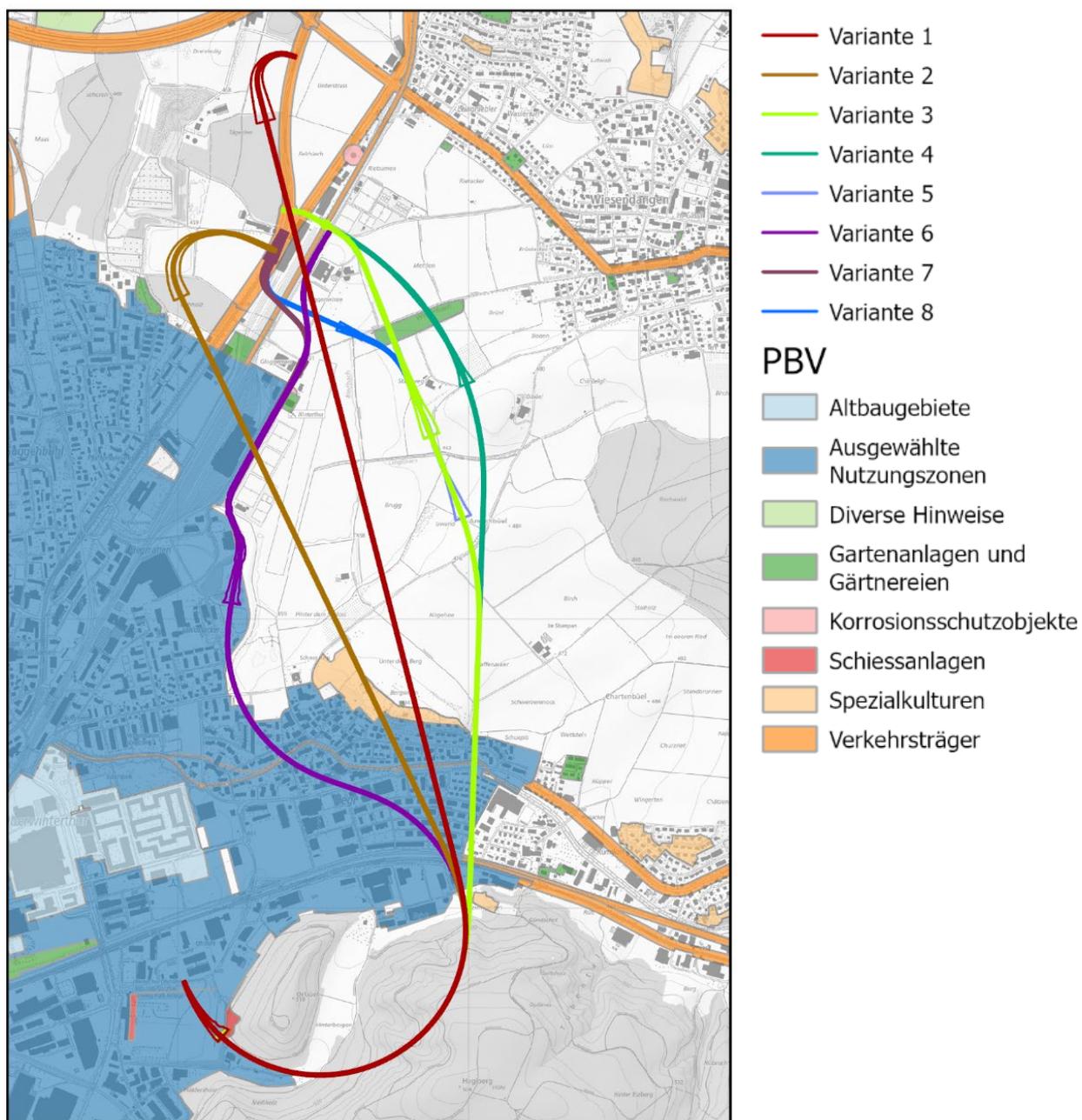


Abbildung 39: Veranschaulichung der Überschneidung der verschiedenen Varianten mit Flächen, die zum Prüfperimeter für Bodenverschiebungen gehören.

Verschiedene Varianten tangieren grössere oder kleinere Flächen mit Fruchtfolgequalität, so genannte Fruchtfolgeflächen (FFF), im nördlichen oberirdischen Teil des Projekts (vgl. Tabelle 9 und Abbildung 40). Wenn FFF durch das Projekt permanent verloren gehen, müssen detaillierte Bodenaufnahmen durchgeführt werden und die Flächen sie an anderer Stelle zu kompensieren.

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
FFF-Kompensation [m²]	9'100	9'890	13'590	7'130	15'190	5'400	3'010	13'260

Tabelle 9: Vergleich der von den verschiedenen Varianten definitiv beanspruchten (zu kompensierenden) Fruchtfolgefleichen

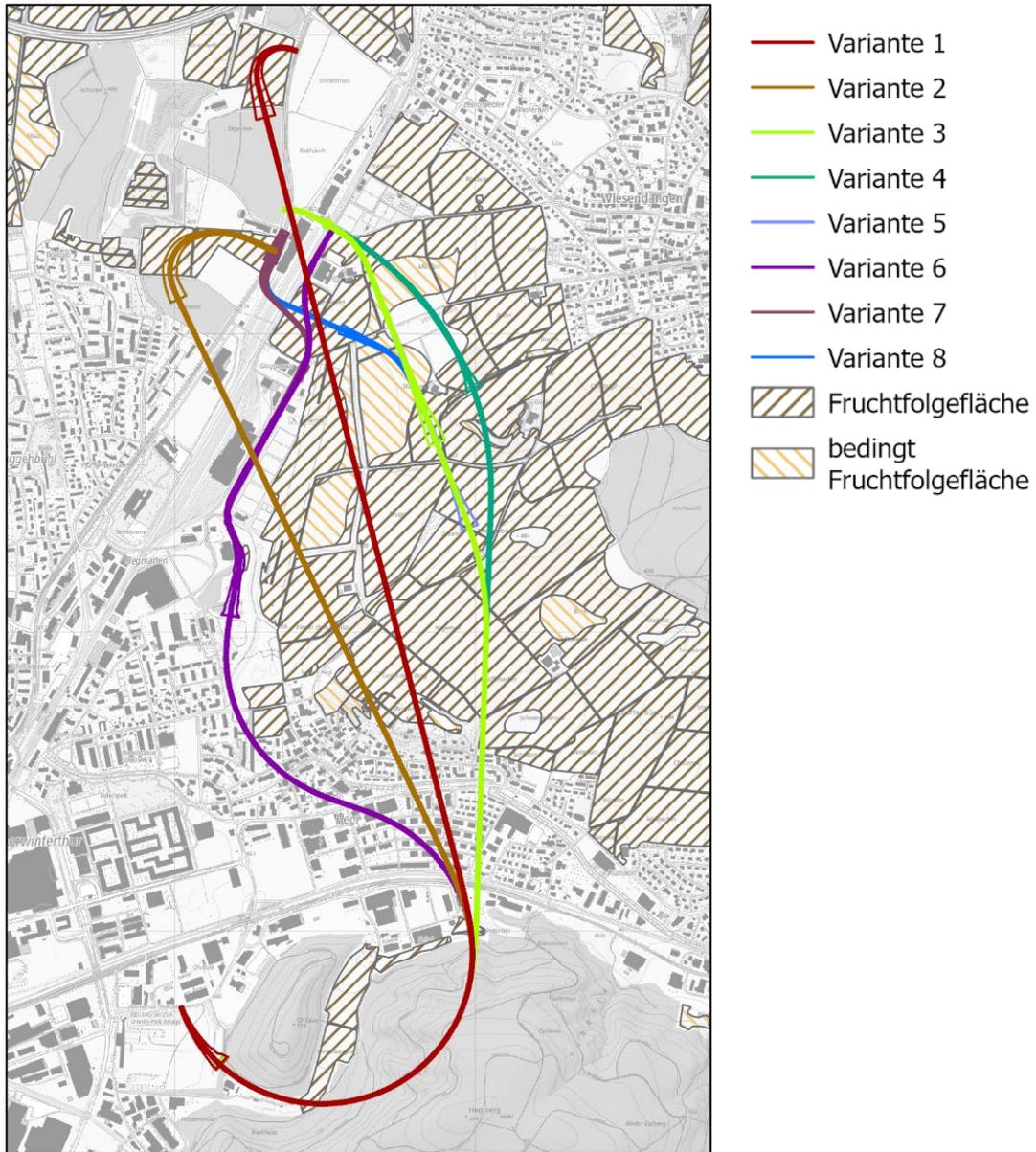


Abbildung 40: Darstellung der Überlappung der verschiedenen Varianten mit Fruchtfolgefleichen

Je nach Variante werden unterschiedlich viele Bodenflächen temporär oder definitiv beansprucht: Je länger der oberirdische Abschnitt ist, desto mehr Boden wird dabei permanent beansprucht. Genaue Angaben über Bodenkulturen, Bodentyp, Bodenqualität, Schadstoffen und Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten werden erst in einer späteren Projektphase gemacht. Dafür sind u. a. Bodenaufnahmen erforderlich.

- Varianten 1 und 2: Die Strecke verläuft (fast) vollständig unterirdisch. Dadurch wird, ausser im Bereich der Tunnelportale, kaum Boden beansprucht. Das nördliche Tunnelportal befindet sich auf einer FFF.
- Varianten 3, 4, 5 und 8: Diese Strecken verlaufen zwischen dem Nordportal und dem Anschluss an die Frauenfelderstrasse über eine längere Distanz durch Kulturland. Dadurch werden auch FFF beansprucht. Dabei wird mehr Bodenfläche als bei den Varianten 1 und 2 beansprucht, da die Linienführung länger oberirdisch verläuft. Ausserdem überschneidet sich diese Linienführung mit einer Familiengartenanlage südlich der Gloggenwiesenstrasse und der Rietwiesenstrasse. Diese Anlage befindet sich aufgrund des Einsatzes von Abfalldüngern und landwirtschaftlichen Zusatzstoffen im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV). Für Flächen, die im PBV gelegen sind, sind Schadstoffbeprobungen erforderlich. Im Falle einer Schadstoffbelastung des Bodens muss das Material fachgerecht entsorgt oder eine entsprechende Wiederverwertung soll definiert werden.
- Varianten 6 und 7: Der oberirdische nördliche Teil dieser Linienführungen verläuft westlicher als die Varianten 3, 4, 5 und 8. Die Linie verläuft zwischen der Serviceanlage SBB Hegmatten und dem Riedbachweg. Dabei werden kaum landwirtschaftliche Flächen (inkl. FFF) beansprucht. Diese Strecken überlappen sich zudem südlich des «Gloggenwis» mit einem Korrosionsschutzobjekt (Metallbrücke), wo bei der Sanierung/Verwitterung von Korrosionsschutzschicht zur Emission von Schadstoffen kommt. Darüber hinaus verlaufen diese Varianten am Rande einer ausgewählten Nutzungszone (Bauzone), in der Schadstoffemissionen aus Industrie/Gewerbe/Bau auftreten. Für Flächen, die im PBV gelegen sind, sind Schadstoffbeprobungen erforderlich. Im Falle einer Schadstoffbelastung des Bodens muss das Material fachgerecht entsorgt werden oder eine entsprechende Wiederverwertung soll definiert werden.

Fazit: Die besten Optionen in Bezug auf den Boden sind die Varianten 1 und 2, da sie weitgehend unterirdisch verlaufen und daher am wenigsten Boden definitiv beanspruchen. In diesem Fall werden FFF nur im Bereich des Tunnelportals Nord tangiert und keine der betroffenen Bodenflächen liegt im PBV.

Die Varianten 3, 5 und 8 stellen dagegen die grössten Herausforderungen in Bezug auf den Boden dar. Dies liegt daran, dass sie grosse Flächen an FFF tangieren, welche kompensiert werden müssen. Neben den grossen Bodenflächen die definitiv beansprucht werden und anfallenden Bodenkubaturen, überschneiden sich die Linienführungen an mehreren Stellen mit Flächen des PBV, weshalb Schadstoffbeprobungen notwendig sind. Nach erfolgter chemischer Analyse des beprobten Materials wird die Verwertbarkeit des Bodenaushubs anhand der Bodenbelastung und der Bodeneigenschaften beurteilt. Stark belasteter Bodenaushub darf nicht verwertet werden, sondern muss behandelt oder umweltverträglich entsorgt werden. Die Varianten, 4, 6 und 7, sind weniger problematisch als die Varianten 3, 5 und 8, da sie zwar auch verschiedene Bereiche des PBV betreffen, aber weniger FFF beeinträchtigen.

Altlasten

Im Bereich des Südportals überschneiden sich alle Varianten mit dem sanierungsbedürftigen Altlastenstandort I.0718 Schiessanlage Ohrbühl. Es ist mit Schwermetall belastetem Untergrund und Boden zu rechnen, welcher entsprechend der Belastung entsorgt werden muss. Die verschiedenen Varianten überlappen sich zudem mit belasteten Standorten in anderen Teilen der Strecke (vgl. Abbildung 41). Bei Bauvorhaben auf belasteten Standorten ist es wichtig, frühzeitig abzuklären, wie sich das Bauvorhaben auf den belasteten Standort auswirkt und welche Massnahmen oder Abklärungen noch erforderlich sind. Der Aufwand dazu korreliert mit der Grösse der tangierten Flächen, welche im Kataster belasteter Standorte liegen (vgl. Tabelle 10). Die Belastung des Untergrundes und die damit verbundene Wiederverwertung oder Entsorgung muss im Rahmen der weiteren Planung bestimmt werden. Das Projekt darf eine zukünftige Sanierung der Altlastenstandorte nicht behindern. Für die Betriebsphase sind bei allen Varianten keine Auswirkungen zu erwarten.

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Tangierte KbS-Fläche [m²]	4'300	9'000	1'500	1'800	1'700	10'000	9'900	300

Tabelle 10: Vergleich der von den verschiedenen Varianten beanspruchten belasteten (zu sanierenden) Standorte gemäss kantonalem Kataster

- Variante 1: Diese Linienführung überlappt beim Nordportal mit einem Altlastenstandort D.003 Tagerloh, Chruzstrasse. Es handelt sich um eine Ablagerungsstelle. Es ist mit Bauschutt (Inertstoff) zu rechnen, welche entsprechend der Belastung entsorgt werden muss.
- Variante 2: Diese Linienführung überlappt beim nördlichen Portal mit dem Objekt D.0001, Deponie Rietberg. Es ist mit nichtmineralischen Fremdstoffen (z.B. Metalle, Kunststoffe, etc.) zu rechnen. Es wird eine fast doppelt so grosse Fläche wie bei Variante 1 betroffen, weshalb ebenfalls mit deutlich mehr belastetem Aushub zu rechnen ist.
- Varianten 3, 4 und 5: Diese Linienführungen tangieren belasteten Standorte ausschliesslich im Bereich des Südportals (vgl. oben) und allenfalls im Bereich der Unterführung Riedacker der belastete Standort A04096-P0094 der SBB.
- Varianten 6 und 7: Die beiden Varianten tangieren entsprechend den Varianten 3 bis 5 den KbS-Standort der SBB bei der Unterführung Riedacker, wobei bei der Variante 7 die Brückenpfeiler im KbS zu liegen kommen. Grossflächig ist zudem ein Eingriff im Industrieareal Hegmatten für das Nordportal auf dem KbS Standort D.0020, Deponie Toggenburger AG vorgesehen. Es ist aufgrund der Dimension des Portals mit grossen Aushubmengen zu rechnen.

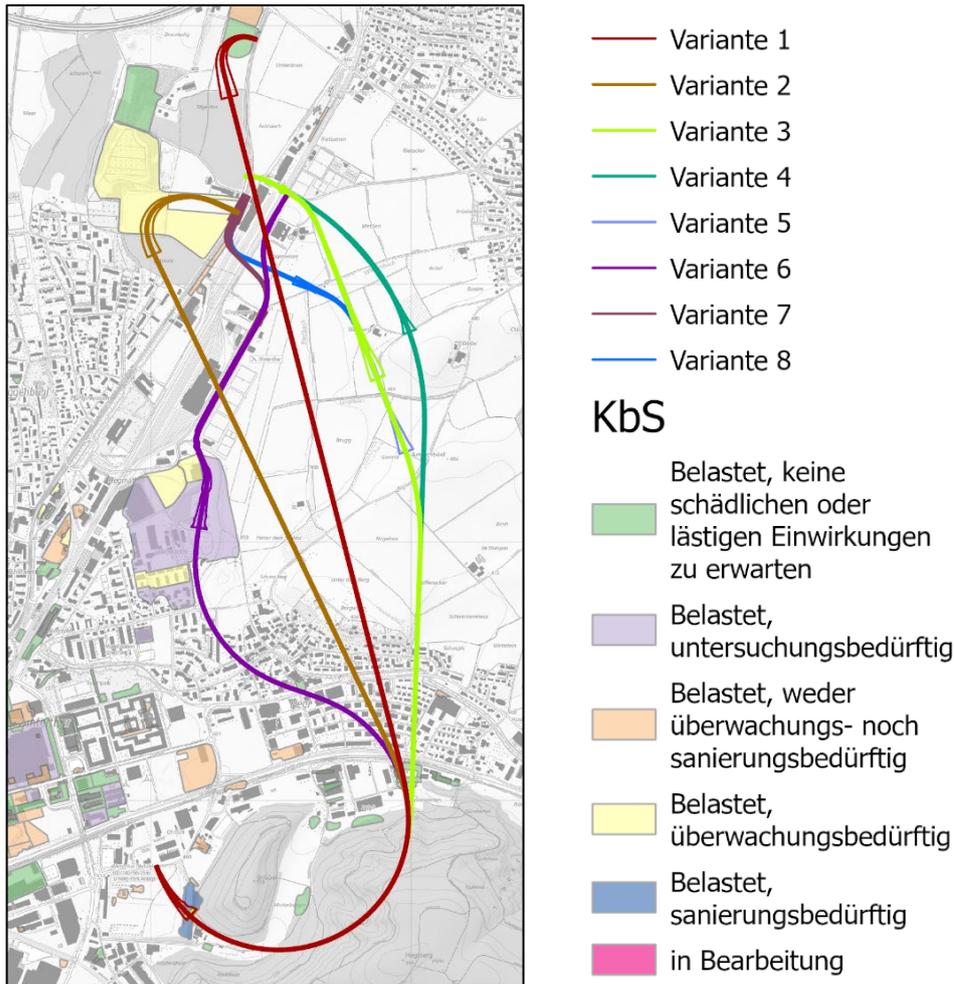


Abbildung 41: Darstellung der Überlappung der verschiedenen Varianten mit belasteten Standorten gemäss kantonalem Kataster (KbS)

Fazit: Alle Varianten tangieren beim Südportal einen belasteten Standort und es ist mit entsprechend belastetem Aushub zu rechnen. Die beste Linieneinführung in Bezug auf Altlasten ist die Variante 8, da am wenigsten belastete Standorte betroffen sind bzw. neben dem Südportal voraussichtlich lediglich die Pfeiler der Brücke den KbS Standort der SBB tangiert wird. Ebenfalls wenig Auswirkungen haben die Varianten 3 bis 5, da sie lediglich bei der Unterführung Riedacker einen KbS randlich tangieren.

Mit grösseren Mengen an belastetem Aushub ist bei den Varianten 2, 6 und 7 zu rechnen. Aufgrund der grossen Dimension der Nordportale in einem KbS werden grössere Flächen der vorhandenen KbS tangiert.

Beim Bauvorhaben, welche belastete Bereiche eines Standortes betreffen, muss sichergestellt sein, dass durch das Vorhaben nicht ein Sanierungsbedarf entsteht oder die spätere Sanierung eines betroffenen KbS durch das Bauprojekt nicht wesentlich erschwert wird, oder der Standort, soweit er durch das Bauvorhaben verändert wird, gleichzeitig saniert wird. Aushub von belastetem Material muss entsprechend seiner Belastung wiederverwertet oder entsorgt werden.

Abfälle, umweltgefährdende Stoffe

Dieser Umweltbereich ist während der Bauphase relevant, da während der Bauarbeiten verschiedene Arten von Abfällen anfallen werden. Genauere Angaben können erst im Rahmen eines Bauprojektes verglichen werden. Umweltgefährdende Stoffe können in den anfallenden Abfällen vorhanden sein, wenn dabei Flächen tangiert werden, die im KbS und/oder im PBV aufgeführt sind (vgl. Abschnitt «Boden» und «Altlasten»). Bestandteil der Materialbewirtschaftung ist die Erstellung eines Entsorgungskonzeptes mit Angaben zu Menge, Art und Belastung sowie zur Verwertung oder Entsorgung der anfallenden Abfälle. Während der Betriebsphase entstehen keine Abfälle durch das Projekt.

Bezüglich Materialanfall wird für die Varianten 1 und 2 aufgrund des grössten Tunnelausbruches (Länge Tunnel) eine grössere Aushubmenge anfallen, welche entsprechend verwertet werden muss. Bei Variante 4 bis 8 ist mit ähnlichen Mengen an Aushub zu rechnen.

Umweltgefährdende Organismen

Für den Umweltbereich umweltgefährdende Organismen ist vor allem die Situation der Bestände vor Ort entscheidend zur Beurteilung der Varianten. Es kann daher zum jetzigen Zeitpunkt noch kein definitiver Vergleich der Varianten durchgeführt werden. Das Aufkommen von invasiven Neophyten ist vor allem im Bereich von Installationsflächen, Baupisten sowie entlang der oberirdischen Baustelle zu erwarten. Ebenfalls ist das Risiko einer Ansiedlung von Neophyten auf neuen angelegten Flächen sehr hoch.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass vor allem bei den Varianten 5, 6 und 7, welche über grössere Strecken oberirdisch verlaufen und grössere Eingriffe in den Boden beinhalten, eine negative Auswirkung auf diesen Umweltbereich zu erwarten ist. Gleichzeitig wird je nach Länge der Tunnelbaustelle grössere oder kleinere Installationen für Aushubzwischenlager notwendig sein. Bei allen Varianten kann im nördlichen Abschnitt zwischen dem Nordportal und dem Anschluss an die Frauenfelderstrasse das Vorkommen von invasiven Neophyten nicht ausgeschlossen werden. Im Industriegebiet «Hegmatten» treten gemäss kantonalem GIS Robinie, Essigbaum und Goldrute auf. In der Nähe des Bahnhofs Wiesendangen sind im kantonalen GIS Einträge für Kanadischer Goldrute und Schmetterlingsstrauch vorhanden. Auf den landwirtschaftlichen Flächen westlich des Bahnhofs Wiesendangen («Eichholz», «Riethof» und «Tägerlen») wurden Henrys Geissblatt und Drüsiges Springkraut kartiert. Im Bereich des Südportals soll gemäss kantonalem GIS Riesenbärenklau vorkommen.

Da das Projekt Bodenaushub für den Bau der neuen Strasse vorsieht, insbesondere bei den Varianten mit einem längeren oberirdischen Abschnitt, sind Erhebungen vor Ort erforderlich, um die Entsorgung/Verwertung des Bodenmaterials in Abhängigkeit vom Vorkommen von Neophyten zu bestimmen.

Störfallvorsorge / Katastrophenschutz

Die neu gebaute Kantonsstrasse wird voraussichtlich der StVF unterstellt, da auf Durchgangsstrassen grundsätzlich mit Gefahrguttransport gerechnet werden muss. Dazu ist ein Kurzbericht gemäss Störfallverordnung inkl. Definition von Schutzmassnahmen erforderlich. Zudem verlangt Art. 11a der StVF die Koordination von Raumplanung und Störfallvorsorge.

Alle Varianten verlaufen im Grundwasserschutzbereich Au. Keine Variante tangiert Grundwasserschutzzonen (vgl. Abbildung 42). Für den Indikator Grundwasser sind daher bei allen Varianten keine Risiken zu erwarten bzw. das Risiko liegt im akzeptablen Bereich.

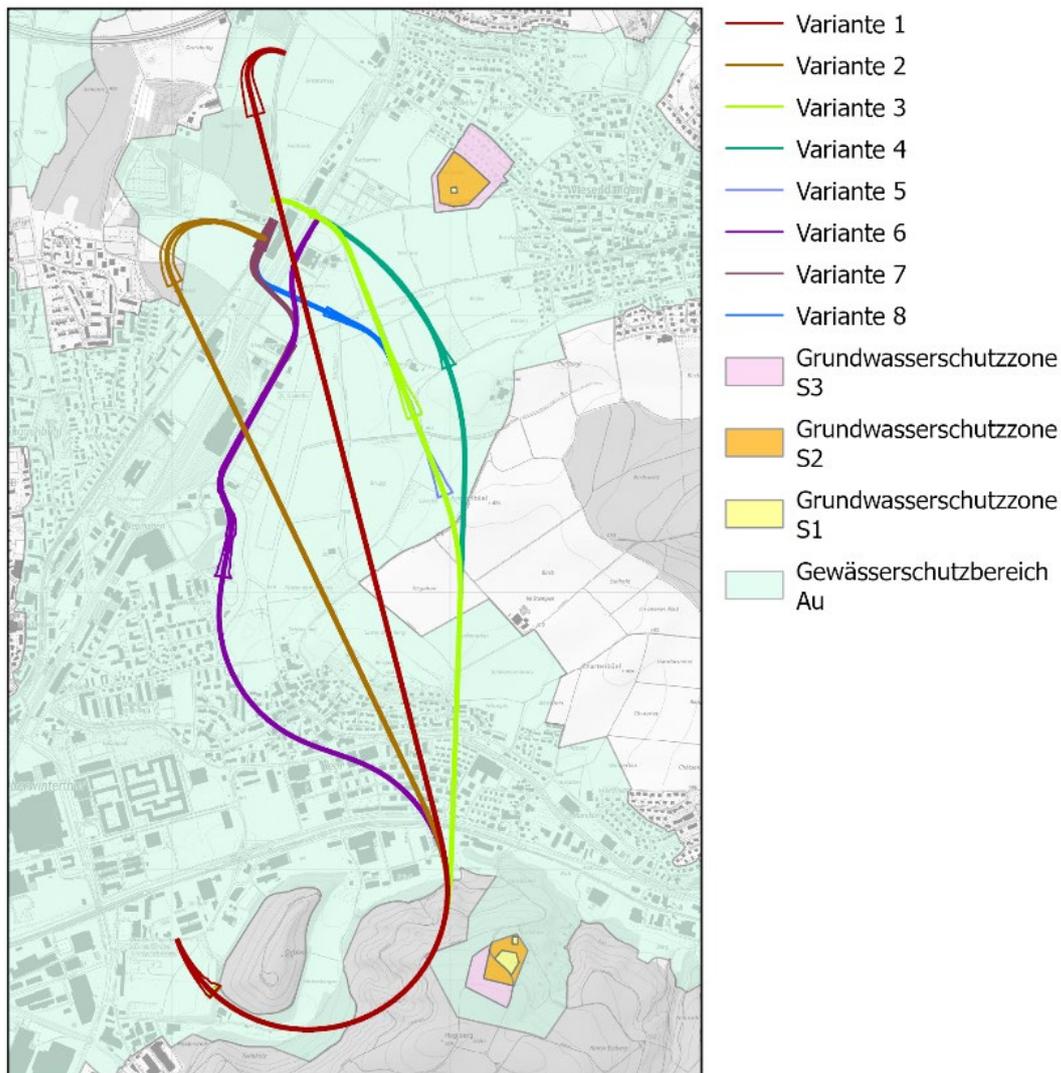


Abbildung 42: Grundwasserschutzzonen und -bereiche im Projektperimeter

Für die anderen beiden Indikatoren, Personenrisiken (vgl. Abbildung 43) und Oberflächengewässerrisiken, kann eine schwere Schädigung ohne detaillierte Beurteilung nicht ausgeschlossen werden. Im Rahmen des Projektes muss nachgewiesen werden das das Risiko für Personen und Oberflächengewässer akzeptabel bzw. tragbar ist.

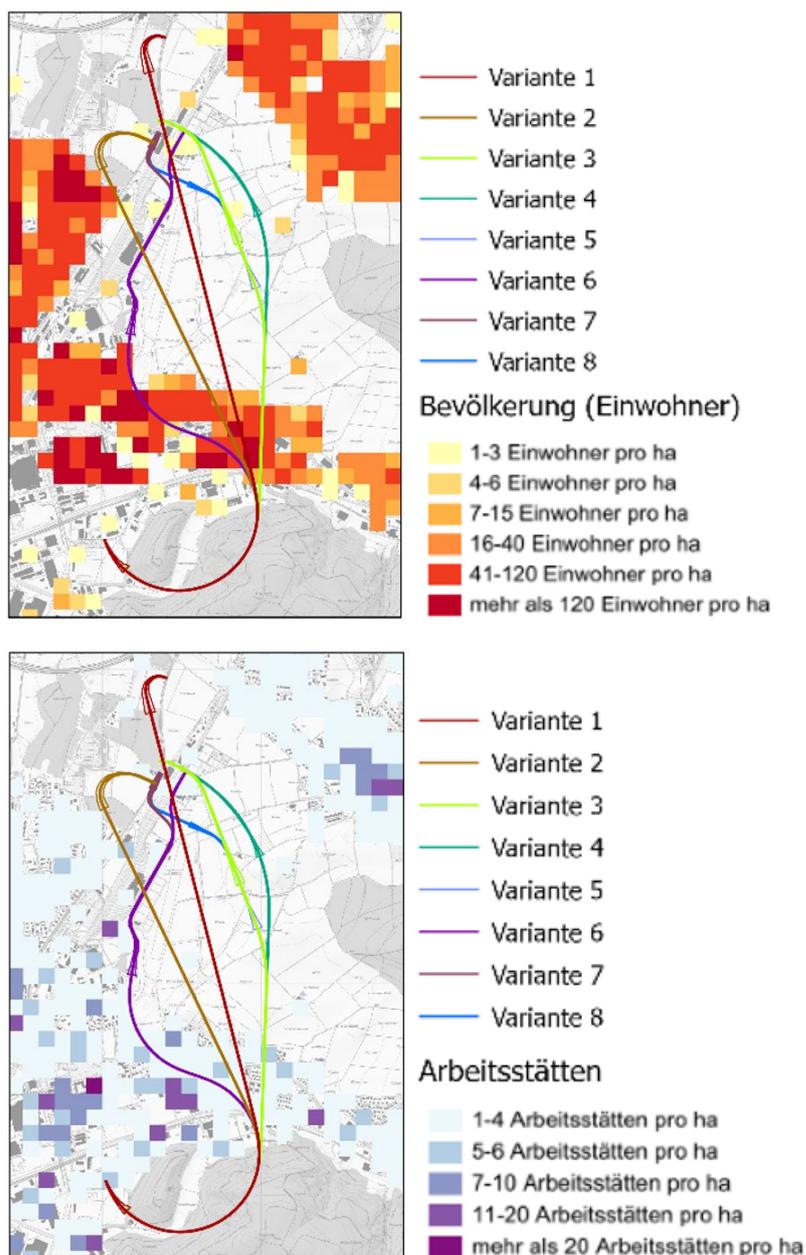


Abbildung 43: Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Projektperimeter

Mehrere der geplanten Linienführungen überschneiden sich mit bestehenden Störfallanlagen. Die Koordination findet bereits im Rahmen der Raumplanung statt und für die Baubewilligung werden allfällige spezifische Schutzmassnahme mit den betroffenen Störfallbetrieben koordiniert. Beim Nordanschluss zur Frauenfelderstrasse überlappen sich alle Varianten mit dem Konsultationsbereich der bestehenden Kantonsstrasse. Es sind daher vor allem bei der Einfahrt auf die Frauenfelderstrasse Unfallschwerpunkte zu vermeiden (vgl. Abbildung 44).

Beim Südportal sind alle Varianten gleich zu beurteilen. Aufgrund der Nähe zum Siedlungsgebiet kann ein schweres Ausmass bei den Personenrisiken nicht ausgeschlossen werden. Die Oberflächengewässerrisiken sind in diesem Bereich nicht relevant.

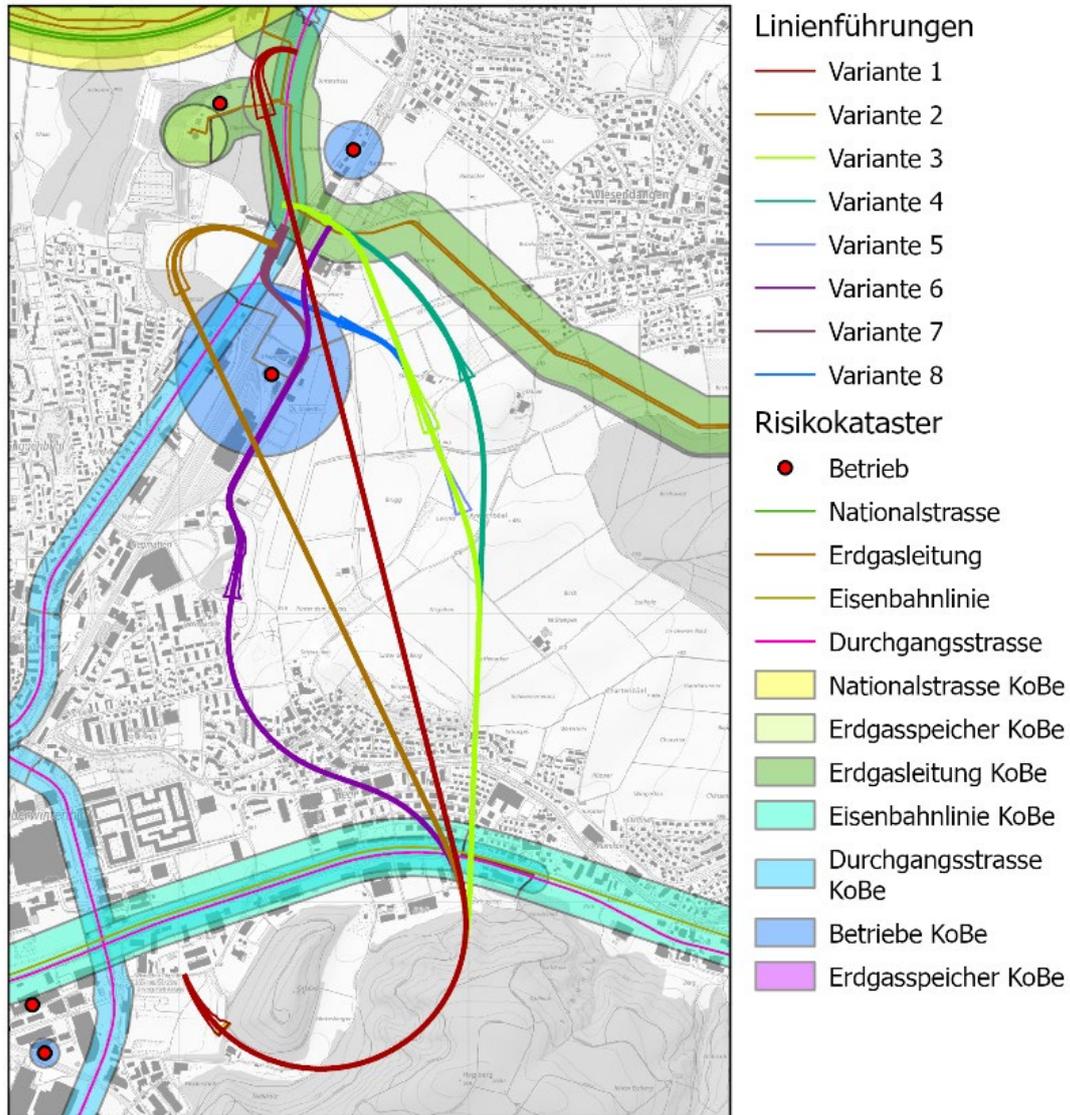


Abbildung 44: Störfallanlagen im Projektperimeter. Die Abkürzung «KoBe» in der Legende steht für «Konsultationsbereich»

— Variante 1: Das Nordportal der Variante 1 liegt in mehr als 500 m Distanz zur nächsten Siedlung. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass kein Personenrisiko mit schwerem Ausmass möglich ist. Da bei dieser Variante keine Oberflächengewässer betroffen sind, besteht im Falle eines Störfalles kein Risiko hinsichtlich der Oberflächengewässerrisiken.

Die Variante 1 tangiert beim Nordportal sowie mit der unterirdischen Strecke den Konsultationsbereich der Erdgashochdruckleitung Ohrringen-Pfaffenmatten (Strecken-Nr. 81, EGO). Müssen aufgrund des Projektes Erdgashochdruckleitungen verschoben werden, sind diese Anpassungen an der Erdgashochdruckleitung ebenfalls UVB -pflichtig. Eine frühzeitige Koordination mit dem Erdgasbetreiber ist daher zwingend.

— Variante 2: Das Nordportal der neuen Strasse liegt weniger als 500 m Entfernung zur Siedlung. Im Falle eines Störfalles kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass ein schweres Ausmass bezüglich Personen

möglich ist (vgl. Abbildung 44) und daher zusätzliche Schutzmassnahmen getroffen werden müssen. Da bei dieser Variante keine Oberflächengewässer betroffen sind, besteht im Falle eines Störfalls kein Risiko hinsichtlich der Oberflächengewässerrisiken.

Diese Variante überschneidet sich mit Ausnahme der Kantonsstrasse beim nördlichen Anschluss an die Frauenfelderstrasse mit keinen weiteren Störfallanlagen.

- Varianten 3 und 4: Der oberirdische Strassenverlauf liegt in einer Distanz von mehr als 500 m zur Siedlung. Direkt angrenzend an die Strasse sind die SBB-Anlagen sowie die Fussballplätze der Gemeinde Wiesendangen. Gemäss der Arbeitsstätten Statistik (map.admin.ch) kann bei diesen Varianten davon ausgegangen werden das mehr als 10 Arbeitspersonen in der direkten Umgebung betroffen sein können. Ebenso kann angenommen werden, dass auf den Fussballanlagen Veranstaltungen mit grösseren Personenaufkommen stattfinden. Zudem muss mit einer gleichzeitigen Querung eines Personenzuges gerechnet werden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass ein Personenrisiko mit schwerem Ausmass möglich ist.

Die Varianten 3 und 4 führen oberirdisch über den Wiesenbach (vgl. Abbildung 44). Es besteht daher eine Gefährdung des Oberflächengewässers im Falle eines Störfalles. Im Rahmen des Projektes müssen entsprechend Massnahmen (Entwässerung, Randabschlüsse, etc.) getroffen werden, welche verhindern, dass ein diffuser Eintrag von wassergefährdenden Stoffen in den Wiesenbach erfolgt.

Die oberirdischen Linienführungen der beiden Varianten überlappen sich im Bereich des nördlichen Anschlusses an die Frauenfelderstrasse mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten (Strecken-Nr. 81, EGO). Müssen aufgrund des Projektes Erdgashochdruckleitungen verschoben werden, sind diese Anpassungen an der Erdgashochdruckleitung ebenfalls UVB -pflichtig. Eine frühzeitige Koordination mit dem Erdgasbetreiber ist daher zwingend.

- Variante 5: Bei der Variante 5 kann von denselben Personenrisiken wie bei den Varianten 3 und 4 ausgegangen werden. Die Variante 5 überschneidet sich zusätzlich zum Wiesenbach auch mit dem Wiesendanger Dorfbach. Es ist daher ein höheres Risiko für Oberflächengewässer bzw. ein längerer Abschnitt mit Oberflächengewässerrisiken betroffen als in den beiden anderen Varianten (vgl. Abbildung 44).

Die oberirdischen Linienführungen der beiden Varianten überlappen sich im Bereich des nördlichen Anschlusses an die Frauenfelderstrasse mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten (Strecken-Nr. 81, EGO). Müssen aufgrund des Projektes Erdgashochdruckleitungen verschoben werden, sind diese Anpassungen an der Erdgashochdruckleitung ebenfalls UVB -pflichtig. Eine frühzeitige Koordination mit dem Erdgasbetreibern ist daher zwingend.

- Variante 6, 7 und 8: Diese Linienführung liegt direkt an der Grenze zum Siedlungsgebiet von Winterthur und betrifft daher eine grössere Wohn- und Arbeitsbevölkerungsdichte als die vorgängigen Varianten. Es kann

daher davon ausgegangen werden, dass ein Personenrisiko mit schwerem Ausmass möglich ist. Die Variante 6 betrifft den Riedbach. Es wird angenommen das der Bach durch die Strasse vollständig eingedolt werden muss und daher für Oberflächengewässer keine Risiken bestehen.

Auch diese Varianten überlappen sich im Bereich des nördlichen Anschlusses an die Frauenfelderstrasse mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten (Strecken-Nr. 81, EGO). Zudem überschneiden sie sich mit dem Konsultationsbereich der Vitogaz Switzerland AG (Störfallbetrieb: Anbieterin von Flüssiggas). Im Rahmen der Plangenehmigung ist hier eine Koordination mit den betroffenen Betrieben durchzuführen.

Fazit: Die neu gebaute Kantonsstrasse wird der StVF unterstellt. Dazu ist ein Kurzbericht gemäss Störfallverordnung erforderlich, der die Situation bezüglich Personenrisiken, Oberflächengewässerrisiken und Grundwasserrisiken im Detail definiert und allfällige zusätzliche Massnahmen formuliert.

Grundwasserrisiken sind bei allen Varianten nicht relevant, da keine Grundwasserschutzzonen betroffen werden.

Aus Sicht der Störfallrisiken ist die Variante 1 zu bevorzugen. Das Risiko geht lediglich vom Abschnitt beim Südportal aus, welches für alle Varianten dasselbe ist. Beim Nordportal sind die nächsten bewohnten Gebäude genug weit weg und die restliche Strecke verläuft unterirdisch. Gewässerrisiken sind nicht relevant.

Alle anderen Varianten liegen sehr nahe der Bahnlinie und queren Gewässer, sodass im Falle eines Störfalls für diese Indikatoren Risiken bestehen.

Aus Sicht Personenrisiken schneiden die Varianten 6 und 7 am schlechtesten ab. Aus Sicht Oberflächengewässerrisiken die Variante 8.

Alle Varianten tangieren andere Störfallbetriebe. Die Variante 2 schneidet hier am besten ab, da es kaum Problematiken mit anderen Betrieben geben wird. Die anderen Varianten tangieren die Erdgashochdruckleitung und teilweise zusätzlich noch die Vitogaz Switzerland AG.

In der folgenden Tabelle (vgl. Tabelle 11) ist eine Übersicht, über die betroffenen Gebiete für den Vergleich von Varianten hinsichtlich der Störfälle dargestellt (vgl. Tabelle 11). Ist das Kästchen grün, besteht für die jeweilige Variante kein Eingreifen in dem betreffenden Bereich. Bei gelben Kästchen ist das Vorhandensein eines betroffenen Objekts erwähnenswert. Bei roten Kästchen sind zwei betroffene Objekte zu berücksichtigen

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8
Grundwasser	Überlappung mit Grundwasserschutzbereich Au. Keine Grundwasserschutzzonen im Projektperimeter.							
Schutzgebiete	Keine Variante tangiert inventarisierte Schutzgebiete							
Oberflächengewässer	Kein Oberflächengewässer betroffen	Keine Oberflächengewässer betroffen sind	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Wiesenbach möglich	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Wiesenbach möglich	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Wiesenbach und den Langisbach möglich	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Toggenburger-Weiher und den Riedbach möglich	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Toggenburger-Weiher und den Riedbach möglich	Diffuser Eintrag von Schadstoffen in den Wiesenbach möglich
Bevölkerung	Keine Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Bereich des Tunnelportals Nord	Verlauf näher an Gebieten mit einer höheren Wohn- und Arbeitsbevölkerungsdichte	Keine Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Bereich des Tunnelportals Nord	Keine Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Bereich des Tunnelportals Nord	Keine Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Bereich des Tunnelportals Nord	Verlauf näher an Gebieten mit einer höheren Wohn- und Arbeitsbevölkerungsdichte	Verlauf näher an Gebieten mit einer höheren Wohn- und Arbeitsbevölkerungsdichte	Keine Wohn- und Arbeitsbevölkerung im Bereich des Tunnelportals Nord
Risikokataster	Überlappung mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten	Keine Störfallanlage betroffen, ausser die Kantonsstrasse (wie bei allen Varianten)	Überlappung mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten und der Vitogaz Switzerland AG	Überlappung mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten und der Vitogaz Switzerland AG	Überlappung mit dem Konsultationsbereich der Erdgasleitung Ohringen-Pfaffenmatten und der Vitogaz Switzerland AG			

Tabelle 11: Übersicht über die betroffenen Gebiete im Variantenvergleich

Wald

Für permanente Rodungen ist gemäss dem WaG eine Rodungsbewilligung einzuholen, welche mit einer Realersatzpflicht einhergeht. In den heutigen Plänen werden im Südportal für alle Varianten bis auf Variante 7 und 8, kleinere Flächen Wald permanent tangiert (vgl. Tabelle 12). Die Varianten werden in der weiteren Planung noch optimiert, sodass der Eingriff minimiert oder verhindert werden kann. Daher wird hier nicht weiter auf das Südportal eingegangen. Für temporäre und permanente Rodungen ist ein Rodungsgesuch notwendig.

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Rodung [m²]	1'770	3'970	40	30	50	60	0	0

Tabelle 12: Vergleich der für die Rodung beanspruchten Waldfläche für die 8 Varianten

Variante 1 und 2 tangieren mit dem Nordportal grössere Waldflächen, wobei Variante 2 deutlich mehr Fläche verbraucht. Bei den betroffenen Wäldern handelt es sich um in der Region häufig vorkommende Waldmeister Buchenwälder. Aus ökologischer Sicht wirkt sich der Eingriff neben dem Flächenverlust auch negativ auf die Vernetzung des Waldes auf, weil er teilweise zerschnitten wird. Die Eingriffe im Eichholz bei der Variante 2 sind aufgrund der kleinen Fläche des Waldes negativer zu beurteilen als bei der Variante 1 (vgl. Tabelle 12).

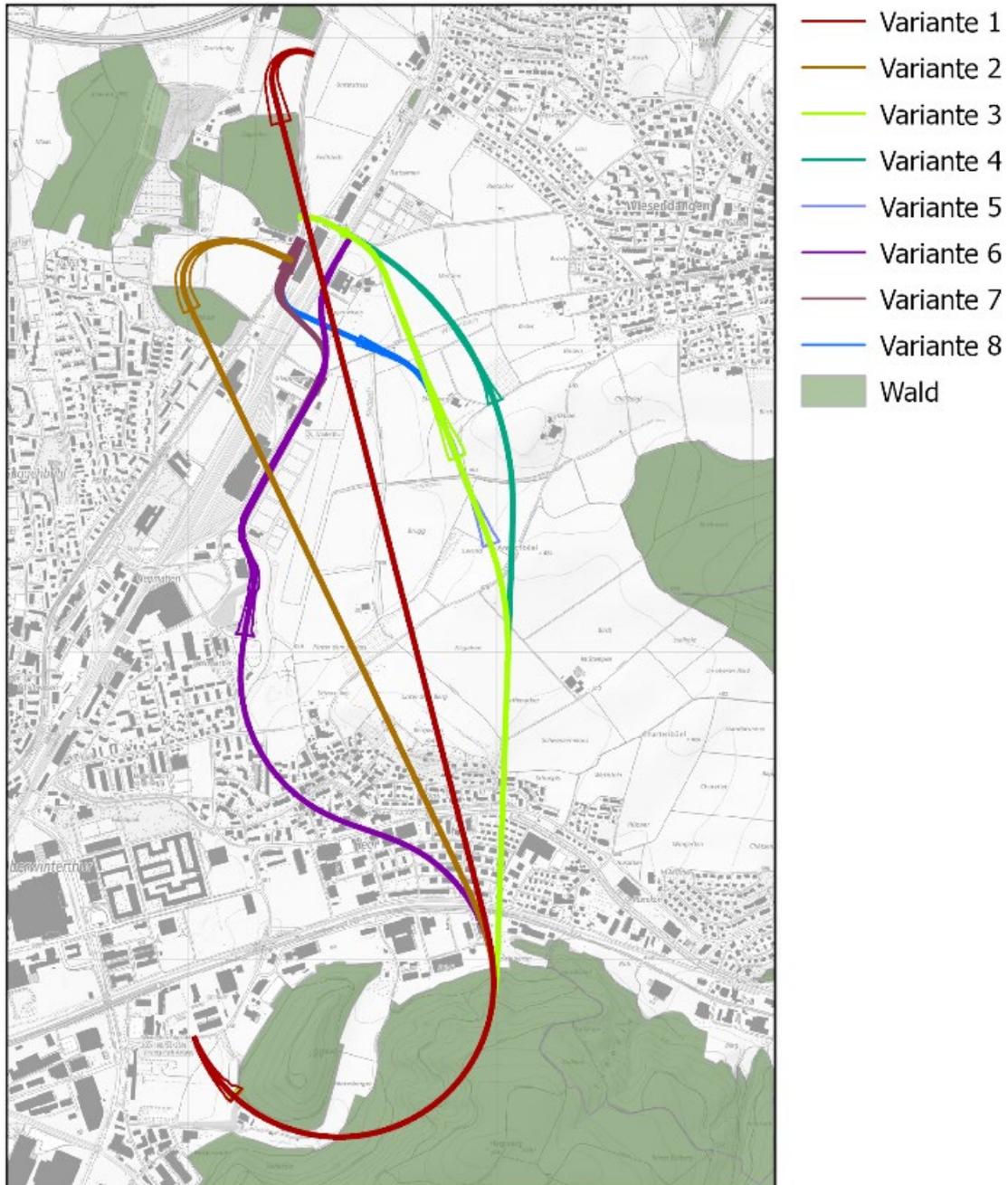


Abbildung 45: Im Projektperimeter beanspruchte Waldflächen

Flora, Fauna, Lebensräume

Keine Variante tangiert inventarisierte Schutzgebiete. Durch die neue oberirdische Infrastruktur gehen jedoch Grünräume und damit Lebensräume verloren. Die meisten Varianten tangieren grössere oder auch kleine Flächen an Lebensräumen, welche gemäss NHV als schützenswert einzustufen sind und somit ein Ersatz geleistet werden muss. Betroffen sind Ufervegetation sowie ein Reptilieninventar. Im Bereich des Tobelweihers ist zudem mit Amphibien zu rechnen (vgl. Tabelle 13 und Abbildung 46). Schützenswerte Lebensräume müssen im Ist-Zustand beurteilt und bilanziert werden. Zusätzlich ist ein entsprechender Ersatz zu leisten. Die gibt eine Übersicht über die tangierte Fläche an schützenswerten Lebensräumen.

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Tangierte Lebensräume (Reptilien, Ufer, Hecken) [m²]	0	0	1'400	1'500	1'500	1'600	1'000	400
Amphibienlebensraum und Uferbestockung (Privater Weiher) [m²]	0	0	0	0	0	12'100	12'100	0

Tabelle 13: Überblick der zu ersetzenden Lebensraumflächen für die verschiedenen Varianten

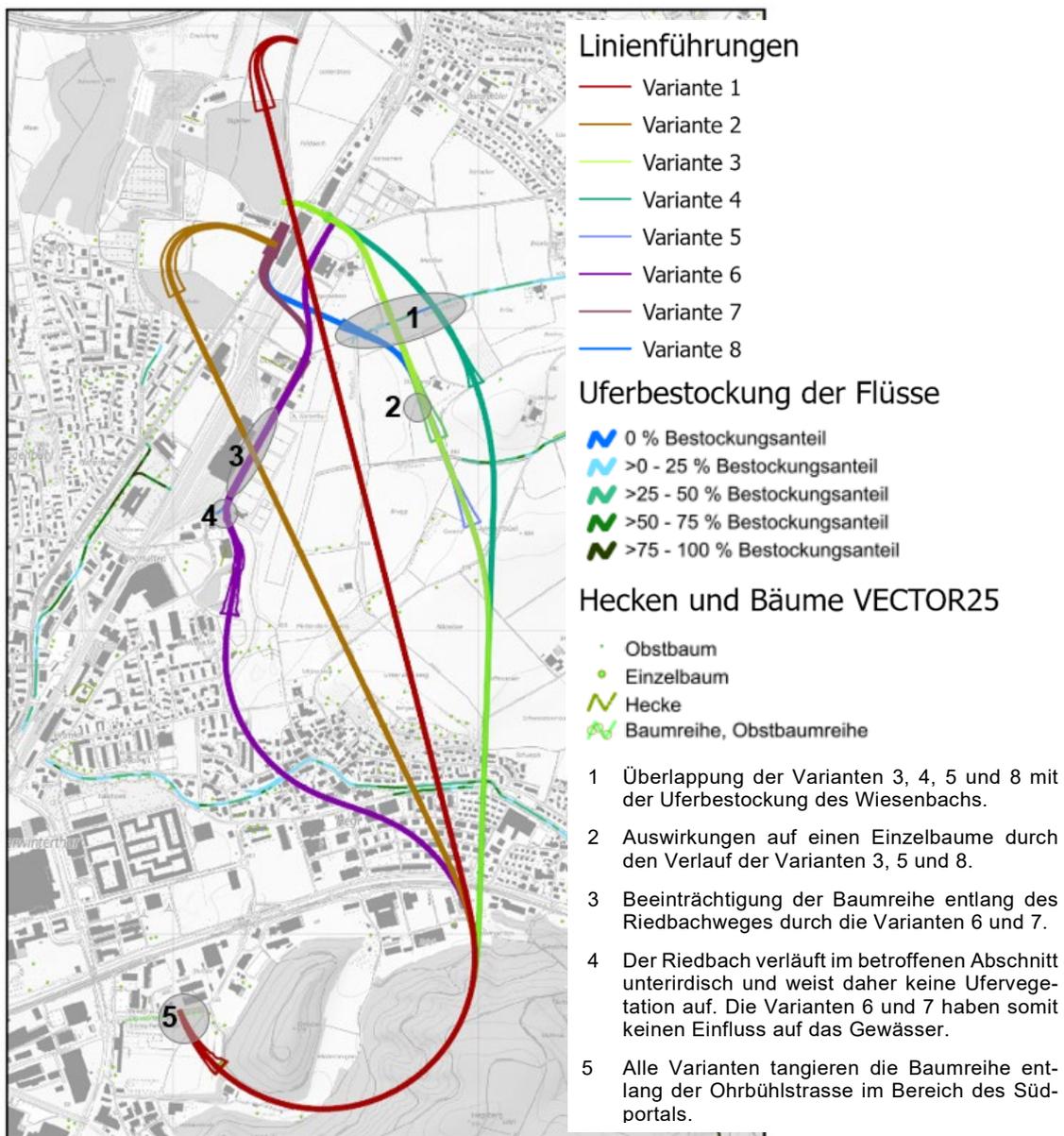


Abbildung 46: Uferbestockung der Flüsse und Hecken und Bäume im Projektperimeter (Quelle: mapgeoadmin)

- Variante 1: Bei der Variante 1 sind für das Nordportal Eingriffe im Wald bei Tägerle notwendig (vgl. Abschnitt Wald). Im Zuge der Rodung sowie der Nutzung des vorgesehenen Tunnelportals und den damit verbundenen Licht- und Lärmemissionen werden Lebensräume beeinträchtigt, zerstört sowie zerschnitten. Die Vernetzung wird durch das Projekt permanent zerstört. Im Rahmen der Wiederaufforstung werden diese Lebensräume wiederhergestellt. Es sind voraussichtlich bei dieser Variante keine schützenswerten Lebensräume beeinträchtigt, da lediglich Kulturland betroffen ist.
- Variante 2: Die Linienführung tangiert den Wald im Gebiet «Eichholz». Durch die Rodung wird Lebensraum im Gebiet unterhalb des «Riethofs» zerschnitten. Im Rahmen der Wiederaufforstung werden diese Lebensräume wiederhergestellt. Es sind voraussichtlich bei dieser Variante keine schützenswerten Lebensräume beeinträchtigt, da lediglich Kulturland betroffen ist.
- Varianten 3, 4 und 5: Diese Linienführungen setzen im Zuge der Verbreiterung der bestehenden Unterführung auf der Rietstrasse Eingriffe in Reptilienhabitate im Bereich der Bahnböschungen entlang der Gleise voraus. Diese Varianten bedingen zudem bei der oberirdischen Linienführung Eingriffe in den Wiesenbach und dessen Ufervegetation, wobei diese Lebensräume permanent beeinträchtigt werden (vgl. Abbildung 46). Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen sind zu bilanzieren und entsprechend zu ersetzen. Es sind voraussichtlich bei dieser Variante keine weiteren schützenswerten Lebensräume beeinträchtigt, da lediglich Kulturland betroffen ist.
- Variante 6: Die Linienführung setzt die Entfernung des Toggenburger-Weihers und die damit verbundenen Lebensräume entlang des Ufers und voraussichtlich Amphibienlebensraum voraus. Zusätzlich wird durch die Verbreiterung der bestehenden Unterführung auf der Rietstrasse in das Reptilienhabitat entlang der Gleise eingegriffen. Die Ufervegetation des Riedbaches wird entfernt und Eingriffe in Heckenstrukturen entlang des Riedbachweges sind geplant.
- Variante 7: Die Linienführung setzt die Entfernung des Toggenburger-Weihers und die damit verbundenen Lebensräume entlang des Ufers und voraussichtlich Amphibien voraus. Diese Variante wird als Brücke über die Bahndammstrasse zwischen der SBB-Serviceanlage Hegmatten und der SBB-Serviceanlage Wiesendangen geführt. Die Qualität der Lebensräume für Reptilien unterhalb der Brücke wird durch die grossflächige Beschattung stark vermindert.
- Variante 8: Die Linienführung setzt Eingriffe in die Ufervegetation des Wiesenbachs voraus. Zusätzlich wird die Qualität der Lebensräume für Reptilien unterhalb der Brücke durch die grossflächige Beschattung stark vermindert.

Fazit: Alle Varianten beinhalten Eingriffe in unterschiedliche Lebensräume. Die Verluste an schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden (vgl. Tabelle 13). Die Varianten mit den grössten Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume sind die Varianten 2, 6

und 7, wobei bei Variante 2 die Waldrodung und Lebensraumzerschneidung eine zentrale Rolle spielt. Die Auswirkungen der Variante 6 bestehen im definitiven Verlust von Lebensräumen durch die Entfernung vom Toggenburger-Weiher, sowie in der Beeinträchtigung des Reptilieninventars durch die Ausbreitung der Unterführung, Eingriffe in die Ufervegetation des Riedbaches und in Heckstrukturen. Variante 7 bedingt wie Variante 6 das Entfernen des Toggenburger-Weiher. Zudem bewirkt der Brückenbau eine Minderung der Lebensraumqualität, wodurch auch das Reptilieninventar beeinträchtigt wird. Die Varianten 3 und 8 haben die geringsten Folgen für diesen Umweltbereich. Sie betreffen vor allem die Ufervegetation und das Reptilieninventar.

Landschaft und Ortsbild (inkl. Lichtimmissionen)

Es sind grundsätzlich keine Landschaftsschutzobjekte vom Projekt betroffen. Besonders stark beeinträchtigt wird das Landschaftsbild von den Varianten mit weitgehender, oberirdischer Linienführung durch die Kulturlandschaft sowie mit Tunnelportalen in der Kulturlandschaft und vorgesehenen Brückenbauten.

- Variante 1: Die Tunnelportale im Norden, im Gebiet «Tägerle», und im Süden, im Gebiet des Schiessplatzes, befinden sich in unmittelbarer Nähe der bestehenden Infrastruktur und beeinträchtigen das Landschaftsbild jeweils nur bedingt. Der südliche Tunnelportal wird zudem durch den bestehenden Wald verdeckt. Aufgrund der langen unterirdischen Abschnitte ist diese Variante landschaftsschonend.
- Variante 2: Die Tunnelportale im Gebiet südlich des «Riethofs» in Waldnähe und im Süden, im Gebiet des Schiessplatzes, befinden sich in unmittelbarer Nähe der bestehenden Infrastruktur und beeinträchtigen das Landschaftsbild jeweils nur bedingt. Die Einsicht wird durch den Wald verdeckt. Aufgrund der langen unterirdischen Abschnitte ist diese Variante landschaftsschonend.
- Varianten 3, 4, 5 und 8: Diese Linienführungen verlaufen durch die intakte Kulturlandschaft und greifen damit stark ins Landschaftsbild ein. Zusätzlich wird das Landschaftsbild durch das Tunnelportal im Gebiet «Amischbüel» beeinträchtigt. Sowohl das Portal als auch die Strasse sind gut einsehbar und beeinträchtigen die Erholungslandschaft. Im Gebiet des Schiessplatzes ist ein weiteres Portal (Tunnelportal Süd) vorgesehen, welches die Landschaft beeinträchtigt, jedoch nahe der bestehenden Infrastruktur liegt und durch den bestehenden Wald teilweise verdeckt wird. Nach Möglichkeit sollten diese Linienführungen in der Landschaft verdeckt werden, z.B. durch Baumalleen, insbesondere im Bereich der Tunnelportale.
- Variante 6: Die Linienführung (inkl. Verbreiterung der bestehenden Unterführung) verläuft entlang der bestehenden Infrastruktur und greift damit nur bedingt ins Landschaftsbild und die Erholungslandschaft ein. Das Tunnelportal im Norden liegt im Industriegebiet, nahe der bestehenden Gebäude und wird daher im Landschaftsbild kaum wahrnehmbar sein. Das Tunnelportal im Süden liegt nahe der bestehenden Infrastruktur und die Einsicht wird teilweise durch den bestehenden Wald verdeckt.

- Variante 7: Die Linienführung verläuft entlang der bestehenden Infrastruktur und greift damit nur bedingt ins Landschaftsbild und die Erholungslandschaft ein. Die vorgesehene Brücke über die Gleise wird als neues anthropogenes Element von weit her einsehbar sein und daher das Landschaftsbild beeinträchtigen. Das Tunnelportal im Norden liegt im Industriegebiet, nahe der bestehenden Gebäude und wird daher im Landschaftsbild kaum wahrnehmbar sein. Im Gebiet des Schiessplatzes ist ein weiteres Portal (Tunnelportal Süd) vorgesehen, welches die Landschaft beeinträchtigt, jedoch nahe der bestehenden Infrastruktur liegt und durch den bestehenden Wald teilweise verdeckt wird.

Fazit: Das Landschaftsbild wird besonders stark von Varianten mit umfangreichen oberirdischen Linienführungen durch die intakte Kulturlandschaft beeinträchtigt. Die Varianten 1 und 2 haben die geringsten Auswirkungen auf das Landschaftsbild, da sie weitgehend unterirdisch verlaufen. Die Varianten 3, 4, 5 und 8 beeinträchtigen dagegen das Landschaftsbild am stärksten. Die Variante 8 ist noch ungünstiger, da neben der Beeinträchtigung der Kulturlandschaft durch die oberirdische Linienführung und die Tunnelportale inmitten der Kulturlandschaft auch die geplante Brücke über die Gleise als neues anthropogenes Element das Landschaftsbild negativ beeinflussen wird. Nach Möglichkeit sollten diese Linienführungen in der Landschaft verdeckt werden, z.B. durch Baumalleen, insbesondere im Bereich der Tunnelportale.

Kulturdenkmäler, archäologische Stätten

Keine Variante tangiert im oberirdischen Teil historische Verkehrswege von lokaler, regionaler und nationaler Bedeutung (IVS) und es sind keine Denkmalschutzobjekte vom Projekt betroffen. Keine Variante tangiert im oberirdischen Strassenbereich archäologische Zonen. Im Tunnelbereich überlappen sich die Varianten 2, 6 und 7 mit einer archäologischen Zone bei den Fluren «Hinter dem Schloss» und «Schloss Hegi» (vgl. Abbildung 47). Diese Zonen werden jedoch nicht beeinträchtigt, da die Tunnelstrecke tiefer als diese archäologischen Zonen verläuft.

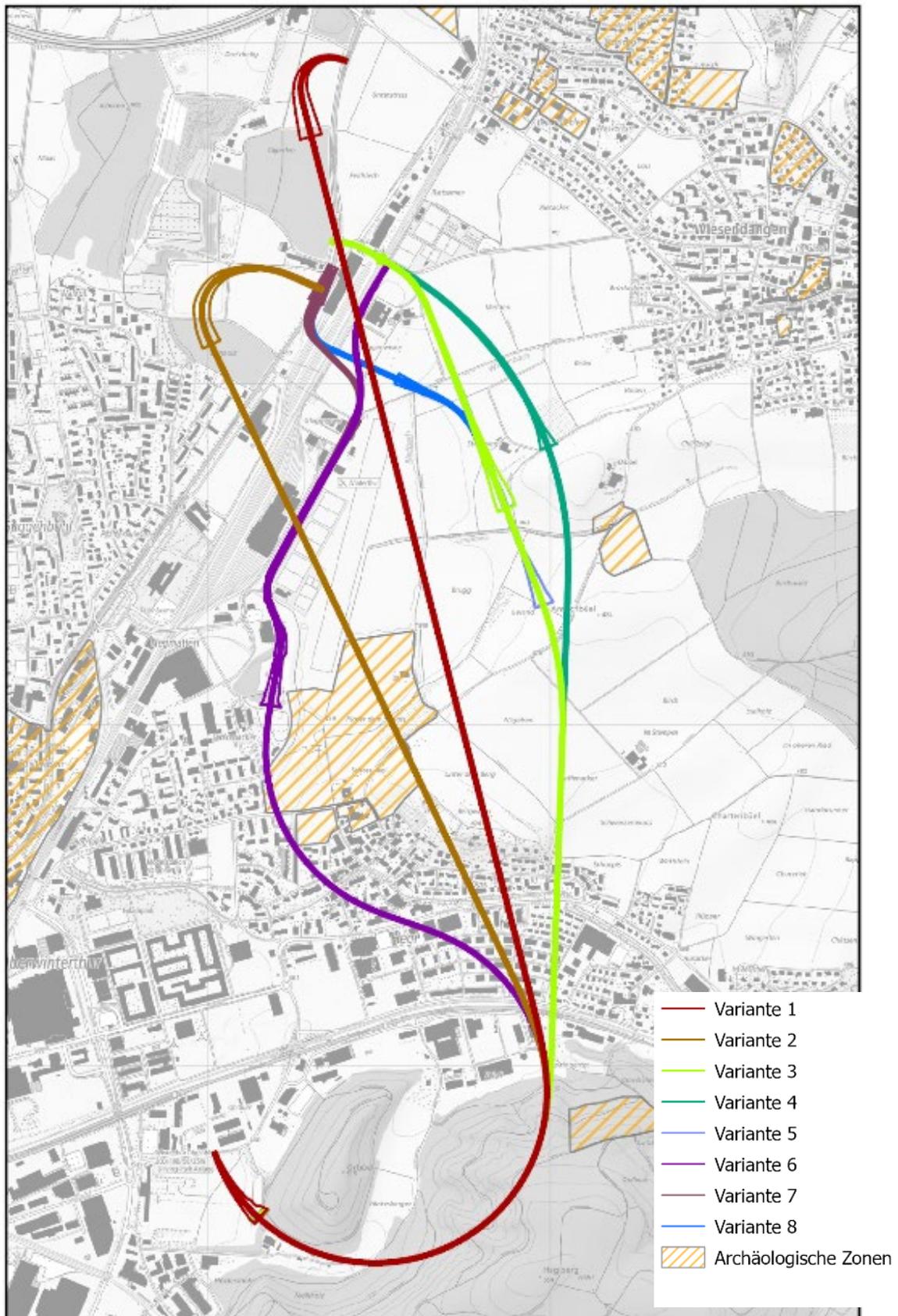


Abbildung 47: Archäologische Zonen im Projektperimeter

7.5 Fazit Machbarkeit

Bei allen Varianten ist die Machbarkeit gewährleistet. Jedoch sind die Risiken und Eingriffe in sensible oder geschützte Bereiche unterschiedlich gross. Im Folgenden ist eine schematische Übersicht der Risiken pro Variante dargestellt (vgl. Tabelle 14):

	Unterirdische Linienführung / Tunnelbau	Luftreinhaltung	Lärm	Grundwasser	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	Entwässerung	Boden	Störfallvorsorge	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume	Landschaft und Ortsbild
Variante 1	Yellow	Green	Green	White	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green
Variante 2	Yellow	Green	Green	White	Green	Yellow	Green	Yellow	Pink	Pink	Green
Variante 3	Green	Yellow	Yellow	White	Yellow	Green	Pink	Yellow	Green	Green	Pink
Variante 4	Green	Yellow	Yellow	White	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Pink
Variante 5	Green	Pink	Yellow	White	Pink	Green	Pink	Yellow	Green	Yellow	Pink
Variante 6	Pink	Pink	Pink	White	Green	Green	Yellow	Pink	Green	Pink	Yellow
Variante 7	Pink	Pink	Pink	White	Green	Green	Yellow	Pink	Green	Pink	Yellow
Variante 8	Green	Yellow	Yellow	White	Yellow	Green	Pink	Yellow	Green	Green	Pink

Tabelle 14: Risikobeurteilung Varianten

Diese Beurteilungen sind sowohl in die Kostenschätzung wie auch die Bewertung (Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch) eingeflossen.

8. Verkehrliche Wirkungen

Um optimale verkehrliche Wirkungen durch die Linienführungsvarianten der ZS NHG erzielen zu können, wurden unterschiedliche flankierende Massnahmen (FlaMas) in Erwägung gezogen und die als am zielführendsten betrachtet FlaMas im Kapitel 8.1 hergeleitet und erläutert. Zusätzlich wurden die, durch die ZS NHG entstehende Verlagerungswirkungen (vgl. Kapitel 8.2) auf die Strassen in der Umgebung sowie die damit zusammenhängenden Reisezeitveränderungen (vgl. Kapitel 8.3) für jede Linienführungsvariante ermittelt.

8.1 Flankierende Massnahmen

Flankierende Massnahmen haben zum Ziel, einerseits die Wirkungen einer Massnahme zu verstärken und gleichzeitig negative Auswirkungen zu verringern. Im Fall der Zentrumserschliessung soll mittels flankierender Massnahmen möglichst viel Verkehr vom untergeordneten Netz auf die Zentrumserschliessung verlagert werden.



Abbildung 48: Flankierende Massnahme: Linksabbiegeverbot von der Frauenfelderstrasse auf die Seenerstrasse

Alle untersuchten Projektvarianten schliessen im Norden in der Nähe des Autobahnanschlusses an und im Süden im Bereich des Ohrbühlkreisel. Damit sind die erwarteten verkehrlichen Wirkungen vergleichbar und die flankierenden Massnahmen für alle Linienführungsvarianten (vgl. Kapitel 6.2) identisch: Das Linksabbiegen von der Frauenfelderstrasse von Norden herkommend in die Seenerstrasse wird unterbunden (vgl. Abbildung 48). Mit dieser Massnahme wird die Zielsetzung, insbesondere durch die damit erreichte Lenkung des motorisierten Verkehrs auf die Zentrumserschliessung bzw. der Entlastung der Frauenfelderstrasse, bestmöglich verfolgt. Eine zusätzliche Unterbindung des Rechtsabbiegers aus der Seenerstrasse in die Frauenfelderstrasse hingegen würde zu Schleichverkehr durch das Quartier Talacker führen. Daher wurde auf diese Massnahme verzichtet. Die Festlegung der flankierenden Massnahme erfolgte im Hinblick auf eine bestmögliche Entlastung des umliegenden Strassennetzes durch die Zentrums-

erschliessung, ohne neue Gebiete zu belasten. Diesbezüglich wurden mehrere Szenarien mit Hilfe des GVM-ZH untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei einem zu starken Eingriff in das bestehende Verkehrssystem durch Abbiegeverbote bzw. -widerstände Umwegfahrten entstehen, die Strassenabschnitte zusätzlich belasten.

8.2 Verlagerungswirkungen

Um die Verlagerungswirkungen zu beschreiben, werden für alle untersuchten Varianten die Querschnittsbelastungen an ausgewählten Querschnitten ausgewiesen (vgl. Abbildung 49). Die Belastung auf der Zentrumserschliessung bewegt sich je nach Variante zwischen 14'800 und 17'500 Fz/Tag. Wie bereits im Kapitel 8.1 erwähnt sind die verkehrlichen Wirkungen der Varianten sehr ähnlich. Dies hängt damit zusammen, dass sich die Varianten bezüglich ihrer Anschlusspunkte ans untergeordnete Netz kaum unterscheiden und somit die Unterschiede in Bezug auf Reisezeiten – die massgebend für die Verlagerungswirkung sind – gering sind. Alle Varianten erzielen eine massgebende Entlastung der Frauenfelderstrasse und auf der Seenerstrasse Nord. Auf dem südlichen Abschnitt der Frauenfelderstrasse führt die Zentrumserschliessung zu einer Verkehrszunahme.



	Referenzzustand	Var 1 - A2		Var 2 - A3		Var 3 - U.v.B.		Var 4 - U.O.	
1 Frauenfelderstrasse Nord	22'200	13'200	-9'000	13'600	-8'600	13'400	-8'800	13'400	-8'800
2 Frauenfelderstrasse Süd	14'500	18'100	3'600	18'700	4'200	18'100	3'600	18'300	3'800
3 Stadlerstrasse	10'700	7'500	-3'200	8'000	-2'700	7'600	-3'100	7'700	-3'000
4 Seenerstrasse Nord	20'900	10'300	-10'600	10'800	-10'100	10'200	-10'700	10'300	-10'600
5 Seenerstrasse Süd	17'100	18'500	1'400	17'900	800	18'400	1'300	18'400	1'300
6 Sulzerallee	3'700	4'100	400	3'500	-200	4'100	400	4'000	300
7 Ohrbühlstrasse	5'000	5'300	300	5'700	700	5'500	500	5'400	400
8 Rümikonerstrasse	4'400	2'900	-1'500	3'100	-1'300	2'900	-1'500	2'900	-1'500
9 Zentrumserschliessung	0	17'300	17'300	14'800	14'800	17'500	17'500	17'100	17'100
10 Wiesendangerstrasse	5'000	7'000	2'000	6'500	1'500	6'900	1'900	6'700	1'700

	Referenzzustand	Var 5 - U.n.B.		Var 6 - U.W.		Var 7 - B.W.		Var 8 - B v.B.	
1 Frauenfelderstrasse Nord	22'200	13'400	-8'800	13'600	-8'600	13'500	-8'700	13'200	-9'000
2 Frauenfelderstrasse Süd	14'500	18'100	3'600	18'600	4'100	18'700	4'200	18'500	4'000
3 Stadlerstrasse	10'700	7'600	-3'100	7'900	-2'800	8'000	-2'700	7'900	-2'800
4 Seenerstrasse Nord	20'900	10'200	-10'700	10'500	-10'400	10'800	-10'100	10'400	-10'500
5 Seenerstrasse Süd	17'100	18'400	1'300	18'200	1'100	18'100	1'000	18'200	1'100
6 Sulzerallee	3'700	4'100	400	3'700	0	3'600	-100	3'700	0
7 Ohrbühlstrasse	5'000	5'500	500	5'600	600	5'700	700	5'500	500
8 Rümikonerstrasse	4'400	2'900	-1'500	3'100	-1'300	3'100	-1'300	3'000	-1'400
9 Zentrumserschliessung	0	17'500	17'500	16'000	16'000	15'200	15'200	16'200	16'200
10 Wiesendangerstrasse	5'000	6'900	1'900	6'500	1'500	6'500	1'500	6'600	1'600

Abbildung 49: Verkehrsbelastung im Querschnitt DWF (Fz/Tag)

Die Abbildung 50 zeigt einen Differenzbelastungsplot am Beispiel der Variante 1. Daraus ist qualitativ ersichtlich, wo im Netz Verkehrsentlastungen zu erwarten sind (grün) und wo mit Mehrbelastungen gerechnet werden muss (rot).

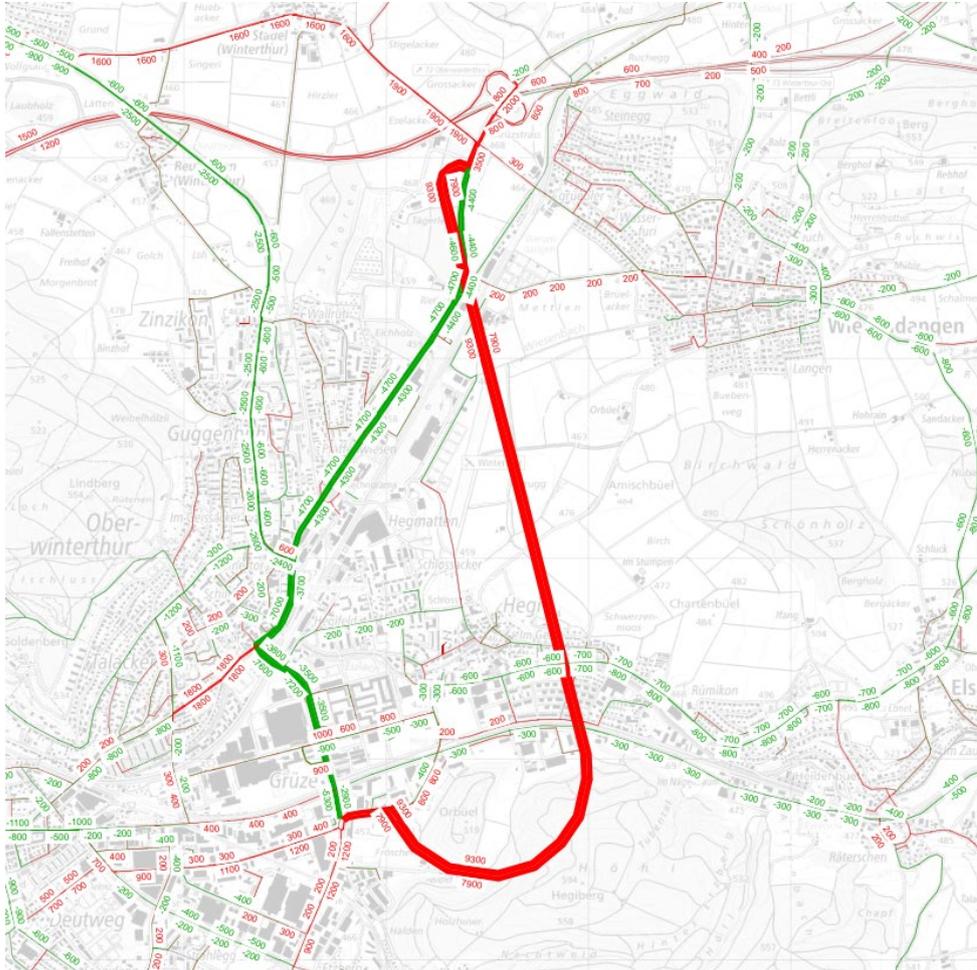
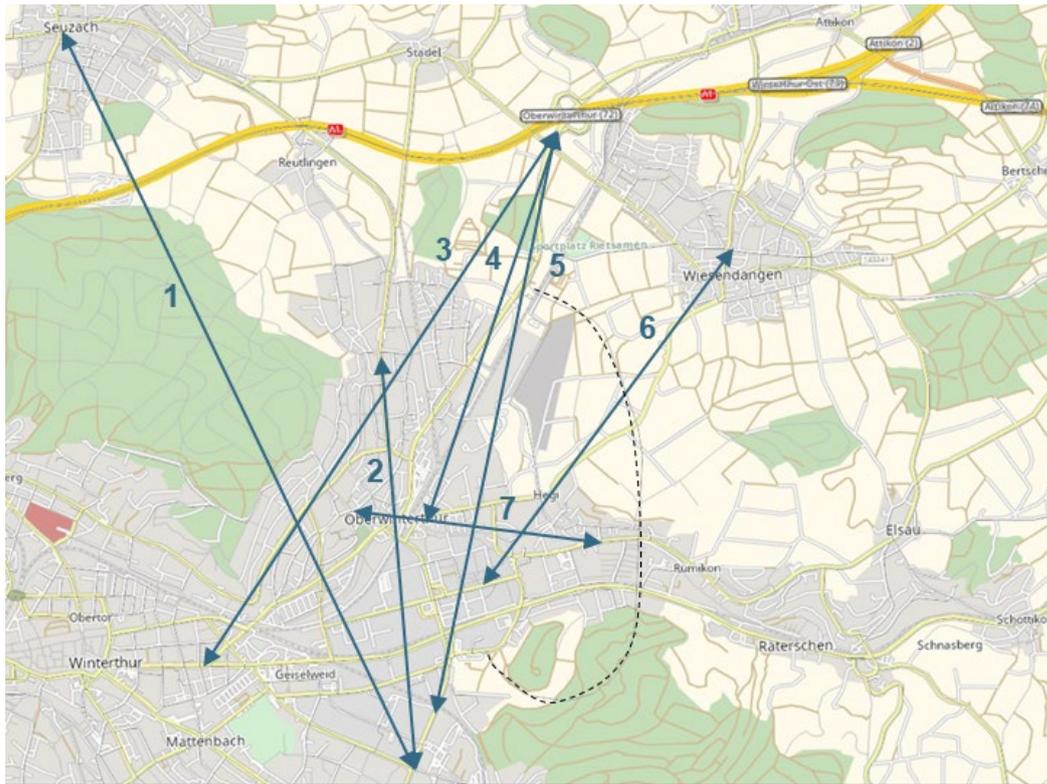


Abbildung 50: Differenzbelastungsplot Variante 1 [Fz/Tag] (rot = Verkehrszunahme, grün = Verkehrsabnahme)

8.3 Reisezeitveränderungen

Die Varianten mit Berücksichtigung der flankierenden Massnahme führen zu Reisezeitveränderungen, die letztendlich für die in Kapitel 8.2 beschriebenen Verlagerungswirkungen verantwortlich sind. Die Abbildung 51 zeigt die Reisezeitveränderungen gemäss Modell für ausgewählte Relationen im belasteten DWV-Netz. Für den Grossteil der Relationen – insbesondere vom und zum Autobahnanschluss – sind mit der Zentrumserschliessung reduzierte Reisezeiten zu erwarten, was zu einer Verkehrsentslastung des untergeordneten Netzes führt. In den Reisezeitveränderungen zeigt sich aber auch der Effekt der flankierenden Massnahme deutlich: Für Relationen, die die Zentrumserschliessung nicht nutzen oder ohne flankierende Massnahme nicht nutzen würden, bedeutet das Abbiegeverbot von der Frauenfelderstrasse in die Seenerstrasse eine Reisezeitverlängerung. So beispielsweise für die Relation von Seuzach nach Grüze Süd oder vom Knoten Stadler-/Reutlingerstrasse nach Grüze Süd.



	Von	Nach	Referenzzustand	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4
1	Grüze Süd	Seuzach	10min 15s	-30s	-30s	-30s	-30s
	Seuzach	Grüze Süd	10min 00s	+45s	+75s	+45s	+45s
2	Grüze Süd	Stadler-/Reutlingerstr.	6min 45s	-30s	-30s	-30s	-30s
	Stadler-/Reutlingerstr.	Grüze Süd	6min 30s	+75s	+75s	+75s	+75s
3	Thurgauer-/St. Gallerstrasse	Autobahnanschluss	7min 15s	-15s	-15s	-30s	-30s
	Autobahnanschlusse	Thurgauer-/St. Gallerstrasse	7min 15s	-30s	-15s	-30s	-30s
4	Hegi	Autobahnanschluss	5min 45s	-30s	-15s	-30s	-30s
	Autobahnanschlusse	Hegi	5min 30s	+45s	+75s	+60s	+60s
5	Ohrbühlkreisel	Autobahnanschluss	7min 15s	-105s	-75s	-105s	-90s
	Autobahnanschlusse	Ohrbühlkreisel	7min 00s	-75s	-45s	-75s	-75s
6	Sulzerallee	Wiesendangen	7min 15s	-45s	-30s	-75s	-75s
	Wiesendangen	Sulzerallee	7min 45s	0s	-30s	-90s	-90s
7	Rümikon	Oberwinterthur	5min 15s	-15s	-15s	-15s	-15s
	Oberwinterthur	Rümikon	6min 00s	+75s	+75s	+75s	+75s

	Von	Nach	Referenzzustand	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8
1	Grüze Süd	Seuzach	10min 15s	-30s	-30s	-30s	-30s
	Seuzach	Grüze Süd	10min 00s	+45s	+60s	+60s	+60s
2	Grüze Süd	Stadler-/Reutlingerstr.	6min 45s	-30s	-30s	-30s	-30s
	Stadler-/Reutlingerstr.	Grüze Süd	6min 30s	+75s	+75s	+75s	+75s
3	Thurgauer-/St. Gallerstrasse	Autobahnanschluss	7min 15s	-30s	-15s	-15s	-15s
	Autobahnanschlusse	Thurgauer-/St. Gallerstrasse	7min 15s	-30s	-30s	-15s	-15s
4	Hegi	Autobahnanschluss	5min 45s	-30s	-30s	-15s	-15s
	Autobahnanschlusse	Hegi	5min 30s	+60s	+75s	+75s	+60s
5	Ohrbühlkreisel	Autobahnanschluss	7min 15s	-105s	-90s	-75s	-90s
	Autobahnanschlusse	Ohrbühlkreisel	7min 00s	-75s	-60s	-60s	-60s
6	Sulzerallee	Wiesendangen	7min 15s	-75s	-45s	-30s	-30s
	Wiesendangen	Sulzerallee	7min 45s	-90s	-60s	-30s	-45s
7	Rümikon	Oberwinterthur	5min 15s	-15s	-15s	-15s	-15s
	Oberwinterthur	Rümikon	6min 00s	+75s	+75s	+75s	+75s

Abbildung 51: Reisezeitveränderung infolge der Varianten auf ausgewählten Relationen im belasteten DWV-Netz

9. Grobkostenschätzung

9.1 Grundlagen der Grobkostenschätzung

Die Grobkostenschätzung basiert auf den Längenprofilen der Varianten und berücksichtigt die Geologie und bautechnischen Risiken. Die zugrundeliegenden bautechnischen Konzepte und Annahmen bzgl. der Tunnelvarianten sind in Kapitel 7.1 erläutert. Es werden Einheitspreise für einzelne Elemente verwendet. In der Grobkostenschätzung werden folgende Elemente eingerechnet (nicht abschliessend):

Abbrucharbeiten	bestehende Unterführung, bestehende Strassen
Offene Strecke	Neubau 2 Spuren offene Strecke, inkl. Entwässerung, SABA, Signalisation, Markierung, Lichtsignalanlagen
Unterführung	Erstellen Unterführung inkl. Hilfsbrücke
Tunnel Tagbautunnel	1 Tunnelröhre mit 2 Fahrspuren ohne Pannestreifen (Aushub inkl. Sicherung, Verkleidung, Innenausbau)
Tunnel maschineller Vortrieb (TBM)	1 Tunnelröhre mit 2 Fahrspuren ohne Pannestreifen (Ausbruch inkl. Sicherung, Verkleidung, Innenausbau); Ausbrüche für Nischen, Notabgänge, Ausstellbuchten; Umbauarbeiten TVM
Tunnel div.	Werkleitungskanal, Fahrbahn, Elektromechanische Ausrüstung, Wasserpumpwerk, Technische Zentrale
Aufwertungs- / Ausgleichsmassnahmen	Ökologische Ersatzmassnahmen, Ausgleichsmassnahmen, Kompensation Fruchtfolgeflächen, Altlastensanierung
Honorar Phase 31-53	30%
Unvorhergesehenes	10%
MwSt.	8.1%
Landerwerb	Landwirtschaftszone

* Nicht berücksichtigt sind allfällige flankierende Massnahmen zur Verkehrslenkung und -steuerung.

Tabelle 15: Elemente der Grobkostenschätzung

9.2 Grobkostenschätzung (+/- 40%)

Die Kosten pro Variante werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Kosten	Variante 1 A2 Tunnel lang	Variante 2 A3 Tunnel lang	Variante 3 Unterführung, vor Bach	Variante 4 Unterführung, Orbühl	Variante 5 Unterführung, nach Bach	Variante 6 Unterführung, Weiher	Variante 7 Brücke, Weiher	Variante 8 Brücke, vor Bach
Kostenstelle	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]
Abbrucharbeiten	-	-	55'000	55'000	55'000	63'000	46'000	-
offene Strecke / Strassenbau	11'066'000	11'504'000	13'327'000	13'497'000	14'832'000	16'414'000	12'886'000	11'180'000
Unterführung	-	-	2'625'000	2'625'000	2'625'000	2'625'000	-	-
Brücke	-	-	-	-	-	-	15'528'000	15'528'000
Tunnel	337'071'000	320'552'000	241'333'000	242'922'000	210'703'000	256'486'000	258'933'000	240'556'000
Aufwertung-/Ausgleichmassnahmen	541'000	793'000	647'000	601'000	762'000	1'467'000	1'547'000	690'000
Zwischentotal	348'678'000	332'849'000	257'987'000	259'700'000	228'977'000	277'055'000	288'940'000	267'954'000
Honorar 30 %	104'603'000	99'855'000	77'396'000	77'910'000	68'693'000	83'117'000	86'682'000	80'386'000
Unvorhergesehenes 10 %	34'868'000	33'285'000	25'799'000	25'970'000	22'898'000	27'706'000	28'894'000	26'795'000
Zwischentotal	488'149'000	465'989'000	361'182'000	363'580'000	320'568'000	387'878'000	404'516'000	375'135'000
Mwst. 8.1 %	39'540'000	37'745'000	29'256'000	29'450'000	25'966'000	31'418'000	32'766'000	30'386'000
Landerwerb Wohnzone	-	-	-	-	-	-	-	-
Landerwerb Landwirtschaftszone	175'000	200'000	230'000	190'000	250'000	320'000	250'000	190'000
Gesamtkosten inkl. Mwst.	527'864'000	503'934'000	390'668'000	393'220'000	346'784'000	419'616'000	437'532'000	405'711'000
Gesamtkosten inkl. Mwst. (gerundet)	530'000'000	500'000'000	390'000'000	390'000'000	350'000'000	420'000'000	440'000'000	410'000'000
jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten (ab Inbetriebnahme)	896'000	807'000	677'000	690'000	614'000	646'000	673'000	686'000

Tabelle 16: Grobkosten (+/- 40%)

9.3 Vergleich der Kosten mit konventionellem Vortrieb

Bei der Trassierung der einzelnen Varianten wurde die horizontale Linienführung so gewählt, dass der Einsatz einer TVM möglich ist. Zur Prüfung der Auswirkungen der Wahl des Vortriebskonzept auf die Projektkosten wurde ein Vergleich mit einem konventionellen Vortrieb durchgeführt. Diese wird nur anhand die Variante 1, A2 Tunnel lang sowie die Variante 4, Unterführung, Ohrbühl untersucht.

Bei Ausführung eines konventionellen Vortriebs können die Kurvenradien der Tunnelabschnitte reduziert werden. Dadurch kann die Linienführung und die Tunnellänge optimiert werden. Die weiteren Rahmenbedingungen (Grundwasser, Erdwärmesonden, Gewässer, etc.) bleiben dieselben. Nachfolgend ist die unterschiedliche Linienführung der Variante 1 (vgl. Abbildung 52) und Variante 4 (vgl. Abbildung 53) dargestellt.

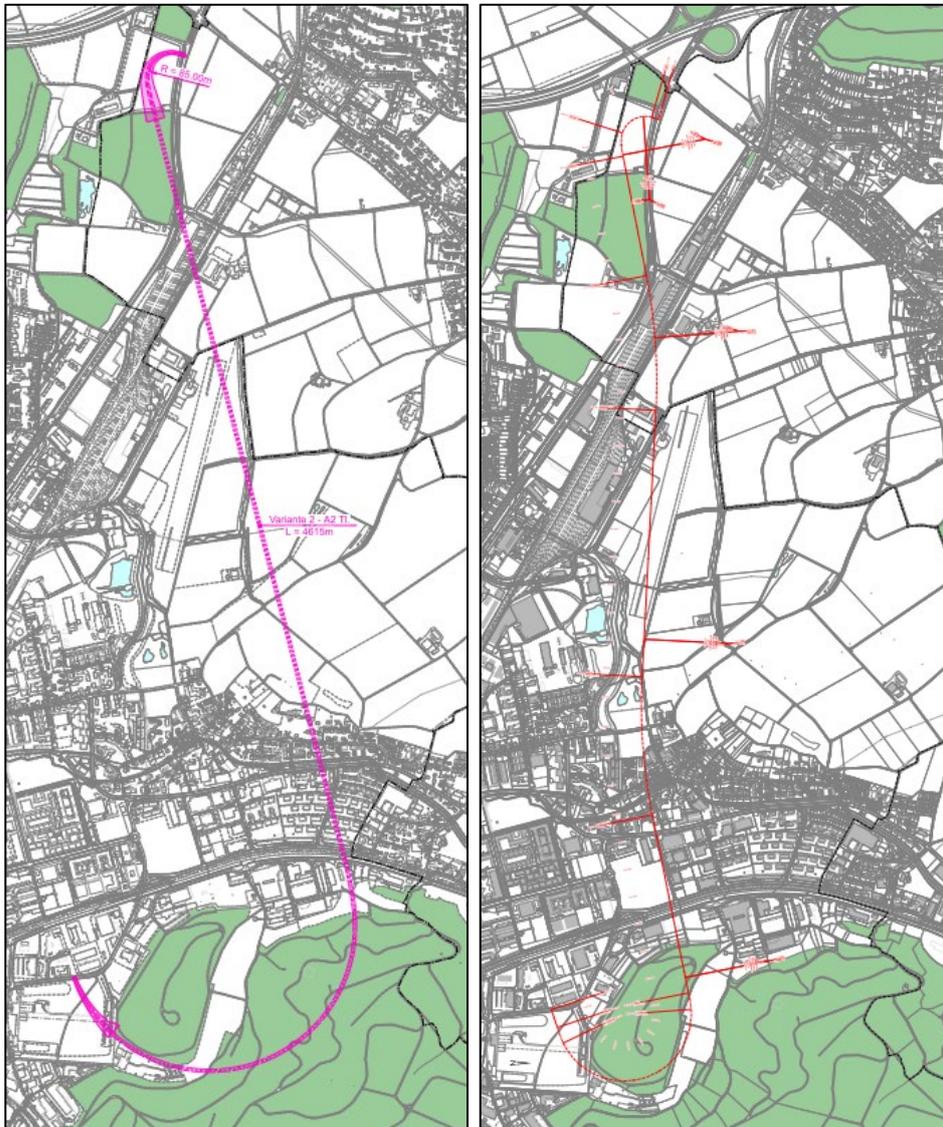


Abbildung 52: Variante 1 - A2 Tunnel lang (links: Maschineller Vortrieb möglich; rechts: Maschineller Vortrieb nicht möglich)

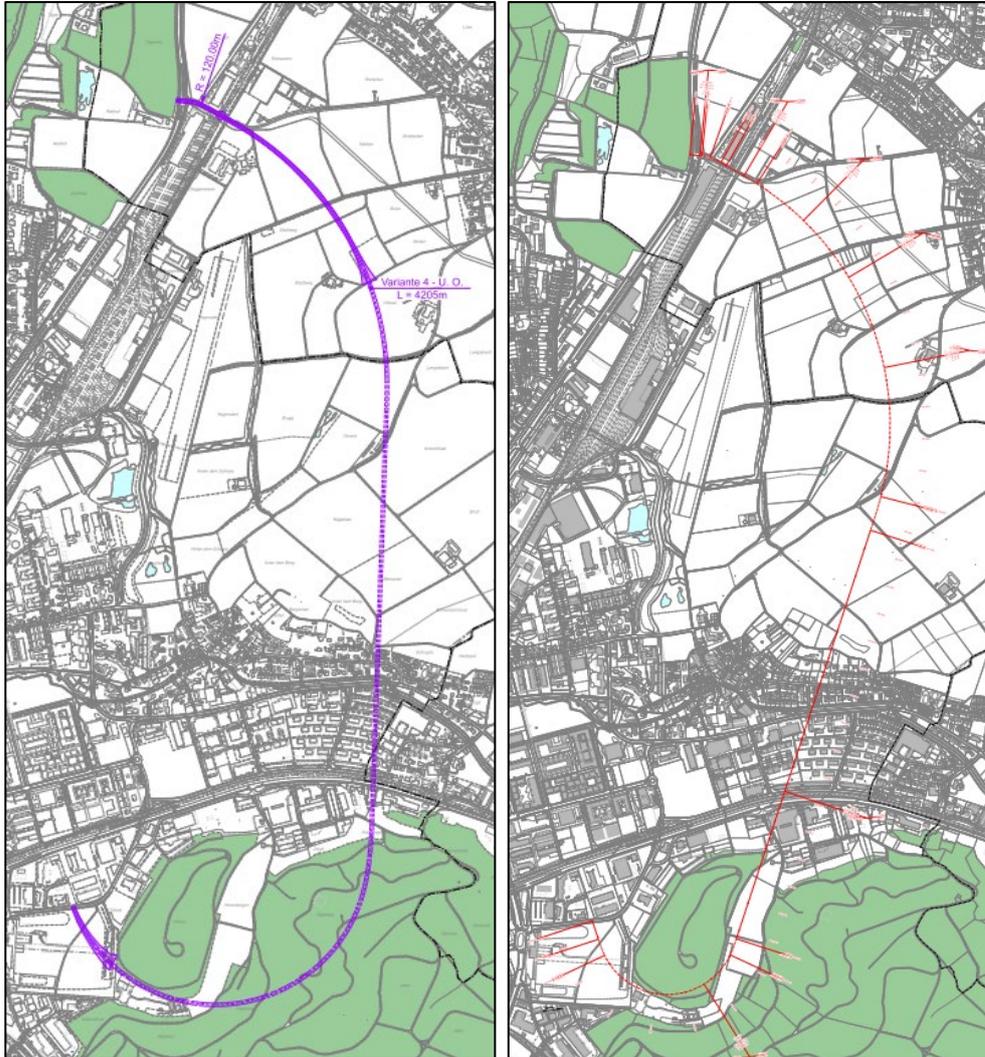


Abbildung 53: Variante 4 - Unterführung Orbüel (links: Maschineller Vortrieb möglich; rechts: Maschineller Vortrieb nicht möglich)

Bei beiden Varianten kann durch die angepasste Linienführung ca. 12 % der Tunnellänge eingespart werden. Nachfolgend ist die Grobkostenschätzung der angepassten Varianten (Annahme: konventioneller Vortrieb) mit der Grobkostenschätzung der ursprünglichen Varianten (Annahme: maschineller Vortrieb) gegenübergestellt.

Kosten	Variante 1	Variante 4
	A2 Tunnel lang	Unterführung, Orbühl
Kostenstelle	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]
Abbrucharbeiten	-	55'000
offene Strecke / Strassenbau	11'066'000	13'497'000
Unterführung	-	2'625'000
Brücke	-	-
Tunnel	337'071'000	242'922'000
Aufwertung-/Ausgleichmassnahmen	541'000	601'000
Zwischentotal	348'678'000	259'700'000
Honorar 30 %	104'603'000	77'910'000
Unvorhergesehenes 10 %	34'868'000	25'970'000
Zwischentotal	488'149'000	363'580'000
Mwst. 8.1 %	39'540'000	29'450'000
Landerwerb Wohnzone	-	-
Landerwerb Landwirtschaftszone	175'000	190'000
Gesamtkosten inkl. Mwst.	527'864'000	393'220'000
Gesamtkosten inkl. Mwst. (gerundet)	530'000'000	390'000'000
jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten (ab Inbetriebnahme)	896'000	690'000

Kosten	Variante 1 (kon. Vortrieb)	Variante 4 (kon. Vortrieb)
	A2 Tunnel lang	Unterführung, Ohrbühl
Kostenstelle	Kosten [CHF]	Kosten [CHF]
Abbrucharbeiten	-	55'000
offene Strecke / Strassenbau	11'066'000	13'497'000
Unterführung	-	2'625'000
Brücke	-	-
Tunnel	344'972'000	243'831'000
Aufwertung-/Ausgleichmassnahmen	541'000	601'000
Zwischentotal	356'579'000	260'609'000
Honorar 30 %	106'974'000	78'183'000
Unvorhergesehenes 10 %	35'658'000	26'061'000
Zwischentotal	499'211'000	364'853'000
Mwst. 8.1 %	40'436'000	29'553'000
Landerwerb Wohnzone	-	-
Landerwerb Landwirtschaftszone	175'000	190'000
Gesamtkosten inkl. Mwst.	539'822'000	394'596'000
Gesamtkosten inkl. Mwst. (gerundet)	540'000'000	390'000'000
jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten (ab Inbetriebnahme)	896'000	690'000

Tabelle 17: Baukosten (+/- 40%)

Die Baukosten für Tunnel im konventionellen Vortrieb sind günstiger, da die Installationskosten bedeutend geringer sind (keine Tunnelvortriebsmaschine benötigt). Da der Vortrieb aber langsamer und aufwändiger ist, wird dieser Vorteil ab einer bestimmten Tunnellänge nicht mehr relevant. Für das vorliegende Projekt und mit der aktuellen Detailtiefe sind die Unterschiede der Baukosten zwischen einem Vortrieb mit einer Tunnelvortriebsmaschine und einem konventionellen Vortrieb trotz kürzerem Tunnel vernachlässigbar (max. 3% bei einer Genauigkeit von +/- 40%).

10. Detailbewertung

Zur Bewertung der acht Linienführungsvarianten wurde ein umfassendes vorhabenspezifisches Ziel- und Indikatorensystem (vgl. Kapitel 10.1) erarbeitet und gewichtet (vgl. Kapitel 10.2). Für die Bewertung wurden die Kostenwirksamkeitsanalyse und die Kosten-Nutzen-Analyse (vgl. Kapitel 10.3) angewendet. Die Ergebnisse werden jeweils pro Indikator, sowie als Gesamtergebnis pro Linienführungsvariante ausgewiesen, mit abschliessendem Bewertungsfazit (vgl. Kapitel 10.4)

10.1 Ziel- und Indikatorensystem

Die Detailbewertung der technisch und rechtlich machbaren Varianten erfolgt anhand eines Ziel- und Indikatorensystems. Es basiert auf dem vom UVEK entwickelten Ziel- und Indikatorensystem «Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen» (EBeN), welches zur einheitlichen Bewertung von neuen Verkehrsinfrastrukturen entwickelt wurde. Um auf die speziellen Herausforderungen in diesem Raum einzugehen, wird das Ziel- und Indikatorensystem an die Projektbedürfnisse angepasst (vgl. Abbildung 54).

Nr.	Themenbereich	Nr.	Indikator
1	Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen	1.1	Reisezeiten MIV
		1.2	Betriebskosten MIV
		1.3	Attraktivität des öffentlichen Verkehrs
		1.4	Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs
2	Verkehrssicherheit erhöhen	2.1	Anzahl der Unfälle
3	Investitions- und Betriebskosten minimieren	3.1	Investitionskosten (inkl. Landerwerb)
		3.2	Betriebs- und Unterhaltskosten
4	Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren	4.1	Luftbelastung
		4.2	Treibhausgasemissionen
		4.3	Beeinträchtigung von Lebensräumen und Schutzgebieten
		4.4	Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete
		4.5	Flächenbeanspruchung
		4.6	Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässer
5	Siedlungsgebiete aufwerten	5.1	Verkehrslärmbelastung
		5.2	Trennwirkung durch Strassen
		5.3	Potenzial für Siedlungsentwicklung
		5.4	Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz
6	Wirtschaftsentwicklung fördern	6.1	Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte

Abbildung 54: Indikatorensystem

Das Ziel- und Indikatorensystem deckt die drei Nachhaltigkeitsdimensionen ab (Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft). Es besteht aus sogenannten Oberzielen/Themenbereichen, die mehrere Teilziele bzw. Indikatoren

umfassen. Im Gegensatz zu den Projektzielen (vgl. Kapitel 2) beschreiben die Teilziele/Indikatoren nicht konkrete Projektziele, sondern sie adressieren übergeordnete Ziele. Im Indikatorensystem sind diejenigen Teilziele, die einen direkten Bezug zu den Projektzielen haben, blau hinterlegt.

Im Folgenden werden die einzelnen Indikatoren vorgestellt und beschrieben, wie sie gemessen werden. Die Details sind den Indikatorenblättern im Anhang A2 zu entnehmen.

10.1.1 Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen

1.1 Reisezeiten MIV: Für die Bewertung der Reisezeiten für den MIV (dieser schliesst den Wirtschaftsverkehr mit ein) werden mit dem Verkehrsmodell die Reisezeiten differenziert nach Spitzenstunde und durchschnittlichem Tagesverkehr ermittelt. Für die Spitzenstunde wird die Reisezeit im belasteten Netz des ASP-Modells verwendet, für den durchschnittlichen Tagesverkehr wird die Reisezeit im belasteten Netz des DWV-Modells verwendet. Für die Reisezeitberechnung werden Ergebnisse des ASP- und DWV-Modells kombiniert. Unter der Annahme, dass während rund eineinhalb Stunden am Morgen und zweieinhalb Stunden am Abend 40 % des täglichen Verkehrsaufkommens anfallen, werden die Reisezeiten in der ASP mit 40 % gewichtet und die Reisezeiten im DWV mit 60 %. Die resultierenden Reisezeiten für die einzelnen Varianten werden mit jenen des Referenzzustandes verglichen. Mit dem durchschnittlichen Besetzungsgrad von 1.43 Personen pro Fahrzeug werden die Fahrzeugstunden (Fz-h) in Personenstunden (P-h) umgerechnet.

1.2 Betriebskosten MIV: Ziel ist eine Senkung der direkten Kosten für den MIV (Betriebskosten der Fahrzeuge inklusive Wirtschaftsverkehr) und somit eine Erhöhung des Nutzens für die MIV-Nutzenden. Dazu werden die Fahrleistungen (Fz-km) von Personenwagen und Sachtransportfahrzeugen (STF) getrennt aus dem Verkehrsmodell (DWV-Zustand) ermittelt. Der Treibstoffverbrauch wird gemäss HBEFA, Version 4.2.2, berechnet. Die KNA stützt sich auf die Kostensätze gemäss Norm VSS 41 827. Bei der KWA werden die fahrleistungsabhängigen Betriebskosten gewichtet.

1.3 Attraktivität des öffentlichen Verkehrs: Mit diesem Indikator werden die Auswirkungen der Zentrumserschliessung auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) qualitativ bewertet. Die qualitative Bewertung basiert auf Auswirkungen in Bezug auf die Fahrplanstabilität und Störungsfreiheit des Busangebots, die sich durch die Variante ergeben können.

1.4 Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs: Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Varianten und die damit einhergehenden Strassenbaumassnahmen auf den Fuss- und Veloverkehr auswirken. Grundsätzlich gelten sowohl der Fuss- als auch der Veloverkehr als flächeneffiziente und ressourcenschonende Verkehrsmittel. Zudem fördern sie die Gesundheit. Unterschiedliche Faktoren, wie u.a. Änderungen des Fuss- und Velonetzes, des Temporegimes, der MIV-Verkehrsbelastung, der durchgehenden Wegführung sowie auch der Konfliktpotenziale mit MIV und ÖV können die Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs verbessern bzw. verschlechtern. Die qualitative Beurteilung der Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs (FVV)

basiert auf den Verkehrsmengen (Veränderung der Verkehrsbelastung), der vorgesehenen Infrastrukturmassnahmen und der zugehörigen flankierenden Massnahmen.

10.1.2 Verkehrssicherheit erhöhen

2.1 Anzahl der Unfälle: Ziel ist es, die Unfallzahlen und die damit verbundenen Kosten zu reduzieren. Dabei wird unterschieden zwischen Unfällen, Verletzten und Getöteten. Auf Grundlage der Fahrleistungen aus dem Verkehrsmodell (DWV-Zustand) werden Unfallkosten mithilfe der Unfallkostensätze gemäss VSS Norm 41 824 (Preisstand 2022) ermittelt. Dabei wird das vereinfachte Verfahren angewendet. Die betrachteten Streckenabschnitte werden in die Strassenkategorien «Autobahn», «innerorts» und «ausserorts» eingeteilt. Beim vereinfachten Verfahren wird nicht zwischen Strecke und Knoten unterschieden. Unfälle an Knoten sind in den streckenbezogenen Unfallraten und Kostensätze des vereinfachten Verfahrens mitberücksichtigt.

10.1.3 Investitions- und Betriebskosten minimieren

3.1 Investitionskosten (inkl. Landerwerb): Neben dem Absolutbetrag ist bei der Bewertung die Kapitalisierung der Investitionskosten wichtig. Damit werden unterschiedliche Lebensdauern und die bei den meisten anderen Indikatoren gebräuchliche Betrachtung der jährlichen Wirkungen berücksichtigt. Entsprechend werden die Investitionskosten mit den Lebensdauerannahmen der einzelnen Bauelemente (nach EBeN) ergänzt und daraus die kapitalisierten jährlichen Kosten berechnet. In die Berechnung der Landerwerbskosten fliesst der Wert des Landes (Richtpreis mit Preisbasis 2023) ein. Allfällige Kaufkosten werden nicht berücksichtigt. Die Landkosten werden in der KNA in jenem Jahr berücksichtigt, in dem mit dem Bau begonnen wird, d.h. das Land einer anderen Nutzung entzogen wird. Am Ende des Betrachtungszeitraums wird der Restwert des Landes wiederum in Abzug gebracht.

3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten: Die Betriebs- und Unterhaltskosten basieren auf der VSS 41 826 (für Brücken) und gemäss Kostenangaben vom Kanton (Tunnel, Strasse ausserorts) und wurden auf das Betriebsjahr 2040 hochgerechnet.

10.1.4 Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren

4.1 Luftbelastung: Ausgehend von den Verkehrsbelastungen für PW und Schwerverkehr werden die Luftschadstoffemissionen von NO_x und PM₁₀ berechnet. Dazu gelangen die Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren, Version 4.2.2 gemäss BAFU zur Anwendung, indem den Strassenabschnitten Verkehrssituationen zugeordnet werden. Für die KNA wird die veränderte Luftbelastung der beiden Schadstoffe mit den Kostensätzen nach VSS 41 828 (Preisstand 2022) monetarisiert. Nicht berücksichtigt werden Emissionen, die durch den Bau entstehen. Für die KWA werden die Ergebnisse der beiden Luftschadstoffe entsprechend gewichtet.

4.2 Treibhausgasemissionen: Der Ausstoss von Treibhausgasen führt weltweit zu einer Klimaveränderung. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen

zu reduzieren. Mit diesem Indikator wird der CO₂-Ausstoss der Fahrzeuge sowie die Luftbelastung für Herstellung, Instandhaltung und Rückbau der Infrastruktur bewertet. Die Ermittlung des Fahrzeugausstosses erfolgt mittels HBEFA. Für die KNA werden Kostensätze aus VSS Norm 41 828 (Preisbasis 2022) verwendet.

4.3 Beeinträchtigung von Lebensräumen und Schutzgebieten: Mit diesem Indikator wird die Zu- oder Abnahme der Fläche und Qualität von natürlichen sowie geschützten Lebensräumen bewertet. Dabei sollen der direkte Verlust von Lebensräumen, Schutzgebieten und Wald, die indirekten Auswirkungen auf benachbarte Lebensräume (Störung, Licht, Lärm) sowie die Zerschneidung von Lebensräumen berücksichtigt werden. Flora und Fauna sind auf intakte Lebensräume angewiesen, welche die Voraussetzungen für das langfristige Überleben der verschiedenen Arten in einem Gebiet sichern. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass der Lebensraum von Flora und Fauna möglichst wenig zerschnitten und gekammert ist. Im Mittelpunkt der Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume durch die jeweiligen Linienführungsvarianten stehen demzufolge die Habitatsfragmentierung sowie der Verlust natürlicher Ökosysteme, wobei die Art bzw. Qualität der Lebensräume zu berücksichtigen ist.

4.4 Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete: Mit diesem Indikator wird die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Strassenbaumassnahmen aus Sicht des Menschen beurteilt. Einen Einfluss auf die Bewertung haben folgende Faktoren und Eigenschaften vom Landschaftsbild: Einmaligkeit, Ästhetik, Vielfältigkeit, kulturhistorischer Wert. Der räumliche Wirkungssperimeter umfasst das Gebiet, von dem aus die projektierten Strassennetzelemente gesehen werden können. Neubauten und -anlagen können sich je nach Art und Gestaltung des Objekts sowie je nach Standort in eine Landschaft einfügen, diese aufwerten oder beeinträchtigen. Der Neubau von Strassen wirkt sich aufgrund der eher geringen ästhetischen Qualität, der hohen Einsehbarkeit und der Zerschneidungswirkung von Siedlungsräumen, oftmals negativ auf das Landschaftsbild aus. Die Beeinträchtigung kann mit gestalterischen Massnahmen zwar vermindert, aber nicht kompensiert werden.

4.5 Flächenbeanspruchung: Ziel ist es, die Flächenbeanspruchung zu minimieren. Die permanent beanspruchten Flächen werden separat für folgende Flächen ermittelt: befestigte Flächen, bestockter Wald, bestockte übrige Flächen, fliessendes Gewässer, humusierte Flächen. Für die KNA wird die Bodenversiegelung (Fläche) mit dem Kostenansatz aus der VSS 41 828 (Preisstand 2022) monetarisiert. Für die KWA werden die unterschiedlichen Flächen mittels eines Faktors zwischen 1 bis 5 gewichtet, um so die Relevanz der unterschiedlichen Flächen bezüglich Umweltbelastung zu berücksichtigen.

4.6 Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässer: Mit diesem Indikator werden die Auswirkungen auf das Grundwasser (Grundwasserstrom und Grundwasserschutzzone) und das Risiko der Oberflächengewässerverschmutzung durch geplante Einbauten der Varianten qualitativ bewertet. Mit verschiedenen baulichen Massnahmen kann die Schwere des

Eingriffs teilweise kompensiert werden. Es ist jedoch nicht immer möglich, die Auswirkungen eines solchen Einbaus (Verringerung Durchflussquerschnitt, Verlust von Speichervolumen, erhöhte Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers) ganz aufzuheben.

10.1.5 Siedlungsgebiete aufwerten

5.1 Verkehrslärmbelastung: Ziel ist es, die Lärmbelastung für möglichst viele Anwohnerinnen und Anwohner zu reduzieren. Um die Veränderung zu messen, werden die Lärmimmissionen für jeden Streckenabschnitt an der nächstgelegenen Hausfassade berechnet und mit jenen im Referenzzustand verglichen. Zudem wird mit einer GIS-Analyse die Anzahl der wohnhaften Personen an der jeweiligen Strecke (Umkreis 30 m) berechnet. Für die KNA werden die Immissionsänderungen in Anlehnung an die Methodik der Norm SN 641 828 und mit den Kostensätzen aus NISTRA 2017 monetarisiert. Dabei werden Mietzinsausfälle und Gesundheitskosten berücksichtigt. Für die KWA wird die Veränderung der Lärmkosten gewichtet.

5.2 Trennwirkung durch Strassen: Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Varianten und die damit einhergehenden Strassenbaumassnahmen auf die Trennwirkung der Strassen und somit auf die Attraktivität des öffentlichen Raums und der Aufenthaltsqualität im Siedlungsgebiet innerorts auswirken. Die Beurteilung der Beeinträchtigung auf die Naherholungsgebiete erfolgt in einem separaten Indikator. Die Beurteilung der Trennwirkung durch Strassen basiert auf der Veränderung der MIV-Belastung pro Strassenabschnitt innerorts. Dabei wird berücksichtigt, dass bis zu einer Belastung von 3'000 Fz/Tag kaum eine Trennwirkung wahrnehmbar ist, danach die Trennwirkung linear mit der Belastungszunahme steigt und die maximale Trennwirkung bei einer Belastung von 15'000 Fz/T erreicht wird¹¹.

5.3 Potenzial für Siedlungsentwicklung: Mit diesem Indikator wird das vorhandene Entwicklungspotenzial basierend auf den städtischen Planungen eingeschätzt. Ausschlaggebend ist die Erschliessung, die vorgesehene Nutzung sowie die mit der geplanten Infrastruktur zu erwartenden Einschränkung des Potenzials. Berücksichtigt werden die damit einhergehende Veränderungen der Erreichbarkeit sowie der räumlichen Qualitäten.

5.4 Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz: Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Varianten und die damit einhergehenden Strassenbaumassnahmen auf die Entlastung des untergeordneten Netzes, mit Fokus auf der Frauenfelder-, Hegifeld-, Rümiker- und Seenerstrasse (Strecken innerorts) auswirken. Die Beurteilung der Entlastung durch die Zentrumerschliessung basiert auf der prozentualen Veränderung der MIV-Belastung im DWV pro Strassenabschnitt innerorts.

¹¹ Diese Annahmen orientieren sich an der «Wegleitung für Strassenplanung und Strassenbau in Gebieten mit übermässiger Luftbelastung» des BUWAL (2002).

10.1.6 Wirtschaftsentwicklung fördern

6.1 Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte: Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte «Oberwinterthur» und «Winterthur Seen» von und zum Autobahnanschluss Oberwinterthur mit der Zentrumserschliessung verbessert. Die Beurteilung der Erreichbarkeit basiert auf der Distanz und der Reisezeit zwischen den Siedlungsschwerpunkten und dem Autobahnanschluss Oberwinterthur. Für die Gewichtung von Distanz und Reisezeit werden die Kostensätze der VSS Norm 41 827 und 41 822a beigezogen. Die Gewichtung je Siedlungsschwerpunkt stützt sich auf die jeweilige Anzahl Einwohner und Einwohnerinnen sowie die jeweilige Anzahl Arbeitsplätze.

10.2 Gewichtung

Für die Bewertung werden die Themenbereiche/Oberziele und Indikatoren/Teilziele gewichtet. Die folgende Abbildung 55 zeigt die Teilziele pro Themenbereich sowie die von der GPL vorgeschlagene Hauptgewichtung:

Nr.	Themenbereich	Nr.	Indikator	Hauptgewichtung		
				Oberziel	Teilziel	Einzelgewicht
1	Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen	1.1	Reisezeiten MIV	30.0%	20.00%	6.00%
		1.2	Betriebskosten MIV		20.00%	6.00%
		1.3	Attraktivität des öffentlichen Verkehrs		30.00%	9.00%
		1.4	Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs		30.00%	9.00%
2	Verkehrssicherheit erhöhen	2.1	Anzahl der Unfälle	9.0%	100.00%	9.00%
3	Investitions- und Betriebskosten minimieren	3.1	Investitionskosten (inkl. Landerwerb)	0.0%	0.00%	0.00%
		3.2	Betriebs- und Unterhaltskosten		0.00%	0.00%
4	Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren	4.1	Luftbelastung	35.0%	10.00%	3.50%
		4.2	Treibhausgasemissionen		10.00%	3.50%
		4.3	Beeinträchtigung von Lebensräumen und Schutzgebieten		20.00%	7.00%
		4.4	Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete		20.00%	7.00%
		4.5	Flächenbeanspruchung		20.00%	7.00%
		4.6	Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässer		20.00%	7.00%
5	Siedlungsgebiete aufwerten	5.1	Verkehrslärmbelastung	20.0%	25.00%	5.00%
		5.2	Trennwirkung durch Strassen		25.00%	5.00%
		5.3	Potenzial für Siedlungsentwicklung		20.00%	4.00%
		5.4	Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz		30.00%	6.00%
6	Wirtschaftsentwicklung fördern	6.1	Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte	6.0%	100.00%	6.00%

Abbildung 55: Indikatorensystem mit Hauptgewichtung

Die Investitions- und Unterhalts-/Betriebskosten erhalten kein Gewicht, da sie in der KWA nicht als Nutzenpunkte gewichtet aufsummiert werden, sondern auf einer eigenen Achse dargestellt werden (vgl. Kapitel 10.3.1).

Damit die Belastbarkeit bzw. Stabilität der Ergebnisse überprüft werden kann, wird die Hauptgewichtung variiert. Die Bewertung wird jeweils mit einer stärker verkehrsorientierten und umweltorientierten Gewichtung durchgeführt.

Hauptgewichtung			Verkehrsorientiert			Umweltorientiert		
Oberziel	Teilziel	Einzelgewicht	Oberziel	Teilziel	Einzelgewicht	Oberziel	Teilziel	Einzelgewicht
30.0%	20.00%	6.00%	60.0%	20.00%	12.0%	17.0%	20.00%	0.0%
	20.00%	6.00%		20.00%	12.0%		20.00%	0.0%
	30.00%	9.00%		30.00%	18.0%		30.00%	0.0%
	30.00%	9.00%		30.00%	18.0%		30.00%	0.0%
9.0%	100.00%	9.00%		9.0%	100.00%		9.0%	5.0%
0.0%	0.00%	0.00%	0.0%	0.00%	0.0%	0.0%	0.00%	0.0%
	0.00%	0.00%		0.00%	0.0%		0.00%	0.0%
35.0%	10.00%	3.50%	15.0%	10.00%	1.5%	60.0%	10.00%	0.0%
	10.00%	3.50%		10.00%	1.5%		10.00%	0.0%
	20.00%	7.00%		20.00%	3.0%		20.00%	0.0%
	20.00%	7.00%		20.00%	3.0%		20.00%	0.0%
	20.00%	7.00%		20.00%	3.0%		20.00%	0.0%
	20.00%	7.00%		20.00%	3.0%		20.00%	0.0%
	20.00%	7.00%		20.00%	3.0%		20.00%	0.0%
20.0%	25.00%	5.00%	10.0%	25.00%	2.5%	12.0%	25.00%	0.0%
	25.00%	5.00%		25.00%	2.5%		25.00%	0.0%
	20.00%	4.00%		20.00%	2.0%		20.00%	0.0%
	30.00%	6.00%		30.00%	3.0%		30.00%	0.0%
6.0%	100.00%	6.00%	6.0%	100.00%	6.00%	6.0%	100.00%	0.0%

Abbildung 56: Hauptgewichtung im Vergleich mit verkehrs- und umweltorientierter Gewichtung

10.3 Bewertungsmethodik

Als Bewertungsmethoden werden die Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) und die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) angewendet, die in den folgenden Kapiteln vorgestellt werden.

10.3.1 Kostenwirksamkeitsanalyse

Die Bewertung mittels Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA) erlaubt den Einbezug aller Indikatoren, ob nun ihre Wirkungen in quantitativer Form messbar oder berechenbar sind oder qualitativ eingeschätzt werden. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

Mengengerüst: In einem ersten Schritt wird das Mengengerüst der Varianten ermittelt. Dazu werden für alle Indikatoren die variantenspezifischen Veränderungen gegenüber dem Referenzzustand gemessen, berechnet oder geschätzt. Für die Bewertung der qualitativen Indikatoren werden Workshops mit Expertinnen und Experten aus dem Projektteam durchgeführt. Das ermittelte Mengengerüst ist in den Indikatorenblättern dokumentiert. Anschliessend werden die Veränderungen der Projektvarianten gegenüber der Referenzvariante je Indikator bewertet. Dazu gehören die folgenden Schritte:

Skalierung: Die Veränderungen des Mengengerüsts werden innerhalb einer Skala von -50 bis +50 Nutzenpunkten bewertet. +50 Punkte entsprechen dem höchsten Zielerreichungsgrad, -50 Punkte einer ebenso starken Verschlechterung gegenüber dem Referenzzustand. Eine grosse Bedeutung kommt der Skalierung zu. Dabei ist festzulegen, welche Veränderung des Mengengerüsts den Maximal- oder Minimalwert von +50 bzw. -50 entspricht. Hierfür werden für die quantitativen Indikatoren folgende zwei Methoden herangezogen:

a) Methode 1: Sachlogische Herleitung

Bei der sachlogischen Herleitung wird anhand von fachlichen Überlegungen pro Indikator beurteilt, welche Veränderung des Mengengerüsts den Maximal- bzw. Minimalwerten entspricht. Hierbei kann für jeden Indikator eine andere Skalierung zum Zuge kommen. Diese Skalierungsmethode wurde bei den folgenden quantitativen Indikatoren wie folgt angewendet:

- **1.2 Betriebskosten MIV:** Die Herleitung des Bewertungsansatzes der Betriebskosten orientiert sich an der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs. Dieser ist in den letzten 20 Jahren (zwischen 2000 und 2020) um 30 % gesunken. Werden die Betriebskosten mittels einer Linienführungsvariante um 30 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet. Dies wäre aus Sicht der Bewertung das schlechteste Ergebnis. Bei einer Verringerung der Betriebskosten um 30 % wird die Variante mit +50 Punkten bewertet.
- **4.1 Luftbelastung:** Die Herleitung des Bewertungsansatzes der Luftbelastung orientiert sich an der Entwicklung der Emissionswerte (NO_x und PM₁₀). Diese sind in den vergangenen 20 Jahren (zwischen 2000 und 2020) durchschnittlich um 35 % gesunken. Wird die Luftbelastung mittels einer Linienführungsvariante um 35 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet.
- **4.2 Treibhausgasemissionen:** Die Herleitung des Bewertungsansatzes der Treibhausgasemissionen orientiert sich an der Entwicklung der CO₂-Emissionswerte. Diese sind in den vergangenen 20 Jahre (zwischen 2000-2020) um 25 % gesunken. Werden die CO₂-Emissionen mittels einer Linienführungsvariante um 25 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet.
- **5.2 Trennwirkung durch Strassen:** Die Herleitung des Bewertungsansatzes der Trennwirkung durch Strassen orientiert sich an zwei Grenzwerten des DTV: Es wird davon ausgegangen, dass bei einer Verkehrsbelastung von 3'000 Fz/Tag keine Trennwirkung besteht, da die Querungsmöglichkeiten für den Fussverkehr praktisch uneingeschränkt vorhanden sind. Auf der anderen Seite der Skala wird angenommen, dass Verkehrsbelastungen von 15'000 Fz/Tag einer maximalen Trennwirkung gleichkommen. Dazwischen wird die Skalierung als linear angenommen. Für alle Varianten sowie für den Referenzzustand wird auf diese Weise ein Trennwirkungsindex ermittelt. Die Skalierung ist so angesetzt, dass eine Variante die Maximalpunktezahl 50 erhält, wenn alle Strecken innerorts eine Belastung von unter 3'000 Fz/Tag aufweisen, was einem Trennwirkungsindex von 0 entspricht.

b) Methode 2: Fiktive Bestvariante

Es ist nicht möglich, für alle Indikatoren sinnvolle sachlogische Herleitungen zu definieren. Für diese wird ein alternativer Ansatz gewählt: Anhand der örtlichen Gegebenheiten wird eine «fiktive Bestvariante» angenommen, welche mit +50 Nutzenpunkten bewertet wird. Auf dieser Grundlage werden die Bewertungen aller realen Linienführungen aus dem Variantenfächer skaliert. Als fiktive Bestvariante wird eine direkte Verbindung zwischen dem Anschluss Nord der Variante 1 und dem Anschluss Süd unter Berücksichtigung eines Umwegfaktors von 1.3 und einer signalisierten Geschwindigkeit von 80 km/h angenommen. Daraus resultiert eine fiktive Variante mit einer Länge von 4.25 km. Die quantitativen Indikatoren werden auch für diese fiktive Variante berechnet und die Wirkungen jeweils mit +/- 50 Punkten bewertet. Die Bewertung der effektiven Linienführungsvarianten aus dem Variantenfächer erfolgt proportional zur fiktiven Bestvariante.

Diese Skalierungsmethode wurde bei allen qualitativen Indikatoren sowie den folgenden quantitativen Indikatoren angewendet und führt zu folgenden Skalierungen:

- **1.1 Reisezeit:** Auf Basis der fiktiven Bestvariante führen Veränderungen der Reisezeit von +/-0.3 % zu +/- 50 Punkten.
- **2.1 Unfälle:** Auf Basis der fiktiven Bestvariante führen Veränderungen der Unfallkosten von +/- 3.5 % zu +/- 50 Punkten.
- **4.5 Flächenbeanspruchung:** Für die Flächenbeanspruchung wird ein alternativer Ansatz gewählt: Für jede Flächenkategorie (befestigte Fläche, bestockter Wald, bestockte übrige Flächen, übrige humusierte Flächen, Gewässer) wird die jeweils von allen Linienführungsvarianten am grössten beanspruchte Fläche herangezogen und über alle Flächenkategorien aufsummiert. Basierend auf diesem Flächenverbrauch resultiert eine Bewertung von -50 Punkte bei 10.8 ha gewichteter Fläche.
- **5.4 Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz:** Auf Basis der fiktiven Bestvariante führen Veränderungen der Verkehrsbelastung auf dem untergeordneten Netz von +/- 22 % zu +/-50 Punkten.
- **6.1 Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte:** Auf Basis der fiktiven Bestvariante führen Veränderungen der Erreichbarkeit von +/-2.0 % zu +/- 50 Punkten.

Die monetären Kosten (Erstellungs- sowie Betriebs- und Unterhaltskosten) werden in der Kostenwirksamkeitsanalyse nicht in Nutzenpunkte umgerechnet, sondern explizit als solche auf einer eigenen Achse ausgewiesen (siehe unten).

Wertgerüst, Gewichtung und Aggregation: Anhand der festgelegten Skala wird das Mengengerüst in ungewichtete Nutzenpunkte umgerechnet (→ Wertgerüst). Damit wird die Vergleichbarkeit zwischen den Auswirkungen bezüglich der verschiedenen Indikatoren hergestellt. Die für die Indikatoren festgelegten Zielgewichte (vgl. Kapitel 10.1) werden auf das Wertgerüst angewendet: Die Nutzenpunkte je Indikator werden mit dem jeweiligen Zielgewicht multipliziert.

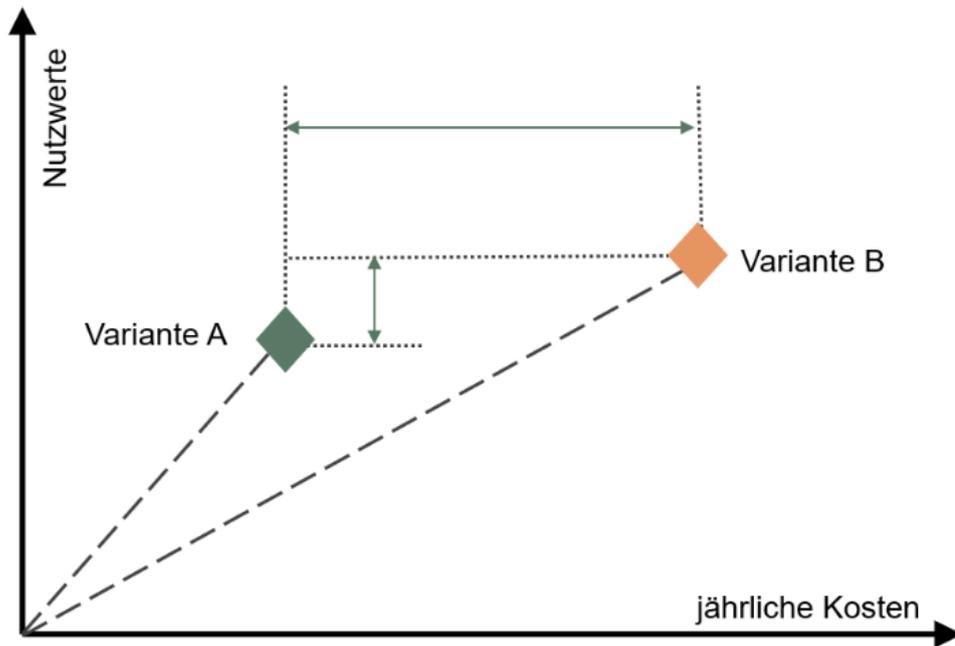


Abbildung 57: KWA Diagramm (Schema)

In der KWA ergibt sich aus der Summe der gewichteten Nutzenpunkte der Gesamtnutzwert einer Variante. Der auf diese Weise bilanzierte Nutzen wird den jährlichen direkt anfallenden Kosten gegenübergestellt (Annuitäten der Investitionskosten und der Betriebs- und Unterhaltskosten). Das KWA-Diagramm aller Varianten zeigt anschaulich das bilanzierte Nutzenniveau in Abhängigkeit zu den direkt anfallenden jährlichen Kosten. Anhand der Steigung im KWA-Diagramm wird aufgezeigt, in welchem Verhältnis der erzielte Nutzen und die jährlich anfallenden Kosten zueinanderstehen. Je grösser die Steigung, umso grösser ist der Nutzen pro eingesetzten Franken.

10.3.2 Kosten-Nutzen-Analyse

Alle Teilwirkungen, welche sich in monetären Grössen messen bzw. umrechnen lassen, werden in einer Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) erfasst. Dabei werden diejenigen Projektwirkungen monetarisiert, für welche Kostensätze bekannt sind (z.B. Franken je emittierter Tonne CO₂). Die Kostensätze dafür werden der Norm SN 641 822a (Stand 2022) bzw. SN 641 823 (Stand 2022) entnommen. Die so ermittelten volkswirtschaftlichen Kostenveränderungen (Nutzen) und die anfallenden direkten Kosten (Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten) werden einander gegenübergestellt. Bei einem Verhältnis von ≥ 1 resultiert ein volkswirtschaftlicher Gesamtnutzen, Projekte mit einem Verhältnis < 1 sind volkswirtschaftlich nicht zweckmässig.

Folgende Indikatoren sind monetarisierbar und sind entsprechend in der KNA berücksichtigt:

- 1.1 Reisezeiten MIV
- 1.2 Betriebskosten MIV
- 2.1 Anzahl der Unfälle

- 3.1 Investitionskosten (inkl. Landerwerb)
- 3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten
- 4.1 Luftbelastung
- 4.5 Treibhausgasemissionen
- 5.1 Flächenbeanspruchung
- 5.4 Verkehrslärmbelastung

Die KNA liefert eine weitere Entscheidungsgrundlage, die zusammen mit dem Ergebnis der KWA vor dem Hintergrund der Stärken und Schwächen der jeweiligen Methoden interpretiert wird.

10.4 Bewertungsergebnisse

Basierend auf den in Kapitel 10.1 definierten Indikatoren, der im Kapitel 10.2 erläuterten Gewichtung sowie der Bewertungskriterien im Kapitel 10.3 wurde eine KWA und eine KNA durchgeführt, mit den folgenden Resultaten.

10.4.1 Detaillierergebnisse KWA

1.1 Reisezeit MIV: Die Wirkungen der Linienführungsvarianten auf die Reisezeiten bzw. die Personenstunden (P-h/Jahr) sind gering. Entsprechend wurde die Skalierung so gewählt, dass eine Veränderung von +0.3% zur Benotung mit der Minimalpunktzahl von -50 führt. Allgemein ist eine Zunahme der Reisezeiten gegenüber dem Referenzzustand festzustellen. Diese ergibt sich aus den Umwegfahrten, zu denen die flankierende Massnahme führt (vgl. Kapitel 8.1). Mit 16.545 Mio. P-h/Jahr nimmt die Linienführungsvariante 6 im Vergleich zum Referenzzustand von 16.514 Mio. am meisten (+0.19 %) und die Variante 1 mit 16.520 Mio. P-h/Jahr am wenigsten (+0.04 %) an Reisezeit zu. Die Bewertungsergebnisse befinden sich damit zwischen -27 Punkten (Linienführungsvariante 6) und -6 Punkten (Linienführungsvariante 1).

1.2 Betriebskosten MIV: Die Wirkungen der Linienführungsvarianten auf die Betriebskosten sind bei allen Varianten vergleichbar. Die Änderungen gegenüber dem Referenzzustand sind gering. Die grösste Zunahme der Kosten durch die jährliche Fahrleistung mit 2.36 Mio. CHF/Jahr weist die Variante 1 auf. Die geringste Veränderung ergibt sich mit 2.12 Mio. CHF/Jahr bei Variante 2. Alle Linienführungen erhalten einen Nutzwert von -2 Punkten. Die Zunahme der Fahrleistung im Vergleich zum Referenzzustand ist der flankierenden Massnahme (vgl. Kapitel 8.1) geschuldet.

1.3 Attraktivität des öffentlichen Verkehrs: Alle Varianten wirken sich gleichermassen positiv auf die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs aus und werden mit +25 Punkten bewertet. Aufgrund der Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse, insbesondere in Spitzenstunden, können die Rahmenbedingungen für den öffentlichen Verkehr damit optimiert und dadurch ein zuverlässiges und störungsfreies Busangebot gewährleistet werden. Zusätzlich wird ein Reisezeitgewinn für den Bus erzielt, aufgrund der im aktuellen Busfahrplan berücksichtigten und zukünftig hinfälligen verlangsamenden Gegebenheiten (Zeitverlust infolge Störungen) auf

der Frauenfelderstrasse. Dies erfolgt unter der Annahme, dass die ÖV-Priorisierung an den Anschlussknoten gewährleistet ist.

1.4 Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs: Alle Linienführungsvarianten wirken sich negativ auf die Fuss- und Velowege aus, trotz der MIV-Reduktion und der einhergehenden Attraktivierung der Fuss- und Velowege auf der Frauenfelderstrasse. Grund dafür sind neue Querungsstellen sowie bei den Varianten 6 und 7 zusätzliches MIV-Aufkommen entlang der Linienführung in Richtung des Toggenburger-Weiher. Die Linienführungsvarianten 1, 3, 4, 5 und 8 werden mit -4 Punkten, die Linienführungsvariante 2 mit -8 Punkten und die Linienführungsvarianten 5 und 6 mit -21 Punkten deutlich schlechter bewertet.

2.1 Anzahl der Unfälle: Die Fahrleistung (Fzkm) nimmt in der Summe bei allen Linienführungsvarianten gegenüber dem Referenzzustand zu, verlagert sich aber gleichzeitig von Strassen innerorts auf Strassen ausserorts und auf die Autobahn. Strassen ausserorts und Autobahnen sind in Bezug auf Sicherheit besser zu beurteilen. Die Monetarisierungsansätze sind für Strecken innerorts nahezu doppelt so hoch wie für Strecken ausserorts und 10-fach so hoch wie auf Autobahnstrecken. Dadurch ergeben sich bei allen Linienführungsvarianten positive Wirkungen. Die Linienführungsvarianten 2 und 6 schneiden mit +7 Nutzenpunkten vergleichsweise am schlechtesten und die Linienführungsvarianten 1, 3, 5 mit +12 Punkten am besten ab. Dazwischen kommt die Linienführungsvariante 8 mit +10 Punkten zu liegen.

3.1 Investitionskosten (inkl. Landerwerb): Unterschiede bei der Investitionshöhe kommen hauptsächlich durch die Kosten für die Tunnelabschnitte zustande. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass je länger die Tunnelabschnitte sind, umso höher fallen die Investitionskosten aus. Bei den Varianten 6 und 7 sind die Laufmeterkosten für den Tunnelbau aufgrund der höheren bautechnischen Anforderungen (bauen im Grundwasser) höher als bei den übrigen Varianten. Zusätzliche Kosten für die offenen Strecken, allfällige Brücken oder Aufwertungs- und Ausgleichsmassnahmen fallen, in Bezug auf die Tunnelkosten, gering aus.

3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten: Bei den Linienführungsvarianten zeigen sich deutliche Unterschiede bei den Betriebs- und Unterhaltskosten, insbesondere aufgrund des unterschiedlichen Tunnelanteils. Die Komplett-Tunnel-Linienführungsvarianten 1 kostet im Betrieb und Unterhalt, mit 896'400 CHF/a im Vergleich zu den nur teilweise als Tunnel geführten Variante bzw. der im Betrieb und Unterhalt günstigste Variante 5 mit 614'300 CHF/a deutlich weniger.

4.1 Luftbelastung: Die Luftschadstoff-Emissionen nehmen grösstenteils linear zur Fahrleistung zu, die bei allen Varianten gegenüber dem Referenzzustand minimal zunimmt. In Bezug auf die Gesundheitsschäden wird eine Verlagerung des Verkehrs von bebautem in unbebautes Gebiet positiv bewertet. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind marginal. Die Linienführungsvarianten 1 und 2, die auf der ganzen Länge einen Tunnel vorsehen, werden -1 Punkt und alle anderen Varianten mit -2 Punkten bewertet.

4.2 Treibhausgasemissionen: Die Treibhausgasemissionen korrelieren mit den Fahrleistungen. Die Fahrleistungen aller Linienführungsvarianten nehmen im Vergleich zum Referenzzustand nur minimal zu. Entsprechend resultiert bei allen Linienführungsvarianten nur eine minimale Zunahme an Treibhausgasemissionen und eine Bewertung mit -2 Punkten.

4.3 Beeinträchtigung von Lebensräumen: Alle Varianten wirken sich negativ auf die Lebensräume durch Eingriffe in Lebensräume, Ufervegetationen, den Wald und/oder das Reptilienhabitat entlang der SBB-Gleise aus. Es wird jedoch durch keine der Linienführungsvarianten Naturschutzgebiet oder schutzwürdiger Lebensraum tangiert. Besonders einschneidend sind die Eingriffe bei den Linienführungsvarianten 6 und 7, die den Toggenburger-Weiher tangieren und bei der Linienführungsvariante 2 durch die damit verbundenen Waldrodung. Diese Linienführungsvarianten werden mit -25 Nutzenpunkte am schlechtesten bewertet. Am besten schneiden die Varianten 3 und 8 mit je -13 Punkten ab.

4.4 Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete: Alle Varianten wirken sich negativ auf das Landschaftsbild aus. Besonders stark beeinträchtigt wird das Landschaftsbild durch die Linienführungsvarianten 3 bis 8 mit oberirdischen Linienführungen durch die Kulturlandschaft sowie durch Tunnelportale und Brückenbauten in der Kulturlandschaft. Die mit -50 Nutzenpunkten bewertete Linienführungsvariante 8 wird durch den Brückenbau mit teilweise oberirdischer Linienführung am schlechtesten bewertet. Am besten schneiden die langen Tunnelvarianten 1 mit -13 Punkten und 2 mit -17 Punkten ab.

4.5 Flächenbeanspruchung: Alle Varianten führen zu einem zusätzlichen Flächenverbrauch. Der geringere Flächenverbrauch der Varianten 1 und 2 (-25 bzw. -31 Punkte) durch die fast komplett unterirdische Linienführung wird kompensiert durch Böschungen bei den Tunnelportalen; dadurch ist der Flächenverbrauch dieser Varianten vergleichbar mit den teilweise oberirdischen Linienführungsvarianten (-23 bis -39 Punkte). Die Flächenbeanspruchung der Varianten 6 und 7 hingegen ist vergleichsweise gross (-39 bzw. 34 Punkte).

4.6: Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächengewässer: Voraussichtlich führen ausschliesslich die Linienführungsvarianten 4 und 5 zu keiner Interaktion mit dem Grundwasser (GW), bedingen jedoch Eingriffe im naturnahen Gewässerraum (-8 bzw. -17 Punkte). Die Linienführungsvarianten 6 und 7 hingegen befinden sich im GW-Bereich (blau) (beide – 46 Punkte) und die Linienführungsvarianten 1, 2, 3 und 8 befinden im GW-Randbereich (braun) bzw. erfordern eine GW-Ausnahmebewilligung (-25 bis -33 Punkte). Zusätzlich werden bei den Varianten 3 bis 8 naturnaher Gewässerraum beeinträchtigt oder es müssen sogar Oberflächengewässer aufgehoben werden. Letzteres betrifft den Wiesenbach oder den Toggenburger-Weiher.

5.1 Verkehrslärmbelastung: Die Lärmbelastung korreliert stark mit der Verkehrsbelastung auf der jeweiligen Strasse. Die Lärmimmission nimmt somit bei jeder Variante entlang der Frauenfelder-, Stadler-, Rümiker- und Hegifeldstrasse ab und entlang der Seener-, Industrie-, Ohrbühl- und

Wiesendangerstrasse zu. Die Lärmimmission nimmt in der Summe über den gesamten Perimeter ab und somit auch die lärmverursachten Kosten. Am schlechtesten schneidet die Linienführungsvariante 6 mit +29 Punkten ab, dicht gefolgt von der Variante 4 mit +30 Punkten. Am besten schneidet die lange Tunnelvariante 1 mit +39 Punkten ab.

5.2 Trennwirkung durch Strassen: Die Linienführungsvarianten unterscheiden sich bezüglich ihrer Wirkung auf die Trennwirkung im Siedlungsgebiet innerorts nur minimal. Bei jeder Variante wird die Trennwirkung der Frauenfelder- und der Stadlerstrasse verringert. Die Belastung fällt jedoch nicht unter den Grenzwert von 3'000 Fahrzeug pro Tag, was einer nicht mehr wahrnehmbaren Trennwirkung entsprechen würde. Unterschiede zwischen den Varianten in Bezug auf die Zerschneidung des Naherholungsgebiets werden mit dem Indikator «Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete» bewertet. Entsprechend wurden alle Linienführungsvarianten mit +17 bis +18 Punkten bewertet.

5.3 Potenzial für Siedlungsentwicklung: Bei allen Varianten findet durch den vorgesehenen Anschluss im Süden eine Einschränkung des Entwicklungspotenzials im Bereich des Schiessplatzes statt bzw. die vorgesehene Arbeitsplatzreservefläche wird zerschnitten. Alle Linienführungsvarianten wurden entsprechend mit -8 Punkten bewertet. Die Auswirkungen auf die Reservefläche durch die ZS NHG wurden jedoch nicht umfassend untersucht.

5.4 Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz: Die Linienführungsvarianten unterscheiden sich in ihrer Entlastungswirkung auf das untergeordnete Netz nur sehr minim. Entlastet werden insbesondere die Frauenfelder-, die Rümikerstrasse und der nördliche Teil der Seenerstrasse. Die Bewertungsspanne der Linienführungsvarianten liegt zwischen +38 und +45 Punkten. Am besten werden die Varianten 3 und 5 bewertet, am schlechtesten die Variante 6.

6.1 Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte: Die Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte wird bei jeder Variante gesteigert. Die Linienführungsvariante 1 steigert diese am meisten (+43 Punkte), da sie die direkteste und schnellste Verbindung zwischen Autobahnanschluss und den Siedlungsschwerpunkten bildet. Kurvige Strecken wie die Linienführungsvariante 2 und 7 hingegen steigern die Erreichbarkeit etwas weniger stark (+25 bzw. +27 Punkte), da sie weniger direkt sind und die Geschwindigkeit in den Kurven oft gesenkt werden muss. Die Bewertungsspanne liegt zwischen +25 bis +40 Punkten

10.4.2 Gesamtergebnis KWA

Die Bewertung wurde mit der Hauptgewichtung sowie der verkehrs- und umweltorientierten Gewichtung durchgeführt. Die Abbildung 58 zeigt das Ergebnis mit der Hauptgewichtung. Für jede Variante wird dargestellt, welche Nutzenbeiträge welcher Indikator beisteuert. Gut ersichtlich ist, welche Nutzenbeiträge positiv oder negativ sind. Auffallend dabei ist, dass die Unterschiede zwischen den Varianten mehrheitlich bei den negativen

Nutzenbeiträgen liegen und in Bezug auf die positiven Nutzen die Linienführungsvarianten sich sehr ähnlich sind – mit Ausnahme der Erreichbarkeit.

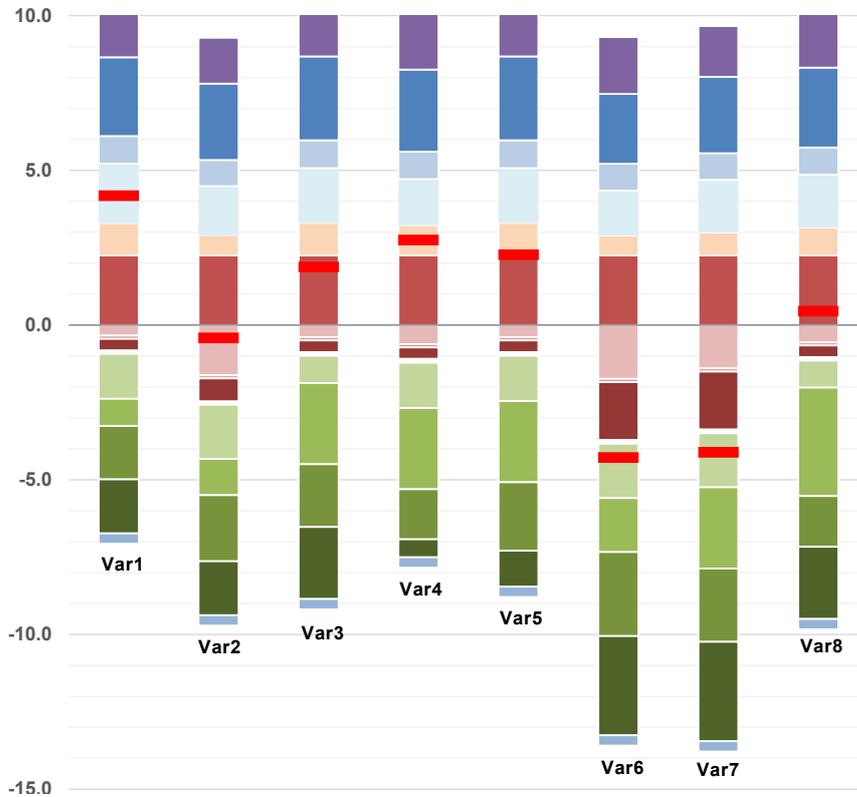


Abbildung 58: Ergebnis KWA mit Nutzenbeiträgen (Hauptgewichtung)

Die grössten positiven Nutzenbeiträge entstehen durch:

- die Verbesserung der Attraktivität des ÖV
- die Verkehrsentlastung des untergeordneten Netzes
- die Verbesserung der Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte

Die grössten negativen Nutzenbeiträge entstehen durch:

- die Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholungsgebiete
- die Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässern
- die Flächenbeanspruchung
- die Beeinträchtigung von Lebensräumen
- die Verringerung der Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs (bei den Varianten 6 und 7)

Werden die Gesamtnutzen pro Variante den jährlichen Kosten gegenübergestellt, so ergeben sich die Kostenwirksamkeits-Diagramme Abbildung 59 für die Hauptgewichtung, in Abbildung 60 für die verkehrsorientierte Gewichtung und in Abbildung 61 für die umweltorientierte Gewichtung.

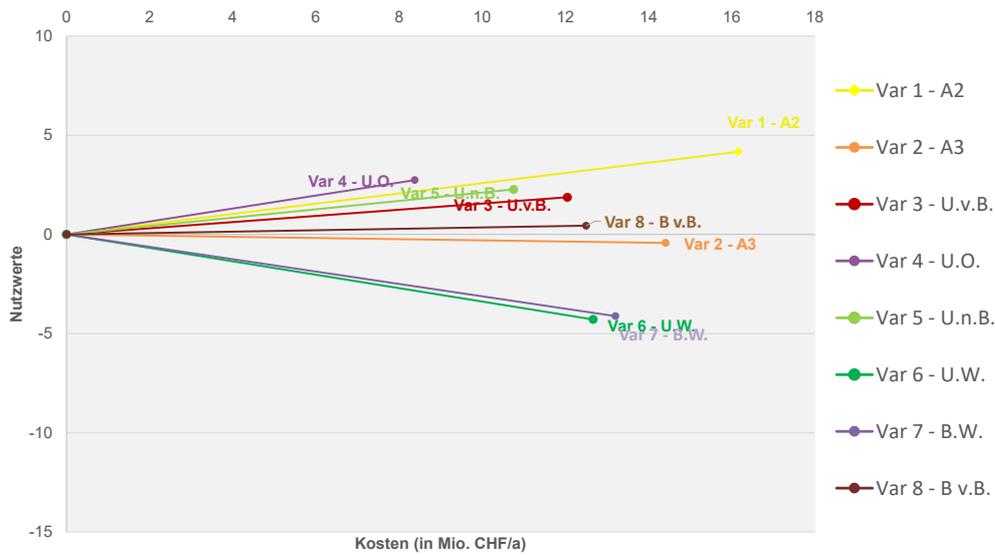


Abbildung 59: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm (Hauptgewichtung)

Mit der Hauptgewichtung weist die Variante 4 mit 0.33 das höchste Wirksamkeitskostenverhältnis auf. Variante 1 erzielt zwar mit 4.18 gegenüber 2.74 einen deutlich höheren Nutzwert als Variante 4, aufgrund der etwa doppelt so hohen Kosten ist das Wirksamkeitskostenverhältnis mit 0.26 jedoch niedriger. Die Varianten 6 und 7 fallen mit einer deutlich tieferen und sogar negativen Kostenwirksamkeit (-0.34 bzw. -0.31) ab. Auch Variante 2 weist ein knapp negatives Wirksamkeitskostenverhältnis auf.

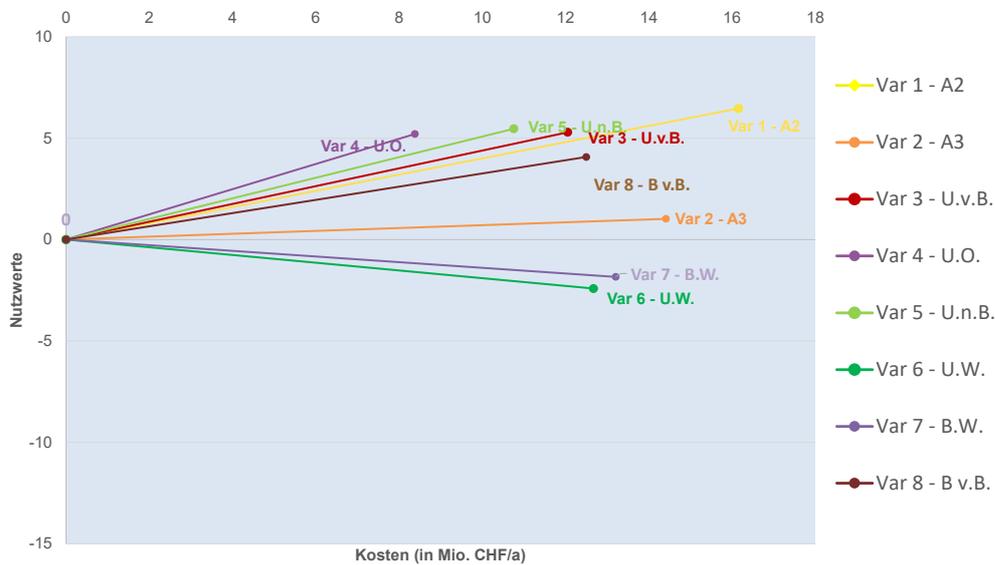


Abbildung 60: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm (verkehrsorientiert)

Bei der verkehrsorientierten Gewichtung weist die Variante 4 nach wie vor die beste Kostenwirksamkeit auf, das Wirksamkeitskostenverhältnis hat sich gegenüber der Hauptgewichtung auf 0.40 erhöht. Variante 2 weist nun ebenfalls ein positives Wirksamkeitskostenverhältnis auf. Variante 1 erzielt nach wie vor den grössten Nutzen, wegen der hohen Kosten rangiert sie aber an vierter Stelle in Bezug auf die Kostenwirksamkeit. Es lässt sich feststellen, dass sich die Nutzwerte der Varianten gegenüber der Hauptgewichtung

höher ausfallen, was sich in grösseren Wirksamkeitskostenverhältnissen niederschlägt. Die Nutzen erhöhen sich jedoch nicht wegen stärker gewichteter verkehrlicher Aspekte, sondern weil die negativen Umweltauswirkungen vergleichsweise weniger stark gewichtet werden.

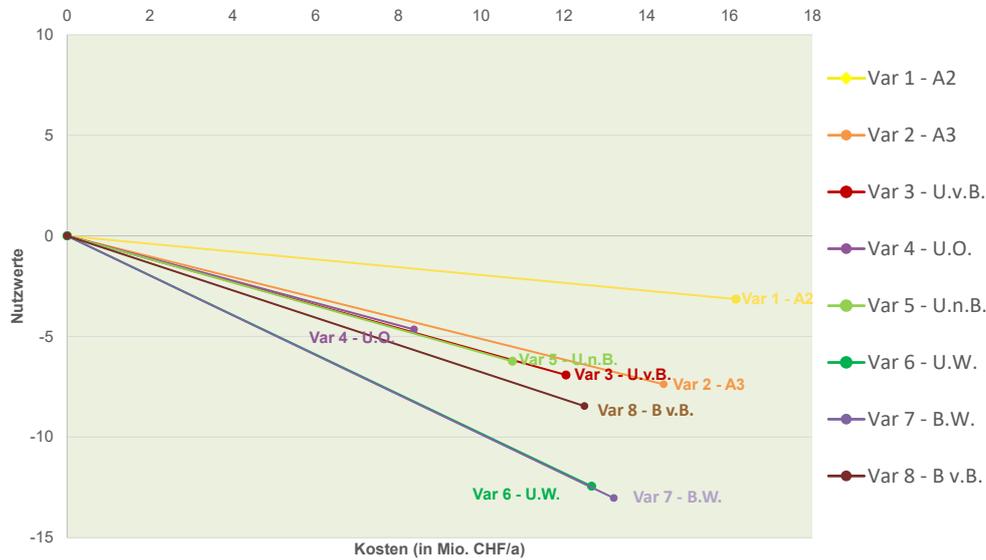


Abbildung 61: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm (umweltorientiert)

Bei der umweltorientierten Gewichtung weisen alle Varianten negative Nutzswerte und damit negative Wirksamkeitskostenverhältnisse auf. Variante 1 wird dank der vergleichsweise geringen Umweltauswirkungen am besten bewertet.

Abbildung 62 zeigt die Bandbreite des Wirksamkeitskostenverhältnisses pro Variante unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewichtungen. Der orange Punkt zeigt das Wirksamkeitskostenverhältnis für die Hauptgewichtung. Der obere Rand des grauen Balkens zeigt das beste Wirksamkeitskostenverhältnis aus den Sensitivitäten. Hierfür werden die Kosten reduziert (unter der Annahme, dass die Kostenschätzung innerhalb der Kostengenauigkeit zu hoch ausfällt) und der günstigste Gewichtungsfall angenommen. Der untere Rand des grauen Balkens zeigt das schlechteste Wirksamkeitskostenverhältnis aus den Sensitivitäten. Hierfür werden die Kosten erhöht (unter der Annahme, dass die Kostenschätzung innerhalb der Kostengenauigkeit zu tief ausfällt) und der ungünstigste Gewichtungsfall angenommen.

Die Darstellung zeigt, dass gewisse Varianten in ihrer Bewertung robuster sind als andere. So weist die in der Hauptgewichtung am besten bewertete Variante 4 eine deutlich grössere Bandbreite auf als die Variante 1. Während die Variante 4 je nach Gewichtung und Kosten ein deutlich negatives Wirksamkeitskostenverhältnis aufweisen kann (-0.40), ist das WKV der Variante 1 auch im schlechtesten Fall nur -0.14. Bei den Varianten 6 und 7 bildet die Bewertung gemäss Hauptgewichtung sozusagen den bestmöglichen Fall ab. Die Bewertung könnte auch deutlich schlechter aussehen.

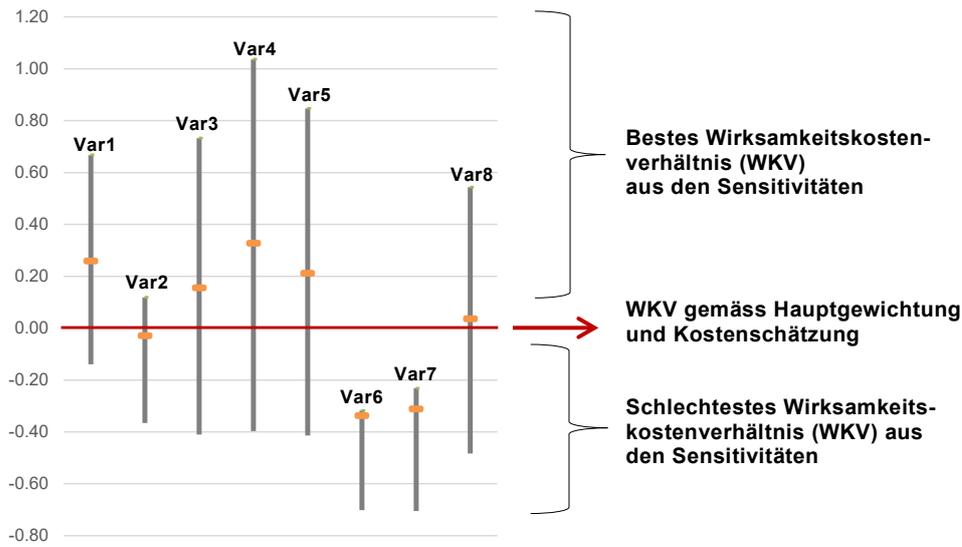


Abbildung 62: Bandbreiten der Wirksamkeitskostenverhältnisse

10.4.3 Ergebnisse KNA

In der KNA wurden die Indikatoren gemäss 10.3.2 berücksichtigt. Im Gegensatz zur KWA werden die Indikatoren nicht gewichtet. Basierend auf den Wertgerüsten der einzelnen Indikatoren resultiert für alle Varianten ein Nutzen-Kosten-Verhältnis unter 1. Das heisst, dass die monetären Kosten höher sind als die monetären Nutzen. Diese Varianten sind damit volkswirtschaftlich nicht begründbar. Am besten schneidet die Variante 1 ab.

Neben dem Nutzen-Kosten-Verhältnis kann auch die Nutzen-Kosten-Bilanz betrachtet werden. Sie ergibt sich, indem die Nutzen und Kosten aufsummiert werden. Für eine volkswirtschaftliche rentable Lösung sollte die Bilanz positiv sein. Alle Varianten weisen eine negative Nutzen-Kosten-Bilanz auf, was bedeutet, dass die Varianten rein volkswirtschaftlich betrachtet nicht sinnvoll sind.

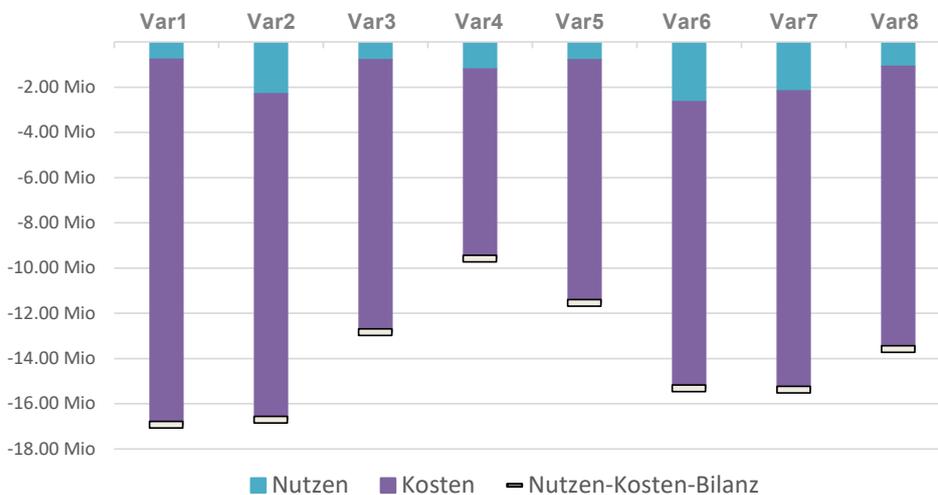


Abbildung 63: Kosten und Nutzen

Varianten	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4
1 Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen	-2.58 Mio	-3.39 Mio	-2.48 Mio	-2.69 Mio
1.1 Reisezeiten MIV	-0.23 Mio	-1.28 Mio	-0.29 Mio	-0.48 Mio
1.2 Betriebskosten MIV	-2.35 Mio	-2.11 Mio	-2.19 Mio	-2.22 Mio
2 Verkehrssicherheit erhöhen	1.59 Mio	1.01 Mio	1.61 Mio	1.49 Mio
2.1 Anzahl der Unfälle	1.59 Mio	1.01 Mio	1.61 Mio	1.49 Mio
3 Investitions- und Betriebskosten minimieren	-16.16 Mio	-14.41 Mio	-12.05 Mio	-8.38 Mio
3.1 Investitionskosten (inkl. Landerwerb)	-15.26 Mio	-13.60 Mio	-11.37 Mio	-7.69 Mio
3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten	-0.90 Mio	-0.81 Mio	-0.68 Mio	-0.69 Mio
4 Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren	-0.28 Mio	-0.34 Mio	-0.38 Mio	-0.40 Mio
4.1 Luftbelastung	0.02 Mio	-0.05 Mio	-0.09 Mio	-0.11 Mio
4.2 Treibhausgasemissionen	-0.29 Mio	-0.26 Mio	-0.26 Mio	-0.27 Mio
4.5 Flächenbeanspruchung	-0.02 Mio	-0.03 Mio	-0.02 Mio	-0.02 Mio
5 Siedlungsgebiete aufwerten	1.00 Mio	0.84 Mio	0.91 Mio	0.78 Mio
5.1 Verkehrslärmbelastung	1.00 Mio	0.84 Mio	0.91 Mio	0.78 Mio
Total	-16.43 Mio	-16.29 Mio	-12.39 Mio	-9.20 Mio
Nutzen	-0.27 Mio	-1.88 Mio	-0.34 Mio	-0.82 Mio
Kosten	-16.16 Mio	-14.41 Mio	-12.05 Mio	-8.38 Mio
Nutzen-Kosten-Verhältnis	-0.02	-0.13	-0.03	-0.10
Nutzen-Kosten-Bilanz	-16.43 Mio	-16.29 Mio	-12.39 Mio	-9.20 Mio

Varianten	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8
1 Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen	-2.48 Mio	-3.66 Mio	-3.26 Mio	-2.56 Mio
1.1 Reisezeiten MIV	-0.29 Mio	-1.38 Mio	-1.09 Mio	-0.39 Mio
1.2 Betriebskosten MIV	-2.19 Mio	-2.28 Mio	-2.17 Mio	-2.17 Mio
2 Verkehrssicherheit erhöhen	1.61 Mio	0.99 Mio	1.12 Mio	1.38 Mio
2.1 Anzahl der Unfälle	1.61 Mio	0.99 Mio	1.12 Mio	1.38 Mio
3 Investitions- und Betriebskosten minimieren	-10.76 Mio	-12.67 Mio	-13.21 Mio	-12.50 Mio
3.1 Investitionskosten (inkl. Landerwerb)	-10.14 Mio	-12.03 Mio	-12.53 Mio	-11.81 Mio
3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten	-0.61 Mio	-0.65 Mio	-0.67 Mio	-0.69 Mio
4 Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren	-0.38 Mio	-0.44 Mio	-0.42 Mio	-0.34 Mio
4.1 Luftbelastung	-0.09 Mio	-0.13 Mio	-0.12 Mio	-0.06 Mio
4.2 Treibhausgasemissionen	-0.26 Mio	-0.28 Mio	-0.27 Mio	-0.26 Mio
4.5 Flächenbeanspruchung	-0.03 Mio	-0.03 Mio	-0.03 Mio	-0.02 Mio
5 Siedlungsgebiete aufwerten	0.91 Mio	0.75 Mio	0.89 Mio	0.95 Mio
5.1 Verkehrslärmbelastung	0.91 Mio	0.75 Mio	0.89 Mio	0.95 Mio
Total	-11.09 Mio	-15.03 Mio	-14.87 Mio	-13.08 Mio
Nutzen	-0.34 Mio	-2.36 Mio	-1.66 Mio	-0.58 Mio
Kosten	-10.76 Mio	-12.67 Mio	-13.21 Mio	-12.50 Mio
Nutzen-Kosten-Verhältnis	-0.03	-0.19	-0.13	-0.05
Nutzen-Kosten-Bilanz	-11.09 Mio	-15.03 Mio	-14.87 Mio	-13.08 Mio

Tabelle 18: Kosten-Nutzen-Verhältnis

10.4.4 Fazit Bewertung

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Detailbewertung wird festgestellt, dass keine der acht bewerteten Linienführungsvarianten ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis erzielt. Die Variante 1 (komplett unterirdisch) und die Variante 4 (teilweise oberirdisch) erfüllen die Zielsetzungen am besten und sind technisch machbar, aber weisen ein derart schlechtes Nutzen-Kosten-Verhältnis auf, dass sie volkswirtschaftlich nicht zweckmässig sind. Des Weiteren wurden für diese Varianten diverse Verfahrensrisiken identifiziert. Aus diesen Gründen kann keine Variante vollständig überzeugen bzw. ist volkswirtschaftlich begründbar.

— **Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis:** Aufgrund der Kostenwirksamkeitsanalyse stehen die Varianten 1 und 4 im Vordergrund, da sie das beste Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis aufweisen. Die übrigen Varianten schneiden vergleichsweise schlechter ab.

- Mit der **Hauptgewichtung** weist die Variante 4 das beste Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis auf. Die Variante 1 erreicht mit der

Hauptgewichtung zwar die höchsten bilanzierten Nutzen (um fast 50% höher als Variante 4), schneidet aber aufgrund der hohen Kosten schlechter als Variante 4 ab.

- Bei der **umweltorientierten Gewichtung** weisen alle Varianten ein negatives Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis auf. Variante 1 schneidet deutlich am wenigsten negativ ab.
- Bei der **verkehrsorientierten Gewichtung** schneidet ebenfalls Variante 4 am besten ab und erreicht höhere Nutzen als bei der Hauptgewichtung – allerdings nicht aufgrund des verkehrlichen Nutzens, sondern weil die negativen Umweltauswirkungen geringer gewichtet werden.

— **Nutzen-Kosten-Verhältnis:** Die Zentrumserschliessung bringt für die Erreichung der gesetzten Ziele hohe Investitions- und Unterhaltskosten mit sich. Insbesondere die Tunnelvarianten, die die Landschaft und Naherholungsgebiete wenig tangieren, sind in ihrer Umsetzung sehr teuer.

- Die Nutzen der Varianten unterscheiden sich primär durch unterschiedlich starke negative Nutzenbeiträge. In Bezug auf die positiven Nutzen sind sich die Varianten sehr ähnlich – mit Ausnahme der Erreichbarkeit. Bei der Wahl der Bestvariante, muss demnach die Frage im Vordergrund stehen, welche negativen Auswirkungen der Infrastruktur in Kauf genommen werden können.
- Sämtliche Varianten weisen ein negatives Nutzen-Kosten-Verhältnis auf (Variante 1 am wenigsten schlecht). Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist demnach keine der Varianten begründbar und eine starke Ablehnung aus der Bevölkerung im Hinblick auf eine kantonale Volksabstimmung muss erwartet werden, zumal sich gemäss Kosten-Nutzen-Analyse die immensen Kosten nicht durch die Nutzen rechtfertigen lassen.

— **Fehlende Akzeptanz aus der Bevölkerung für oberirdische Linienführungen:** In der Vergangenheit wurde zu den oberirdischen Linienführungen einer Zentrumserschliessung immer wieder Kritik geäussert, was zu massgebenden Vorgehensänderungen mit erneuter Findung einer zumindest teilweise unterirdischen Linienführung geführt hat (vgl. Kapitel 1.4). Zusätzlich zeigt der gesellschaftliche Wandel ebenfalls, dass die Erhaltung von Naturflächen zunehmend eine grössere Priorität geniesst als der Strassenbau. Des Weiteren wurden im Rahmen des Planungsverfahrens von der Gemeindevertretung Wiesendangens zusätzliche Vorbehalte zu den oberirdischen Linienführungsvarianten 3, 4 und 6 geäussert, aufgrund der dabei vorgesehenen Verkehrsführungen in unmittelbarer Nähe der bestehenden Freizeitanlagen (Wiesendanger Sportfelder und Pferdepension Gloggenwiesen).

- Aufgrund landschaftsprägender Eingriffe mit negativen Auswirkungen auf die Naherholungsgebiete sowie Freizeitanlagen bei der Umsetzung der oberirdischen Linienführung, wird aus der Bevölkerung eine kritische und tendenziell ablehnende Haltung zu den oberirdischen Linienführungsvarianten erwartet.

11. Fazit

Die vorliegende Studie über die Zentrumserschliessung Neuhegi-Grüze im Gebiet Winterthur weist eine umfassende vorausgehende Planungsgeschichte und entsprechend umfassenden Plangrundlagen auf. Es sollte eine bestmögliche und technisch umsetzbare Linienführungsvariante mit konkreten Empfehlungen zum Anschluss an das untergeordnete Netz eruiert werden.

Um dieses Ziel in Abstimmung mit den bestehenden übergeordneten und strategischen Grundlagen zu verfolgen, wurde die Projektzielsetzung (primäres und sekundäres Ziel) basierend auf den Vorgaben aus dem kommunalen und kantonalen Richtplan sowie auf Basis der Entwicklungsperspektive 2040 formuliert. Entsprechend wurde definiert, dass die Zentrumserschliessung für das Zentrumsgebiet Nr. 7 (gemäss kantonalem Richtplan) und für das Teilgebiet Seen primär die zentrale Erschließungsfunktion wahrnehmen soll und für den motorisierten Individualverkehr sowie den gewerbe- und industrieaffinen (Liefer-) Verkehr einen direkten Zugang zur A1 gewährleisten soll. Sekundär soll durch die Zentrumserschliessung zudem das bestehende umliegende Strassennetz entlastet werden können, insbesondere die städtischen und in den angrenzenden Gemeinden Wiesendangen und Elsau liegenden Hauptverkehrsstrassen.

Parallel zur Zieldefinition wurden Konfliktkarten sowie raumspezifische und fachliche Abklärungen in den Bereichen der Bautechnik, des Umweltrechts, der Geologie und des Gewässers sowie des Verkehrs vorgenommen, um die relevanten Rahmenbedingungen sowie Projektierungsvorgaben festzulegen. Dabei wurden die massgebenden Themen und Aspekte identifiziert und im Rahmen des Planungssperimeters detailliert betrachtet und analysiert.

Aufgrund der Analyse der Konfliktkarten der Vorarbeiten zur vorliegenden Studie konnte der bisherige Korridor präzisiert werden, in welchem die Variantenbildung aus bautechnischer, umweltrechtlicher sowie geologischer und gewässertechnischer Sicht zielführend schien. Zur umfassenden Berücksichtigung aller Projektierungsvorgaben und Rahmenbedingungen sowie der bestmöglichen Verfolgung der Zielsetzungen wurde die Variantenbildung im interdisziplinären Workshopverfahren mit Experten aus den genannten Fachbereichen durchgeführt. Dabei wurden acht technisch machbare Linienführungsvarianten gebildet, welche alle im Norden an der Frauenfelderstrasse sowie im Süden am Ohrbühlkreisel anschliessen. Zwei der Linienführungsvarianten sind komplett unterirdisch (Tunnelbau), die weiteren sechs Linienführungsvarianten sind teilweise im südlichen Teil der Zentrumserschliessung oberirdisch geführt, queren die SBB-Gleise per Unter- oder Überführung und tauchen anschliessend an unterschiedlichen Stellen im Gebiet Hegmatten ab.

Die resultierenden Varianten wurden mittels 18 Indikatoren detailliert bewertet. Bei der Bewertung wurden sowohl quantitative als auch qualitative Faktoren, mithilfe von Berechnungen und Einschätzungen von Experten berücksichtigt. Die Bewertungsergebnisse der Linienführungsvarianten liegen pro Indikator und als Gesamtüberblick in summarischer Form vor. Um die

Stabilität der Ergebnisse zu prüfen, wurden bei der Kostenwirksamkeitsanalyse unterschiedliche Gewichtungen angesetzt.

Die Bewertungsergebnisse aus der Detailbewertung zeigen, dass keine der acht als machbar eingestuften Linienführungsvarianten ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis erzielt. Auch die Varianten, welche die Zielsetzungen am besten erfüllen (Variante 1 unterirdisch / Variante 4 oberirdisch) weisen ein derart schlechtes Nutzen-Kosten-Verhältnis auf, dass sie volkswirtschaftlich nicht zweckmässig sind.

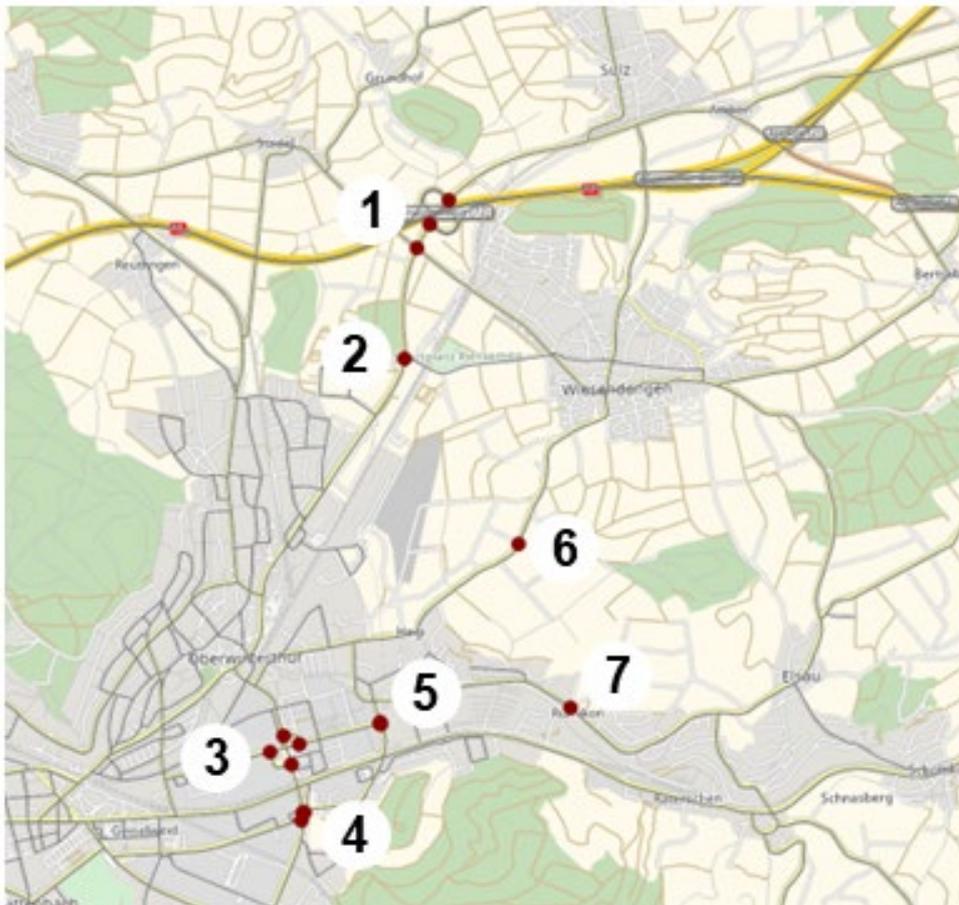
Die ursprünglich vorgesehene Vertiefung einer Bestvariante (im Rahmen des dritten Arbeitspakets) wurde aufgrund der ermittelten Ergebnisse und übergeordneter Entscheide nicht weitergeführt.

A1 Verkehrserhebung

Die Erhebung des Verkehrsaufkommens wurde vom 4. bis 6. Juni 2025 vorgenommen. Erhoben wurde die MSP zwischen 7:00 - 8:00 Uhr und die ASP zwischen 17:00 - 18:00 Uhr. Die Erhebungen an den nachfolgenden Standorten werden jeweils richtungsspezifisch dargestellt (PW+LW in schwarz). Der Schwerververkehrsanteil wird jeweils daneben in grauer Schrift aufgeführt.

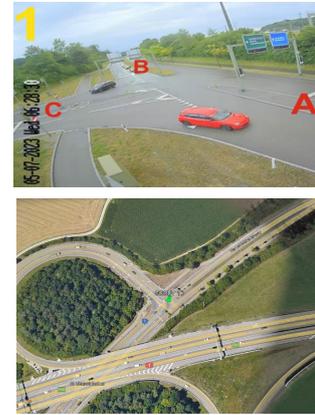
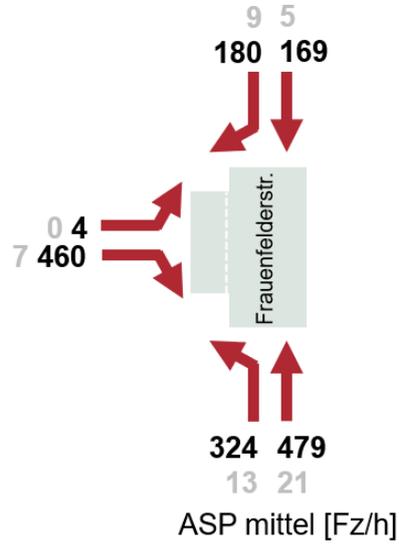
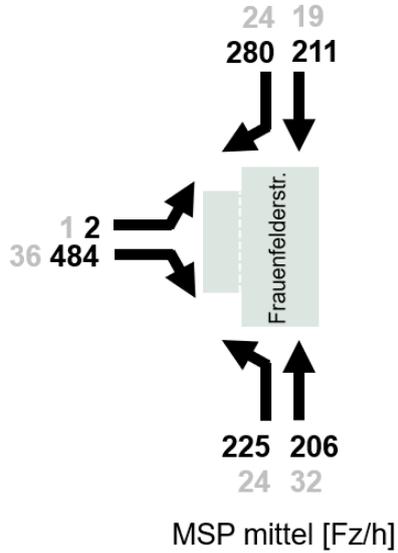
Erhebungsstandorte:

1. Autobahnausfahrt & Kreuzung Stations- / Frauenfelderstrasse
2. Riedhof
3. Kreuzung Sulzerallee (a-c)
4. Kreuzung Industriestrasse
5. Kreuzung Ohrbühlstrasse
6. Birchwaldstrasse
7. Rümikerstrasse



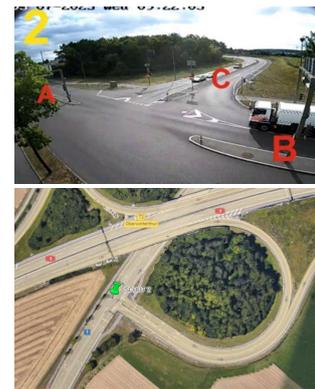
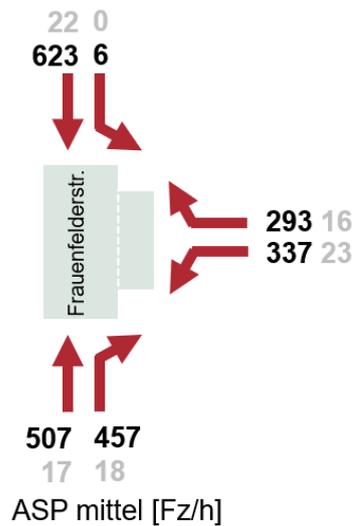
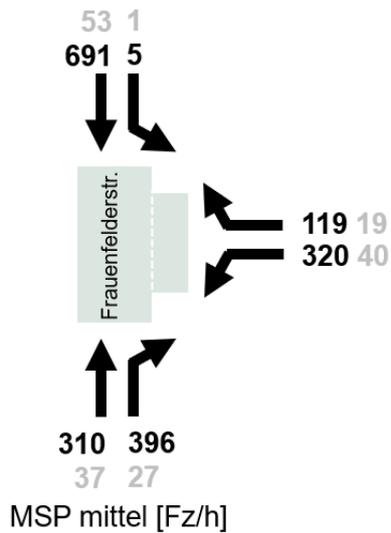
1. Autobahnausfahrt & Kreuzung Stations- / Frauenfelderstrasse

Autobahnausfahrt Nord



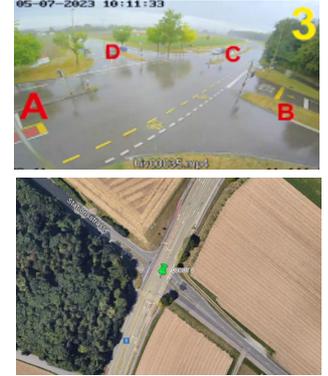
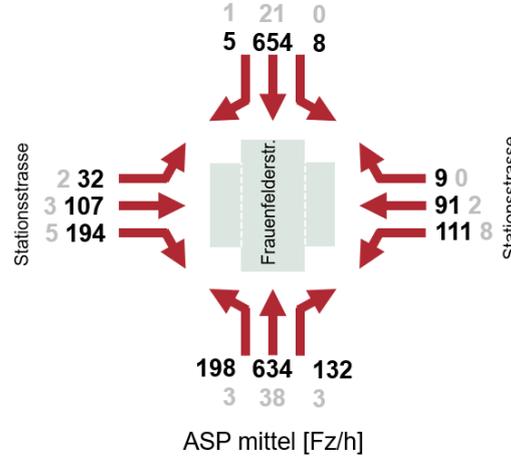
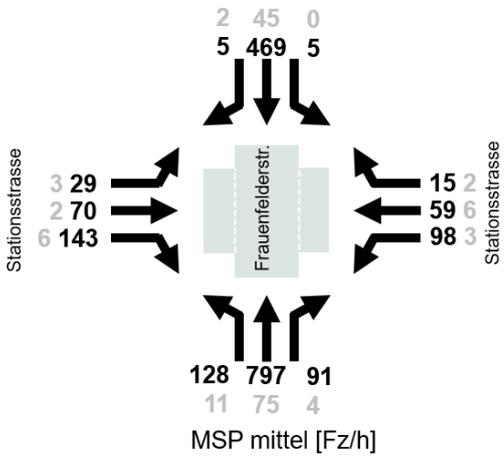
A / B: Frauenfelderstrasse
C: Autobahnausfahrt Nord

Autobahnausfahrt Nord



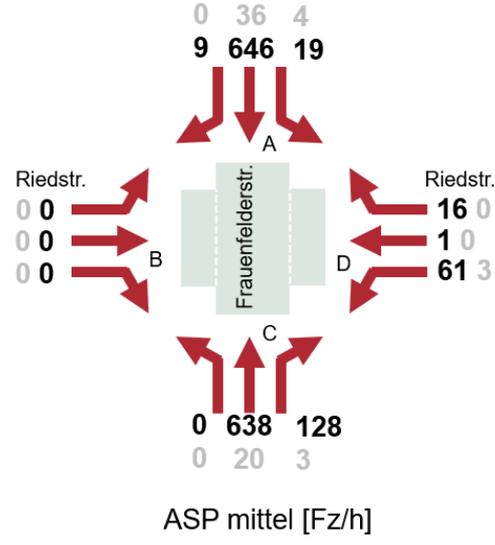
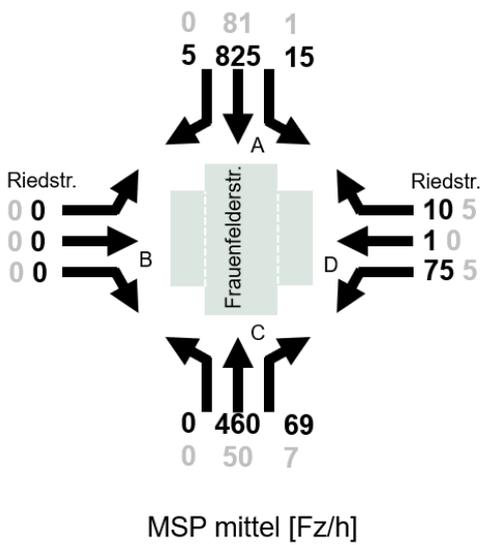
A / B: Frauenfelderstrasse
C: Autobahnausfahrt Süd

Kreuzung Stations- / Frauenfelderstrasse



A / C: Frauenfelderstrasse
B / D: Stationsstrasse

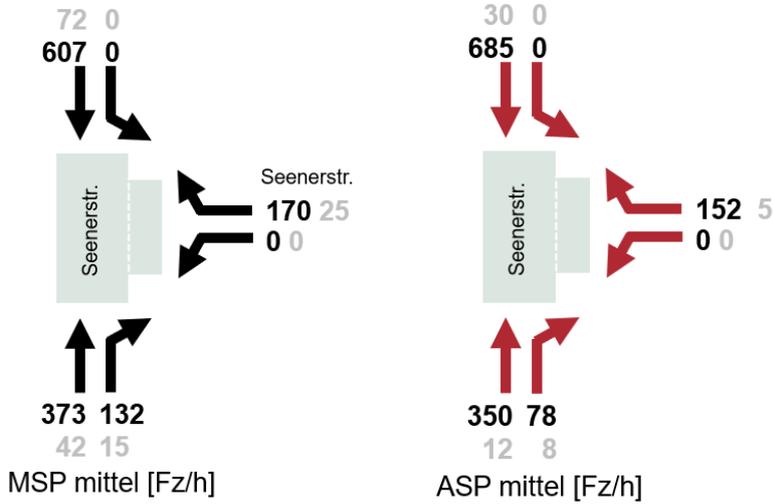
2. Riedhof



A / C: Frauenfelderstrasse
B / D: Riedstrasse

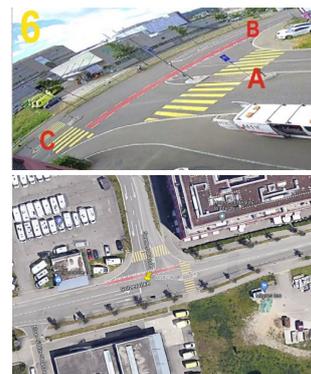
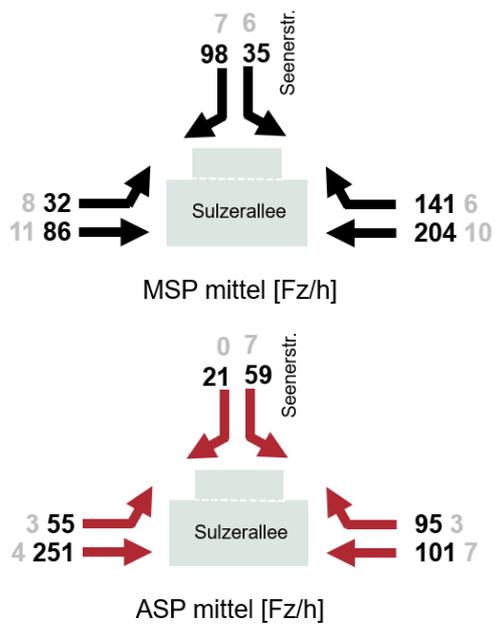
3. Kreuzung Sulzerallee (a-c)

Seenerstrasse Anschluss Nord



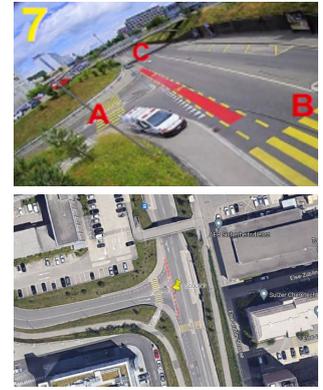
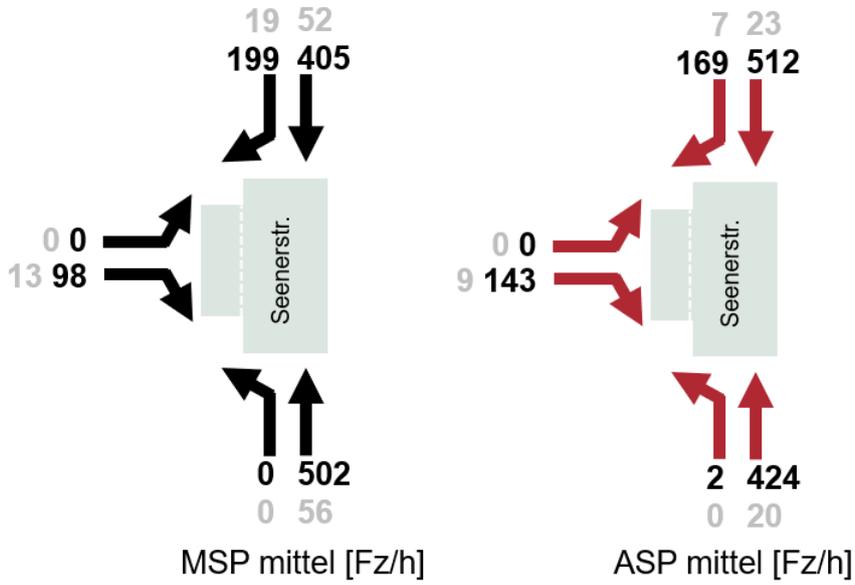
A / C: Seenerstrasse
B: Seenerstrasse

Seenerstrasse Anschluss Ost



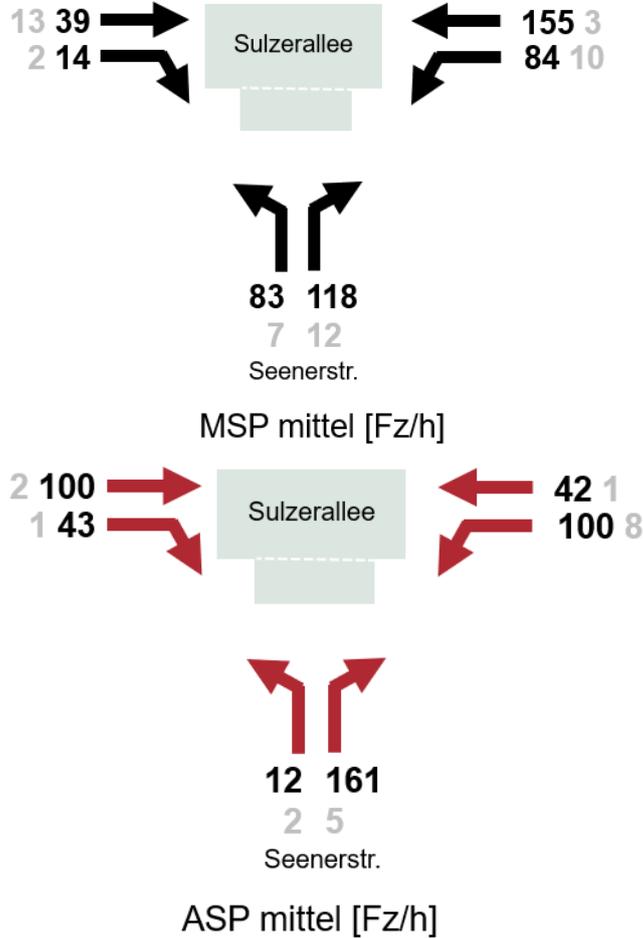
A: Seenerstrasse
B / C: Sulzerallee

Seenerstrasse Anschluss Süd



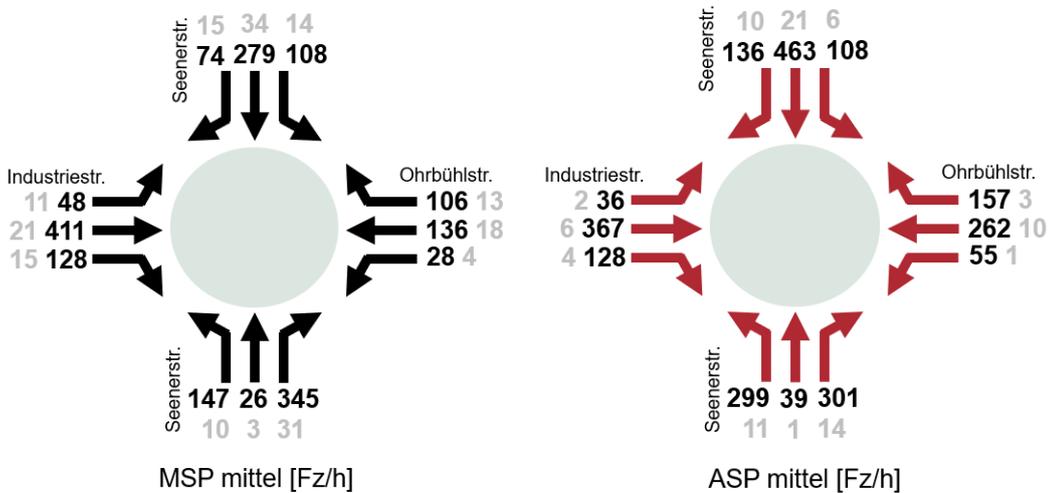
B / C: Seenerstrasse

Seenerstrasse Anschluss West



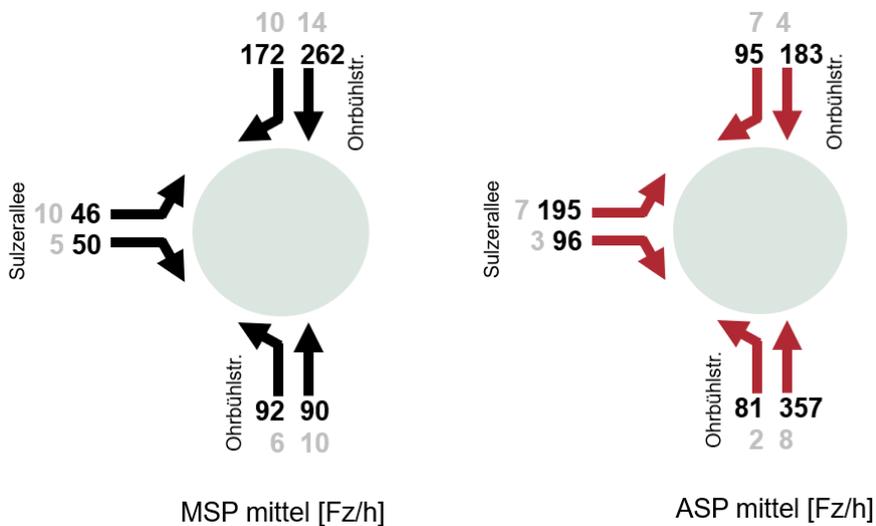
A: Seenerstrasse
B / C: Sulzerallee

4. Kreuzung Industriestrasse



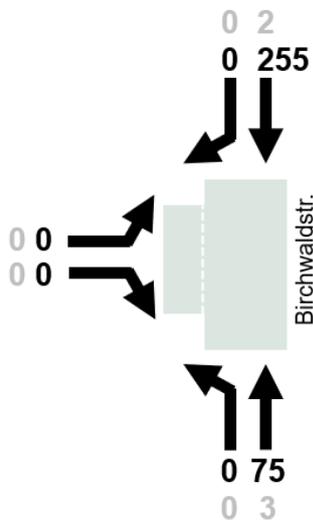
A / C: Seenerstrasse
B: Ohrbühlstrasse
D: Industriestrasse

5. Kreuzung Ohrbühlstrasse

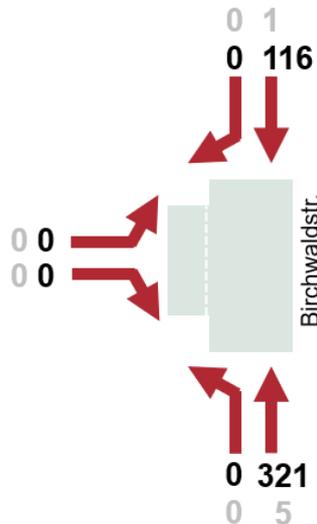


A: Sulzerallee
B / C: Ohrbühlstrasse

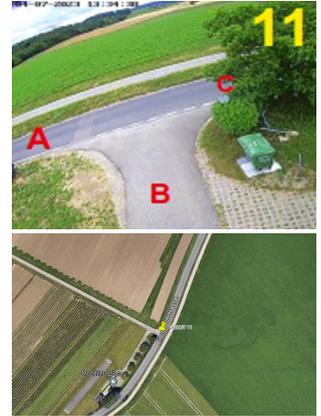
6. Birchwaldstrasse



MSP mittel [Fz/h]

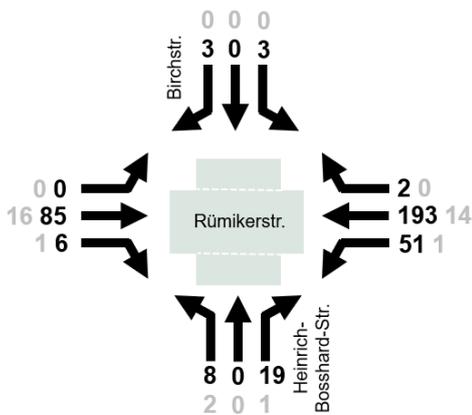


ASP mittel [Fz/h]

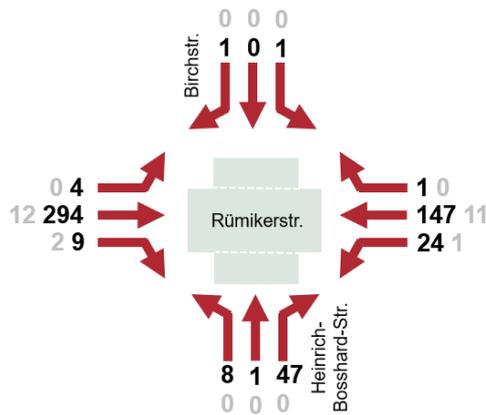


A / C: Birchwaldstrasse

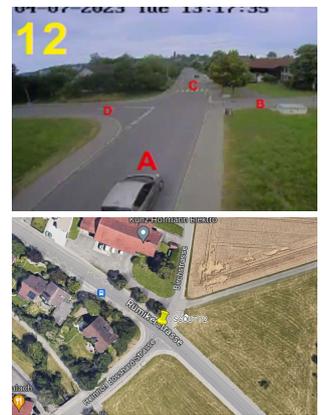
7. Rümikerstrasse



MSP mittel [Fz/h]



ASP mittel [Fz/h]



A / C: Rümikerstrasse
B: Heinrich-Bosshard-Strasse
D: Birchstrasse

A2 Indikatorenblätter

1.1: Teilziel «Reisezeiten MIV»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: P-h/a
 Hauptgewichtung: 6%

Beschreibung des Indikators

Für die Berechnung der Reisezeiten werden mit dem Verkehrsmodell die relationsbezogenen Reisezeiten des Personen- und Güterverkehrs ermittelt. Die Reisezeiten werden differenziert nach Spitzenstunde und durchschnittlichem Tagesverkehr berechnet. Für die Spitzenstunde wird die Reisezeit im belasteten Netz des ASP-Modells verwendet, für den durchschnittlichen Tagesverkehr wird die Reisezeit im belasteten Netz des DTV-Modells verwendet.
 Unter der Annahme, dass während rund eineinhalb Stunden am Morgen und zweieinhalb Stunden am Abend 40% des täglichen Verkehrsaufkommens anfallen, wird 40% des Verkehrs in der ASP und 60% des DTV-Verkehrs berücksichtigt. Die sich ergebenden Reisezeiten für die einzelnen Varianten werden mit jenen des Referenzzustandes verglichen. Mit dem durchschnittlichen Besetzungsgrad (siehe Erläuterungen zum Mengengerüst) werden Fz-h auf P-h umgerechnet.

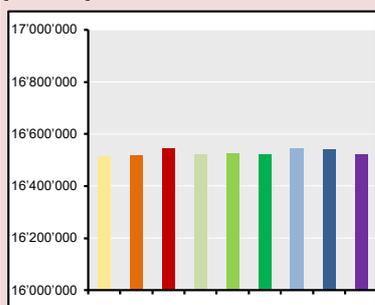
Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM ZH2 2040 (ASP und DTV)
- Besetzungsgrad gemäss VSS 41 822a

Datengrundlage

Mengengerüst

[P-h/Jahr]



Legende:

- Referenzzustand
- Var 1 - A2
- Var 2 - A3
- Var 3 - U.v.B.
- Var 4 - U.O.
- Var 5 - U.n.B.
- Var 6 - U.W.
- Var 7 - B.W.
- Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit

Summe der Reisezeiten in P-h pro Jahr
 Besetzungsgrad PW: 1.43 P/Fz
 Besetzungsgrad SV: 1 P/Fz

Variante	Mengengerüst [P-h/Jahr]
Referenzzustand	16'514'000
Var 1 - A2	16'520'000
Var 2 - A3	16'543'000
Var 3 - U.v.B.	16'521'000
Var 4 - U.O.	16'525'000
Var 5 - U.n.B.	16'521'000
Var 6 - U.W.	16'545'000
Var 7 - B.W.	16'539'000
Var 8 - B v.B.	16'524'000

Bewertung

Monetarisierungsansatz:

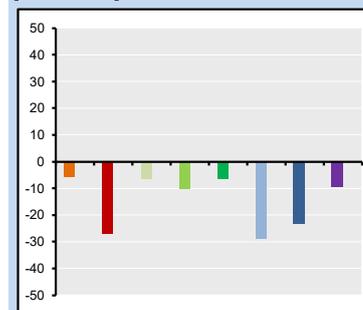
Personenverkehr: 46.63 CHF/P-h

Güterverkehr: 15.26 CHF/Fz-h

Quelle: VSS 41 822/23, Preise Stand 2022

Kosten-Wirksamkeits-Analyse

[in Punkten]



Skalierungsansatz

+/- 50 Punkte = 0.3 % Veränderung der Personenstunden

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven bestmöglichen Variante (direkte Luftlinien-Verbindung mit Umwegfaktor 1.3 zwischen dem nördlichen Anschluss der Variante 1 und dem Anschluss Süd mit einer signalisierten Geschwindigkeit von 80km/h).

Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	
Referenzzustand	0
Var 1 - A2	-0.23 Mio
Var 2 - A3	-1.28 Mio
Var 3 - U.v.B.	-0.29 Mio
Var 4 - U.O.	-0.48 Mio
Var 5 - U.n.B.	-0.29 Mio
Var 6 - U.W.	-1.38 Mio
Var 7 - B.W.	-1.09 Mio
Var 8 - B v.B.	-0.39 Mio

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)	
Referenzzustand	0
Var 1 - A2	-6
Var 2 - A3	-27
Var 3 - U.v.B.	-7
Var 4 - U.O.	-10
Var 5 - U.n.B.	-7
Var 6 - U.W.	-29
Var 7 - B.W.	-23
Var 8 - B v.B.	-9

Gründe für die Unterschiede

Die Reisezeitveränderung unterscheidet sich zwischen den Varianten nur geringfügig. Die Zunahme der Reisezeiten gegenüber dem Referenzzustand ergibt sich aus den Umwegfahrten, die aus der flankierenden Massnahme (Linksabbiegeverbot aus der Frauenfelderstrasse in die Seenerstrasse) resultieren.

1.2: Teilziel «Betriebskosten MIV»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: Fz-km/a
 Hauptgewichtung: 6%

Beschreibung des Indikators

Ziel ist eine Senkung der direkten Kosten für den MIV (Betriebskosten der Fahrzeuge) und somit eine Erhöhung des Nutzens für die MIV-Nutzenden. Dazu werden die Fahrleistungen (Fzkm) von Personenwagen und Sachtransportfahrzeugen (STF) getrennt aus dem Verkehrsmodell (DTV-Zustand) ermittelt. Der Treibstoffverbrauch wird gemäss HBEFA, Version 4.2.2, berechnet. Die KNA stützt sich auf die Kostensätze gemäss Norm VSS 41 827. Bei der KWA werden die fahrleistungsabhängigen Betriebskosten gewichtet.

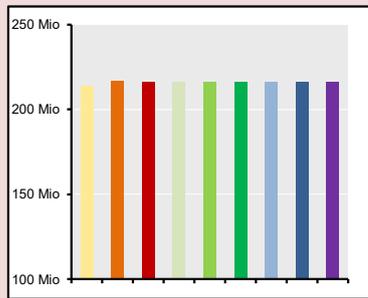
Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM ZH2 2040 (ASP und DTV)
- HBEFA (Version 4.2.2)
- Kostengrundlage erarbeitet durch B+S

Datengrundlage

Mengengerüst

[CHF/ Jahr]



Legende:

Yellow	Referenzzustand
Orange	Var 1 - A2
Red	Var 2 - A3
Light Green	Var 3 - U.v.B.
Green	Var 4 - U.O.
Dark Green	Var 5 - U.n.B.
Blue	Var 6 - U.W.
Dark Blue	Var 7 - B.W.
Purple	Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit

Betriebskosten pro Jahr (Summe der Fahrleistung in Fzkm mal Betriebskostensatz)

Variante	Mengengerüst [CHF/ Jahr]
Referenzzustand	214.02 Mio
Var 1 - A2	216.37 Mio
Var 2 - A3	216.13 Mio
Var 3 - U.v.B.	216.21 Mio
Var 4 - U.O.	216.23 Mio
Var 5 - U.n.B.	216.21 Mio
Var 6 - U.W.	216.29 Mio
Var 7 - B.W.	216.19 Mio
Var 8 - B v.B.	216.19 Mio

Bewertung

Monetarisierungsansatz

Personenverkehr (CHF / Fzkm)

Autobahn	0.152
Autobahn	0.148
Autobahn	0.154

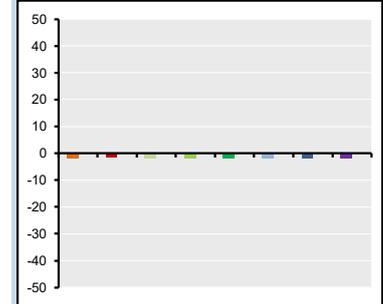
Schwerverkehr (CHF / Fzkm)

Autobahn	0.873
Autobahn	0.889
Autobahn	0.912

Quelle: VSS 41 827, Preise 2022 und basierend auf HBEFA

Kosten-Wirksamkeits-Analyse

[in Punkten]



Skalierungsansatz

+/-50 Punkte = 30 % Veränderung der Betriebskosten

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels der folgenden sachlogischen Herleitung: Die Entwicklung des Treibstoffverbrauchs (-30%) zwischen dem Jahr 2000 und 2020 wird als Bewertungsgrundlage verwendet. Werden die Betriebskosten mittels einer Variante um 30 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet.

Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]
-
-2.36 Mio
-2.12 Mio
-2.19 Mio
-2.22 Mio
-2.22 Mio
-2.19 Mio
-2.29 Mio
-2.18 Mio

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)
0
-2
-2
-2
-2
-2
-2
-2
-2

Gründe für die Unterschiede

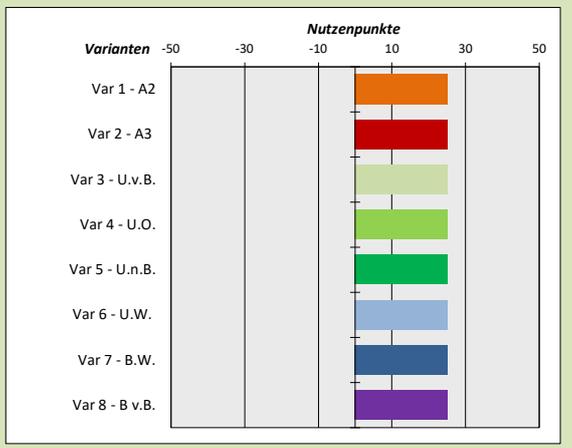
Die Fahrleistungen unterscheiden sich bei allen Varianten nur minimal. Die Fahrleistung nimmt aufgrund der Umwegfahrten infolge der flankierenden Massnahme bei jeder Variante gegenüber dem Referenzzustand leicht zu.

1.3: Teilziel «Attraktivität des öffentlichen Verkehrs»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 9%

Beschreibung des Indikators Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Mit diesem Indikator werden die Auswirkungen eines der ZS NHG auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) qualitativ bewertet. Die qualitative Bewertung basiert auf generellen Auswirkungen, die sich durch die Variante ergeben können. Varianten werden positiv bewertet, wenn die Störungen im Strassenverkehr auf wichtigen ÖV-Achsen durch MIV-Verlagerungen und -entlastungen reduziert werden und ein neues relevantes Potenzial mit dem ÖV erschlossen werden kann. Varianten werden negativ bewertet, wenn sich die Situation an Knoten für den ÖV spürbar verschlechtert, die MIV-Belastung auf den für ÖV relevanten Strecken stark zunimmt und damit die Zuverlässigkeit verringert wird.



Grundlagen

- Verkehrliche Wirkungen der Varianten (Belastungs- und Differenzbelastungsplots)
- Situationspläne inkl. Busverspätung
- Kommunaler und Kantonalen Richtplan
- Analysekarte Öffentlicher Verkehr

Beurteilung

Allgemeine Einordnung Alle Varianten wirken sich gleichermaßen positiv auf die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs aus. Durch die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse insbesondere in Spitzenstunden können die Rahmenbedingungen für den öffentlichen Verkehr optimiert sowie ein zuverlässiges und störungsfreies Busangebot gewährleistet werden. Dies erfolgt unter der Annahme, dass die ÖV-Priorisierung an den Anschlussknoten gewährleistet ist. Zusätzlich ergibt sich mutmasslich ein Reisezeitgewinn des Busses, da der aktuelle Busfahrplan an die verkehrlichen Gegebenheiten auf der Frauenfelderstrasse - d.h. die Zeitverluste infolge Störungen - angepasst worden ist.

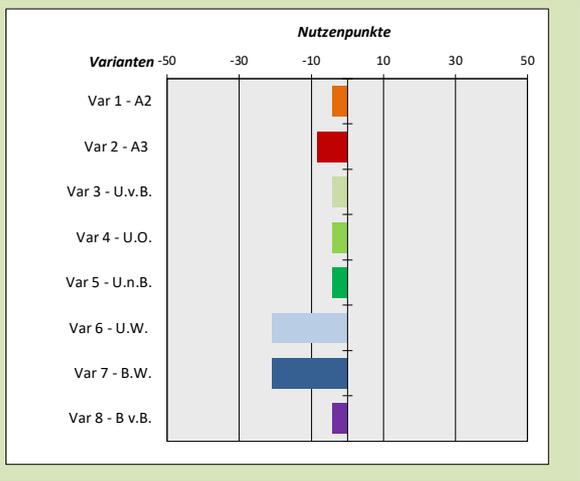
Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangszustand mit dem verglichen wird</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2		+ 1.50	+ 25
Var 2 - A3		+ 1.50	+ 25
Var 3 - U.v.B.		+ 1.50	+ 25
Var 4 - U.O.		+ 1.50	+ 25
Var 5 - U.n.B.		+ 1.50	+ 25
Var 6 - U.W.		+ 1.50	+ 25
Var 7 - B.W.		+ 1.50	+ 25
Var 8 - B v.B.		+ 1.50	+ 25

1.4: Teilziel «Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 9%

Beschreibung des Indikators Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Linienführungsvarianten und die damit einhergehenden Strassenbaumassnahmen auf den Fuss- und Veloverkehr auswirken. Grundsätzlich gelten sowohl der Fuss- und Veloverkehr als flächeneffiziente und ressourcenschonende Verkehrsmittel. Zudem fördern sie die Gesundheit. Unterschiedliche Faktoren, wie u.a. Eingriffe in Fuss- und Wanderwegnetze und das Velonetze sowie Veränderungen der Temporegime oder der MIV-Verkehrsbelastung können die Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs massgebend verbessern bzw. verschlechtern. Die qualitative Beurteilung der Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs (FVV) basiert auf den Verkehrsmengen (Veränderung der Verkehrsbelastung), der vorgesehenen Infrastrukturmassnahmen (Strassenquerschnitt, Querungsstelle etc.) und den dazugehörigen flankierenden Massnahmen.



Grundlagen

- Verkehrliche Wirkungen der Varianten (Belastungs- und Differenzbelastungsplots)
- Situationspläne
- Analysekarte Fuss- und Veloverkehr

Beurteilung

Allgemeine Einordnung Bei allen Varianten wird der Strassenraum bzw. die Fuss- und Velowege infolge der MIV-Reduktion auf der Frauenfelderstrasse attraktiver. Die teilweise oberirdischen Linienführungen bedingen jedoch eine zusätzliche Querungsstelle auf dem kantonalen Velonetz im Gebiet östlich der SBB-Gleise. Zusätzlich entsteht bei den Varianten, welche den Bereich des Toggenburger-Weiher queren, aufgrund des zunehmenden MIV-Aufkommens auf der dort vorgesehenen Linienführung eine Reduktion der Attraktivität der Fuss- und Velowege.

Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangszustand mit dem verglichen wird</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung zwei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25) und auf der Veloschnellroute entlang der Frauenfelderstrasse beim vorgesehenen Tunnelportal (-0.50).	- 0.25	- 4
Var 2 - A3	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung zwei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25) und auf der Veloschnellroute entlang der Frauenfelderstrasse beim vorgesehenen Tunnelportal (-0.50). Zusätzlich wird der vorhandene Fuss- und Wanderweg im Gebiet Eichenholz unterbrochen (-0.25).	- 0.50	- 8
Var 3 - U.v.B.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich der SBB Gleise auf Höhe der Unterführung (-0.25) und auf dem Fuss- und Wanderweg parallel zum Riedbach (-0.25).	- 0.25	- 4

Var 4 - U.O.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich der SBB Gleise auf Höhe der Unterführung (-0.25) und auf dem Fuss- und Wanderweg parallel zum Riedbach (-0.25).	- 0.25	- 4
Var 5 - U.n.B.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich der SBB Gleise auf Höhe der Unterführung (-0.25) und auf dem Fuss- und Wanderweg parallel zum Riedbach (-0.25).	- 0.25	- 4
Var 6 - U.W.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich entlang der SBB Gleise auf Höhe der Unterführung (-0.25) und im Fuss- und Wanderwegnetz östlich der Unterführung (-0.25). Zusätzlich führt das zusätzliche Verkehrsaufkommen zur Deattraktivierung des Fuss- und Wanderwegs (-0.50) sowie der Velonebenverbindung (-0.50) entlang der SBB Gleise.	- 1.25	- 21
Var 7 - B.W.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich entlang der SBB Gleise auf Höhe des Brückenbaus (-0.25) und auf dem Fuss- und Wanderwegnetz östlich der Unterführung (-0.25). Zusätzlich führt das zusätzliche Verkehrsaufkommen zur Deattraktivierung des Fuss- und Wanderwegs (-0.50) sowie der Velonebenverbindung (-0.50) entlang der SBB Gleise.	- 1.25	- 21
Var 8 - B v.B.	Die Reduktion der MIV-Belastung auf der Frauenfelderstrasse führt zu einer attraktivierung des Strassenraums für den Fuss- und Veloverkehr (+0.50). Gleichzeitig bedingt die neue Linienführung drei weitere Querungsstellen auf dem Fuss- und Velowegnetz: auf der Velohauptroute beim Anschluss Süd (-0.25), auf der Velohauptroute östlich entlang der SBB Gleise auf Höhe des Brückenbaus (-0.25) und auf dem Fuss- und Wanderwegnetz beim Brückenbau (-0.25).	- 0.25	- 4

2.1: Teilziel «Anzahl der Unfälle»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: Anzahl Unfälle/a
 Hauptgewichtung: 9%

Beschreibung des Indikators

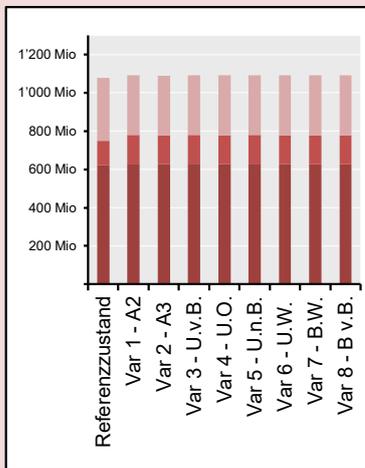
Ziel ist es, die Unfallzahlen und die damit verbundenen Kosten zu reduzieren. Dabei wird unterschieden zwischen Unfällen, Verletzten und Getöteten. Auf Grundlage der Fahrleistungen aus dem Verkehrsmodell (DTV-Zustand) werden Unfallkosten mithilfe der Unfallkostensätze aus EBeN 2021 ermittelt. Dabei wird das vereinfachte Verfahren angewendet. Die betrachteten Streckenabschnitte werden in die Strassenkategorien "Autobahn", "innerorts" und "ausserorts" eingeteilt. Beim vereinfachten Verfahren wird nicht zwischen Strecke und Knoten unterschieden. Unfälle an Knoten sind in den streckenbezogenen Unfallraten und Kostensätze des vereinfachten Verfahrens mitberücksichtigt.

Grundlagen

- Verkehrsmodell Arbon 2040 (ASP und DTV)
- Monetarisierungsansätze gemäss VSS 41 824 (Preisstand 2022)

Datengrundlage

Mengengerüst [Fz-km]



Fahrzeugkilometer nach Strassentyp (Fz/km)

■ Innerorts
■ Ausserorts
■ Autobahn

Erläuterung zur Einheit

Summe der Fahrleistung in Fzkm pro Strassentyp pro Jahr.

Variante	Mengengerüst [Fz-km]
Referenzzustand	1'077'033'000
Var 1 - A2	1'091'472'000
Var 2 - A3	1'090'228'000
Var 3 - U.v.B.	1'090'639'000
Var 4 - U.O.	1'090'727'000
Var 5 - U.n.B.	1'090'639'000
Var 6 - U.W.	1'091'290'000
Var 7 - B.W.	1'090'576'000
Var 8 - B v.B.	1'090'435'000

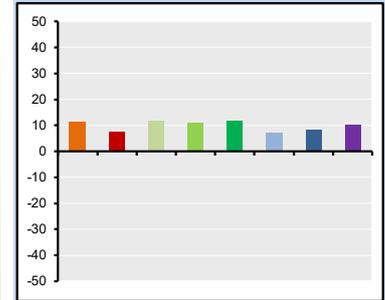
Bewertung

Monetarisierungsansatz

Autobahn:
 45.23 CHF / 1000 Fzkm
Ausserorts:
 216.16 CHF / 1000 Fzkm
Innerorts:
 430.35 CHF / 1000 Fzkm

Quelle: VSS 41 824, Preise 2022

Kosten-Wirksamkeits-Analyse [in Punkten]



Skalierungsansatz

+/- 50 Punkte = 3.5 % Veränderung der Unfallkosten

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven bestmöglichen Variante (direkte Luftlinien-Verbindung mit Umwegfaktor 1.3 zwischen dem nördlichen Anschluss der Variante 1 und dem Anschluss Süd mit einer signalisierten Geschwindigkeit von 80km/h).

Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]
-
1.59 Mio
1.01 Mio
1.61 Mio
1.49 Mio
1.61 Mio
0.99 Mio
1.12 Mio
1.38 Mio

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)
0
12
7
12
11
12
7
8
10

Gründe für die Unterschiede

Die Fahrleistung nimmt in der Summe bei allen Varianten gegenüber dem Referenzzustand zu, jedoch verlagert sich der Verkehr von innerorts auf Strassen ausserorts. Die Fahrleistungen innerorts nehmen ab und zu auf ausserorts Strecken und der Autobahn. Weil die Unfallkosten pro Fzkm innerorts doppelt so hoch wie ausserorts resp. fast 10fach so hoch wie auf Autobahnen sind, ergibt sich bei allen Varianten eine positive Wirksamkeit.

3.1: Teilziel «Investitionskosten (inkl. Landerwerb)»

Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: CHF/a
 Hauptgewichtung: 0%

Beschreibung des Indikators

Neben dem Absolutbetrag ist bei der Bewertung die Kapitalisierung der Investitionskosten wichtig. Damit werden unterschiedliche Lebensdauern und die bei den meisten anderen Indikatoren gebräuchliche Betrachtung der jährlichen Wirkungen berücksichtigt. Entsprechend werden die Investitionskosten mit den Lebensdauerannahmen der einzelnen Bauelemente (nach EBeN) ergänzt und daraus die kapitalisierten jährlichen Kosten berechnet. Dabei werden zudem Aufwertungs- und Ausgleichsmassnahmen berücksichtigt.
 In die Berechnung der Landerwerbskosten fliesst der Wert des Landes (mit Preisbasis 2022) ein. Allfällige Kaufkosten werden nicht berücksichtigt. Zudem wird eine Reserve im Sinne eines prozentualen Zuschlags auf die Landkosten mitberücksichtigt. Zudem wird eine Reserve im Sinne eines prozentualen Zuschlags auf die Landkosten mitberücksichtigt. Die Landkosten werden in der KNA in jenem Jahr berücksichtigt, in dem mit dem Bau begonnen wird, d.h. das Land einer anderen Nutzung entzogen wird. Am Ende des Betrachtungszeitraums wird der Restwert des Landes wiederum in Abzug gebracht.

Grundlagen

- Kostenschätzung B+S
- EBeN-Methode

Datengrundlage		Bewertung	
<p>Mengengerüst [Mio CHF]</p> <p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Var 1 - A2 Var 2 - A3 Var 3 - U.v.B. Var 4 - U.O. Var 5 - U.n.B. Var 6 - U.W. Var 7 - B.W. Var 8 - B v.B. <p>Erläuterung zur Einheit Gesamte Bau- und Landerwerbskosten sowie Aufwertungs- und Ausgleichsmassnahmen</p>		<p>Erläuterung kapitalisierte jährliche Kosten (Bau- und Landerwerbskosten sowie Aufwertungs- und Ausgleichsmassnahmen)</p>	
Variante	Mengengerüst [Mio CHF]	Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	
Referenzzustand			
Var 1 - A2	-520.51 Mio	-15.26 Mio	
Var 2 - A3	-497.25 Mio	-13.60 Mio	
Var 3 - U.v.B.	-385.23 Mio	-11.37 Mio	
Var 4 - U.O.	-387.70 Mio	-7.69 Mio	
Var 5 - U.n.B.	-341.87 Mio	-10.14 Mio	
Var 6 - U.W.	-414.24 Mio	-12.03 Mio	
Var 7 - B.W.	-431.91 Mio	-12.53 Mio	
Var 8 - B v.B.	-400.28 Mio	-11.81 Mio	

Gründe für die Unterschiede

Unterschiede bei der Investitionshöhe sind insbesondere bei den Varianten 1 und 2 aufgrund der deutlich höheren Kosten durch den längeren Tunnelbau sowie bei den Varianten 6 und 7 durch die deutlich höheren Kosten im Bereich der Aufwertung- und Ausgleichsmassnahmen.

3.2: Teilziel «Betriebs- und Unterhaltskosten»

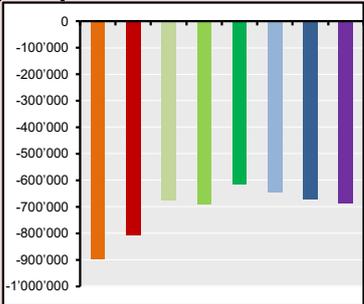
Oberziel: Direkte Nutzen für alle Verkehrsteilnehmenden erhöhen
 Messgrösse: CHF/a
 Hauptgewichtung: 0%

Beschreibung des Indikators

Die Betriebs- und Unterhaltskosten basieren auf der VSS 41 826. Die Kosten berechnen sich gemäss Norm aus einem Basiskostensatz (differenziert nach Tunnel, Autobahn (inkl. Autostrassen), ausserorts und innerorts). Die Kosten werden auf Basis vom EBeN-Tool berechnet. Dazu wird die Länge der Neubaustrecke in Metern differenziert nach Autobahn, Tunnel, ausserorts und innerorts in EBeN betrachtet.

Grundlagen

- Kostenschätzung EBP nach VSS 41 826
- EBeN 2021

Datengrundlage		Bewertung	
<p>Mengengerüst [CHF/a]</p>  <p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referenzzustand Var 1 - A2 Var 2 - A3 Var 3 - U.v.B. Var 4 - U.O. Var 5 - U.n.B. Var 6 - U.W. Var 7 - B.W. Var 8 - B v.B. <p>Erläuterung zur Einheit Veränderung der jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhalt der neuen Anlagen gegenüber den heutigen.</p>		<p>Erläuterung Direkt kapitalisierte Betriebs- und Unterhaltskosten; keine Umrechnung notwendig.</p>	
Variante	Mengengerüst [CHF/a]	Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	
Referenzzustand			
Var 1 - A2	-896'400	-0.90 Mio	
Var 2 - A3	-806'800	-0.81 Mio	
Var 3 - U.v.B.	-676'600	-0.68 Mio	
Var 4 - U.O.	-690'000	-0.69 Mio	
Var 5 - U.n.B.	-614'300	-0.61 Mio	
Var 6 - U.W.	-645'900	-0.65 Mio	
Var 7 - B.W.	-672'900	-0.67 Mio	
Var 8 - B v.B.	-686'000	-0.69 Mio	

Gründe für die Unterschiede

Deutlich höhere Kosten im Betrieb und Unterhalt zeigen sich bei den Varianten mit längerer Führung im Untergrund bzw. bei den Varianten 1 und 2.

4.1: Teilziel «Luftbelastung»

Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
 Messgrösse: Mio UBP/a
 Hauptgewichtung: 4%

Beschreibung des Indikators
 Ausgehend von den Verkehrsbelastungen für PW und Schwerverkehr werden die Luftschadstoffemissionen von NOx und PM10 berechnet. Dazu gelangen die Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren, Version 4.2.2 gemäss BAFU zur Anwendung, indem den Strassenabschnitten Verkehrssituationen zugeordnet werden. Für die KNA wird die veränderte Luftbelastung der beiden Schadstoffe mit den Kostenansätzen nach EBeN 2021 monetarisiert. Für die KWA werden die Ergebnisse der beiden Luftschadstoffe entsprechend gewichtet. Der Skalierungsansatz basiert auf dem erreichten technologischen Fortschritt der vergangenen 20 Jahre (2000-2020).

Grundlagen
 - Verkehrsmodell GVM ZH2 2040 (DTV)
 - Verkehrssituationen: gemäss HBEFA 4.2.2 in Abhängigkeit von Strassenkategorie und sign. Geschwindigkeit
 - Emissionsfaktoren (EFA): Auspuff- und Abriebemissionen gemäss HBEFA 4.2.2 für PKW und SNF für das Jahr 2040

Datengrundlage

Mengengerüst
 [Fzkm*t-NOX/a, t-PM10/a]

Legende:

- Referenzzustand (Yellow)
- Var 1 - A2 (Orange)
- Var 2 - A3 (Red)
- Var 3 - U.v.B. (Light Green)
- Var 4 - U.O. (Green)
- Var 5 - U.n.B. (Dark Green)
- Var 6 - U.W. (Blue)
- Var 7 - B.W. (Dark Blue)
- Var 8 - B v.B. (Purple)

Erläuterung zur Einheit
 Summe der Fahrleistung [Fzkm] multipliziert mit Emissionsfaktoren [t-NOX, t-PM10] pro Jahr

Variante	Mengengerüst [t-NOX/a, t-PM10/a]
Referenzzustand	42.41
Var 1 - A2	42.79
Var 2 - A3	42.84
Var 3 - U.v.B.	42.99
Var 4 - U.O.	43.00
Var 5 - U.n.B.	42.99
Var 6 - U.W.	42.94
Var 7 - B.W.	42.93
Var 8 - B v.B.	42.88

Bewertung

Monetarisierungsansatz

PM10 - Gesundheitsschäden:
 Bebaut [CHF/tPM10] 830718
 Unbebaut [CHF/tPM10] 508008

PM10 - Gesundheitsschäden:
 Bebaut [CHF/tPM10] 156254
 Unbebaut [CHF/tPM10] 2473

NOx [CHF/tNOx]: 7098

Quelle: VSS 41 828, Preise 2022

Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]
-
0.0246 Mio
-0.0526 Mio
-0.0895 Mio
-0.1065 Mio
-0.0895 Mio
-0.1317 Mio
-0.1215 Mio
-0.0600 Mio

Kosten-Wirksamkeits-Analyse
 [in Punkten]

Skalierungsansatz
 +/- 50 Punkte = 35 % Veränderung der Emissionen

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels der folgenden sachlogischen Herleitung: Die Entwicklung der Emissionswerte (NOx und PM10, durchschnittlich -35%) zwischen dem Jahr 2000 und 2020 wird als Bewertungsgrundlage verwendet. Wird die Luftbelastung mittels einer Variante um 35 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet.

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)
0
-1
-1
-2
-2
-2
-2
-2
-2

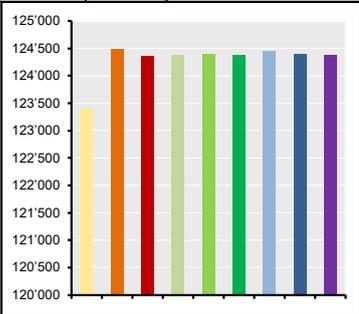
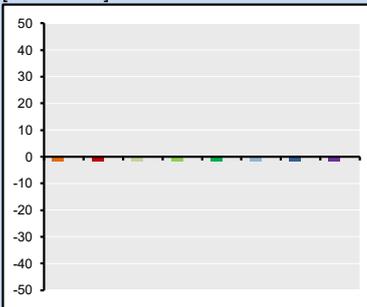
Gründe für die Unterschiede
 Die Luftschadstoff-Emissionen verhalten sich mehr oder weniger linear zur Fahrleistung, die bei allen Varianten grösser wird. Positiv mitberücksichtigt wird, dass Verkehr auf Ausserortstrecken verlagert wird.

4.2: Teilziel «Treibhausgasemissionen»

Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
 Messgrösse: Mio UBP/a
 Hauptgewichtung: 4%

Beschreibung des Indikators
 Der Ausstoss von Treibhausgasen führt weltweit zu einer Klimaveränderung. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Mit diesem Indikator wird der CO₂-Ausstoss der Fahrzeuge sowie die Luftbelastung für Herstellung, Instandhaltung und Rückbau der Infrastruktur bewertet. Die Ermittlung des Fahrzeugausstosses erfolgt mittels HBEFA. Der Skalierungsansatz basiert auf dem technologischen Fortschritt der vergangenen 20 Jahre (2000-2020). Für die KNA werden Kostensätze aus EBeN 2021 verwendet (Preisbasis 2022).

Grundlagen
 - Verkehrsmodell KVM AG 2040 (DTV)
 - HBEFA (Version 4.2.2): CO₂-Äquivalente-Emissionen für Benzin- und Dieselfahrzeuge
 - Monetarisierungsansätze gemäss VSS 41 828, aktualisiert mit EBeN 2021

Datengrundlage	Bewertung																																								
<p>Mengengerüst [t-CO₂-Äqu.-Emis.]</p>  <p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referenzzustand Var 1 - A2 Var 2 - A3 Var 3 - U.v.B. Var 4 - U.O. Var 5 - U.n.B. Var 6 - U.W. Var 7 - B.W. Var 8 - B v.B. <p>Erläuterung zur Einheit Summe der Fahrleistung [Fzkm] multipliziert mit CO₂-Äquivalenten-Emissionen pro Fzkm [t-CO₂/km] pro Jahr</p>	<p>Monetarisierungsansatz</p> <p><u>Klimabelastung:</u> 264.82 CHF/t CO₂</p> <p>Quelle: VSS 41 828, Preise 2022</p>	<p>Kosten-Wirksamkeits-Analyse [in Punkten]</p>  <p>Skalierungsansatz +/- 50 Punkte = 25 % Veränderung der CO₂-Äquivalenten-Emissionen</p> <p>Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels der folgenden sachlogischen Herleitung: Die Entwicklung der CO₂-Emissionswerte (-25%) zwischen dem Jahr 2000 und 2020 wird als Bewertungsgrundlage verwendet. Werden die CO₂-Emissionen mittels einer Variante um 25 % erhöht und damit der technologische Fortschritt der letzten 20 Jahre neutralisiert, wird dies mit -50 Punkten bewertet.</p>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #76923c; color: white;"> <th style="width: 20%;">Variante</th> <th style="width: 40%;">Mengengerüst [t-CO₂-Äqu.-Emis.]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Referenzzustand</td><td>123'387</td></tr> <tr><td>Var 1 - A2</td><td>124'476</td></tr> <tr><td>Var 2 - A3</td><td>124'365</td></tr> <tr><td>Var 3 - U.v.B.</td><td>124'386</td></tr> <tr><td>Var 4 - U.O.</td><td>124'402</td></tr> <tr><td>Var 5 - U.n.B.</td><td>124'386</td></tr> <tr><td>Var 6 - U.W.</td><td>124'444</td></tr> <tr><td>Var 7 - B.W.</td><td>124'393</td></tr> <tr><td>Var 8 - B v.B.</td><td>124'386</td></tr> </tbody> </table>	Variante	Mengengerüst [t-CO ₂ -Äqu.-Emis.]	Referenzzustand	123'387	Var 1 - A2	124'476	Var 2 - A3	124'365	Var 3 - U.v.B.	124'386	Var 4 - U.O.	124'402	Var 5 - U.n.B.	124'386	Var 6 - U.W.	124'444	Var 7 - B.W.	124'393	Var 8 - B v.B.	124'386	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #76923c; color: white;"> <th style="width: 40%;">Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]</th> <th style="width: 60%;">Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0.288 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.259 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.265 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.269 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.265 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.280 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.266 Mio</td><td>-2</td></tr> <tr><td>-0.265 Mio</td><td>-2</td></tr> </tbody> </table>	Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)	-	0	-0.288 Mio	-2	-0.259 Mio	-2	-0.265 Mio	-2	-0.269 Mio	-2	-0.265 Mio	-2	-0.280 Mio	-2	-0.266 Mio	-2	-0.265 Mio	-2
Variante	Mengengerüst [t-CO ₂ -Äqu.-Emis.]																																								
Referenzzustand	123'387																																								
Var 1 - A2	124'476																																								
Var 2 - A3	124'365																																								
Var 3 - U.v.B.	124'386																																								
Var 4 - U.O.	124'402																																								
Var 5 - U.n.B.	124'386																																								
Var 6 - U.W.	124'444																																								
Var 7 - B.W.	124'393																																								
Var 8 - B v.B.	124'386																																								
Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)																																								
-	0																																								
-0.288 Mio	-2																																								
-0.259 Mio	-2																																								
-0.265 Mio	-2																																								
-0.269 Mio	-2																																								
-0.265 Mio	-2																																								
-0.280 Mio	-2																																								
-0.266 Mio	-2																																								
-0.265 Mio	-2																																								
<p>Gründe für die Unterschiede Die Treibhausgasemissionen korrelieren mit den Fahrleistungen. Die Varianten unterscheiden sich nur minimal.</p>																																									

4.3: Teilziel «Beeinträchtigung von Lebensräumen und Schutzgebieten»

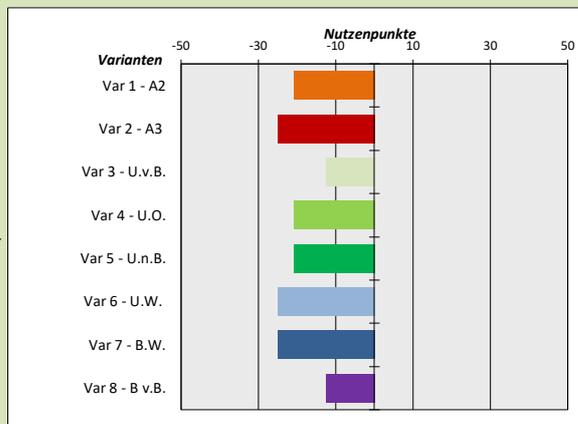
Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 7%

Beschreibung des Indikators

Mit diesem Indikator wird die Zu- oder Abnahme der Fläche und Qualität von natürlichen sowie geschützten Lebensräumen bewertet. Dabei sollen der direkte Verlust von Lebensräumen, Schutzgebieten und Wald, die indirekten Auswirkungen auf benachbarte Lebensräume (Störung, Licht, Lärm) sowie die Zerschneidung von Lebensräumen berücksichtigt werden.

Flora und Fauna sind auf intakte Lebensräume angewiesen, welche die Voraussetzungen für das langfristige Überleben der verschiedenen Arten in einem Gebiet sichern. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass der Lebensraum von Flora und Fauna möglichst wenig zerschnitten und gekammert ist. Im Mittelpunkt der Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume durch die jeweiligen Linienführungsvarianten stehen demzufolge die Habitatsfragmentierung sowie der Verlust natürlicher Ökosysteme, wobei die Art bzw. Qualität der Lebensräume zu berücksichtigen ist.

Kosten-Wirksamkeit-Analyse



Grundlagen

- Konfliktkarten (Natur, Raumplanung)
- Situationspläne
- Längenprofil
- Verkehrliche Wirkungen der Varianten (Belastungs- und Differenzbelastungsplots)

Beurteilung

Allgemeine Einordnung Alle Varianten wirken sich negativ auf die Lebensräume und Schutzgebiete aus. Es erfolgen Eingriffe in Lebensräume, in Ufervegetationen und/oder das Reptilienhabitat entlang der Gleise oder in den Wald. Die Rodung von Wald setzen die komplett unterirdisch geführten Varianten voraus. Keine der Varianten quert oder tangiert ein Naturschutzgebiet oder einen schutzwürdigen Lebensraum.

Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangslage wird mit nicht baulichen Massnahmen optimiert</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2	Die Linienführung tangiert den Wald im Gebiet "Tägerle" permanent. Im Zuge der Rodung, sowie der Nutzung des vorgesehenen Tunnelportals und den damit verbundenen Licht- und Lärmemissionen werden Lebensräume beeinträchtigt und zerstört (-1.00) sowie zerschnitten (-0.25). Eine entsprechende Ersatzaufforstung ist vorzusehen.	- 1.25	- 21
Var 2 - A3	Die Linienführung tangiert den Wald im Gebiet Eichholz. Eine permanente Rodung ist notwendig (-1.00). Durch die Rodung wird gleichzeitig Lebensraum zerschnitten (-0.5) im Gebiet unterhalb des Riethofs. Im Zuge der Rodung sowie der Nutzung des vorgesehenen Tunnelportals und den damit verbundenen Licht- und Lärmemissionen werden Lebensräume beeinträchtigt und zerstört. Eine entsprechende Ersatzaufforstung ist vorzusehen.	- 1.50	- 25
Var 3 - U.v.B.	Die Linienführung setzt im Zuge der Verbreiterung der bestehenden Unterführung auf der Rietstrasse Eingriffe in die Ufervegetation des Wiesenbachs (-0.25) und in Reptilienhabitate entlang der Gleise (-0.5) voraus. Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 0.75	- 13
Var 4 - U.O.	Die Linienführung auf der Rietstrasse bedingt Eingriffe in die Ufervegetation des Wiesenbachs (-0.25) sowie das in das Reptilienhabitat entlang der Gleise (-0.5) voraus. Zudem werden im Zuge der Unterführungsverbreiterung weitere Lebensräume entfernt (-0.5). Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 1.25	- 21

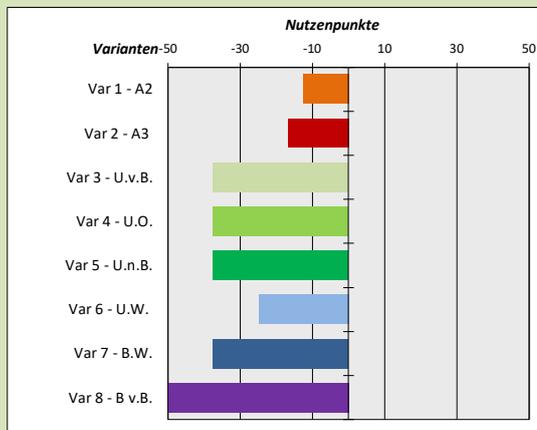
Var 5 - U.n.B.	Zur Verbreiterung der bestehenden Unterführung der Rietstrasse sind Eingriffe in die Ufervegetation des Wiesenbachs (-0.25), des Wiesendanger Dorfbaches mit inventarierter Ufervegetation (-0.5) und in das Reptilienhabitat entlang der Gleise (-0.5) erforderlich. Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 1.25	- 21
Var 6 - U.W.	Die Linienführung setzt die Entfernung des Toggenburger-Weiher und die damit verbundenen Lebensräume voraus (-0.5). Zusätzlich wird durch die Verbreiterung der bestehenden Unterführung auf der Rietstrasse in das Reptilienhabitat entlang der Gleise eingegriffen (0.5) sowie die Ufervegetation des Riedbaches entfernt (-0.25) und in die Heckenstrukturen entlang des Riedbachweges eingegriffen (-0.25). Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 1.50	- 25
Var 7 - B.W.	Die Linienführung setzt die Entfernung des Toggenburger-Weiher und die damit verbundenen Lebensräume von Amphibien entlang des Ufers voraus (-0.5). Zusätzlich wird die Qualität der Lebensräume unterhalb der Brücke durch die grossflächige Beschattung stark vermindert (-0.50) und in das Reptilieninventar entlang der Gleise eingegriffen (-0.50). Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 1.50	- 25
Var 8 - B v.B.	Die Linienführung setzt Eingriffe in die Ufervegetation des Wiesenbachs (-0.25) voraus. Zusätzlich wird die Qualität der Lebensräume unterhalb der Brücke durch die grossflächige Beschattung stark vermindert (-0.50). Die Verluste an den schützenswerten Lebensräumen müssen bilanziert und entsprechend ersetzt werden.	- 0.75	- 13

4.4: Teilziel «Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und der Naherholung»

Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 7%

Beschreibung des Indikators Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Mit diesem Indikator wird die Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes und des Naherholungsgebiets durch die jeweiligen Linienführungen, aus Sicht des Menschen beurteilt. Einen Einfluss auf die Bewertung haben folgende Faktoren und Eigenschaften: Aufenthaltsqualität, Ästhetik, Vielfältigkeit, kultureller und historischer Wert sowie Einmaligkeit. Der räumliche Wirkungssperimeter umfasst das Gebiet, von dem aus die projektierten Strassennetzelemente wahrgenommen werden können. Neubauten und -anlagen können sich je nach Art und Gestaltung des Objekts sowie je nach Standort in eine Landschaft einfügen, diese aufwerten oder beeinträchtigen. Bei der Bewertung der Varianten wird davon ausgegangen dass ausschliesslich eine unterirdische Linienführung, die vom Menschen wahrgenommene Aufenthaltsqualität nicht beeinträchtigt. Eine Beeinträchtigung kann mit gestalterischen Massnahmen zwar vermindert, aber nicht kompensiert werden.



Grundlagen

- Konfliktkarten (Raumplanung)
- Situationspläne
- Längenprofil

Beurteilung

Allgemeine Einordnung	Alle Varianten wirken sich negativ auf das Landschaftsbild aus. Besonders stark beeinflusst wird das Landschaftsbild durch die Varianten mit oberirdischen Linienführungen durch die Kulturlandschaft sowie durch Tunnelportale und Brückenbauten in der Kulturlandschaft.		
Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangslage wird mit nicht baulichen Massnahmen optimiert</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2	Der Einfluss der Tunnelportale im Norden, im Gebiet Tägerle (-0.25) und im Süden, im Reservegebiet (-0.50) sowie die weitgehend unterirdische Linienführung beeinflussen das Orts- und Landschaftsbild sowie das Naherholungsgebiet nur bedingt.	- 0.75	- 13
Var 2 - A3	Der Einfluss der Tunnelportale im Norden, im Gebiet südlich des Reithofs in Waldnähe (-0.50) und im Süden, im Reservegebiet (-0.50) sowie der weitgehend unterirdische Linienführung beeinflussen das Orts- und Landschaftsbild sowie das Naherholungsgebiet nur bedingt.	- 1.00	- 17
Var 3 - U.v.B.	Die Linienführung verläuft durch die intakte Kulturlandschaft Amischnüel und greift damit stark ins Landschaftsbild ein (-1.00). Zusätzlich wird das Landschaftsbild durch das Tunnelportal im Gebiet Amischnüel (-0.75) beeinträchtigt. Sowohl das Portal als auch die Strasse sind gut einsehbar und beeinträchtigen das Naherholungsgebiet. Zusätzlich wird das Landschafts- und Ortsbild durch das Tunnelportal im Reserve-Entwicklungsgebiet beim Schiessplatz beeinträchtigt (-0.50).	- 2.25	- 38
Var 4 - U.O.	Die Linienführung verläuft durch die intakte Kulturlandschaft Amischnüel und greift damit stark ins Landschaftsbild ein (-1.00). Zusätzlich wird das Landschaftsbild durch das Tunnelportal im Gebiet Amischnüel (-0.75) beeinträchtigt. Sowohl das Portal als auch die Strasse sind gut einsehbar und beeinträchtigen das Naherholungsgebiet. Zusätzlich wird das Landschafts- und Ortsbild durch das Tunnelportal im Reserve-Entwicklungsgebiet beim Schiessplatz beeinträchtigt (-0.50).	- 2.25	- 38

Var 5 - U.n.B.	Die Linienführung verläuft durch die intakte Kulturlandschaft Amischnüel und greift damit stark in die Landschaft bzw. ins Landschaftsbild ein (-1.0). Zusätzlich wird das Landschaftsbild durch das Tunnelportal im Gebiet Amischnüel (-0.75) beeinträchtigt. Sowohl das Portal als auch die Strasse sind gut einsehbar und beeinträchtigen das Naherholungsgebiet. Zusätzlich beeinträchtigt das Tunnelportal im Reserve-Entwicklungsgebiet beim Schiessplatz das Landschafts- und Ortsbild (-0.50).	- 2.25	- 38
Var 6 - U.W.	Die Linienführung (inkl. Verbreiterung der bestehenden Unterführung) verläuft nur teilweise entlang der bestehenden Infratstruktur und greift damit ins Landschaftsbild und die Erholungslandschaft ein (-0.75). Zusätzlich wird das Orts- und Landschaftsbild durch die Tunnelportale im Norden, im Industriegebiet (-0.25) und im Süden, im Reservegebiet (-0.50) beeinflusst.	- 1.50	- 25
Var 7 - B.W.	Die Linienführung verläuft nur teilweise entlang der bestehenden Infratstruktur und greift damit bedingt ins Landschaftsbild und die Erholungslandschaft ein (-0.75). Die vorgesehene Brücke über die Gleise wird als neues anthropogenes Element von weit her einsehbar sein und daher das Landschaftsbild beeinträchtigen (-0.75). Zusätzlich wird das Orts- und Landschaftsbild durch die Tunnelportale im Norden, im Industriegebiet (-0.25) und im Süden, im Reservegebiet (-0.50) beeinflusst.	- 2.25	- 38
Var 8 - B v.B.	Die Linienführung verläuft durch die Kulturlandschaft Amischnüel und greift damit stark ins Landschaftsbild ein (-1.00). Zusätzlich wird das Landschaftsbild durch das Tunnelportal mitten in der Kulturlandschaft im Gebiet Amischnüel (-0.75) beeinträchtigt. Sowohl das Portal als auch die Strasse sind gut einsehbar und beeinträchtigen die Erholungslandschaft. Die vorgesehene Brücke über die Gleise wird als neues anthropogenes Element von weit her einsehbar sein und daher das Landschaftsbild beeinträchtigen (-0.75). Zusätzlich wird das Landschafts- und Ortsbild durch das Tunnelportal im Reserve-Entwicklungsgebiet beim Schiessplatz beeinträchtigt (-0.50).	- 3.00	- 50

4.5: Teilziel «Flächenbeanspruchung»

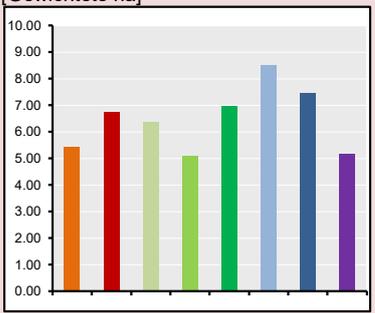
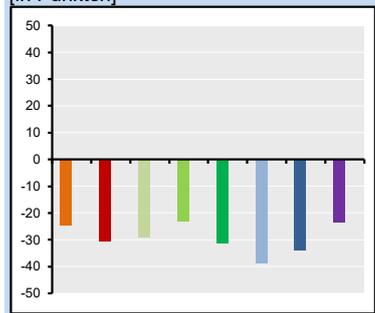
Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
Messgrösse: ha
Hauptgewichtung: 7%

Beschreibung des Indikators

Ziel ist es, die Flächenbeanspruchung zu minimieren. Die permanent beanspruchten Flächen werden separat für folgende Flächenkategorien ermittelt: befestigte Flächen, bestockter Wald, bestockte übrige Flächen, fliessendes Gewässer, humusierete Flächen. Für die KNA wird die Bodenversiegelung (Fläche) mit dem Kostenansatz aus der VSS 41 828, aktualisiert mit EBeN 2021 monetarisiert. Für die KWA werden die unterschiedlichen Flächen mittels eines Faktors zwischen 1 bis 5 gewichtet, um so die Relevanz der unterschiedlichen Flächen bezüglich Umweltbelastung zu berücksichtigen.

Grundlagen

- Bodennutzung: GIS-Analyse (Angabe B+S / CSD)

Datengrundlage		Bewertung																																							
<p>Mengengerüst [Gewichtete ha]</p>  <p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referenzzustand Var 1 - A2 Var 2 - A3 Var 3 - U.v.B. Var 4 - U.O. Var 5 - U.n.B. Var 6 - U.W. Var 7 - B.W. Var 8 - B v.B. <p>Erläuterung zur Einheit Mit Faktor gewichtete Fläche in ha: - Befestigte Flächen: 1 - Bestockter Wald: 5 - Bestockte übrige Fläche: 4 - Fliessendes Gewässer: 3 - Humusierete Fläche: 3</p>	<p>Monetarisierungsansatz:</p> <p>Bodenverbrauch (Kosten/ha): 3882 CHF / ha</p> <p>Quelle: VSS 41 828, Preise 2022</p>	<p>Kosten-Wirksamkeits-Analyse [in Punkten]</p>  <p>Skalierungsansatz - 50 Punkte = 10.8 ha gewichtete Fläche</p> <p>Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven Variante. Für jede Flächenkategorie (befestigte Fläche, bestockter Wald, bestockte übrige Flächen, übrige humusierete Flächen, Gewässer) wird die jeweils von allen Linienführungsvarianten am grössten beanspruchte Fläche herangezogen und über alle Flächenkategorien aufsummiert. Eine Variante mit diesem gewichteten Flächenverbrauch würde -50 Punkte erhalten.</p>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f08080;"> <th style="text-align: left;">Variante</th> <th style="text-align: right;">Mengengerüst [Gewichtete ha]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Referenzzustand</td><td></td></tr> <tr><td>Var 1 - A2</td><td style="text-align: right;">5.41</td></tr> <tr><td>Var 2 - A3</td><td style="text-align: right;">6.71</td></tr> <tr><td>Var 3 - U.v.B.</td><td style="text-align: right;">6.37</td></tr> <tr><td>Var 4 - U.O.</td><td style="text-align: right;">5.07</td></tr> <tr><td>Var 5 - U.n.B.</td><td style="text-align: right;">6.95</td></tr> <tr><td>Var 6 - U.W.</td><td style="text-align: right;">8.52</td></tr> <tr><td>Var 7 - B.W.</td><td style="text-align: right;">7.44</td></tr> <tr><td>Var 8 - B v.B.</td><td style="text-align: right;">5.15</td></tr> </tbody> </table>	Variante	Mengengerüst [Gewichtete ha]	Referenzzustand		Var 1 - A2	5.41	Var 2 - A3	6.71	Var 3 - U.v.B.	6.37	Var 4 - U.O.	5.07	Var 5 - U.n.B.	6.95	Var 6 - U.W.	8.52	Var 7 - B.W.	7.44	Var 8 - B v.B.	5.15	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4682b4; color: white;"> <th style="text-align: center;">Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">-0.021 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.026 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.025 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.020 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.027 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.033 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.029 Mio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-0.020 Mio</td></tr> </tbody> </table>	Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	-0.021 Mio	-0.026 Mio	-0.025 Mio	-0.020 Mio	-0.027 Mio	-0.033 Mio	-0.029 Mio	-0.020 Mio	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4682b4; color: white;"> <th style="text-align: center;">Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-31</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-29</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-23</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-39</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-34</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">-23</td></tr> </tbody> </table>	Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)	0	-25	-31	-29	-23	-32	-39	-34	-23
Variante	Mengengerüst [Gewichtete ha]																																								
Referenzzustand																																									
Var 1 - A2	5.41																																								
Var 2 - A3	6.71																																								
Var 3 - U.v.B.	6.37																																								
Var 4 - U.O.	5.07																																								
Var 5 - U.n.B.	6.95																																								
Var 6 - U.W.	8.52																																								
Var 7 - B.W.	7.44																																								
Var 8 - B v.B.	5.15																																								
Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]																																									
-0.021 Mio																																									
-0.026 Mio																																									
-0.025 Mio																																									
-0.020 Mio																																									
-0.027 Mio																																									
-0.033 Mio																																									
-0.029 Mio																																									
-0.020 Mio																																									
Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)																																									
0																																									
-25																																									
-31																																									
-29																																									
-23																																									
-32																																									
-39																																									
-34																																									
-23																																									
<p>Gründe für die Unterschiede</p> <p>Die Flächenbeanspruchung der Varianten 6 und 7 ist vergleichsweise gross. Die Verringerung des Flächenverbrauchs der Varianten 1 und 2 durch die fast komplett unterirdische Linienführung wird kompensiert durch Böschungen bei den Tunnelportalen; dadurch ist der Flächenverbrauch dieser Varianten vergleichbar mit den teilweise oberirdischen Linienführungsvarianten.</p>																																									

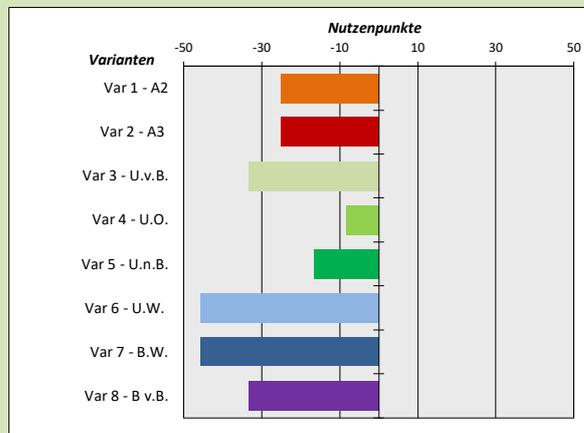
4.6: Teilziel «Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässer»

Oberziel: Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch minimieren
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 7%

Beschreibung des Indikators Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Mit diesem Indikator werden die Auswirkungen auf das Grundwasser (Grundwasserstrom und Grundwasserschutzzone) und das Risiko der Oberflächengewässerverschmutzung durch geplante Einbauten der Varianten bewertet.

Bei Einbauten unter den höchsten Grundwasserspiegel bestehen gewässerschutzrechtliche Vorgaben (Bewilligung / Ausnahmegewilligung). Mit verschiedenen baulichen Massnahmen kann die Schwere des Eingriffs teilweise kompensiert werden. Es ist jedoch nicht immer möglich, die Auswirkungen eines solchen Einbaus (Verringerung Durchflussquerschnitt, Verlust von Speichervolumen, erhöhte Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers) ganz aufzuheben.



Grundlagen

- Konfliktkarten (Gewässer)
- Situationspläne
- Längenprofil

Beurteilung

Allgemeine Einordnung
 Alle Varianten beeinträchtigen das Grundwasser und/oder Oberflächengewässer. Diverse Varianten befinden sich im GW-Bereich (blau) oder im GW-Randbereich (braun) und erfordern eine GW-Ausnahmegewilligung. Bei diversen Varianten werden Oberflächengewässer beeinträchtigt oder müssen sogar aufgehoben werden. Letzteres betrifft den Wiesenbach oder den Toggenburger-Weiher.

Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangslage wird mit nicht baulichen Massnahmen optimiert</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2	Die Linienführung reicht geringfügig unter den GW-Mittelwasserstand, verläuft aber durch den GW-Randbereich (braun), weshalb eine GW-Ausnahmegewilligung notwendig ist (-1.50).	- 1.50	- 25
Var 2 - A3	Die Linienführung reicht geringfügig unter den GW-Mittelwasserstand, verläuft aber durch den GW-Randbereich (braun), weshalb eine GW-Ausnahmegewilligung notwendig ist (-1.50).	- 1.50	- 25
Var 3 - U.v.B.	Die Linienführung reicht geringfügig unter den GW-Mittelwasserstand, verläuft aber durch den GW-Randbereich (braun), weshalb eine GW-Ausnahmegewilligung notwendig ist (-1.50). Zusätzlich setzt die Linienführung einen Eingriff in den naturnahen Gewässerraum voraus (-0.50)	- 2.00	- 33
Var 4 - U.O.	Die Linienführung bedingt den Eingriff in den naturnahen Gewässerraum des Wiesenbachs. (-0.50). Voraussichtlich keine Interaktionen mit dem GW.	- 0.50	- 8
Var 5 - U.n.B.	Die Linienführung bedingt den zweifachen Eingriff in den jeweils naturnahen Gewässerraum des Wiesenbachs (-0.50) und des Wiesendanger Dorfbachs (-0.50). Voraussichtlich keine Interaktionen mit dem GW.	- 1.00	- 17
Var 6 - U.W.	Im Bereich des Toggenburger-Weiher verläuft die Linie unter den künstlichen Auffüllungen in einer über 2 m mächtigen Kiesschicht, welche als Grundwasserleiter betrachtet werden kann. Die Linienführung im Untergrund verläuft daher im GW-Bereich (blau) und bedingt eine GW-Ausnahmegewilligung (-2.5). Zusätzlich setzt die Linienführung die Aufhebung des Toggenburger-Weiher voraus (-0.25).	- 2.75	- 46
Var 7 - B.W.	Im Bereich des Toggenburger-Weiher verläuft die Linie unter den künstlichen Auffüllungen in einer über 2 m mächtigen Kiesschicht, welche als Grundwasserleiter betrachtet werden kann. Die Linienführung im Untergrund verläuft daher im GW-Bereich (blau) und bedingt eine GW-Ausnahmegewilligung (-2.50). Zusätzlich setzt die Linienführung die Aufhebung des Toggenburger-Weiher voraus (-0.25).	- 2.75	- 46
Var 8 - B v.B.	Die Linienführung reicht geringfügig unter den GW-Mittelwasserstand, verläuft aber durch den GW-Randbereich (braun), weshalb eine GW-Ausnahmegewilligung notwendig ist (-1.50). Zusätzlich wird der naturnahe Gewässerraum des Wiesenbachs gequert (-0.50).	- 2.00	- 33

5.1: Teilziel «Verkehrslärmbelastung»

Oberziel: Siedlungsgebiete aufwerten
 Messgrösse: $db(A) \cdot \text{AnwohnerInnen (gewichtet)}$
 Hauptgewichtung: 5%

Beschreibung des Indikators

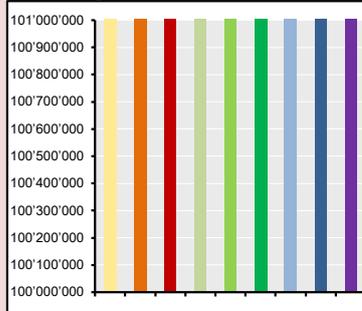
Ziel ist es, die Lärmbelastung für möglichst viele Anwohnerinnen und Anwohner zu reduzieren. Um die Veränderung zu messen, werden die Lärmimmissionen für jeden Streckenabschnitt an der nächstgelegenen Hausfassade berechnet und mit jenen im Referenzzustand verglichen. Zudem wird mit einer GIS-Analyse die Anzahl der wohnhaften Personen an der jeweiligen Strecke (Umkreis 30 m) berechnet. Für die KNA werden die Immissionsänderungen in Anlehnung an die Methodik der Norm SN 641 828 und mit den Kostensätzen aus NISTRA 2022 (Preisstand 2019) monetarisiert. Dabei werden Mietzinsausfälle und Gesundheitskosten berücksichtigt. Für die KWA wird die Veränderung der Lärmkosten gewichtet.

Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM ZH2 2040 (DWV)
- Abschätzung Lärmemissionen anhand gefahrener Geschwindigkeit, DTV und Anteil Schwerverkehr
- Emissionskorrektur sonROAD18
- Abschätzung der Immissionen in einem Abstand von 30 m
- Berechnung Anzahl Personen, die von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind

Datengrundlage

Mengengerüst [CHF / Jahr]



Legende:

Referenzzustand
Var 1 - A2
Var 2 - A3
Var 3 - U.v.B.
Var 4 - U.O.
Var 5 - U.n.B.
Var 6 - U.W.
Var 7 - B.W.
Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit

Lärmverursachten Kosten pro Jahr

Variante	Mengengerüst [CHF / Jahr]
Referenzzustand	197'482'500
Var 1 - A2	196'478'900
Var 2 - A3	196'645'500
Var 3 - U.v.B.	196'570'000
Var 4 - U.O.	196'707'200
Var 5 - U.n.B.	196'570'000
Var 6 - U.W.	196'731'700
Var 7 - B.W.	196'593'300
Var 8 - B v.B.	196'533'900

Bewertung

Monetarisierungsansatz:

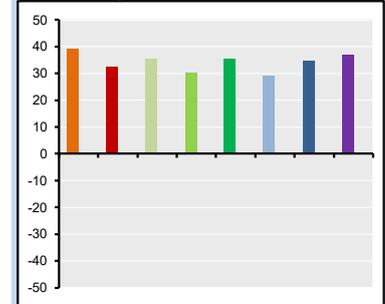
Summe aus Gesundheitskosten und Mietzinsausfälle:

Pro Person, additiv und dB-Klassenabhängig:
über 48 dB(A): 16.18 CHF/dB(A)

Pro Wohnung, additiv und dB-Klassenabhängig:
bei Nacht >40 dB(A): 43.12 CHF/dB(A)
bei Tag >50 dB(A): 43.12 CHF /dB(A)

Quelle: NISTRA 2022, Preise 2019

Kosten-Wirksamkeits-Analyse [in Punkten]



Skalierungsansatz

+/- 50 Punkte = 0.65 % Veränderung der Lärmkosten

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven bestmöglichen Variante (direkte Luftlinien-Verbindung zwischen dem nördlichen Anschluss der Variante 1 und dem Anschluss Süd, mal einem Umwegfaktor von 1.3, mit einer signalisierten Geschwindigkeit von 80 km/h und dem Sicherheitsniveau einer Hauptverkehrsstrasse ausserorts).

Nutzen / Jahr [Mio CHF / Jahr]	
Referenzzustand	0.00 Mio
Var 1 - A2	1.00 Mio
Var 2 - A3	0.84 Mio
Var 3 - U.v.B.	0.91 Mio
Var 4 - U.O.	0.78 Mio
Var 5 - U.n.B.	0.91 Mio
Var 6 - U.W.	0.75 Mio
Var 7 - B.W.	0.89 Mio
Var 8 - B v.B.	0.95 Mio

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)	
Referenzzustand	0
Var 1 - A2	39
Var 2 - A3	33
Var 3 - U.v.B.	36
Var 4 - U.O.	30
Var 5 - U.n.B.	36
Var 6 - U.W.	29
Var 7 - B.W.	35
Var 8 - B v.B.	37

Gründe für die Unterschiede

Der Lärm korreliert stark mit der Verkehrsbelastung auf der jeweiligen Strasse. Der Lärm nimmt somit bei jeder Variante entlang der Frauenfelder-, Stadler-, Rümiker- und Hegfeldstrasse ab und entlang der Seener- Industrie-, Ohrbühl-, und Wiesendangerstrasse zu. Die Lärmimmission nimmt in der Summe über den gesamten Perimeter ab und somit auch die lärmverursachten Kosten.

5.2: Teilziel «Trennwirkung durch Strassen»

Oberziel: Siedlungsgebiete aufwerten
 Messgrösse: Index
 Hauptgewichtung: 5%

Beschreibung des Indikators

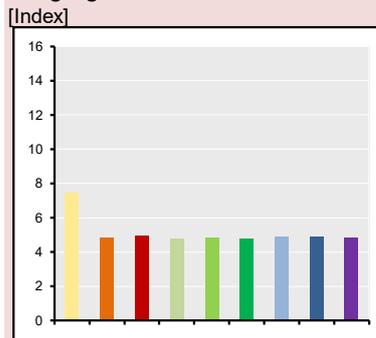
Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Varianten und die damit einhergehenden Strassenbaumassnahmen auf die Trennwirkung der Strassen und somit auf die Attraktivität des öffentlichen Raums und der Aufenthaltsqualität auswirken. Die Beurteilung der Trennwirkung durch Strassen basiert auf der Veränderung der MIV-Belastung pro Strassenabschnitt innerorts. Dabei wird berücksichtigt, dass bis zu einer Belastung von 3000 Fz./Tag kaum eine Trennwirkung wahrnehmbar ist, danach die Trennwirkung linear mit der Belastungszunahme steigt und die maximale Trennwirkung bei einer Belastung von 15'000 Fz./T erreicht wird.

Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM-ZH Stand 2040 (DTV)

Datengrundlage

Mengengerüst



- Legende:**
- Referenzzustand
 - Var 1 - A2
 - Var 2 - A3
 - Var 3 - U.v.B.
 - Var 4 - U.O.
 - Var 5 - U.n.B.
 - Var 6 - U.W.
 - Var 7 - B.W.
 - Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit

längengewichtete Punktzahl der Belastung

Variante	Mengengerüst Index
Referenzzustand	7.45
Var 1 - A2	4.81
Var 2 - A3	4.93
Var 3 - U.v.B.	4.77
Var 4 - U.O.	4.81
Var 5 - U.n.B.	4.77
Var 6 - U.W.	4.87
Var 7 - B.W.	4.90
Var 8 - B v.B.	4.83

Bewertung

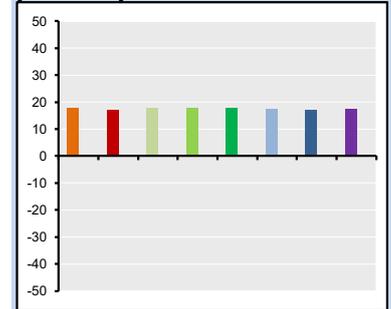
Kosten-Nutzen-Analyse

[Mio Fr / Jahr]

**Indikator wird in
KNA nicht bewertet**

Kosten-Wirksamkeits-Analyse

[in Punkten]



Skalierungsansatz

+ 50 Punkte = Reduktion der Belastung von über 3'000 Fz./T auf unter 3'000 Fz./T auf den von einer relevanten Belastungsveränderung betroffenen Strecken
 - 50 Punkte = Eine Steigerung der Belastung auf über 15'000 Fz./T auf den von einer relevanten Belastungsveränderung betroffenen Strecken

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels der folgenden sachlogischen Herleitung: Ist der DTV unter 3'000 Fz./T kann von einer nahezu uneingeschränkten Querungsmöglichkeit für den Fussverkehr bzw. von keiner Trennwirkung ausgegangen werden.

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)

0
18
17
18
18
18
18
17
17
18

Gründe für die Unterschiede

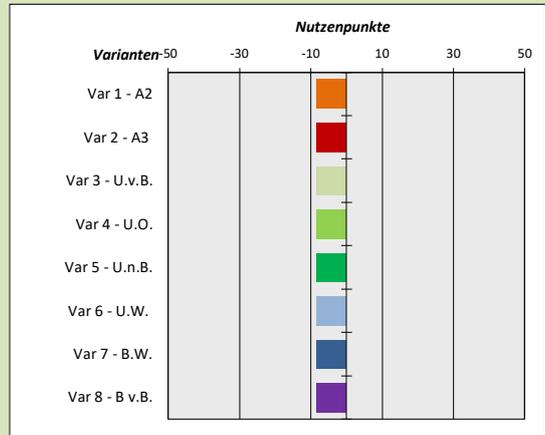
Die Varianten unterscheiden sich bezüglich ihrer Wirkung auf die Trennwirkung nur sehr minim. Bei jeder Variante wird die Trennwirkung der Frauenfelder- und der Stadlerstrasse verringert. Die Belastung fällt jedoch nicht unter den Grenzwert von 3'000 Fahrzeug pro Tag, was einer nicht mehr wahrnehmbaren Trennwirkung entsprechen würde.

5.3: Teilziel «Potenzial für Siedlungsentwicklung»

Oberziel: Siedlungsgebiete aufwerten
 Messgrösse: qualitativ
 Hauptgewichtung: 4%

Beschreibung des Indikators Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Bei diesem Indikator wird das vorhandene Entwicklungspotenzial eingeschätzt basierend auf den städtischen Planungen. Ausschlaggebend ist die Erschliessung, die vorgesehene Nutzung sowie die mit der geplanten Infrastruktur zu erwartenden Einschränkung des Potenzials. Positiv bewertet werden die Varianten, welche zu einer optimierten Erreichbarkeit führen ohne massgebliche Einschränkung der räumlichen Qualität. Negativ bewertet werden die Varianten, welche die zukünftigen Entwicklungen verunmöglichen oder zu Auswirkungen führen, welche die Entwicklung verunmöglichen, wie beispielsweise einer Zerschneidung mit unüberwindbarer Trennwirkung.



Grundlagen

- Konfliktkarten (Raumplanung)
- Situationspläne
- Längenprofil

Beurteilung

Allgemeine Einordnung Bei allen Varianten findet durch den vorgesehenen Anschluss im Süden eine Einschränkung des Entwicklungspotentials im Bereich des Schiessplatzes statt bzw. durch die Zerschneidung der vorgesehenen Arbeitsgebiet-Reservefläche. Konkrete Auswirkungen auf die Reservefläche durch die ZS NHG werden im Rahmen der Studie "Anschluss Süd" untersucht.

Variante	Beschrieb	"Note"	Nutzenp.
Referenzzustand	<i>Ausgangszustand mit dem verglichen wird</i>	+/- 0	+/- 0
Var 1 - A2		- 0.50	- 8
Var 2 - A3		- 0.50	- 8
Var 3 - U.v.B.		- 0.50	- 8
Var 4 - U.O.		- 0.50	- 8
Var 5 - U.n.B.		- 0.50	- 8
Var 6 - U.W.		- 0.50	- 8
Var 7 - B.W.		- 0.50	- 8
Var 8 - B v.B.		- 0.50	- 8

5.4: Teilziel «Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz»

Oberziel: Siedlungsgebiete aufwerten
 Messgrösse: relative Verkehrsveränderung
 Hauptgewichtung: 6%

Beschreibung des Indikators

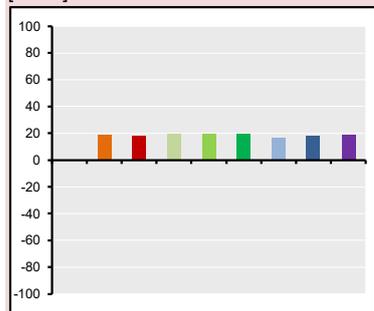
Mit diesem Indikator wird beurteilt, wie sich die Varianten und die damit einhergehenden Strassenba Massnahmen auf die Entlastung des untergeordneten Netzes, insbesondere auf die Frauenfelder-, Hegifeld-, Rümiker- und Seenerstrasse (innerorts Strecken) auswirkt. Die Beurteilung der Entlastung durch die Zentrumserschliessung basiert auf der prozentualen Veränderung der MIV-Belastung pro Strassenabschnitt innerorts. Das Mengengerüst zeigt die längengewichtete Summe der prozentualen Belastungsveränderung gegenüber dem Referenzzustand.

Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM-ZH Stand 2040 (DWV)

Datengrundlage

Mengengerüst [Index]



- Legende:**
- Referenzzustand
 - Var 1 - A2
 - Var 2 - A3
 - Var 3 - U.v.B.
 - Var 4 - U.O.
 - Var 5 - U.n.B.
 - Var 6 - U.W.
 - Var 7 - B.W.
 - Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit
 längengewichtete Punktzahl der Prozentualen Entlastung

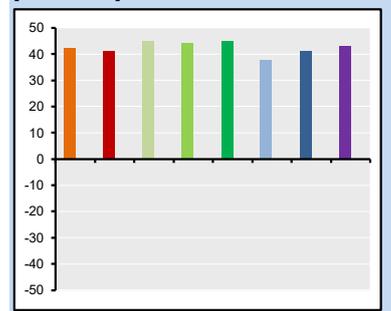
Variante	Mengengerüst (Index)
Referenzzustand	0
Var 1 - A2	19
Var 2 - A3	18
Var 3 - U.v.B.	20
Var 4 - U.O.	19
Var 5 - U.n.B.	20
Var 6 - U.W.	17
Var 7 - B.W.	18
Var 8 - B v.B.	19

Bewertung

Kosten-Nutzen-Analyse [Mio Fr / Jahr]

Indikator wird in KNA nicht bewertet

Kosten-Wirksamkeits-Analyse [in Punkten]



Skalierungsansatz
 +/- 50 Punkte entsprechen 22 % Entlastung auf dem untergeordneten Netz

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven bestmöglichen Variante (direkte Luftlinien-Verbindung mit Umwegfaktor 1.3 zwischen dem nördlichen Anschluss der Variante 1 und dem Anschluss Süd mit einer signalisierten Geschwindigkeit von 80km/h).

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)
0
43
41
45
44
45
38
41
43

Gründe für die Unterschiede

Die Varianten unterscheiden sich in ihrer Entlastungswirkung auf das untergeordnete Netz nur sehr minim. Entlastet werden insbesondere die Frauenfelder-, die Rümikerstrasse und der nördliche Teil der Seenerstrasse.

6.1: Teilziel «Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte»

Oberziel: Wirtschaftsentwicklung fördern
 Messgrösse: quantitativ
 Hauptgewichtung: 6%

Beschreibung des Indikators

Mit diesem Indikator wird beurteilt wie sich die Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte Oberwinterthur und Winterthur Seen von und zum Autobahnanschluss 72 Oberwinterthur mit der Zentrumserschliessung verbessert.

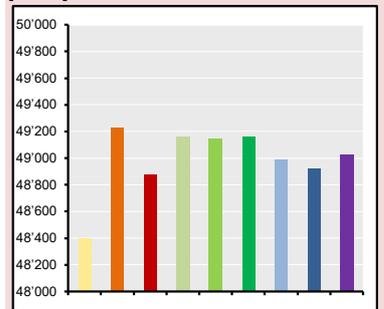
Die Beurteilung der Erreichbarkeit basiert auf der Distanz und der Reisezeit zwischen den Siedlungsschwerpunkten und dem Autobahnanschluss Oberwinterthur. Für die Gewichtung von Distanz und Reisezeit werden die Kostensätze der VSS Norm 41 827 und 41 822a beigezogen. Die Gewichtung je Siedlungsschwerpunkt stützt sich auf die jeweilige Anzahl Einwohner und Einwohnerinnen sowie die jeweilige Anzahl Arbeitsplätze. Bei der KWA werden die fahrleistungsabhängigen Betriebskosten

Grundlagen

- Verkehrsmodell GVM-ZH Stand 2040 (DWV)
- Einwohner und Arbeitsplätze STATPOP, STATENT
- Norm 41 827 und 41 822a

Datengrundlage

Mengengerüst
[Index]



- Legende:**
- Referenzzustand
 - Var 1 - A2
 - Var 2 - A3
 - Var 3 - U.v.B.
 - Var 4 - U.O.
 - Var 5 - U.n.B.
 - Var 6 - U.W.
 - Var 7 - B.W.
 - Var 8 - B v.B.

Erläuterung zur Einheit
Erreichbarkeitsindex

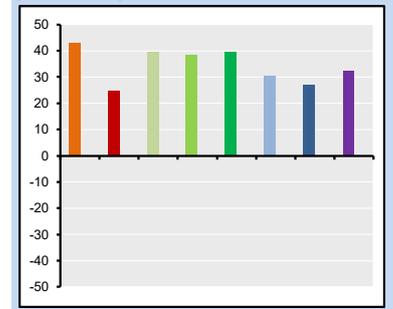
Variante	Mengengerüst Index
Referenzzustand	48'398
Var 1 - A2	49'231
Var 2 - A3	48'876
Var 3 - U.v.B.	49'165
Var 4 - U.O.	49'145
Var 5 - U.n.B.	49'165
Var 6 - U.W.	48'989
Var 7 - B.W.	48'925
Var 8 - B v.B.	49'026

Bewertung

Kosten-Nutzen-Analyse
[Mio Fr / Jahr]

**Indikator wird in
KNA nicht bewertet**

Kosten-Wirksamkeits-Analyse
[in Punkten]



Skalierungsansatz
+/- 50 Punkte = Erhöhung oder Verringerung der Erreichbarkeit um 2 %

Die Skalierung orientiert sich am Bewertungsansatz mittels einer fiktiven bestmöglichen Variante (direkte Luftlinien-Verbindung mit Umwegfaktor 1.3 zwischen dem nördlichen Anschluss der Variante 1 und dem Anschluss Süd mit einer signalisierten Geschwindigkeit von 80km/h).

Wirksamkeitspunkte (-50 bis +50)
0
43
25
40
39
40
31
27
32

Gründe für die Unterschiede

Die Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte wird bei jeder Variante gesteigert. Die Variante 1 - A2 steigert sie am meisten, da sie die direkteste und schnellste Verbindung zwischen Autobahnanschluss und den Siedlungsschwerpunkte bildet. Kurvige Strecken wie die Varianten V2 - A3, V6 - U.W. und V7 - B. vB. steigern die Erreichbarkeit weniger, da sie weniger direkt sind und die Geschwindigkeit in den Kurven oft gesenkt werden muss.

A3 Plandossier