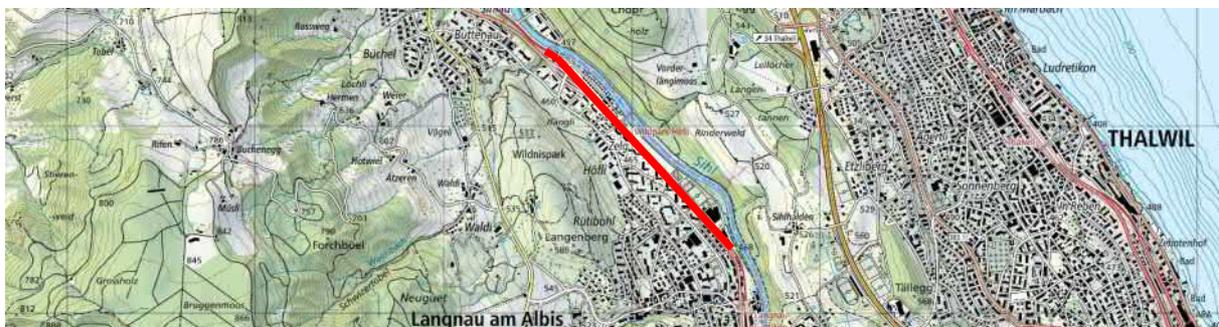


Linie: 712, S4
Km: 8.52 – 10.28
Kanton: Zürich
Gemeinde(n): Adliswil, Langnau am Albis
Projektnummer: 8042
Phase: Auflageprojekt
Datum: 15.03.2023

004

Projekt: S4 Doppelspurausbau
Wildpark-Höfli



Umweltverträglichkeitsbericht (UVB)

Dok.-Nr. ZH07207.100-1

<u>Index:</u>	<u>Erstellt:</u>	<u>Geprüft:</u>	<u>Freigabe:</u>
02.04.2021	mge, cbl, phz, rau	mz, mja	mz
20.04.2022	phz	mz, mja	mz

Bauherrschaft

Florian Heizmann
Projektleiter Bau

Efstratios Dartzalis
Leiter Projektierung

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU
Abteilung Bau
Wolframplatz 21
8045 Zürich
Direkt +41 (0) 44 206 45 43
florian.heizmann@szu.ch

Projektverfasser

i.V. Roman Juon

Daniel Baldenweg
Projektleiter

Fachplanung
Umwelt

dsp Ingenieure + Planer AG
Zürichstrasse 4
8610 Uster
Direkt +41 (0) 44 905 88 33
daniel.baldenweg@dsp.ch

CSD Ingenieure AG
Michael Zanetti
Giesshübelstrasse 62
8021 Zürich
Direkt +41 (0) 44 296 70 02
m.zanetti@cso.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	7
1.1 Ausgangslage und Zielsetzung	7
1.2 Örtliche und zeitliche Abgrenzung	7
2 Grundlagen	9
2.1 Gesetzliche Grundlagen	9
2.2 Projektspezifische Grundlagen	10
3 Verfahren.....	12
3.1 Massgebliches Verfahren	12
3.2 Erforderliche Spezialbewilligungen.....	12
4 Projektbeschreibung.....	13
4.1 Übersicht.....	13
4.2 Vorhaben	13
5 Umweltrelevanz-Matrix.....	15
6 Checkpunkte und Anforderungen nach Bereichen	16
6.1 Natur und Landschaft	16
6.2 Wald.....	22
6.3 Grundwasser, Wasserversorgung	23
6.4 Entwässerung	28
6.5 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	31
6.6 Störfallvorsorge.....	33
6.7 Altlasten	34
6.8 Abfälle	36
6.9 Boden.....	40
6.10 Luft	46
6.11 Nichtionisierende Strahlung (NIS, elektromagnetische Felder).....	48
6.12 Lärm.....	49
6.13 Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	52
6.14 Langsamverkehr, Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (ASTRA).....	54
6.15 Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz (BAK)	57
6.16 Naturgefahren: Hochwasser, Massenbewegungen, Lawinen, Erdbeben (BAFU)	58
7 Anforderungen an die Umweltbaubegleitung & Umweltbauabnahme.....	59
7.1 Kriterien für das Einsetzen einer UBB	59
7.2 Pflichtenheft der UBB / BBB	59
8 Schlussfolgerung	61
9 Impressum	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Übersichtsplan mit Projektperimeter in Rot	8
Abbildung 4.1	Schemaplan Doppelspurausbau.....	13
Abbildung 6.1	Vorgeschlagene mögliche Standorte für Heckenersatz-Pflanzungen.....	17
Abbildung 6.2	Berechnung Durchflussverminderung durch Pfahlfundation Stützmauer Fussballplatz	25
Abbildung 6.3	Ausschnitt aus dem Kataster der belasteten Standorte Kanton Zürich.....	34
Abbildung 6.4	Vom Projekt (rot markiert) betroffenen Wanderwege (schwarz umkreist).....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1	Zustände und Zeithorizonte für die Beurteilung der Umweltbereiche	7
Tabelle 5-1	Relevanzmatrix	15
Tabelle 6.1	Lebensraumbilanz (Flächenbilanz).....	18
Tabelle 6-2	Massnahmen Neophyten.....	18
Tabelle 6-3	Abfallarten (ohne Berücksichtigung Neophyten-Belastung von Boden/Aushub), Kubaturen und Entsorgungswege	38
Tabelle 6-4	Zugeführtes Material.....	38
Tabelle 6-5	Belastungskategorien Bodenmaterial	42
Tabelle 6-6	Bodenkubaturen gerundet, unterteilt nach Belastungskategorie (ohne Berücksichtigung Neophyten), sowie nach und Ober- und Unterboden	42
Tabelle 6-7	Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung	44
Tabelle 6-8	Emissionswerte Bahnlärm und kritische Abstände.....	50

Anhangverzeichnis

Anhang A	Lebensraumkarte
Anhang B	Materialbewirtschaftung und Bautransporte
Anhang C	Entwurf Entsorgungskonzept
Anhang D	Bodenaufnahmen mittels Handsondagen
Anhang E	Bodenbelastungsplan
Anhang F	Laborbericht Schadstoffanalysen Boden
Anhang G	NISV-Nachweis SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli
Anhang H	Standortdatenblatt Fahrleitungsanlage (NIS)
Anhang I	Entwurf Baulärmkonzept

Zusammenfassung

Das gestiegene Verkehrsaufkommen auf der Strecke der Sihltalbahn führt seit der Einführung des 10-Minuten-Taktes in den Stosszeiten immer wieder zu Verspätungen, welche aufgrund der geringen zeitlichen Reserven innerhalb der Kreuzungsstellen oft auch auf den Gegenzug übertragen werden. Um die Nachfrage auch mit dem erwarteten weiteren Anstieg der Fahrgastzahlen decken zu können, plant die Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU einen Doppelspurausbau im Abschnitt zwischen Langnau am Albis und Adliswil (Bahn km 8.990 bis 10.246), womit auch die bestehende Haltestelle Wildpark-Höfli umgebaut wird. Das Projekt überschreitet die Grenze für UVP-pflichtige Vorhaben gemäss Ziffer 12.2 Anhang UVPV von 40 Millionen Franken. Der vorliegende Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) richtet sich nach dem UVP-Handbuch des BAFU (09/23) und zeigt die zu erwartenden Raum- und Umweltauswirkungen auf.

Natur und Landschaft

Während dem Bau sind temporäre Beeinträchtigungen von Lebensräumen und Landschaft möglich, sie werden jedoch nach Bauende vollständig wiederhergestellt. Invasive Neophyten werden vor und während dem Bau kontrolliert sowie bei Bedarf regelmässig entfernt.

Im Projektperimeter sind keine inventarisierten Natur- oder Landschaftsschutzobjekt betroffen. Gemäss den Feldaufnahmen 2020 können sowohl Hecken (1'700 m²) als auch Vernetzungen für Reptilien (850 m²) als schützenswert eingestuft werden. Beide Lebensräume werden soweit möglich wiederhergestellt bzw. durch neue Böschungen kompensiert. Die neuen südexponierten Böschungen werden als Magerwiesen (870 m²) angelegt.

Wald

Durch das vorliegende Projekt werden keine Waldflächen tangiert. Der Umweltbereich Wald ist somit nicht relevant.

Grundwasser

Der gesamte Perimeter liegt im Bereich des Sihltalgrundwasserstroms im Gewässerschutzbereich A_u. Das Grundwasser wird durch den Neubau der PU Zelgweg und die Pfahlfundation der Stützmauer beim Fussballplatz tangiert. Durch den Einbau eines Materialersatzes bei der PU Zelgweg wird erreicht, dass die Durchflusskapazität des Grundwassers um nicht mehr als 10% vermindert wird. In der Bauphase ist die SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» zu berücksichtigen.

Entwässerung

Während der Bauphase fällt Baustellenabwasser an, welches bei Einleitung von Fest- und Schadstoffen in unzulässigen Konzentrationen eine erhöhte Gefährdung für die Oberflächengewässer oder das Grundwasser darstellt. Vor Baubeginn ist ein Baustellenentwässerungskonzept nach SIA 431 «Entwässerung von Baustellen» zu erstellen. Damit und mit der Überwachung der Umsetzung aller gewässerschutztechnischen Massnahmen wird diese Gefährdung bei normalen wie auch bei ausserordentlichen Ereignissen auf ein Minimum beschränkt.

Die Gleisentwässerung für die Betriebsphase wird mehrheitlich neu erstellt, erfolgt aber analog zu heute via die bestehenden Meteorwasser- und Entwässerungsleitungen in die Sihl bzw. in den Gontenbach. Die vorgesehene Entwässerung ist aufgrund der geringen Belastungsklasse des Gleisabwassers und der Einleitverhältnisse ohne Retention und Behandlung zulässig.

Die Strassenentwässerung bleibt analog zu heute bestehen.

Oberflächengewässer

Durch das Projekt werden keine Oberflächengewässer oder deren Gewässerräume permanent beeinträchtigt. Die Baupiste im Bereich von ca. km 9.4 – 9.75 kommt allerdings temporär knapp im Gewässerraum der Sihl zu liegen. Da aufgrund der Platzverhältnisse keine Alternativen vorliegen, muss eine Ausnahmegewilligung für die temporäre Installation beantragt werden. In den übrigen Bereichen werden alle Gewässer und deren Gewässerräume sowohl während der Bauphase wie auch in der Betriebsphase durchgehend in ihrem heutigen Zustand erhalten.

Störfallvorsorge

Die Bahnlinie ist im Chemierisikokataster nicht aufgeführt bzw. es werden auf der Linie keine Chemikalien transportiert. Die Bahnlinie unterliegt daher nicht der Störfallverordnung. Die Kantonsstrasse wird nicht massgeblich verändert. Es ist daher keine Auswirkung auf Störfallrisiken zu erwarten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

Alllasten

Angrenzend an den Projektperimeter liegt ein belasteter Standort: Betriebsstandort 0136/I. 0027-001, welcher als belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig klassiert ist. Während den Bauarbeiten finden in nächster Nähe des belasteten Standorts Eingriffe im Rahmen von Tiefbauarbeiten für den Strassen-, Werkleitungs- und Betonbau statt und die bestehende Lärmschutzwand wird ersetzt. Falls Aushubmaterial in diesem Bereich anfällt, wird es während dem Bau beprobt und entsprechend der Analytik verwertet oder entsorgt.

Abfälle

Während der Arbeiten fallen diverse Abfälle wie Aushub, Ausbauasphalt, Strassenausbruch, Schotter, Leitungen und Bausperrgut an. Zudem wird Boden tangiert. Für das Projekt wird ein entsprechendes Abfall- und Materialbewirtschaftungskonzept, sowie nach Abschluss der Arbeiten ein Entsorgungsnachweis erstellt. Einen Teil des Materials kann im Projekt wiederverwendet werden. Das übrige Material wird entsprechend seiner Belastung entsorgt, aufbereitet oder wiederverwendet.

Boden

Durch das Projekt wird Boden temporär für die Erstellung von Installationsplätzen, sowie definitiv für den Ausbau der Gleis- und Perronanlage beansprucht. Der gesamte Projektperimeter liegt im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen und wurde daher entsprechend auf Schadstoffe untersucht und analysiert. Ein Teil des Bodens kann projektintern wiederverwendet werden. Das übrige Material wird, soweit möglich, in Drittprojekten verwendet oder in einer entsprechenden Deponie abgelagert.

Luft

Während der Bauphase fallen aufgrund der Materialtransporte und der Bauarbeiten relevante Luftschadstoffemissionen an, die mittels Massnahmen der Massnahmenstufe B gemäss Baurichtlinie Luft begrenzt werden. Eine UBB kontrolliert und überwacht die korrekte Umsetzung der emissionsbegrenzenden Massnahmen.

Nichtionisierende Strahlung (NIS)

Durch den Bau des Doppelspurabschnittes müssen die Fahrleitungen ergänzt und angepasst und ihre Lage verändert werden. Die Berechnungen zur NIS-Belastung zeigen jedoch, dass die relevanten Grenzwerte bei den nächstliegenden Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) auch zukünftig eingehalten werden.

Lärm

Der Baulärm (inkl. Bautransporte) ist aufgrund der Dauer der Bauphasen sowie der Distanz zu den lärmempfindlichen Empfängern als relevant zu betrachten. Unter Berücksichtigung der Massnahmenstufe B für die Bauarbeiten und der Massnahmenstufe A für die Bautransporte gemäss Baulärm-Richtlinie kann die Belastung aber im vertraglichen Rahmen gehalten werden.

Als Ersatz für aufgrund der Bauarbeiten wegfallende Lärmschutzwände (LSW) werden neue LSW erstellt. Im Bereich Gartendörfli wird dabei auch die heute bestehende Lücke zwischen den vorhandenen beiden LSW geschlossen. Zudem wird die neue LSW länger als die bestehende. Die massgebenden Grenzwerte können mit diesen Massnahmen klar eingehalten werden.

Erschütterungen

Die Bauarbeiten sind teilweise mit Emissionen von Erschütterungen und Körperschall verbunden. Auf erschütterungsrelevante Bauverfahren soll soweit möglich verzichtet werden. Zudem ist für die Nachbargebäude (sowie Strassen und Werkleitungen) ein Konzept zur Überwachung und Beweissicherung auszuarbeiten.

Aufgrund von (wenigen und geringen) Richtwertüberschreitungen in der Betriebsphase wird als Schutzmassnahme von km 9.060 bis 9.397 eine Unterschottermatte (USM) eingebaut. Gemäss Vorsorgeprinzip nach Umweltschutzgesetz wird dadurch die gesamte Siedlung Gartendörfli geschützt. Diese Massnahme reduziert die Erschütterungen um etwa 40%, weil die Emission ein hochfrequentes Maximum aufweist. Die Unterschottermatte reduziert den Körperschall erheblich um gut 5 dB

Historische Verkehrswege

Die Sihltalstrasse ist als Objekt im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) verzeichnet (Objekt Nr. ZH 1140.2, regionale Bedeutung, historischer Verlauf ohne Substanz). Die Sihltalstrasse muss aufgrund des Doppelspurausbau im Bereich zwischen km 9.20 und 9.60 etwas nach Westen verschoben werden. Dies hat jedoch keinen spürbaren Einfluss auf das IVS-Objekt, weshalb der Umweltbereich «Historische Verkehrswege» als nicht relevant beurteilt wird.

Denkmalpflege und Ortsbildschutz

Es befinden sich keine im Bundesinventar für Ortsbildschutz (ISOS) aufgeführten Objekte innerhalb vom Projektperimeter. Es sind keine Objekte der Denkmalpflege sowie nachgewiesene oder vermutete archäologischen Stätten tangiert. Der Umweltbereich ist somit für das Vorhaben nicht relevant.

Langsamverkehr

Vom Projekt sind zwei Wanderwegverbindungen betroffen. Die Wanderwege werden während der Baustelle umgeleitet. Während dem Betrieb sind keine Auswirkungen auf den Langsamverkehr zu erwarten.

Naturgefahren

Im Untersuchungsperimeter sind verschiedene Stellen in der Gefahrenkarte mit Hochwassergefahr markiert. Durch das Projekt werden weder in der Bauphase noch in der Betriebsphase die Hochwasserrisiken beeinflusst. Es sind daher keine Auswirkungen auf den Umweltbereich Naturgefahren zu erwarten.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das gestiegene Verkehrsvolumen auf der Strecke der Sihltalbahn S4 konnte in den vergangenen Jahren mit fahrzeugseitigen und betrieblichen Massnahmen (Fahrplanverdichtung, Fahrzeugvergrösserung) abgedeckt werden. Durch das gestiegene Verkehrsvolumen und die Einführung des 10-Minuten-Taktes in den Stosszeiten sind jedoch die zeitlichen Reserven innerhalb der Kreuzungsstellen sehr gering, so dass Verspätungen häufig auf den Gegenzug übertragen werden.

Der zu erwartende weitere Anstieg der Fahrgastzahlen kann mit der bestehenden Infrastruktur nicht mehr bewältigt werden. Die aus der Gesamtbetrachtung resultierende und mit dem Zürcher Verkehrsverbund (ZVV) abgestimmte Angebotsplanung bedingt einen weiteren Infrastrukturausbau, welcher auf die Anforderungen des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG) Rücksicht nimmt. Daher ist im Abschnitt zwischen km 8.9 bis 10.2 ein Doppelspurausbau vorgesehen, womit auch die bestehende Haltestelle Wildpark-Höfli umzubauen ist.

Gemäss Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) sind die Anlagen, die ganz oder überwiegend dem Bahnbetrieb dienen und einen Kostenvoranschlag (exkl. Sicherungsanlagen) von mehr als 40 Millionen Franken ausweisen UVP-pflichtig (Ziffer 12.2 Anhang UVPV).

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung des Auflageprojektes wurde die CSD Ingenieure AG angefragt, für das Projekt einen UVB zu erstellen. Der Bericht zeigt die Auswirkungen in allen Umweltbereichen sowie die geplanten Massnahmen auf.

Der vorliegende UVB des Projektes Doppelspurausbau Wildpark-Höfli wurde mit Hilfe des UVP-Handbuchs des BAFU (09/23) erstellt. Als weitere Arbeitshilfe diente die "Checkliste Umwelt für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen" (Stand 10/2020). Die bei den Untersuchungen in den einzelnen Umweltbereichen zur Anwendung gelangenden Methoden und Verfahren werden in den jeweiligen Abschnitten des Kapitels 5 dargestellt.

1.2 Örtliche und zeitliche Abgrenzung

1.2.1 Massgebende Zustände und Zeithorizonte, Abgrenzung

Tabelle 1-1 Zustände und Zeithorizonte für die Beurteilung der Umweltbereiche

Zeitzustand	Jahr	Beschreibung	Verwendung
Ist-Zustand [t ₀]	2020	Zustand Start Projektierung	Beschreibung der heutigen Situation für alle Umweltbereiche.
Ausgangszustand [t _A]	2023	Zustand bei Baubeginn	Der Ausgangszustand entspricht dem Ist-Zustand, da der Zeitraum zwischen den Zuständen gering ist und keine relevanten Veränderungen zu erwarten sind.
Bauphase [t _B]	2023-2024	Zeitraum vom Beginn bis zum Abschluss der Bauarbeiten	Beschreibung der Umweltauswirkungen während der Bauphase (März 2023 bis November 2024).
Referenzzustand [Z _r]	2024	Fiktiver Zustand der Situation im Jahr der Inbetriebnahme ohne das Projekt	Der Referenzzustand wird dem Ausgangs- resp. Ist-Zustand gleichgesetzt, da der Zeitraum zwischen den Zuständen gering ist und keine relevanten Veränderungen zu erwarten sind.
Betriebsphase [Z _{t+}]	2024	Zustand im Jahre der Inbetriebnahme mit realisiertem Projekt	Beschreibung resp. Beurteilung der Umweltauswirkungen unmittelbar nach der Inbetriebnahme des Projekts.

1.2.2 Standort und Umgebung

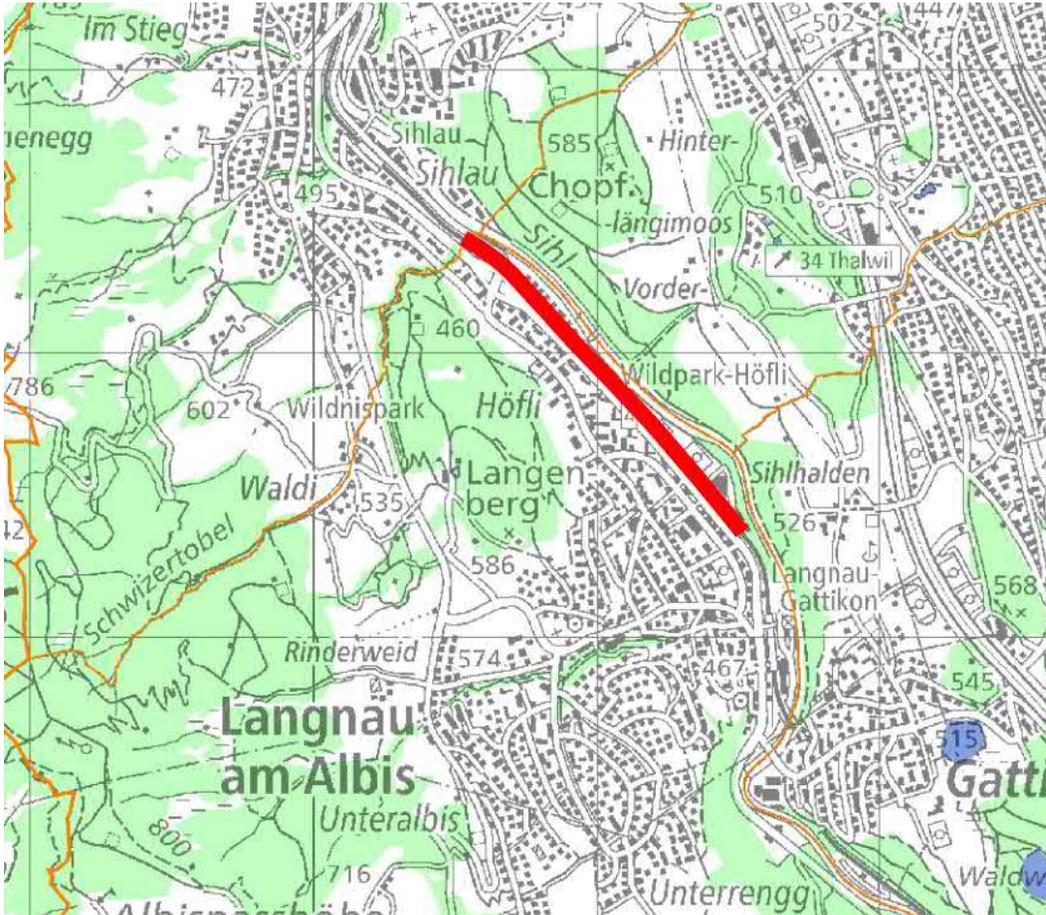


Abbildung 1.1 Übersichtplan mit Projektperimeter in Rot

Der Projektperimeter befindet sich zwischen der Haltestelle Sihlau und dem Bahnhof Langnau-Gattikon (vergl. Abbildung 1.1) in der Gemeinde Langnau am Albis und schliesst die Haltestelle Wildpark-Höfli mit ein. Er beginnt bei km 10.25 (Gemeindegrenze zwischen Adliswil und Langnau a. A.) und endet bei km 10.25. Die Sihltalbahn verläuft in diesem Abschnitt mehrheitlich parallel zur südwestlich verlaufenden Sihltalstrasse. Die Sihl fliesst nordöstlich entlang des Bahntrassees in einem Abstand von 20 bis ca. 135 m. Sie wird im Bereich des Projektperimeters durch ein Drittprojekt («Ökologische Ersatzmassnahmen Sihl») im Zusammenhang mit dem Entlastungsstollen Thalwil) aufgewertet. Dieses Drittprojekt grenzt zwar an das Projekt der SZU an, beeinflusst jedoch den Doppelspurausbau nicht. Geplant sind Aufwertungen im Gerinne mit Inselstrukturen, Raubäumen und Sandbänken sowie einem Nebenarm im Bereich der Sihlhalden und diverse Buhnen entlang der Ufer.

Auf der Nordseite des Bahntrassees (Bereich des neuen Gleises) befinden sich von Süden nach Norden: Die Sportanlagen Sihlmatten (Tennis-Halle und Fussballplätze), Gewächshäuser einer Gärtnerei, Landwirtschaftsland sowie nordwestlich an die Haltestelle Wildpark-Höfli anschliessend ein Wohnquartier beim Gartendörfliweg.

Der Doppelspurausbau ist im kantonalen Richtplan festgesetzt (Richtplantext vom 28.10.2019, Kap. 4.3, Nr. 8 «Brunau – Langnau»). Es bestehen somit keine Konflikte mit der Raumplanung.

1.2.3 Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter wird durch das Projekt selbst und dessen unmittelbare Umgebung gebildet und umfasst den Streckenabschnitt von km 8.85 bis km 10.25 (vergl. Abbildung 1.1) sowie die temporär beanspruchten Flächen.

2 Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1983), "Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (USG)", SR 814.01.
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1966), "Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG)", SR 451.
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (WaG)", SR 921.0.
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (1986), "Bundesgesetz vom 20. Juni 1986 über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG)", SR 922.0.
- [5] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG)", SR 814.20.
- [6] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (BGF)", SR 923.0.
- [7] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979), "Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung (RPG)", SR 700.
- [8] Schweizerische Eidgenossenschaft (1985), "Bundesgesetz vom 4. Oktober 1985 über Fuss- und Wanderwege (FWG)", SR 704.
- [9] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau (WBG)", SR 721.100.
- [10] Schweizerische Eidgenossenschaft (1960), "Bundesgesetz vom 8. März 1960 über die Nationalstrassen (NSG)", SR 725.11.
- [11] Schweizerische Eidgenossenschaft (1985), "Bundesgesetz vom 22. März 1985 über die Verwendung der zweckgebundenen Mineralölsteuer und der Nationalstrassenabgabe (MinVG)", SR 725.116.2.
- [12] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), "Nationalstrassenverordnung (NSV) vom 7. November 2007", SR 725.111.
- [13] Schweizerische Eidgenossenschaft (2008), "Verordnung vom 10. September 2008 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (FrSV)", SR 814.911.
- [14] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Verordnung vom 21. Januar 1991 über den Schutz der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Hochmoorverordnung)", SR 451.32.
- [15] Schweizerische Eidgenossenschaft (1994), "Verordnung vom 7. September 1994 über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung)", SR 451.33.
- [16] Schweizerische Eidgenossenschaft (1996), "Verordnung vom 1. Mai 1996 über den Schutz der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Moorlandschaftsverordnung)", SR 451.35.
- [17] Schweizerische Eidgenossenschaft (1977), "Verordnung vom 29. März 2017 über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (VBLN)", SR 451.11.
- [18] Schweizerische Eidgenossenschaft (1992), "Verordnung vom 28. Oktober 1992 über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Auenverordnung)", SR 451.31.
- [19] Schweizerische Eidgenossenschaft (2010), "Verordnung vom 13. Januar 2010 über den Schutz der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung (TwwV)", SR 451.37.
- [20] Schweizerische Eidgenossenschaft (2001), "Verordnung vom 15. Juni 2001 über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (AlgV)", SR 451.45.
- [21] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz (NHV)", SR 451.1.

- [22] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Verordnung vom 21. Januar 1991 über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (WZVV)", SR 922.32.
- [23] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Verordnung vom 30. September 1991 über die eidgenössischen Jagdbanngelände (VEJ)", SR 922.31.
- [24] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), "Verordnung vom 7. November 2007 über die Pärke von nationaler Bedeutung (PäV)", SR 451.36.
- [25] Schweizerische Eidgenossenschaft (1992), "Verordnung vom 30. November 1992 über den Wald (WaV)", SR 921.01.
- [26] Schweizerische Eidgenossenschaft (1994), "Verordnung vom 29. November 1994 über forstliches Vermehrungsgut", SR 921.552.1.
- [27] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), "Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV)", SR 814.201.
- [28] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), "Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (StFV)", SR 814.012.
- [29] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), "Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (AltIV)", SR 814.680.
- [30] Schweizerische Eidgenossenschaft (2015), "Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)", SR 814.600.
- [31] Schweizerische Eidgenossenschaft (2005), "Verordnung vom 22. Juni 2005 über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)", SR 814.610.
- [32] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), "Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo)", SR 814.12.
- [33] Schweizerische Eidgenossenschaft (2000), "Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000 (RPV)", SR 700.1.
- [34] Schweizerische Eidgenossenschaft (1985), "Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV)", SR 814.318.142.1.
- [35] Schweizerische Eidgenossenschaft (1986), "Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV)", SR 814.41.
- [36] Schweizerische Eidgenossenschaft (1981), "Verordnung vom 9. September 1981 über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (VISOS)", SR 451.12.
- [37] Schweizerische Eidgenossenschaft (2010), "Verordnung vom 14. April 2010 über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS)", SR 451.13.
- [38] Schweizerische Eidgenossenschaft (1994), "Verordnung vom 2. November 1994 über den Wasserbau (WBV)", SR 721.100.1.
- [39] Schweizerische Eidgenossenschaft (1999), "Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (BV)", SR 101.
- [40] Schweizerische Eidgenossenschaft (1972), "Übereinkommen vom 23. November 1972 zum Schutz des Kultur- und Naturgutes der Welt", SR 0.451.41.
- [41] Schweizerische Eidgenossenschaft (1999), "Verordnung vom 23. Dezember 1999 zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung", SR 814.710

2.2 Projektspezifische Grundlagen

- [42] UVP-Handbuch (BAFU, September 2009)

- [43] Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen (Kanton Zürich, Baudirektion, AWEL, Februar 2019)
- [44] SZU, S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Vorprojekt Var. A 2018 (Basler & Hofmann AG, 2019)
- [45] SZU, S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Entwurf Auflageprojekt vom Januar 2021 (dsp Ingenieure + Planer AG)
- [46] SZU, Doppelspurausbau Wildpark Höfli, Geotechnische Untersuchung (CSD Ingenieure AG, 06.01.2020)
- [47] SZU, Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Bauen im Grundwasser, E-Mail als Bestätigung des Telefongesprächs zwischen Patrick Holzner, CSD Ingenieure AG und Frau Natascha Torres AWEL, Gewässerschutz, Grundwasser und Wasserversorgung (CSD Ingenieure AG, 30.10.2020)

3 Verfahren

3.1 Massgebliches Verfahren

Massgebliches Verfahren ist die Plangenehmigung durch die Genehmigungsbehörde. Das Bundesamt für Verkehr (BAV) als zuständige Genehmigungsbehörde erteilt mit der Plangenehmigung auch sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen.

3.2 Erforderliche Spezialbewilligungen

Das BAV genehmigt mit der Plangenehmigungsverfügung (PGV) das gesamte Projekt. Darin sind auch die folgenden, voraussichtlich notwendigen Spezialbewilligungen enthalten:

- Bewilligung für die Einleitung von Verkehrswegabwasser nach Art.7 GSchG und Art. 6 bis 8 GSchV (Einleitung Gleisabwasser in Oberflächengewässer)
- Bewilligung für die temporäre Erstellung von Anlagen im Gewässerraum nach Art. 41c GSchV.
- Bewilligung für Eingriffe im Bereich geschützter Arten oder schützenswerte Lebensräume und Arten nach Art. 22 Abs. 1 NHG i.V.m. Art. 20 Abs. 3 NHV
- Bauten im Grundwasser nach Art. 19 Abs. 2 GSchG, Art. 31 Abs. 2 und 32 Abs. 4 GSchV: Gewässerschutzbereich A_U
- Ausnahmegewilligungen für Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_U gemäss GSchV, Anhang 4, Ziffer 211 Absatz 2 und einer Absenkung des Grundwasserspiegels während der Bauzeit gemäss Art. 36 ff. und 70 des kantonalen Wasserwirtschaftsgesetzes sowie Art. 19 des GSchG

Die Bewilligung für eine allfällige Einleitung von Baustellenabwasser in ein Oberflächengewässer wird nicht im Rahmen der PGV erteilt, sondern muss im Rahmen des durch den Unternehmer zu erstellen Baustellenentwässerungskonzepts eingeholt werden

4 Projektbeschreibung

4.1 Übersicht

Der Projektperimeter (Umbaubereich) erstreckt sich von km 8.85 bis 10.25 (1.4 km) und liegt in der Gemeinde Langnau am Albis, zwischen der Haltestelle Sihlau und dem Bahnhof Langnau-Gattikon. Der betroffene Abschnitt befindet sich zwischen der Sihl im Norden und der Sihltalstrasse im Süden. Der eigentliche Doppelspurausbau beginnt bei km 8.990 (Weiche 1) und endet bei km 10.164 (Weiche 2). Im Rahmen des Projekts wird auch die Haltestelle Wildpark-Höfli – welche sich im Ausbauperimeter bei ca. km 9.5 befindet – umgebaut.

Die Linie S4 der Sihltal Zürich Uetliberg-Bahn SZU verkehrt im betroffenen Abschnitt heute in den Hauptverkehrszeiten zwischen 06 – 09 Uhr und zwischen 16 – 19 Uhr im 10-Minuten-Takt in beide Richtungen. In den restlichen Betriebszeiten besteht ein 20-Minuten-Takt. Die Haltestellen Sihlau und Wildpark-Höfli werden ganztags im 20-Minuten-Takt bedient.

Der Doppelspurausbau erfolgt grösstenteils in Richtung Nordosten, da der Streckenabschnitt südwestlich durch die Sihltalstrasse beschränkt wird. Auf der Höhe der Haltestelle Wildpark-Höfli muss die Sihltalstrasse etwas nach Südwesten verlegt werden, damit der Platz für die neuen Perrons und die neuen Gleise ausreicht.

Abbildung 4.1 gibt einen schematischen Überblick über den Doppelspurausbau.

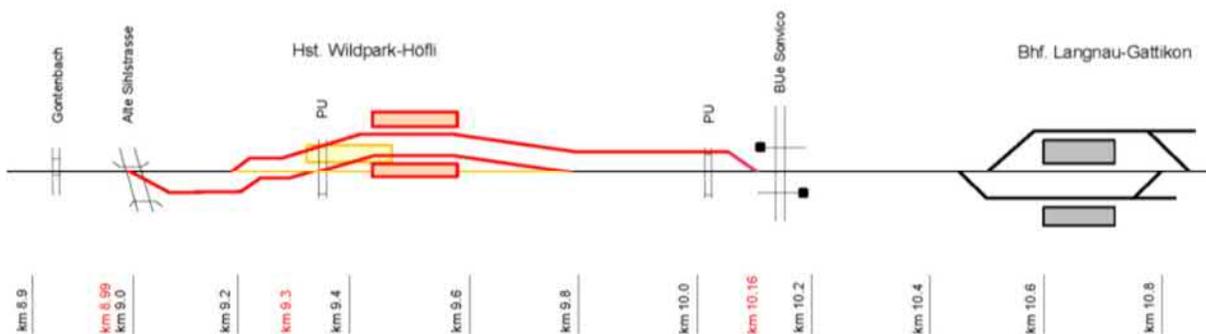


Abbildung 4.1 Schemaplan Doppelspurausbau

4.2 Vorhaben

4.2.1 Projektbestandteile

Das Projekt umfasst folgende Bestandteile:

- Neubau Doppelspur km 8.990 bis km 10.164
- Neubau Weichen inkl. Weichenheizung
- Neubau / Anpassung Gleisunterbau und Entwässerung
- Neubau von zwei Aussenperrons Haltestelle Wildpark-Höfli inkl. Möblierung und Rampen zu den Personenunterführungen
- Neubau der Personenunterführung Zelgweg bei Haltestelle Wildpark-Höfli km 9.394
- Verlängerung Personenunterführung Bereich Breitwiesenweg km 10.047
- Neubau Stützwand beim Sportplatz und den angrenzenden Parzellen ca. km 9.78 bis 10.06
- Neubau / Anpassung Kabelkanalisation und Kabelanlagen
- Neubau / Anpassung Fahrleitungsanlagen
- Neubau / Anpassung Elektrische Anlagen

- Massnahmen gegen Lärm (Ersatz Lärmschutzwände Gartendörfli und südwestlich Sihltalstrasse) und Erschütterungen (Einbau Unterschottermatte)
- Bau eines Bahntechnikgebäudes im Bereich des Perron 1
- Umlegung Sihltalstrasse
- Landerwerb
- Verlegung Werkleitungen, insbesondere Quellwasserleitung der Stadt Zürich

4.2.2 Beschreibung der Bauphase (Details siehe technischer Bericht und Bauphasenpläne)

Die Realisierung des Projekts erfolgt von März 2023 bis November 2024. Die Inbetriebnahme ist auf Ende 2024 angesetzt.

Die Bauarbeiten werden in 2 Schichten von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr ausgeführt.

Die Infrastrukturerweiterung soll in zwei Hauptbauphasen erfolgen. In der **Hauptphase 1** sind folgende Arbeiten enthalten:

- Umlegung Quellwasserleitung km 9.1 - 10.2 sowie Ersatz km 8.9 - 9.1
- Personenunterführung (PU) Zelgweg: Abbruch bestehende PU Seite Strasse, Einbau neue PU im Bereich neue Strasse inkl. Zugänge
- Umlegung Kantonsstrasse, inkl. Abbruch / Neuerstellung Lärmschutzwand (LSW)
- Neubau Bahntechnikgebäude

Die **Hauptphase 2** umfasst folgende Arbeiten:

- Zusammenschluss Quellwasserleitung km 9.1 und 10.2
- Personenunterführung (PU) Zelgweg: Abbruch bestehende PU Seite Bahn, Einbau neue PU im Bereich Bahn inkl. Zugänge
- Erstellen der neuen Perrons inkl. Zugangsrampen und Überdachung
- Erstellen der Lärmschutzwände Dörfli
- Erweiterung der Personenunterführung Breitwiesenweg
- Erstellen der Stützmauer km 9.8 – 10.06
- Erstellen des neuen Bahntrasses inkl. sämtlicher bahntechnischen Einrichtungen

5 Umweltrelevanz-Matrix

In der folgenden Tabelle sind sowohl die Relevanz der bestehenden Umweltbelastung (Vorbelastung) wie auch die Umweltauswirkungen des Vorhabens während der Bau- und Betriebsphase je Fachbereich dargestellt. Zusätzlich sind die Standartmassnahmen aufgeführt welche die Auswirkungen auf die Umwelt vermindern.

Tabelle 5-1 Relevanzmatrix

Bereich	Natur und Landschaft	Wald	Grundwasser, Wasserversorgung	Entwässerung	Oberirdische Gewässer, Fischerei	Störfallvorsorge	Altlasten	Abfälle und Materialbewirtschaftung	Boden	Luft	Nichtionisierende Strahlung (NIS)	Lärm	Erschütterungen	Langsamverkehr	Historische Verkehrswege	Denkmalpflege und Ortsbildschutz	Archäologie, Paläontologie	Naturgefahren	Umweltbaubegleitung
Bauphase	○	-	●	○	-	-	●	○	●	●	-	●	●	●	-	-	-	-	ja
Betriebsphase	●	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	○	●	○	-	-	-	-	-
Legende	-																		
	○																		
	●																		
	Keine (relevanten) Umweltauswirkungen (ohne Massnahmen)																		
	Auswirkungen auf die Umwelt werden mit Standardmassnahmen begrenzt																		
	Auswirkungen auf die Umwelt werden mit spezifischen Massnahmen begrenzt																		

6 Checkpunkte und Anforderungen nach Bereichen

6.1 Natur und Landschaft

6.1.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Sind vom Projekt Landschaftsschutzgebiete betroffen?	Nein, es sind keine Landschaften von besonderer Bedeutung bzw. inventarisierte oder geschützte Landschaftsschutzobjekte vom Projekt betroffen.
Sind inventarisierte Lebensräume (Biotope) betroffen?	Nein
Sind geschützte Arten (Pflanzen und Tiere) und/oder schutzwürdige Lebensräume, die nicht inventarisiert sind, betroffen?	Bei Feldaufnahmen im Sommer 2020 wurden Standorte mit Mesophilen Gebüsch (Hecken) sowie Lebensräume von Mauereidechsen festgestellt, welche gemäss NHV als schützenswerte Lebensräume eingestuft werden und ersatzpflichtig sind. Im restlichen Perimeter ist die Vegetation aus artenarmen Fromentalwiesen sowie Gartenanlagen zusammengesetzt welche nicht als schützenswert eingestuft werden (vgl. Lebensraumkarte in Anhang A).
Wird Ufervegetation zerstört?	Nein
Werden Wildtierkorridore oder Vernetzungsachsen der Fauna unterbrochen bzw. deren Funktion gestört?	Nein
Kommen invasive Neophyten vor?	Hinweiskarte Neophytenverbreitung Kanton Zürich: Im Bereich des Bahnübergangs Sonvico sind Goldruten und einjähriges Berufkraut verzeichnet. Auf dem Bankett gegenüber der Siedlung Gartendörfli sind Vorkommen des einjährigen Berufkrauts eingetragen. Zudem ist bei der Parzelle Kat.-Nr. 1390 ein Japanischer Knöterich verzeichnet. Die in der Hinweiskarte angegebenen Bestände wurden noch nicht mittels Begehung auf ihre Richtigkeit hin geprüft.

6.1.2 Projektauswirkungen

Landschaft

Bauphase

In der Bauphase werden zusätzlich zu den nach und nach entstehenden Bauten die benötigten Installationsflächen mit Containerbauten eine temporäre Beeinträchtigung der Landschaft darstellen.

Die Installationsplätze sowie die Baustellenzufahrten verlaufen entlang von Wander- und Verlowegrouten. Die «Erholungslandschaft» wird dadurch gestört. Es werden Abschränkungen und Sichtschutzwände installiert sodass die Störung so gering wie möglich gehalten wird (vgl. Kapitel 6.14).

Die temporäre Beeinträchtigung ist auf die Bauzeit von rund 2 Jahren begrenzt und kann im Kontext der starken Vorbelastung durch die bestehende Bahnlinie als nicht relevant für das Landschaftsbild bezeichnet werden. Die Baustelleninstallationen werden nach Bauende vollständig rückgebaut.

Betriebsphase

Der Doppelspurausbau findet hauptsächlich im Bereich der bestehenden Gleisanlage und Siedlungsgebiet statt. Massgebend wirkt sich die Verbreiterung der bestehenden Anlage aus. Die Anlage wird dadurch etwas Grösser, im Vergleich zur bestehenden Bahnanlage ist die Auswirkung auf die Landschaft jedoch nicht als wesentliche Beeinträchtigung zu beurteilen. Der Charakter der heutigen Landschaft bleibt erhalten.

Natur (Flora, Fauna, Lebensräume)

Temporäre Lebensraumverluste

Die nur temporär tangierten Flächen betreffen hauptsächlich Fromentalwiesen (ca. 7'500 m², nicht schützenswert nach NHV) und ca. 600 m² Hecken (schützenswert resp. ersatzpflichtig). Temporär wegfallende Hecken werden nach Bauabschluss dem Ist-Zustand entsprechend an Ort und Stelle wiederhergestellt.

Permanente Lebensraumverluste und Ersatzmassnahmen

Durch das Projekt gehen maximal 1'500 m² schützenswerte Hecken und 900 m² Lebensraum (Fromentalwiesen) von Reptilien (Mauereidechsen) permanent verloren. Beide Lebensräume sind als ersatzpflichtig einzustufen (Fromentalwiese an sich ist nicht ersatzpflichtig, nur als Lebensraum für Reptilien). Die betroffenen Hecken befinden sich grösstenteils im Siedlungsgebiet entlang von grösseren Überbauungen.

Als Ersatz für definitiv wegfallenden **Hecken** (mesophiles Gebüsch) werden die folgenden möglichen Flächen als Standorte für das Anlegen von neuen Hecken (auf heutigen Fromentalwiesen) vorgeschlagen:

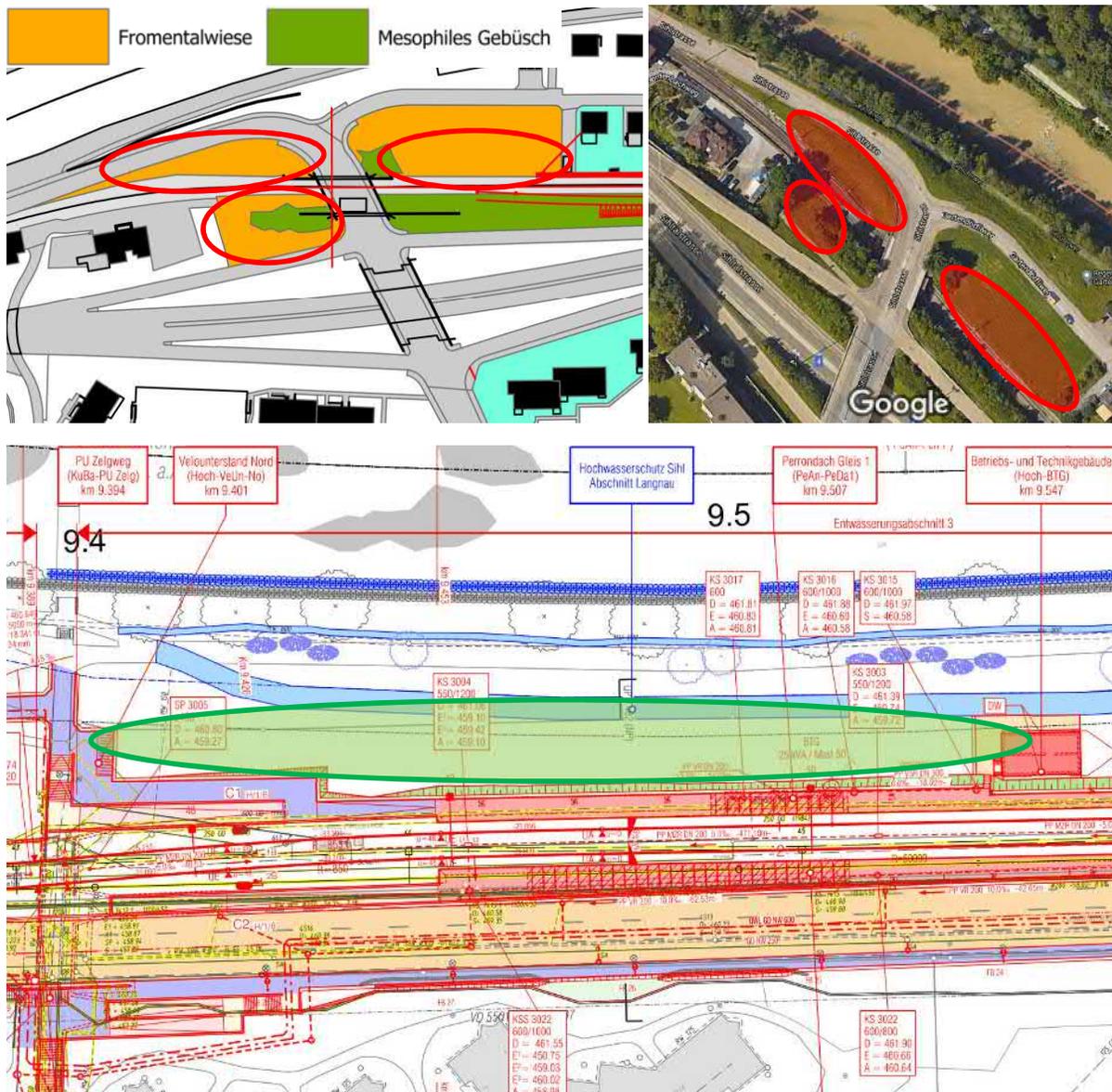


Abbildung 6.1 Vorgeschlagene mögliche Standorte für Heckenersatz-Pflanzungen (rot resp. grün eingekreist)

Die neuen Böschungen (total rund 800 m²) sollen soweit möglich mager gestaltet (und extensiv gepflegt) sowie teilweise (wo sinnvoll und möglich) mit Kleinstrukturen für **Reptilien** (Steinlinsen, Asthaufen) versehen werden. Sie dienen z.T. als Ersatz für den Verlust von Reptilienlebensraum (Annahme: 50% resp. 400 m²). Weiter decken sich Reptilienlebensräume teilweise mit den Gleisanlagen und werden durch das neue Gleis entsprechend vergrössert. Auch bestehende, nicht tangierte Reptilienlebensräume werden wo möglich und sinnvoll mit Kleinstrukturen ergänzt. Die Details werden im Rahmen der weiteren Planung festgelegt.

Tabelle 6.1 Lebensraumbilanz (Flächenbilanz)

Lebensraum	Permanent tangiert [m ²]	Ersatz [m ²]
Reptilienlebensraum	maximal 900 m ² (Fromentalwiese)	Ein Teil der neuen Magerböschung (400 m ²) + neuer Gleisbereich: total mind. 900 m ²
Mesophiles Gebüsch (Hecken)	maximal 1'500 m ²	mind. 1'500 m ²
Total	maximal 2'400 m²	mind. 2'400 m²

Betriebszustand

Während der Betriebsphase sind keine weiteren Auswirkungen auf die Lebensräume zu erwarten. Nach Bauabschluss wird während 3 Jahren eine Erstellungspflege durchgeführt, welche die gewünschte Entwicklung, den Erhalt und die Förderung der neu erstellten Flächen gewährleistet. Dazu zählt auch die regelmässige Kontrolle und Bekämpfung von invasiven Neophyten und Problempflanzen (siehe unten).

Invasive Neophyten (Bauphase)

Die invasiven Neophyten im Projektperimeter müssen in der Vegetationsperiode vor Baubeginn verifiziert und allenfalls entfernt werden. Während der Bauphase ist der Projektperimeter regelmässig zu kontrollieren und allfällige Neophyten sind zu bekämpfen (vgl. Tabelle 5-1).

Sollten während der Neophytenkartierung noch andere invasive Neophyten vorgefunden werden, ist der Umgang damit ebenfalls zu definieren.

Tabelle 6-2 Massnahmen Neophyten

Invasiver Neophyt	Umgang mit dem Pflanzenmaterial	Umgang mit dem Boden/Aushubmaterial
Japanischer Staudenknöterich (<i>Reynoutria japonica</i>)	Vor den Erdarbeiten müssen die Bestände innerhalb des Projektperimeters vollständig ausgegraben werden. Das Pflanzenmaterial inkl. Wurzeln muss in einer Vergärungsanlage oder Kehrichtverbrennungsanlage entsorgt werden. Sind keine Erdarbeiten vorgesehen, wird nur das oberirdische Pflanzenmaterial geschnitten und fachgerecht entsorgt.	In einem Radius von ca. 1-3 m wird bis in eine Tiefe von ca. 3 m Boden/Aushub mit Knöterichmaterial ausgehoben. Der belastete Boden/Aushub wird in eine zugelassene Kiesgrube oder Deponie Typ B mit mind. 5 m Überdeckung über einen Zeitraum von 10 Jahren deponiert. Das Aushubmaterial ist entsprechend der Belastung zu kennzeichnen.
Goldrute (<i>Solidago sp.</i>)	Pflanzenbestände vor der Blüte mähen oder mit den Wurzeln, inkl. Ausläufern entfernen (ausreissen). Das gesamte Pflanzenmaterial (Blätter und Wurzeln) ist in einer professionellen Kompostieranlage (keine Gartenkompostierung und Feldrandkompostierung), in einer Vergärungsanlage oder KVA zu entsorgen.	In einem Radius von 1 m; Tiefe bis max. 30 cm (oberste Schicht mit Rhizomen) wird der Boden ausgehoben. Belastetes Aushub- und Bodenmaterial in einer Kiesgrube oder Deponie Typ A und B mit mind. 1 m Überdeckung (höhe und seitlich) über einem Zeitraum von 10 Jahren deponieren. Das Aushubmaterial ist entsprechend der Belastung zu kennzeichnen.
Einjähriges Berufkraut (<i>Erigeron annuus</i>)	Pflanzenbestände vor der Blüte jäten (mit den Wurzeln ausreissen). Das gesamte Pflanzenmaterial (Blätter und Wurzeln) ist in einer professionellen Kompostieranlage (keine Gartenkompostierung und Feldrandkompostierung), in einer Vergärungsanlage oder KVA zu entsorgen.	In einem Radius von 1 m; Tiefe bis max. 30 cm wird der Boden ausgehoben. Belastetes Aushub- und Bodenmaterial in einer Kiesgrube oder Deponie Typ A und B mit mind. 1 m Überdeckung (höhe und seitlich) über einem Zeitraum von 10 Jahren deponieren. Das Aushubmaterial ist entsprechend der Belastung zu kennzeichnen.

Licht

Bauphase

In der Bauphase ist vereinzelt mit Nacharbeiten zu rechnen. Die in der Bauphase dazu benötigten Leuchtmittel erfüllen die Vorgaben der Publikation „Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen“ (BAFU 2005, Vollzug Umwelt Nr. 8010) und der SIA-Norm „Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum“ (SIA 2013; Norm SN 586 491). Sie berücksichtigen ebenso die Empfehlungen der Vogelwarte Sempach „Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht“. Die wichtigsten Vorgaben aus diesen Dokumenten sind:

- Leuchtkörper werden abgeschirmt und das Licht erfüllt lediglich seinen Beleuchtungszweck (Leuchtballone, welche oben abgeschirmt sind)
- Die Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten werden auf das notwendige Mass minimiert.
- Es wird nur in dem Zeitraum beleuchtet, in dem das Licht effektiv benötigt wird.
- Die Lampen werden mit möglichst kurzwelligem Licht (LED) ausgerüstet, welche einen deutlich geringeren Energieverbrauch aufweisen.
- Die Lampen werden so gestaltet bzw. abgedichtet, dass keine Insekten in das Gehäuse eindringen können und verenden.
- Die Lampen werden nicht auf reflektierenden Hintergrund (von stationären Objekten) gerichtet.

Betriebsphase

Um die Lichtverschmutzung so gering wie möglich zu halten, erfüllt die Beleuchtung die Vorgaben der Publikation „Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen“ (BAFU 2005,) und der SIA-Norm „Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum“ (SIA 2013; Norm SN 586 491). Ebenfalls berücksichtigt werden die Empfehlungen der Vogelwarte Sempach bzgl. spiegelnden Glasflächen und Beleuchtung:

- Leuchtkörper werden abgeschirmt und das Licht erfüllt lediglich seinen Beleuchtungszweck, d.h. nur nach unten gerichtet ist und die Fahrbahn oder Arbeitsbereiche beleuchtet.
- Die Lampen werden mit möglichst kurzwelligem Licht (warmweisse LED Lampen) ausgerüstet, welche einen deutlich geringeren Energieverbrauch aufweisen.
- Die Lampen werden so gestaltet bzw. abgedichtet, dass keine Insekten in das Gehäuse eindringen können und verenden.

6.1.3 Standardmassnahmen

Nummer	Massnahme
N+L 1	Bauphase: Der Gesuchsteller stellt sicher bzw. ergreift Schutzmassnahmen, dass angrenzende, nicht direkt vom Projekt betroffene wertvolle Lebensräume unversehrt bleiben (Art. 18 Abs. 1ter NHG und Leitfaden Umwelt Nr. 11, BUWAL, 2002).
N+L 2	Bauphase: Baumstämme, Äste und Wurzeln dürfen nicht beschädigt werden. Die Lagerung von Maschinen oder Material unter der Baumkrone oder im Bereich des Wurzelsystems ist zu unterlassen. Alle Einrichtungen zum Schutz der Bäume und Sträucher müssen nach Abschluss der Arbeiten entfernt werden.
N+L 3	Die Bepflanzung der Umgebung erfolgt soweit möglich resp. sinnvoll mit standortgerechten, einheimischen Gehölzen (Art. 18 Abs. 1ter NHG und Art. 14 Abs. 2 Bst. a NHV und Leitfaden Umwelt Nr. 11, BUWAL, 2002).
N+L 4	Auf Böschungen und in anderen wieder oder neu anzulegenden bestockungsfreien Bereichen sind standortgerechte und einheimische Saatmischungen bzw. Pflanzenarten zu verwenden. Grundlage sind die entsprechenden Empfehlungen der Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW).
N+L 5	Beleuchtungsanlagen: Lichtemissionen sollten beschränkt oder vermieden werden (Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen, BUWAL, 2005).
N+L 6	Der Einsatz von Beleuchtungskörpern richtet sich nach den diesbezüglichen Vorgaben des BAFU sowie bezüglich dem Face Lifting RV 05 nach der Absprache BAV/SBB/BAFU.
N+L 7	Bauphase: Mit geeigneten Massnahmen ist zu verhindern, dass das Bauvorhaben indirekt zur weiteren Verbreitung der Neophyten beiträgt (Details siehe auch www.cps-skew.ch/deutsch/info_invasive_pflanzen.htm).

Nummer	Massnahme
N+L 8	Bauphase: Elemente (Fallen), aus denen sich Tiere nicht befreien können, sind zu vermeiden oder mit geeigneten Ausgängen zu versehen. Tiere, die sich im Baustellenbereiche verirrt haben (Amphibien, Reptilien, Säuger), sind mit geeigneten Massnahmen zu befreien.
N+L 9	Pflanzenbehandlungsmittel (Herbizide) dürfen auf Baustellen nicht eingesetzt werden.

6.1.4 Projektspezifische Massnahmen

Nummer	Massnahme
N+L 10	In der Vegetationsperiode vor Baubeginn werden die Neophyten im Projektperimeter aufgenommen
N+L 11	Neu erstellte Böschungen werden als Magerwiesen gestaltet. Es werden standortgerechte, einheimische Pflanzensaat verwendet (Wildpflanzen-Handelssaatgut). Nach Möglichkeit ist in Zusammenarbeit mit der Fachstelle Naturschutz eine Direktbegrünung (autochthones Saatgut) zu prüfen.
N+L 12	Die neuen Magerböschungen sowie die bestehenden, nicht tangierten Reptilienlebensräume werden wo sinnvoll und möglich mit Kleinstrukturen (Steinlinsen, Asthaufen) versehen. Die Details dazu werden im Rahmen der weiteren Planung festgelegt.
N+L 13	Für definitiv wegfallende Hecken wird Ersatz geschaffen (vorgeschlagene / mögliche Standorte für neu anzulegende Hecken siehe oben). Die Details dazu werden im Rahmen der weiteren Planung in Abstimmung mit den entsprechenden Grundeigentümern festgelegt.

6.1.5 Verwendete Richtlinien und Unterlagen

- Natur- und Landschaftsschutz sowie Heimatschutz bei der Erstellung von UVP-Berichten (www.bafu.admin.ch/UVP-4-D), Mitteilung zur UVP Nr. 4, BUWAL, 1991
- VSS-Bericht 1999/240 Vernetzung von Lebensräumen bei der Gestaltung von Verkehrsträgern
- Übersicht aller Bundesinventare (<http://ecogis.admin.ch>)

- Rote Listen der gefährdeten Tierarten, Blütenpflanzen und Farne (www.bafu.admin.ch/VU-9006-D), Moose (www.bafu.admin.ch/VU-9007-D), Flechten und Pilze (www.bafu.admin.ch/pflanzen-pilze)
- Neophyten und Schwarze Listen (www.cps-skew.ch/deutsch/schwarze_liste.htm)
- Planung und Bau von Wildtierpassagen an Verkehrswegen, Richtlinie des UVEK, 10.11.2001
- Korridore für Wildtiere in der Schweiz, BUWAL, 2001 (und kantonale Berichte)
- Lebensräume der Schweiz, Delarze R., Gonseth Y., Galland P., Ott Verlag Thun, 1999
- Wiederherstellung und Ersatz im Natur- & Landschaftsschutz, Leitfaden Umwelt Nr. 11, BAFU 2002
- Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen, Vollzug Umwelt, BAFU, 2005
- VSS Normen SN 640 690a bis 640 694, Fauna und Verkehr
- VSS-Norm SN 671 560, Unterhalt der Grünflächen
- Nationales ökologisches Netzwerk REN, BAFU, 2004
- Richtlinie 2.9d der VSE
- Bahneigene Unterlagen (z.B. IVEG-GIS SBB)

6.2 Wald

6.2.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Muss Wald gerodet werden?	Nein
Sind nachteilige Nutzungen notwendig?	Nein
Sind Bauten in der Nähe des Waldes vorgesehen?	Nein

Da mit dem Doppelspurausbau keine Waldflächen tangiert werden, ist der Umweltbereich nicht relevant.

6.3 Grundwasser, Wasserversorgung

6.3.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Sind Gewässerschutzbereiche A_U vom Projekt betroffen?	Das Gebiet liegt in der Gewässerschutzzone A _U mit einer Grundwassermächtigkeit von 2 bis 10 m. Das Grundwasser im Sihltal fliesst gemäss der kantonalen Grundwasserkarte entlang der Talachse gegen Nord-Westen mit einem Gefälle von rund 1%. Im Projektperimeter fällt der Grundwasserspiegel bei Mittelwasser von Südosten nach Nordwesten von 460 nach 435 m ü. M. Bei Hochwasser steigt der Grundwasserspiegel um etwa 1.5 bis 2.5 m an.
Sind Grundwasserschutzzonen S3 betroffen?	Nein
Sind Grundwasserschutzzonen S2 oder der Grundwasserschutzareale betroffen?	Nein
Sind Grundwasserschutzzonen S1 betroffen?	Nein

6.3.2 Projektauswirkungen

Anhand der Sondierungen für den geotechnischen Bericht [46] (1 Kernbohrung und 10 Rammsondierungen) wurde festgestellt, dass im Projektperimeter eine rund 1 bis 3 m mächtige, feinkörnige Deckschicht über dem Sihlschotter ansteht. Gemäss der abgeteuften Kernbohrung dürfte diese Deckschicht teilweise künstlich aufgefüllt sein. Der unter der Deckschicht folgende Sihlschotter weist eine Mächtigkeit von rund 3 bis 5 m auf und liegt auf der Grundmoräne auf. Das Grundwasser fliesst im Sihlschotter.

Bauphase

Die meisten Bauwerke tangieren während ihrer Bauphase das Grundwasser nicht, da sie oberhalb des Mittelwasserspiegels liegen. Folgende Bauwerke tangierten das Grundwasser:

- **PU Zelgweg:** Die Unterkante der PU Zelgweg kommt auf einer Kote von 456.1 m ü.M. zu liegen, d.h. innerhalb des Sihlschotters und auf dem mittleren Grundwasserspiegel. Die Baugrube zur Erstellung der neuen PU Zelgweg wird durch einen Spundwandkasten begrenzt. Die Spundwandlarssen werden bis in die unter dem Sihlschotter anstehende Moräne eingebunden. Innerhalb dieses Spundwandkastens wird der Grundwasserspiegel unter die Baugrubensohle mittels einer offenen Wasserhaltung mit Pumpensämpfen (vgl. das Kapitel 6.4 bzgl. der Entwässerung) abgesenkt. Die Spundwandlarssen werden nach Bauende wieder vollständig entfernt, sodass der Grundwasserfluss nicht gestört wird.
- **Stützmauer beim Fussballplatz:** Die Stützmauer wird mittels einer Pfahlfundation (Pfahldurchmesser 60 cm, horizontaler Abstand 3.0 m) gegründet. Die Pfähle reichen bis in den unter dem Schotter anstehenden Felsuntergrund. Die Pfähle sind in Grundwasserflussrichtung angeordnet.

Die Baustellenentwässerung inkl. Gewässerschutzmassnahmen werden im Kapitel „Entwässerung“ (6.4) behandelt.

Betriebsphase

- PU Zelgweg: Die Unterkante der PU kommt auf dem Mittelwasserspiegel zu liegen. Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte kann der Grundwasserspiegel bei Hochwasser bis rund 2.6 m darüber ansteigen. Zur Wiederherstellung des Grundwasserdurchflusses wird unter der PU ein 30 cm mächtiger Kieskoffer eingebaut. Die nachfolgende Berechnung zeigt in Anlehnung an die kantonale Wegleitung [43] die Durchflusswiederherstellung (Schnitt durch PU, senkrecht zu den Gleisen und senkrecht zur Grundwasserfließrichtung).

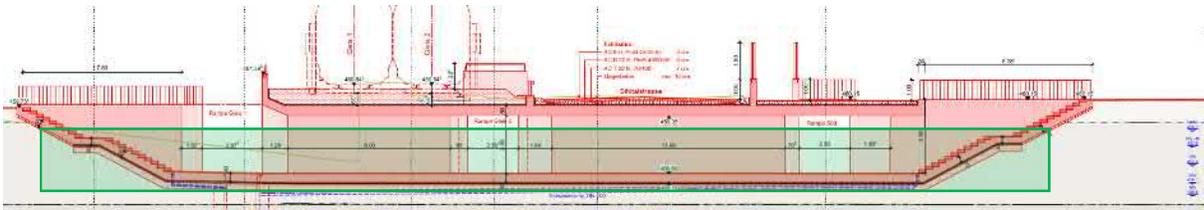
Grundwasserdurchfluss ohne PU:

$$Q = k * A * I$$

$$Q_1 = Q_{\text{Schotter}}$$

$$Q_1 = (3.5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} * 50\text{m} * 3.0\text{m}) * 0.01$$

$$Q_1 = 0.525 \text{ l/s}$$



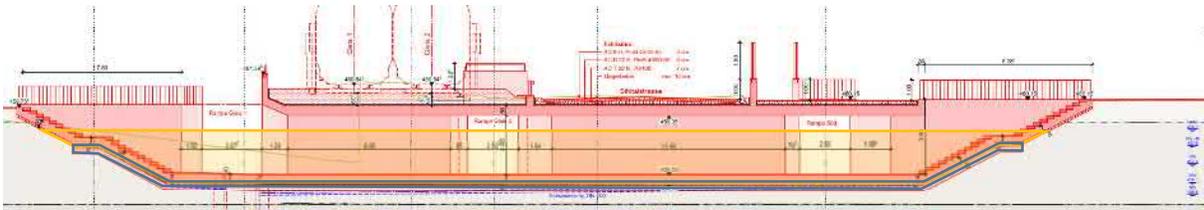
Grundwasserdurchfluss mit PU:

$$Q_2 = Q_1 - Q_{\text{PU}} + Q_{\text{Kieskoffer}}$$

$$Q_2 = 0.525 \text{ l/s} - (3.5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} * ((6.5\text{m} * 3.0\text{m}) + (50\text{m} * 2.2\text{m})) * 0.01) + (2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} * (50\text{m} + 11\text{m}) * 0.3\text{m} * 0.01)$$

$$Q_2 = 0.525 \text{ l/s} - 0.453 \text{ l/s} + 0.458 \text{ l/s}$$

$$Q_2 = 0.530 \text{ l/s}$$



- **Stützmauer beim Fussballplatz:** Das Grundwasser fließt in etwa parallel zur Stützmauer. Dies bedeutet, dass die Pfähle (Pfahldurchmesser 60 cm, horizontaler Abstand 3.0 m) in Grundwasserflussrichtung hintereinander stehen. Gemäss nachfolgender Berechnung wird der Grundwasserdurchfluss um weniger als 10% verringert. Die Situation wurde so mit Frau Natascha Torres vom AWEL (vgl. [47]) telefonisch vorbesprochen.

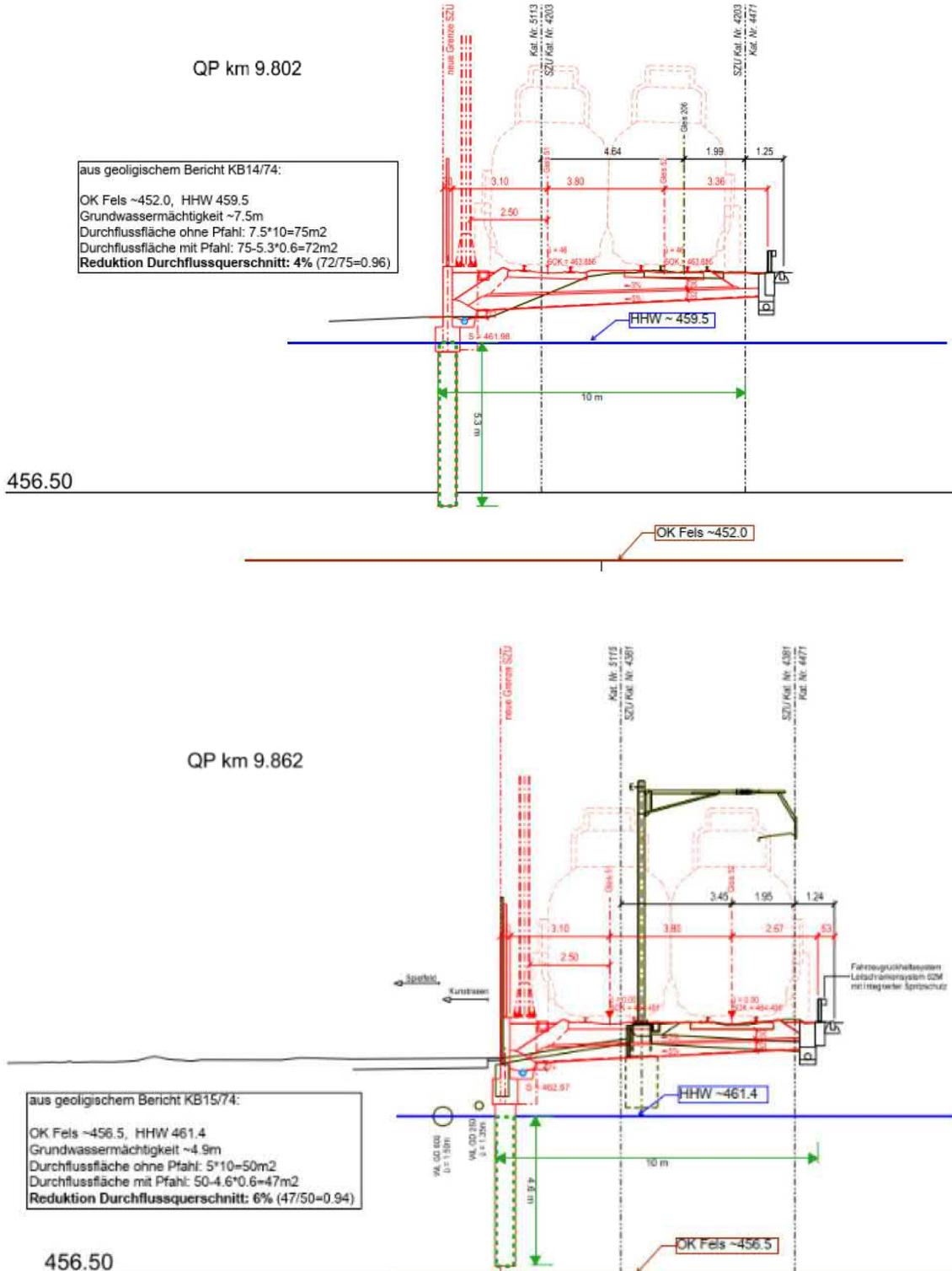


Abbildung 6.2 Berechnung Durchflussverminderung durch Pfahlfundation Stützmauer Fussballplatz

Von der Gleisentwässerung ist das Grundwasser nicht betroffen (keine Versickerung)

6.3.3 Standardmassnahmen

Num- Massnahme mer

Generell gültige Massnahmen

Gw 1 Eine grossflächige Absenkung des Grundwasserspiegels ist nicht zulässig (Art. 43 Abs. 6 GSchG). Der Grundwasserspiegel wird innerhalb der Baugrube für die PU Zelgweg für die Bauzeit lokal abgesenkt. Während der Betriebsphase ist keine Grundwasserspiegelabsenkung vorgesehen.

Gw 2 Einsatz von Recyclingbaustoffen nur ausserhalb von Grundwasserschutzzonen und oberhalb des Grundwasserhöchstspiegels.

Gw 3 Besteht die Gefahr einer Freisetzung wassergefährdender Flüssigkeiten und damit einer Verunreinigung des Grundwassers, sind im Projekt die nötigen Schutzmassnahmen aufzuzeigen.

Massnahmen für Gewässerschutzbereiche Au (zusätzlich zu „Generell gültige Massnahmen“)

Gw 4 Die natürlichen Grundwasserverhältnisse sind zu erhalten (weder wesentliche Absenkung noch Aufstau, keine Strömungsablenkung).

Gw 5 Keine Injektionen oder Rüttelverdichtungen im gesättigten Bereich.

Gw 6 Für die Bauphase (ggf. auch für die Betriebsphase) sind die erforderlichen Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive zu erstellen.

Gw 7 Beim Einsatz von Recyclingbaustoffen wird der Abstand von mindestens 2 m oberhalb des Grundwasserhöchstspiegels eingehalten.

6.3.4 Projektspezifische Massnahmen

Nummer Massnahme

Bauphase

Gw 8 Einholen einer gewässerschutzrechtlichen Bewilligung für die Erstellung aller Bauteile unterhalb des Hochwasserspiegels sowie für die Absenkung des Grundwassers während der Bauphase.

Gw 9 Erstellen eines Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositiv für die Bauphase

Gw 10 Vollständige Entfernung der Spundwand bei der PU Zelgweg nach Beendigung der Bauphase.

Gw 11 Der Einsatz von Jettingpfählen ist nicht erlaubt.

Gw 12 Der Einbau des Materialersatzes bei der PU Zelgweg ist durch einen Hydrogeologen begleiten zu lassen.

Gw 13 In der Bauphase ist die SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» zu beachten, welche eine umweltgerechte Entwässerung der Baustellen garantiert.

Gw 14 Vor Baubeginn hat der Unternehmer ein Entwässerungskonzept gemäss SIA 431 abzugeben, welches aufzeigt, was für Abwasserarten anfallen und welches die Behandlung und Ableitung der Baustellenabwässer regelt. Das Entwässerungskonzept ist dem AWEL zur Kenntnisnahme zuzustellen.

6.3.5 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Wegleitung Grundwasserschutz (www.bafu.admin.ch/VU-2508-D), BUWAL, 2004
- Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen (www.bafu.admin.ch/VU-2310-D) BUWAL, 2002
- Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten (www.bafu.admin.ch/VU-2503-D) BUWAL, 1998
- Der Bereich Gewässerschutz und Fischerei im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (www.bafu.admin.ch/UVP-5-D), Mitteilungen zur UVP Nr. 5, BUWAL, 1990
- VSA-Richtlinie Regenwasserentsorgung (www.vsa.ch/de/publikationen), VSA, 2002
- Reglement RTE 21110 (insb. Anhang 8b ‚Entwässerung von Gleisen‘), VÖV
- Vollzugshilfe «Wesentliche Änderungen einer bestehenden Eisenbahnanlage im Sinne der Gewässerschutzverordnung», BAFU/BAV, 2006
- Richtlinie chemische Vegetationskontrolle, BAV, 2011
- Bahneigene Unterlagen (z.B. Gewässerschutz-GIS SBB)
- Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen (Kanton Zürich, Baudirektion, AWEL, Februar 2019)

6.4 Entwässerung

6.4.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Wird Abwasser versickert?	<p><u>Betriebsphase</u> Gleisabwasser wird nicht versickert. Der gesamte Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich Au. Der geologische Untergrund besteht gemäss geotechnischem Bericht aus einer 0.8 bis 3.0 m tiefen Deckschicht mit hohem Feinkornanteil, welche eine Versickerung des anfallenden Gleisabwassers durch einen bewachsenen humusierten Bahngraben verunmöglicht. Somit ist eine Versickerung über eine biologisch aktive Bodenschicht (Reinigungswirkung) nicht möglich.</p> <p>Es wird nur unverschmutztes Platz- und Dachwasser (Perron und Perrondach von Perron 1 sowie Dach Betriebs- und Technikgebäude) versickert (keine humusierte Bodenpassage erforderlich), entweder über die Schulter resp. Böschung oder via Sickergraben).</p> <p><u>Bauphase</u> Während den Arbeiten an der PU Zelgli ist eine Grundwasserabsenkung mit Wasserhaltung erforderlich. Das abgepumpte Grundwasser wird nach Möglichkeit wieder vor Ort versickert (oder, falls nicht möglich, in über ein Absetzbecken in die Sihl eingeleitet).</p>
Wird Abwasser in ein Gewässer geleitet?	Ja (Bewilligung erforderlich)
Wird Abwasser via Kanalisation entsorgt?	<p><u>Betriebsphase:</u> Keine Einleitung in Schmutzwasserkanalisation</p> <p><u>Bauphase:</u> Falls Anschluss an Schmutzwasserkanalisation vorhanden, wird Schmutzabwasser aus Unterkunft, Waschräumen, WC, Büro etc. über diese einer ARA zugeführt.</p>
Sind Grundwasserschutzareale oder Grundwasserschutzzonen betroffen?	Nein
Ist das Entwässerungssystem (Beseitigung und Behandlung) nach gültigen Vorschriften geplant?	Ja

6.4.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Die gesetzeskonforme und sachgerechte Entsorgung des Baustellenabwassers ist in der SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» festgelegt.

Schmutzabwasser (aus Unterkunft, Waschräumen, WC, Büro etc.) muss über die Schmutzabwasserkanalisation einer ARA zugeführt werden. Falls kein Kanalananschluss zur Verfügung steht, ist das Abwasser in dichten Stapelbehältern ohne Überlauf zu sammeln und regelmässig einer Kläranlage zuzuführen.

Verschmutztes Baustellenabwasser muss grundsätzlich auf der Baustelle mittels Sedimentation (Absetzbecken), Neutralisation, etc. so behandelt bzw. gereinigt werden, dass die Einleitbedingungen in Oberflächengewässer erfüllt werden. Die Ausnahmen regelt Ziffer 52 der SIA 431.

Alkalische Abwässer, wie sie beispielsweise durch Kontakt mit nicht abgebundenem Zement oder frischem Beton entstehen, dürfen ohne Behandlung nicht versickert oder in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Die Ausnahmen regelt Ziffer 516 der SIA 431.

Durch die Einleitung von Baustellenabwasser in ein oberirdisches Gewässer darf dieses nicht eingetrübt werden, und es dürfen sich im Gewässer keine Ablagerungen von Schlamm oder anderen Feststoffen bilden. Wassergefährdende Stoffe dürfen weder im Boden versickern noch in ein Gewässer oder in eine Kanalisation gelangen.

Fahrzeuge und Baumaschinen sind (nach Möglichkeit) bei Nichtgebrauch (d.h. nachts und an Wochenenden) auf befestigten (versiegelten) Plätzen abzustellen. Wenn Maschinen in diesen Zeiten auf unversiegelten Flächen abgestellt werden, sind Auffangwannen unter den Maschinen zu platzieren. Das Betanken von Maschinen hat auf befestigten Plätzen und mittels mobiler doppelwandiger Baustellentanks nach dem Stand der Technik (mit Rückschlagventilen und Überlaufsensoren) zu erfolgen. Das Reparieren und Waschen von Maschinen ist nur auf speziell vorgesehenen Waschplätzen und Werkstätten mit Entwässerung über eine Abwasserbehandlungsanlage zugelassen.

Der Umschlag von wassergefährdenden Stoffen hat auf befestigten (versiegelten) Plätzen zu erfolgen. Dabei ist mittels geeigneter Massnahmen zu verhindern, dass allfällig auslaufendes Benzin/Diesel/Öl in den Boden, ein Gewässer oder das Grundwasser gelangt (i.d.R. durch sofortiges Auffangen mittels Wannen resp. durch Entfernen und Entsorgen von allfälligen Flüssigkeitsverlusten, z.B. mit Hilfe von Bindemitteln).

Flächen, auf welchen das Meteorwasser durch Ausbausphal, Betonabbruch etc. oder andere wassergefährdende Stoffe kontaminiert werden kann, sind zu versiegeln und via Ölabscheider sowie Absetz- und Neutralisationsbecken in die Schmutzwasserkanalisation zu entwässern. Ausserdem sind Lager mit PAK-belastetem Ausbausphal oder anderen wassergefährdenden Materialien soweit als möglich vor der Witte- rung zu schützen (Überdachung, Abdecken).

Reinabwasser (Meteorwasser), welches auf nicht für das Abstellen, Reinigen, Warten/Reparieren von Maschinen oder die Lagerung/Umschlag von (potentiell) verschmutztem Material verwendeten Bereichen von versiegelten Plätzen anfällt, wird über eine belebte Bodenschicht versickert oder via Schlammfänger in einen Vorfluter geleitet.

Wassergefährdende Stoffe (Öl, Diesel, Benzin oder Betonzusatzstoffe) werden auf der Baustelle nur in den benötigten Mengen gelagert. Die Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten auf der Baustelle erfolgt auf befestigten Plätzen an einem regenwassergeschützten Ort in dichten Auffangwannen mit einer Randhöhe von mind. 10 cm. Die Auffangwannen haben 100% des Lagervolumens aufzunehmen. Der Lagerstandort ist für Unbefugte nicht zugänglich.

Während den Arbeiten an der PU Zelgli ist eine Grundwasserabsenkung mit Wasserhaltung erforderlich. Das abgepumpte Grundwasser wird nach Möglichkeit wieder vor Ort versickert oder, falls nicht möglich, in über ein Absetzbecken in die Sihl eingeleitet. Die abzupumpenden Mengen und der Umgang mit dem Grundwasser werden vor Baubeginn im Baustellenentwässerungskonzept im Detail ausgewiesen.

Spülwasser von der Reinigung von Betonmisch- und Betonumschlaggeräten sowie durch Zementrückstände kontaminiertes Meteor- und Sickerwasser aus Baugruben ist über ein Absetzbecken zu führen und zu neutralisieren. Die Neutralisation hat mit Kohlenstoffdioxid zu erfolgen.

Die Hilfsmittel, welche zur Abwehr bzw. zur Minimierung von Verschmutzungen des Grundwassers bzw. von Oberflächengewässern in Fall von Ölverlusten aus defekten Hydrauliken etc. oder von Treibstoffverlusten nötig sind, müssen auf der Baustelle stationär bereitgehalten werden (insbesondere Auffangwannen und geeignete Ölbindemittel). Das Betanken von Fahrzeugen und Maschinen hat mit der grösstmöglichen Vorsicht, unter ständiger Aufsicht und unter Bereitstellung von geeignetem Ölwehrmaterial zu erfolgen.

Die Verwendung von ökotoxischen Substanzen als Beton-Zusatzmittel ist für Bauteile im Grundwasser nicht gestattet. Die Zusatzmittel dürfen das Grundwasser nicht verunreinigen, d.h. müssen giftklassefrei und biologisch abbaubar sein. Es wird vom Hersteller ein Unbedenklichkeitsnachweis verlangt.

Mit den Massnahmen aus der SIA-Empfehlung 431 und deren sachgerechten Umsetzung sind keine Auswirkungen auf die Oberflächengewässer oder das Grundwasser zu erwarten. Die gemäss SIA-Empfehlung 431 erforderlichen Massnahmen und deren konkrete Umsetzung werden vor Baubeginn in einem Baustellenentwässerungskonzept detailliert beschrieben. Im Konzept werden auch die Wasserhaltung bei der PU Zelgli sowie der Umgang und die Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten ausgewiesen. Die Anforderungen werden in die Submission aufgenommen.

Aufgrund der Bauarbeiten muss die heute parallel zu den Gleisen verlaufende Quellwasserleitung aus Sicherheitsgründen verlegt werden. Die Qualität des Wassers der Leitung wird dabei nicht beeinträchtigt. Es sind somit keine Auswirkungen in diesem Bereich zu erwarten.

Betriebsphase

Die Gleisentwässerung wird im Projektperimeter mehrheitlich neu erstellt. Einzig im Abschnitt von km 8.85 bis km 8.90 wird die bestehende Entwässerung belassen. Auch die neue Entwässerung wird allerdings an die bestehende Meteorwasserleitung der Gemeinde Langnau angeschlossen, welche in die Sihl mündet. Ein kleiner Teil des Gleisabwassers (km 8.85 bis km 9.02 sowie rechtes Gleis km 9.02 bis km 9.20) wird analog zu heute in den Gontenbach geleitet.

Die Belastungsklasse des Gleisabwassers wurde gemäss der Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» sowohl für die offene Strecke als auch für den Bahnhofbereich als «gering» eingestuft (s.a. Technischer Bericht, Kapitel 5.4.2). Aufgrund der vor Ort herrschenden Geologie ist eine Versickerung des Gleisabwassers nicht möglich. Als zweite Priorität ist daher eine Einleitung in ein Oberflächengewässer vorzusehen, was vorliegend mehrheitlich geplant ist.

Im Projekt ist die Erstellung einer längs zum Bahntrasse verlaufenden Gleisentwässerung des Typs 4a vorgesehen. Die an den einzelnen Stellen eingeleiteten Wassermengen können den Plänen zur Entwässerung entnommen werden. Aus diesen ergeben sich folgende Einleitverhältnisse in den Gewässern (Details zur Berechnung s. Technischer Bericht, Kap. 4.4.5):

- Die Ableitung in die Sihl erfolgt via die heute bereits bestehenden Einleitstellen in die Meteorwasserleitung der Gemeinde. Die Mehrmengen des abgeleiteten Gleisabwassers sind gering. Die Sihl ist ein grosses Gewässer und das Einleitverhältnis bleibt weiterhin bei deutlich > 1 . Die Einleitung in die Sihl ist somit gemäss Richtlinie ohne Behandlung und Retention zulässig.
- Die Ableitung in den Gontenbach erfolgt via die heute bereits bestehenden Entwässerungsleitungen. Die eingeleitete Wassermenge bleibt analog zu heute, ebenso verbleibt somit das Einleitverhältnis im Gontenbach bei 1.8 und damit > 1 . Eine Einleitung ist somit gemäss Richtlinie ohne Behandlung und Retention zulässig.

Die entlang der Strasse vorhandene Entwässerungsleitung (Perimeter km 9.6 bis 10.1) bleibt analog zu heute infolge bautechnischen Gegebenheiten (siehe Technischen Bericht, Kap. 4.3.3) bestehen.

6.4.3 Standardmassnahmen

Nummer	Massnahme
--------	-----------

Entw 1	In der Bauphase wird die SIA/VSA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» berücksichtigt. Vor Baubeginn wird ein entsprechendes Baustellenentwässerungskonzept erstellt (vgl. auch Kap. 5.3 «Grundwasser», GW 19).
--------	--

6.4.4 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen, BAV/BAFU, 2018
- Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen (www.bafu.admin.ch/VU-2310-D) BUWAL, 2002
- VSA-Richtlinie Regenwasserentsorgung, (www.vsa.ch/de/publikationen), VSA, 2002
- Wegleitung Grundwasserschutz (www.bafu.admin.ch/VU-2508-D), BUWAL, 2004
- VSA/SIA-Empfehlung – Entwässerung von Baustellen (SIA 431) (www.vsa.ch/de/publikationen)
- Reglement RTE 21110 (insb. Anhang 8b ‚Entwässerung von Gleisen‘), VÖV
- Vollzugshilfe «Wesentliche Änderungen einer bestehenden Eisenbahnanlage im Sinne der Gewässerschutzverordnung», BAFU/BAV, 2006

6.5 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Die Aspekte «Gleisentwässerung» (Betriebsphase; Ableitung in Sihl resp. Gontenbach) sowie «Baustellenentwässerung» (inkl. Gewässerschutzmassnahmen) werden im Kapitel 6.4 behandelt (weitere Massnahmen zum Grundwasserschutz siehe Kapitel 6.3).

6.5.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Wird der ökomorphologische Zustand verschlechtert?	Nein
Wird Gewässerraum der Fliessgewässer tangiert?	Die Sihl verläuft im Untersuchungsperimeter in einem Abstand von ca. 40 m parallel zur heutigen Bahnlinie. Gemäss kantonaler Gewässerraumkarte ist der Gewässerraum in diesem Bereich projektiert (gesamte Breite Gewässerraum 70 m). Sämtliche baulichen Massnahmen zum Ausbau finden ausserhalb des projektierten Gewässerraumes statt, allerdings kommt während der Bauphase die Baupiste im Bereich von ca. km 9.4 – 9.75 knapp im Gewässerraum zu liegen. Das Projekt ist soweit nötig auf das Drittprojekt zur Revitalisierung der Sihl in diesem Bereich abgestimmt. Der Hörliraingraben (Unterquerung bei ca. Bahn-km 9.3) ist im Projektperimeter eingedolt und wird nicht tangiert.
Sind Eindolungen erforderlich?	Nein
Sind Verlegungen oder Verbauungen von Gewässern erforderlich?	Nein
Werden feste Stoffe in Seen eingebracht?	Nein
Werden die physikalische und die chemische Charakteristik der Wasserqualität geändert?	Nein
Sind andere technische Eingriffe an Gewässer erforderlich?	Nein

6.5.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Während der Bauphase kommt die Baupiste im Bereich von ca. km 9.4 – 9.75 temporär knapp im Gewässerraum der Sihl zu liegen. Die Baupiste ist dabei angrenzend an die bereits bestehende Kiesstrasse vorgesehen, und zwar auf der der Sihl abgewandten Seite. Im Gewässerraum sind Bauten und Anlagen grundsätzlich nicht erlaubt. Dazu gehören auch temporäre Installationen. Da die Platzverhältnisse vorliegend aufgrund der Siedlung sehr knapp sind (fehlende Alternativen), die Baudauer begrenzt ist (< 2 Jahre), näher zur Sihl bereits Anlagen bestehen (keine Beeinträchtigung der Dynamik durch temporäre Anlagen) und das Drittprojekt zur Revitalisierung der Sihl nicht verhindert oder beeinträchtigt wird (Projekt ist darauf abgestimmt), wird für die temporäre Nutzung eine Ausnahmegewilligung beantragt. Ufervegetation o.ä. wird nicht tangiert (vgl. Kapitel 6.1 «Natur und Landschaft»).

In den übrigen Bereichen liegen sämtliche baulichen Massnahmen inkl. Installationsflächen und Baupisten ausserhalb von Gewässern und deren Gewässerräumen.

Betriebsphase

In der Betriebsphase gibt es keine Auswirkungen auf Gewässer oder deren Gewässerräume. Die Einleitung von Abwasser ist im Kapitel 6.4 «Entwässerung» beschrieben.

6.5.3 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Der Bereich Gewässerschutz und Fischerei im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (www.bafu.admin.ch/UVP-5-D), Mitteilungen zur UVP Nr. 5, BUWAL, 1990
- Leitbild Fliessgewässer Schweiz (www.bafu.admin.ch/DIV-2703-D), BUWAL, BWG, ARE, BLW, 2003
- Faltblatt Raum den Fliessgewässern (www.bafu.admin.ch/DIV-7513-D), BUWAL, BWG, ARE, BLW, 2000
- Modul-Stufen-Konzept (www.modul-stufen-konzept.ch), BAFU, Eawag
- Gewässerraumkarte Kanton Zürich (<https://maps.zh.ch>)

6.6 Störfallvorsorge

6.6.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
-------------	-------------------

Betrifft das Projekt eine Anlage, welche der Störfallverordnung (StFV) untersteht?	Nein
--	------

6.6.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Während der Bauphase werden die Mengenschwellen von Gefahrenstoffen gemäss Störfallverordnung (StFV) nicht überschritten. Der Umschlag und Umgang von und mit Gefahrenstoffen findet nur in Kleinmengen statt. Die Richtlinien zur Lagerung und zum Umschlag gefährlicher Stoffe werden dabei eingehalten. Gefahrenstoffe werden getrennt und in Auffangwannen in abschliessbaren Containern untergebracht. Die Gefahrenstoffe werden mit ihren Gefahrensymbolen klar gekennzeichnet.

Betriebsphase

Die Bahnlinie ist im Chemierisikokataster nicht aufgeführt und unterliegt nicht der Störfallverordnung. Die Kantonsstrasse, welche als Durchgangsstrasse mit Gefahrguttransport der Störfallverordnung unterliegt, wird nicht massgebend verändert, sodass keine Auswirkungen auf den Bereich Störfall zu erwarten sind. Aufgrund der Fahrbahnanpassung sind keine Verkehrserhöhungen zu erwarten, ebenso wird die Entwässerung nicht angepasst, sowohl die Personen- als auch Umweltrisiken bleiben daher unverändert. Der Umweltbereich ist daher für die Betriebsphase nicht relevant.

6.6.3 Massnahmen

Da die Anlage nicht der StFV unterliegt, sind im Bereich Störfallvorsorge keine weiteren Massnahmen erforderlich.

Die Sicherheitsmassnahmen für die Bauphase und den Betriebszustand sind aus dem technischen Bericht ersichtlich. Die Massnahmen zur Vermeidung von Verschmutzungen des Grundwassers oder von Oberflächengewässern werden in den Kapiteln 6.3 bis 6.5 behandelt.

6.6.4 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Handbuch III zur Störfallverordnung, Richtlinien für Verkehrswege (www.bafu.admin.ch/VU-3808-D), BUWAL, 1992
- Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung StFV, Richtlinien für Verkehrswege (www.bafu.admin.ch/VU-3817-D), BUWAL, 2001
- Richtlinie «Massnahmen für Eisenbahninfrastrukturen gemäss Störfallverordnung im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens», BAV, 01.03.2019 (ersetzt die Richtlinie «Stand der Sicherheitstechnik bei Eisenbahninfrastrukturen – Massnahmenkatalog Art. 3 StFV» vom 01.09.2011)
- Planungshilfe, Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge entlang von risikorelevanten Bahnanlagen, ARE, BAV, BAFU, 2009
- Screeningtool der Personenrisiken Bahn (StFV-GIS)

6.7 Altlasten

6.7.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Wirkt sich das Vorhaben auf durch Altlasten belastete Standorte aus?	Gemäss dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) liegt südwestlich, angrenzend an die Sihltalstrasse ein belasteter Standort (0136/I. 0027-001). Dabei handelt es sich um einen Betriebsstandort (Tankanlage, Tankstelle). Der Standort ist weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig. Es gibt keine weiteren belasteten Standorte im Projektperimeter.
	
	Abbildung 6.3 Ausschnitt aus dem Kataster der belasteten Standorte Kanton Zürich
Ist der belastete Standort untersuchungsbedürftig (sind schädliche oder lästige Einwirkungen zu erwarten)?	Nein, der Standort ist weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig. Es sind somit keine schädliche oder lästige Einwirkungen zu erwarten.
Ist der belastete Standort sanierungsbedürftig?	Nein, der Standort ist weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig.
Würde der Standort durch das Vorhaben sanierungsbedürftig?	Nein.
Wird die spätere Sanierung durch das Vorhaben wesentlich erschwert?	Nein.

6.7.2 Projektauswirkungen

In der Bauphase finden Tiefbauarbeiten für den Strassen-, Werkleitungs- und Betonbau aufgrund der Verschiebung der Strasse neben dem belasteten Standort (0136/I. 0027-001) statt. Zusätzlich wird die bestehende Lärmschutzwand, welche an den belasteten Standort angrenzt, durch eine neue ersetzt. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass der belastete Standort tangiert wird. Falls im Bereich des belasteten Standorts Aushubmaterial anfällt, welches geruchlich oder optisch auffällig ist, wird dieses separat zwischengelagert, durch eine Fachperson Altlasten untersucht und gemäss seiner Belastungssituation gesetzeskonform entsorgt.

In der Betriebsphase ist mit keinen Auswirkungen auf belastete Standorte zu rechnen.

6.7.3 Standardmassnahmen

Nummer	Massnahme
---------------	------------------

Alt 1	Die kantonalen Fachbehörden werden über die Beurteilung und die ergriffenen Massnahmen gemäss AltIV [29] sowie die Art und Menge des allfällig entfernten belasteten Materials und die Änderung des Belastungsperimeters zwecks Führung des Katasters informiert (Art. 6 AltIV [29]).
-------	---

6.7.4 Projektspezifische Massnahmen

Nummer	Massnahme
---------------	------------------

Alt 2	Sollte während der Bauarbeiten Aushubmaterial im Bereich des KbS-Standorts 0136/I. 0027–001 anfallen, welches geruchlich oder optisch auffällig ist, ist das Material zu separieren und durch eine Fachperson Altlasten begutachten und beproben zu lassen. Aufgrund der Untersuchungen kann das Material fachgerecht entsorgt werden.
-------	--

6.7.5 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Altlasten-Konzept für die Schweiz (www.bafu.admin.ch/SRU-220-D), Schriftenreihe Umwelt Nr. 220, BUWAL, 1994
- Altlasten-Glossar, BAFU, Stand 2004
- Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie) (www.bafu.admin.ch/VU-3003-D), Vollzug Umwelt, BUWAL, 1999
- Kataster der belasteten Standorte vom Kanton Zürich, <http://maps.zh.ch>, abgerufen am 19.11.2020
- Projekt Bewältigung Altlasten SBB (auch für Auskünfte aus dem Altlasten-GIS SBB)

6.8 Abfälle

6.8.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Werden im Rahmen des Projekts Abfälle anfallen?	Ja, es fallen verschiedene Abfälle wie Aushubmaterial, Ausbauasphalt, Strassenausbau, Gleisaushub (Schotter und Unterbau), Leitungen und Bausperrgut an. Zudem wird Boden tangiert, welcher im Prüferimeter für Bodenverschiebungen aufgeführt ist (siehe Kapitel 6.9). Einen Teil der Materialien kann projektintern wiederverwendet werden. Das übrige Material wird entsprechend entsorgt.
Wie wird eine sachgerechte Entsorgung gewährleistet?	Die Verwertung bzw. Entsorgung von Strassenausbau und Ausbauasphalt erfolgt gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), der Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenausbau, Betonabbruch, Mischabbruch) des BUWAL (1997) sowie den Normen SN 640 740 bis 742 (Verwertung von Bauschutt, Ausbauasphalt und Strassenausbau) des VSS. Bezüglich des Aushubs und Bodens sind die VVEA, die Richtlinie über die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie) des BUWAL (1999) sowie die Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub; BUWAL, 2001) massgebend. Für das Material aus dem Gleisbereich ist die Gleisaushubrichtlinie (2018) hinzuzuziehen. Zusätzlich wurden verschiedene Materialien im Voraus beprobt und auf ihren Schadstoffgehalt hin analysiert (Schotter, Unterbau, Boden).
Fällt Gleisaushub an?	Ja, es fällt Schotter und Unterbaumaterial an (vgl. Tabelle 5-2). Es wurden zwei Schotterproben entnommen und auf die Parameter polyzyklischen aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Benzo(a)pyren (BaP), aliphatische Kohlenwasserstoffe (KW10-40) und Schwermetalle analysiert. Aufgrund der Analysen kann der Schotter als unverschmutzt klassifiziert werden. Zudem wurden zwei Unterbauproben entnommen und ebenfalls auf die obenstehenden Parameter analysiert. Sie können als unverschmutzt, resp. als schwach verschmutzt eingestuft werden. Die detaillierten Untersuchungen und Ergebnisse befinden sich im Geotechnischen Bericht (CSD Ingenieure AG, 06.01.2020).
Fällt Aushub-, Abraum- oder Ausbruchmaterial an?	Ja, es fällt Aushubmaterial an (vgl. Tabelle 6-3). Es wird angenommen, dass ein Teil davon schwach verschmutzt ist (Erfahrungswerte, keine Analysen durchgeführt).
Fallen mineralische Bauabfälle an?	Ja, es wird Ausbauasphalt, Strassenausbau und Betonabbruch anfallen (vgl. Tabelle 6-3). Im Zusammenhang mit dem Strassenbau fällt auch (verwertbarer) PAK-belasteter Ausbauasphalt an (gemäss Angaben Kanton Zürich)

6.8.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Die während der Bauphase zu erwartenden Abfallarten, die ungefähren Kubaturen und die vorgesehenen Entsorgungswege bzw. deren Verwertung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt (siehe auch Anhang B). Ein Teil des Bodens und evtl. des Aushubs ist mit Neophyten belastet sein (in untenstehender Tabelle nicht erfasst). Der Umgang mit Neophyten-Belastungen ist in Kapitel 6.1 geregelt.

Tabelle 6-3 Abfallarten (ohne Berücksichtigung Neophyten-Belastung von Boden/Aushub), Kubaturen und Entsorgungswege

Materialkategorie	Anfall total	Verwertung intern	Lieferung an Dritte	Entsorgung nach VVEA		
				Verwertung / Aufbereitung	Deponierung	
Oberboden	unbelastet	660	260	400	-	-
	schwach belastet	590	-	-	-	590
	stark belastet	-	-	-	-	-
Unterboden	unbelastet	860	-	860	-	-
	schwach belastet	440	-	-	-	440
	stark belastet	-	-	-	-	-
Aushub	unverschmutzt	19'920	3'000	-	16'920	-
	schwach verschmutzt	1'400	-	-	1'400	-
Gleisaushub: Unterbau	unverschmutzt	2'100	-	-	2'100	-
	schwach verschmutzt	200	-	-	200	-
Gleisaushub: Schotter unverschmutzt		2'900	2'000	-	900	-
Ausbauasphalt	PAK < 250 mg/kg	1'030	-	-	1'030	-
	PAK > 250 mg/kg	2'570	-	-	2'570	-
Strassenaufbruch unverschmutzt		1'500	-	-	1'500	-
Betonabbruch unverschmutzt		1'670	-	-	1'670	-
Mischabbruch (Ziegel, Backstein, etc.)		-	-	-	-	-
Diverses / Bausperrgut (Holz, Metalle)		100	-	-	50	50
Leitungenabbruch (Eternit-Asbest)		20	-	-	-	20
Total Kubaturen [m3 fest]		35'960	5'260	1'260	28'340	1'100

Zur Baustelle zugeführt werden folgende Materialien:

Tabelle 6-4 Zugeführtes Material

Material	Menge [m³ fest]
Schüttmaterial, Kies	18'400
Beton	3'660
Weiteres Baumaterial	11'220
TOTAL	33'280

Betriebsphase

Im der Betriebsphase sind nur Siedlungsabfälle an der Haltestelle Wildpark-Höfli zu erwarten. Ansonsten gibt es keine relevanten Auswirkungen im Bereich Abfälle und Materialbewirtschaftung in der Betriebsphase.

6.8.3 Standardmassnahmen

Nummer Massnahme

- | | |
|-------|---|
| Abf 1 | Es ist ein Abfallbewirtschaftungskonzept (Entsorgungskonzept) für alle im Rahmen des Projektes anfallenden Abfälle zu erstellen und vor Baubeginn der Entscheidbehörde (BAV) zur Prüfung und Genehmigung einzureichen (und dem AWEL zur Kenntnisnahme). Ein Entwurf des Entsorgungskonzepts in tabellarischer Form findet sich in Anhang C. |
| Abf 2 | Nach Abschluss der Bauarbeiten ist ein Entsorgungsnachweis zu erstellen und der Entscheidbehörde (BAV) vorzulegen. |

6.8.4 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (www.bafu.admin.ch/UV-0631-D), aktualisierte Auflage, Umwelt-Vollzug, BAFU, 2006
- Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie) (www.bafu.admin.ch/VU-3003-D), Vollzug Umwelt, BUWAL, 1999
- Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten (www.bafu.admin.ch/VU-3009-D), Wegleitung, BUWAL, 2003
- Analysenmethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial (www.bafu.admin.ch/UV-0812-D), Vollzug Umwelt, BAFU, 2008
- Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub) (www.bafu.admin.ch/VU-4812-D), Kap. 6, Anhang 2, BUWAL, 2001
- Gleisaushubrichtlinie, BAV in Zusammenarbeit mit BAFU, 2018
- Internetseite abfall.ch (www.abfall.ch)

6.9 Boden

6.9.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Wird durch das Projekt Boden betroffenen (Bau- und Betriebsphase)?	Ja, durch das Projekt wird während der Bauphase an verschiedenen Orten Boden tangiert. Der gesamte Projektperimeter liegt aufgrund des Verkehrsträgers (Sihltalstrasse) im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen. Daher wurden in tangierten Bereichen Bodenaufnahmen durchgeführt, um die Bodenbeschaffenheit, Schadstoffsituation und Wiederverwendbarkeit der betroffenen Bodenflächen zu beurteilen.
Wie wird der vom Projekt betroffene Boden genutzt?	Definitiv wird Boden im Bereich des neuen Perrons, entlang der bestehenden Gleisanlage, sowie entlang der Strasse beansprucht. Im Bereich des Perrons (Parzelle Kat.-Nr. 5224) handelt es sich um eine Kunstwiese, welche nicht als Fruchtfolgefläche ausgeschieden ist. Bei den übrigen Flächen handelt es sich um Bahn- und Strassenböschungen. Ein Teil des abgetragenen Bodenmaterials kann projektintern für die Erstellung der neuen Böschungen genutzt werden. Das übrige Material wird entsprechend seiner Belastung entsorgt oder in einem Drittprojekt wiederverwendet. Temporär werden Flächen für Installationsplätze genutzt. Dabei handelt es sich um Kunstwiesen. Nach den Bauarbeiten werden die Flächen wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückgeführt.
Werden FFF tangiert?	Nein, durch das Projekt werden keine Fruchtfolgeflächen tangiert.
Wie viel und was für Boden wird bewegt?	Insgesamt wird 2'550 m ³ Boden bewegt. Davon sind 1'520 m ² unbelastet, 870 m ³ schwach belastet und 160 m ³ stark belastet (vgl. Tabelle 6-6). Bei den Böden handelt es sich um Anthrosole (Nahbereich Bahn/Strasse) und Braunerden (Kunstwiese).
Wie wird mit dem ausgehobenen Boden umgegangen?	Ein Teil des ausgehobenen Bodens wird für die Rekultivierung der Böschungen wiederverwendet. Das dazu benötigte Material wird vor Ort zwischengelagert. Das übrige Material wird soweit möglich in Drittprojekten wiederverwendet oder entsprechend seiner Belastung entsorgt.
Wie werden Böden vor Bodenverdichtung geschützt?	Befahren und Bewegen (Abtrag, Zwischenlagerung, Auftrag) des Bodens findet nur bei genügend abgetrocknetem Boden statt. Dazu sind die Einsatzgrenzen der Maschinen zu berücksichtigen. Bei Bedarf sind lastverteilende Massnahme zu ergreifen (z.B. Baggermatratze).

6.9.2 Ausgangslage

Bodenbeschaffenheit

Der Projektperimeter befindet sich zu einem grossen Teil innerhalb des Siedlungsgebietes. Die meisten betroffenen Bodenflächen sind anthropogen stark beeinflusst (künstlich geschüttete Böschungen entlang der Bahnlinie oder entlang der Strasse). Landwirtschaftlich genutzte Flächen mit natürlichem Bodenaufbau werden nur im Bereich des Perrons (Parzelle Kat.-Nr. 5224) tangiert.

Die ausgeführten Handsondagen (vgl. Anhang D) zeigen, dass es sich bei den Böden um den Bodentyp Braunerde (LP3) oder Auffüllungen resp. Anthroposole (restliche Aufnahmen) handelt

- Auffüllung / Anthroposol

Diese sind vorwiegend flachgründig bis ziemlich flachgründig, senkrecht durchwachsen bei normaler Wasserdurchlässigkeit (Wasserhaushaltsgruppe e bis d).

Oberboden: meist um die 15-20 cm mächtig, vorwiegend sandiger Lehm bis Lehm, Krümelgefüge bis stellenweise Subpolyeder (Grössenklasse bis 5 mm), fein locker gelagert, überwiegend schwach skeletthaltig bis kieshaltig (Unterschätzung mit Handsondierung möglich).

Unterboden: nur stellenweise vorhanden, zwischen 10-25 cm mächtig, sandiger Lehm bis Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge (Grössenklasse bis 20 mm), schwach skeletthaltig bis kieshaltig.

In einigen aufgefüllten Bodenschichten wurden Fremdstoffe (meist mineralischer Art) festgestellt. Diese sind in den Profilen im Anhang D beschrieben.

- Braunerde

Diese sind flachgründig, senkrecht durchwachsen bei normaler Wasserdurchlässigkeit (Wasserhaushaltsgruppe d).

Oberboden: 20-25 cm mächtig, sandiger Lehm bis Lehm, Krümelgefüge (Grössenklasse bis 5 mm), locker gelagert, skelettarm bis schwach skeletthaltig.

Unterboden: 20-30 cm mächtig, sandiger Lehm bis Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge (Grössenklasse bis 10 mm), locker gelagert, skeletthaltig bis stark skeletthaltig.

Verdichtungsempfindlichkeit

Die durch das Projekt tangierten Bodenflächen sind aufgrund der oben genannten Eigenschaften gegenüber Verdichtungen schwach bis normal empfindlich d.h. dass sie, hinsichtlich der Rücksichtnahme des physikalischen Bodenschutzes nach entsprechender Abtrocknung meist gut belastbar sind (vgl. Massnahmen Bo 1 und Bo 4).

Bodenbelastung

Im Untersuchungsperimeter befinden sich mehrere Bodenflächen im Bereich des Prüfperimeters für Bodenverschiebungen (Strasse). Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens ist eine chemische Belastung der Böden wahrscheinlich.

Damit eine fachgerechte Entsorgung resp. Verwertung des abzutragenden Bodens im Projektperimeter gewährleistet ist, wurden die Böden im Projektperimeter hinsichtlich seiner chemischen Belastung nach der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) untersucht. Flächen mit hypothetisch vergleichbarer Schadstoffbelastung wurden in repräsentative Abschnitte resp. Flächen zusammengefasst (vgl. Bodenbelastungsplan Anhang E). Die Linienmischproben (LMP) bestehen aus 16-25 einzelnen Einstichen, welche in fixem Abstand zur Schiene jeweils auf einer Länge von 20 m im September 2020 entnommen wurden. Auf dem Bodenabtragsplan sind die Probenahmestandorte und die entsprechenden Belastungen gekennzeichnet. Im Labor SGS Aargau GmbH wurden die Bodenproben auf die primären Schadstoffparameter PAK inkl. Benzo(a)pyren sowie die Schwermetalle Cadmium, Blei, Zink und Kupfer untersucht. Nebst der chemischen Belastung wurde der relevante mineralische oder organische Fremdstoffanteil für die Verwertungs- resp. Entsorgungsfrage erfasst. Der Laborbericht der SGS Aargau GmbH befindet sich im Anhang F.

Gemäss der Wegleitung Bodenaushub (BAFU 2001) wird die Verwertbarkeit von abgetragenem Boden aus Sicht seiner Schadstoffbelastung anhand von Richt- und Prüfwerten nach VBBo beurteilt. Dabei werden verschiedene Belastungskategorien unterschieden (vgl. Tabelle 5-4).

Tabelle 6-5 Belastungskategorien Bodenmaterial gemäss VSS-Norm SN 640 581, Bodenaushubrichtlinie und VBBo

Kategorie	Belastung nach VBBo / Bodenaushubrichtlinie	Verwendung nach VBBo / Entsorgung nach VVEA
Kat. I	Unbelastet - Richtwerte eingehalten - Bodenfruchtbarkeit längerfristig gewährleistet	- Aufbringstandorts grundsätzlich frei wählbar, wenn möglich soll der Boden im Projektperimeter wiederverwertet werden. - Boden darf gemäss Abfallverordnung, VVEA nicht entsorgt werden. Überschüssiges Material ist zu verwerten (Rekultivierungen, Aufwertungsprojekte, etc.) - Im Umgang (Belastung, Abtrag, Aufbringen) sind Bodenschutzmassnahmen mit vorgängiger Freigabe durch die bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erforderlich.
Kat. II	Schwach belastet - Richtwertüberschreitung, Prüfwert eingehalten - Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht gewährleistet.	- Das Bodenmaterial kann am Ort des Abtrags oder entlang von Verkehrswegen resp. auf gleich belasteten Böden verwertet werden. Dabei ist die interne Verwertung zwingend anzustreben. - Nur wenn nachweislich keine Verwertung intern oder in Drittprojekten möglich ist, kann eine Entsorgung (Deponie Typ B) in Betracht gezogen werden. - Im Umgang (Belastung, Abtrag, Aufbringen) sind Bodenschutzmassnahmen mit vorgängiger Freigabe durch die BBB erforderlich.
Kat. III Typ B	Wenig belastet - > Prüfwert VBBo und < Grenzwert Typ B gemäss VVEA - Der Boden kann Menschen, Tiere oder Pflanzen gefährden	- Eine Wiederverwertung ist nicht möglich - Er muss behandelt bzw. in der entsprechenden Deponie entsorgt werden. - Es sind keine Bodenschutzmassnahmen erforderlich.
Kat. III Typ E	Stark belastet - > Grenzwert Typ B und < Typ E gemäss VVEA - Der Boden kann Menschen, Tiere oder Pflanzen gefährden.	

Die im Projektperimeter untersuchten Böden sind gemäss chemischen Laboranalysen sowie organoleptischem Befund unbelastet (Kat. I) oder schwach belastet (Kat. II). Dabei sind vermehrt die künstlich aufgeschütteten Böschungen, welche auch meist am nächsten zur Schadstoffquelle liegen, am stärksten belastet, während die Kunstwiese unbelastet war. Die räumliche Belastungssituation inkl. Angaben zur Verwertung / Entsorgung sowie Bodenmächtigkeiten und Kubaturen sind auf dem Bodenbelastungsplan im Anhang E ersichtlich. In der folgenden Tabelle 6-6 sind die Bodenabtragskubaturen grob zusammengefasst. Material, welches beim Leitungsbau anfällt und wieder vor Ort eingebaut wird, ist dabei nicht berücksichtigt:

Tabelle 6-6 Bodenkubaturen gerundet, unterteilt nach Belastungskategorie (ohne Berücksichtigung Neophyten), sowie nach und Ober- und Unterboden

Kategorie	Belastung nach VBBo / Bodenaushubrichtlinie	LVA Abfallcode nach VeVA	Total Boden m ³ fest	Oberboden m ³ fest	Unterboden m ³ fest
Kat. I	Unbelastet	17 05 04	1'520	660	860
Kat. II	Schwach belastet	17 05 93	1'030	590	440
Kat. III Typ B	Wenig belastet	17 05 96 ak	0	0	0
Kat. III Typ E	Stark belastet	17 05 90 akb	0	0	0

Total			2'550	1'250	1'300
-------	--	--	-------	-------	-------

Obschon mit der Beprobung die lokalen Gegebenheiten und Unterschiede so gut wie möglich berücksichtigt worden sind, werden von der bodenkundlichen Baubegleitung während dem Bodenaushub sowohl abweichende Bodenmächtigkeiten als auch das unerwartete Vorkommen von organoleptisch auffälligen Schichten festgehalten und die Bodenbilanzen bei Bedarf angepasst.

Neben der chemischen Bodenbelastung kommen im Projektperimeter auch Bereiche mit biologisch belastetem Boden aufgrund von invasiven Neophyten vor. Die Details dazu befinden sich im Kapitel 6.1. D.h. von den oben angegebenen Bodenmengen wird ein Teil entsprechend seine Belastung mit Neophyten behandelt resp. entsorgt werden müssen.

6.9.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Flächenbeanspruchung

Temporäre Installationsplätze sind auf insgesamt 8'250 m² geplant. Um den Eingriff in den Boden im Bereich des Installationsplatzes sowie der Zufahrt möglichst gering zu halten, erfolgt vorgängig kein Bodenabtrag. Bei der Erstellung der Installationsplätze ohne vorgängigen Bodenabtrag gilt folgendes:

- Als Trennschicht zum anstehenden Boden wird ein Geotextil verwendet.
- Die Schüttmächtigkeit der Koffering in gewalztem Zustand beträgt mind. 50 cm (gebrochenes Material, kein Recyclingmaterial).
- Die Kiesmächtigkeit ist periodisch zu kontrollieren. Sollte die Kiesmächtigkeit abnehmen, ist dies mit Zuführen von geeignetem Material zu korrigieren.

Bodenabtrag

Während der Bauphase kommt es zu Bodenab- und aufträgen. Insgesamt werden rund 1'250 m³ (fest) Oberboden und 1'300 m³ (fest) Unterboden, gesamthaft somit 2'550 m³ (fest) abgetragen. Beim Bodenabtrag werden der Ober- und der Unterboden immer getrennt und entsprechend den vorliegenden Mächtigkeiten vollständig abgetragen. Der Abtrag erfolgt jeweils in einem Arbeitsgang (Streifenverfahren oder „vor Kopf“ arbeiten). Der Ober- und der Unterboden werden während dem Abtrag und der Zwischenlagerung nicht vermischt und separat zwischengelagert. Ebenso ist das Bodenmaterial gemäss seiner chemischen Belastung getrennt zwischenzulagern. Bodenmaterial welches beim Leitungsbau tangiert wird, wird laufend vor Ort wieder eingebaut. Im Bereich des Gartendörfli wird die Lärmschutzwand erneuert. Bodenmaterial, welches nicht direkt wieder vor Ort eingebaut werden kann ist baubegleitend zu beproben und entsprechend seiner Belastung wiederzuverwenden, resp. zu entsorgen.

Zwischenlagerung

Die Zwischenlagerung von Bodenmaterial erfolgt voraussichtlich auf den Installationsplätzen. Dabei dürfen die Oberbodenzwischenlager maximal 1.5 m geschüttet werden (Wall- und Flächendepots). Die Unterbodenzwischenlager dürfen maximal 2.5 m hoch geschüttet werden (Wall- und Flächendepots). Die Zwischenlager werden locker und auf gut durchlässiger Unterlage oder auf gewachsenem Boden errichtet und dürfen nicht mit Baumaschinen befahren werden. Zwischenlager, die länger als drei Wochen bestehen bleiben, sind zu begrünen. Die Oberfläche ist möglichst eben zu gestalten, damit eine extensive Pflege (mähen und Unkrautbekämpfung) möglich ist. Wird belastetes Material auf unbelasteten Flächen zwischengelagert, ist ein Vlies oder Geotextil als Trennschicht zu verwenden. Den Empfehlungen der bodenkundlichen Baubegleitung ist Folge zu leisten.

Bodenverdichtung

Bei allen bodenrelevanten Arbeiten, d.h. beim Abtrag, der Zwischenlagerung, dem Auftrag, sowie beim Befahren des Bodens wird dieser mechanisch belastet, wodurch Schadverdichtungen möglich sind. Neben den Bodeneigenschaften bestimmt der effektiv vorhandene Feuchtigkeitszustand, der wetterbedingten Schwankungen unterworfen ist, die jeweilige Verdichtungsgefährdung. Befahren und Bewegen (Abtrag, Zwischenlagerung, Auftrag) des Bodens sind daher nur bei genügend abgetrockneten Boden- und Witterungsverhältnissen möglich. Die Einsatzgrenzen der Maschinen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Bei Bedarf sind lastverteilende Massnahme zu ergreifen (z.B. Baggermatratze).

Tabelle 6-7 Zulässigkeit von Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung
* Niederschlagsmenge in den letzten 24 Stunden, Knetprobe gemäss Vorgaben der FSKB Rekultivierungsrichtlinie

Regen* (mm)	Saugspannung Median (cbar)	Bodenfeuchte	Mögliche Arbeiten
> 10 oder	unter 6 cbar	Erde ist tropfnass, knetbar bis breiig, klebt zwischen Finger oder im Baggerlöffel	Kein Befahren und keine Erdarbeiten möglich. Absprache mit der BBB über die Arbeitsplanung
			
< 10	6 bis 10 cbar	Erde immer nass und knetbar, klebt nicht mehr im Baggerlöffel	Erdarbeiten/-bewegungen möglich, kein direktes Befahren von Boden. Abtrag / Auftrag vor Kopf, Maschinen auf C-Horizont oder Rohplanie
< 10	10 bis 20 cbar	Erde feucht, brüchig, Handfläche wird nicht feucht, klebt nicht im Baggerlöffel	Befahren und Erdarbeiten in Abhängigkeit von Maschinengewicht, Bodenpressung und Saugspannung möglich. Wenn die Einsatzgrenzen der Maschinen nicht eingehalten werden, dann lastverteilende Massnahmen (Baggermatratzen, Verbund- oder Stahlplatten, etc.) oder Boden nicht direkt Befahren (Maschinen auf dem C-Horizont oder Rohplanie)
			
< 10	über 20 cbar	Erde trocken, Erdbrocken brechen, im Baggerlöffel rieselfähig	Befahren und Erdarbeiten in Abhängigkeit von Maschinengewicht, Bodenpressung und Saugspannung möglich. Wenn die Einsatzgrenzen der Maschinen nicht eingehalten werden, dann lastverteilende Massnahmen (Baggermatratzen, Verbund- oder Stahlplatten, etc.) oder Boden nicht direkt Befahren (Maschinen auf dem C-Horizont oder Rohplanie).
			

Bodenverluste

Bodenverluste resp. Volumenverluste entstehen u.a. beim Bearbeiten und während der Lagerung des Bodenmaterials. Erfahrungsgemäss treten selbst bei einem sorgfältigen und fachgerechten Umgang mit dem Boden Verluste in der Grössenordnung von 10% auf. Die Verluste können projektintern durch den vorhandenen Überschuss an Boden kompensiert werden.

Wiederverwertung und Bodenauftrag

Der anfallende Boden, welcher sich aufgrund von physikalischen Eigenschaften und stofflicher Belastung für die Verwertung eignet, kann für die Rekultivierung von beanspruchten Flächen im Projektperimeter wiederverwendet werden. Ein Teil des Bodenaushubs soll projektintern wieder an den neuen Böschungen angelegt werden (ca. 870 m²). Dazu kann voraussichtlich rund 260 m³ Oberbodenmaterial im Projekt wiederverwendet werden (kein Humusauftrag bei Magerböschungen, vgl. Kapitel 6.1). Das übrige unbelastete Bodenmaterial ist soweit möglich in einem Drittprojekt zu verwerten.

Betriebsphase

Während der Betriebsphase resp. im Endzustand werden die temporär genutzten Flächen wiederhergestellt. Ansonsten sind in der Betriebsphase keine Auswirkungen auf den Boden zu erwarten.

6.9.4 Standardmassnahmen

Nummer	Massnahme
--------	-----------

Bo 1	Wird während der Bauarbeiten Unter- oder Oberboden ausgehoben bzw. abgetragen, richtet sich dessen Verwertung nach den BAFU-Vollzugshilfen «Wegleitung Bodenaushub» bzw. «Bodenschutz beim Bauen».
Bo 2	Unter- und Oberboden, der gemäss Wegleitung „Bodenaushub“ schwach belastet ist, wird nur am Entnahmestort, in dessen unmittelbarer Nähe oder an einem Ort mit nachweislich gleicher oder höherer Belastung verwendet. Überschüssiges schwach, wenig, sowie stark belastetes Bodenmaterial wird VVEA-konform entsorgt.
Bo 3	Böden, die nur temporär genutzt werden, sind gemäss Art. 6 und 7 VBBo vor Verdichtung und Verunreinigung zu schützen.
Bo 4	Eine akkreditierte bodenkundliche Baubegleitung (BBB) oder eine ausgewiesene Fachperson wird in Abhängigkeit der beanspruchten Bodenfläche und der Qualität des Bodens gemäss den VSS-Normen „Erdbau, Böden, Grundlagen“ (VSS 2017, Norm SN 640 581), „Bodenschutz und Bauen“ eingesetzt.

6.9.5 Projektspezifische Massnahmen

Nummer	Massnahme
--------	-----------

Bo 5	Baustelleninstallationen und Pisten sind auf einer mindestens 50 cm mächtigen Schicht aus ungebundenem Kiesgemisch zu erstellen, die durch ein Geotextil vom anstehenden Oberboden getrennt ist.
Bo 6	Das Bodenmaterial ist entsprechend seiner chemischen Belastung separat abzutragen und getrennt zwischenzulagern. Zwischenlager, die länger als drei Wochen liegen bleiben, sind umgehend zu begrünen und regelmässig zu pflegen.
Bo 7	Unbelastetes und soweit möglich auch schwach belastetes Bodenmaterial, welches projektintern nicht wiederverwendet werden kann, ist soweit möglich in Drittprojekten wiederzuverwenden.
Bo 8	An das Projekt angrenzende Bodenflächen sind durch Abschränkungen vor einem Befahren zu schützen.
Bo 9	Fällt bei den Arbeiten Bodenmaterial an, dessen Belastung unbekannt ist, ist dieses während dem Bau zu beproben und entsprechen wiederzuverwerten, resp. zu entsorgen.

6.9.6 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo), SR 814.12
- Boden und Bauen: Stand der Technik und Praktiken, Umwelt-Wissen Nr. 1508 (BAFU, 2015)
- Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub) (www.bafu.admin.ch/VU-4812-D), (BUWAL, 2001)
- Handbuch «Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden (Handbuch Bodenprobenahmen VBBo)», Vollzug Umwelt (BAFU, 2003)
- Bodenschutz beim Bauen (www.bafu.admin.ch/LFU-10-D), Leitfaden Nr. 10 (BUWAL, 2001)
- Klassifikation der Böden der Schweiz, Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 3.Auflage, 2010
- Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Schriftenreihe der FAL, Zürich Reckenholz (1997)
- Internetseite www.bodenschutz-lohnt-sich.ch
- VSS Norm SN 640 581 Bodenschutz und Bauen, 2017
- Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF), Vollzugshilfe, ARE, 2006
- GIS Kanton Zürich (<http://maps.zh.ch/>)

6.10 Luft

6.10.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Gibt es Luftschadstoffemissionen während der Bauphase?	<p>Ja. Die Bauarbeiten und die Bautransporte sind mit Schadstoffemissionen verbunden, welche in der Umgebung zu Belastungen führen können.</p> <p>Das Bauvorhaben liegt in der Agglomeration von Zürich und führt teils nahe von bewohntem Gebiet entlang. Mit einer Baustellenfläche von weit über 4'000 m² (1'300 m Strecke, rund 8'250 m² Installationsflächen) und einer Bauzeit von über 1 Jahr handelt es sich um eine Baustelle der Massnahmenstufe B gemäss „Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen (Baurichtlinie Luft)“ des BAFU (2009). D.h., neben Basismassnahmen sind auch spezifische Massnahmen zu berücksichtigen.</p>

6.10.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Luftschadstoffemissionen sind in der Bauphase durch den Einsatz der Baumaschinen zu erwarten. Es ist die Massnahmenstufe B gemäss der „Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen (Baurichtlinie Luft)“ des BAFU (2009) einzuhalten. Bei den Bauarbeiten steht die Minimierung von Partikel- und Staubemissionen im Vordergrund. Dazu gehören insbesondere:

- die regelmässige Wartung, geeignete Abgasmarke/ Wartungskleber, Abgaswartungsdokumente und Einhalten der Anforderungen gemäss Art 19a und Anhang 4 Ziffer 3 Luftreinhalteverordnung (LRV) bei Maschinen >18 kW
- der Einsatz emissionsarmer Arbeitsgeräte (z.B. mit Elektromotoren)
- staubarme Verfahren und Prozesse (z.B. geringe Abwurfhöhen)
- die Staubbindung durch regelmässige Reinigung/ Befeuchtung von Verkehrsflächen und Material
- das Schützen vor Windexponierung von Depots mit Schüttgütern wie Strassenaufbruch, Betonabbruch und Kiessande (Abdecken, Begrünen, Schutzwände, Befeuchtung)

Die Einhaltung der Massnahmen wird während der Bauphase durch eine Umweltbaubegleitung (UBB) kontrolliert (vgl. Kapitel 7). Die Vorgaben gemäss Massnahmenstufe B werden in die Submissionsgrundlagen aufgenommen.

Die Anzahl Bautransporte sind aus Anhang B ersichtlich. Die erforderlichen Bautransporte können entlang der benutzten Transportrouten zu zusätzlichen Belastungen mit Luftschadstoffen führen. Die totalen Bautransportkilometer können noch nicht angegeben werden, da die Ver- und Entsorgungseinrichtungen noch nicht bekannt sind (hängt von der Wahl des Unternehmers ab). Im vorliegenden UVP-Bericht wurde daher berechnet, wie weit die Schüttguttransporte im Mittel maximal fahren dürften, so dass die Ziel- resp. Maximalwerte des BAFU gerade noch eingehalten würden. Insgesamt wird damit gerechnet, dass total rund 10'100 Fahrten für den Transport von Schüttgütern erforderlich sein werden (Lieferungen und Abfahren, inkl. 50% Leerfahrten).

Unter der Annahme, dass für Strassentransporte primär EURO-5 und -6-Lastwagen mit einer durchschnittlichen Beladung von 12 m³ eingesetzt werden, können die Zielwerte eingehalten werden, wenn die pro Fuhr zurückgelegte Lastwagenstrecke (Hin- und Rückfahrt) maximal 15.6 km betrüge¹. Limitierend für diese maximale Strecke ist der CO₂-Ausstoss. Bei einem Leerfahrtenanteil von 50% (Lastwagen immer entweder auf dem Hin- oder auf dem Rückweg leer) dürften die Ver- und Entsorgungseinrichtungen also maximal 7.8 km entfernt liegen. Zur Einhaltung der Maximalwerte dürfte höchstens die doppelte Strecke zurückgelegt werden.

¹ Annahme Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2023 gemäss HB EFA 4.1, Fahrzeugkategorie "schwere Nutzfahrzeuge", Verkehrssituation "CH/ alle Strassenkategorien/ basierend auf VM-UVEK", Flottenmix "REF_CH_HB41"

Betriebsphase

Beim Projekt Doppelspurausbau Wildpark-Höfli handelt es sich um ein Bahnprojekt, welches in der Betriebsphase im Vergleich zum Ist-Zustand nicht zu einer merklichen Erhöhung der Luftschadstoffemissionen führt (exkl. allfällige Emissionen durch Stromproduktion). Die Betriebsphase ist somit für das Umweltthema Luftreinhaltung nicht relevant.

6.10.3 Standardmassnahmen

Nummer Massnahme

Luf 1	Die Auswahl und Beurteilung der Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von/auf Baustellen sind gemäss der „Baurichtlinie Luft“ (BAFU 2016) zu treffen.
-------	---

6.10.4 Projektspezifische Massnahmen

Nummer Massnahme

Luf 2	<p>Die Massnahmen der Massnahmenstufe B gemäss Baurichtlinie Luft sind umzusetzen. Insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Staubbindung durch Feuchthalten des Materials und auf unbefestigten Pisten mit Druckfass oder Wasserberieselungsanlage • Umschlagverfahren mit geringen Abwurfhöhen • Spritzbetonanwendung im Nassspritzverfahren mit alkalifreien Zusatzmitteln ausführen • Lagerstätten mit Schüttgütern (Strassenaufbruch, Betonabbruch, Kiessande) vor Windexponierung geeignet schützen (Abdecken, Begrünen, Schutzwände, Befeuchtung) • Transportpisten mit intensiver Nutzung ggf. befestigen (Belag). Pisten und Zufahrtsstrassen regelmässig reinigen und Stäube binden. • Einsatz emissionsarmer Arbeitsgeräte (z.B. mit Elektromotor) • Regelmässige Wartung, geeignete Abgasmarke / Wartungskleber bei Maschinen und Geräten mit ≤18 kW) • Abgaswartungsdokument und Einhalten der Anforderungen gemäss Art 19a und Anhang 4 Ziffer 3 LRV bei Maschinen und Geräten >18 kW • Einsatz einer UBB, welche die korrekte Umsetzung der im Bewilligungsverfahren, Leistungsverzeichnis und Werksvertrag festgelegten emissionsbegrenzenden Massnahmen überwacht.
Luf 3	<p>Begrenzung der Emissionen der Bautransporte durch optimierte Materialbewirtschaftung. Die Anzahl der Materialzufuhren und Materialabtransporte per Lastwagen sowie die Länge der Transportrouten werden durch eine optimierte Materialbewirtschaftung so gering wie möglich gehalten (z.B. Wiederverwertung vor Ort, kombinierte Fahrten, Berücksichtigung nahe gelegener Lieferanten und Entsorgungsstellen). In der Submission werden entsprechende Vorgaben formuliert sowie Mindestanforderungen an die eingesetzten Lastwagen gestellt: mind. Euro-Norm 5.</p>

6.10.5 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft), BAFU, ergänzte Ausgabe, Februar 2016
- Vollzug der Baurichtlinie Luft des BAFU (cercl'air Empfehlung Nr. 23), 2004
- Luftreinhaltung bei Bautransporten, Vollzug Umwelt, BAFU, 2001
- Korrosionsschutz im Freien, Mitteilung zur LRV Nr. 12, BAFU, 2002
- Oberflächenschutz an Objekten im Freien (cercl'air Empfehlung Nr. 14), 1996
- Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA) Version 4.1, BAFU / infras, 2019

6.11 Nichtionisierende Strahlung (NIS, elektromagnetische Felder)

6.11.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Gibt es Anlagen, die nichtionisierende Strahlung emittieren?	Ja (Fahrleitungen); Eisenbahnanlagen, die mit Wechselstrom betrieben werden, unterstehen der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).
Sind Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) betroffen?	Ja, vgl. Anhang G «NISV-Nachweis SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli».
Welche Anforderungen müssen eingehalten werden?	Doppelspurbereich: Es sind die Anlagegrenzwerte gemäss NISV einzuhalten. Weiterhin einspuriger Bereich: Es sind die Immissionsgrenzwerte gemäss NISV einzuhalten und es muss ein Rückleiterseil bestehen (Anforderungen an «alte» Anlagen).

6.11.2 Projektauswirkungen

Bauphase

In der Bauphase ist der Bereich NIS nicht relevant.

Betriebsphase

Durch den Bau des Doppelspurabschnittes müssen die Fahrleitungen in diesem Bereich ergänzt und angepasst werden. Dabei wird auch ihre Lage verändert. Aus diesem Grund wurden durch die ENOTRAC AG Berechnungen zur NIS-Belastung bei den nächstliegenden OMEN durchgeführt. Die Berechnungen zeigen, dass das Projekt die Anforderungen bezüglich NIS überall einhält. Details zu den Ergebnissen finden sich im Bericht im Anhang G. Das Standortdatenblatt für die Fahrleitung befindet sich im Anhang H.

6.11.3 Standardmassnahmen

Nummer	Massnahme
NIS 1	Massnahmen bei Fahrleitungen: Technische Massnahmen zur Verringerung der Rückströme durch das Erdreich; Rückleiter möglichst nahe bei Fahrdraht, Speise- und Umgehungsleitungen anordnen; Optimierung der Anordnung von Speise- und Umgehungsleitungen.

6.11.4 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Mobilfunk- und WLL-Basisstationen (www.bafu.admin.ch/VU-5801-D): Vollzugsempfehlung zur NISV, BUWAL 2002*
- Elektromog in der Umwelt, BAFU, 2009

6.12 Lärm

6.12.1 Checkpunkte zur lärmrechtlichen Einordnung des Projektes

Checkpunkte	Projektauswirkung
Werden projektbedingt gegenüber der zulässigen Lärmsituation stärkere Lärmimmissionen verursacht?	Für die Linien der SZU ist keine „zulässige Lärmsituation“ definiert (nicht im Lärmbelastungskataster des BAV enthalten). Die SZU hat einen Lärmkataster erstellen lassen (2016), der die zukünftige Fahrplansituation (Angebotskonzept 2030) abbildet und von der lärmtechnisch ungünstigsten Komposition (Jumbo RPZ) ausgeht.
Ist die Anlage von Grund auf neu?	Nein
Wird eine neue Anlage geändert?	Nein
Wird eine bestehende Anlage überge- wichtig erweitert?	Nein
Sind die lärmrelevanten Auswirkungen des Projekts im Emissionsplan eingerechnet?	Nicht im Emissionsplan des BAV enthalten, d.h. keine zulässigen resp. festgelegten Emissionen BAV vorhanden. Der Emissionskataster der SZU bildet die zukünftige Situation für den schlechtesten Fall ab. D.h. Auswirkungen des Projekts sind in diesem Kataster bereits berücksichtigt.
Wird die bestehende Anlage wesentlich geändert?	Keine Änderung gegenüber dem bereits bisher angewendeten Emissionskataster der SZU.
Wird eine bestehende Anlage nicht wesentlich geändert?	Ja

6.12.2 Checkpunkte für die Bauphase

Checkpunkte	Projektauswirkung
Befinden sich die nächstgelegenen Räume mit lärmempfindlicher Nutzung in einem Abstand von weniger als 600m zu der durch das Projekt verursachten Baustelle?	Ja, es sind bewohnte Gebäude auf beiden Seiten der Gleise vorhanden.
Sind lärmrelevante Bauarbeiten vorge- sehen?	Ja

6.12.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Bauarbeiten

Die mit den Bauarbeiten verbundenen Lärmemissionen können in der Umgebung zu Lärmbelastungen führen. Gemäss Baulärm-Richtlinie (BAFU 2006) sind Massnahmen nötig, falls sich Räume mit lärmempfindlicher Nutzung in einem Abstand von ≤ 300 m zur Baustelle befinden (resp. ≤ 600 m, falls Bauarbeiten zwischen 19 - 07 Uhr und 12 - 13 Uhr stattfinden). Massnahmen sind zudem nötig, wenn die „lärmige Bauphase“ (Zeitspanne, während der Räume mit lärmempfindlicher Nutzung den Bauarbeiten ausgesetzt sind) bzw. die lärmintensiven Bauarbeiten (z.B. Rammen) länger als 1 Woche dauern.

Die lärmige Bauphase dauert zusammengezählt mehr als 1 Jahr.

Als lärmintensive Arbeiten kommen folgende vor:

- PU Zelgweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 4 Wochen), Rammen resp. Ziehen der Spundwände (Dauer ca. 4 Wochen)
- PU Breitwiesenweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 1 Woche)
- Stützmauer Fussballplätze: Bohrarbeiten für Pfahlfundation, Total ca. 70 Pfähle à 4 m Länge (Dauer ca. 4 Wochen)
- Rückbau Gleisrost und Mastfundamente (Dauer ca. 2 Wochen)
- Abbruch bestehende Lärmschutzwände und Fundamente: totale Länge ca. 350 m, ca. 90 Einzelfundamente (Dauer während ganzer Bauzeit, jedoch kürzere Einsätze)
- Kürzere lärmintensive Arbeiten (Schneiden, Belagsfräsen)

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Dauer von lärmintensiven Bauarbeiten insgesamt (zusammengerechnet) nicht mehr als 1 Jahr beträgt.

Lärmempfindliche Räume befinden sich in weniger als 300 m Distanz zur Baustelle. Zonen mit Empfindlichkeitsstufe I sind nicht betroffen resp. befinden sich in mehr als 600 m Abstand zu Baustelle.

Die Arbeiten werden wo immer möglich im 2-schicht Betrieb von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr ausgeführt. Ob Arbeiten an Sonn- oder Feiertagen erforderlich sind, ist noch nicht bekannt.

Für Bauarbeiten gilt somit montags bis samstags zwischen 07 - 12 und 13 - 19 Uhr **Massnahmenstufe B** und ausserhalb dieser Zeiten Stufe C gemäss Baulärm-Richtlinie.

Bautransporte

Die Bautransporte tragen entlang der benutzten Transportrouten zur Lärmbelastung bei. Die Anzahl Bautransportfahrten pro Woche Bauzeit beträgt gut 130 (vgl. Anhang B) und damit weniger als 330 (Grenze für den maximalen Zusatzverkehr auf Sammelstrassen am Tag zwischen 06 – 22 Uhr). Es wird davon ausgegangen, dass nachts (22 - 06 Uhr) höchstens vereinzelt Bautransporte stattfinden (im Durchschnitt weniger als 20 Fahrten pro Woche als Grenze für Sammelstrassen). Ausserdem führen die Transportrouten nicht entlang von Bereichen mit Empfindlichkeitsstufe I. Damit gilt für die Bautransporte die **Massnahmenstufe A** gemäss Baulärmrichtlinie.

Betriebsphase

Die maximalen im zukünftigen Zustand zu erwartenden Bahnlärm-Emissionen gemäss Lärmkataster der SZU sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 6-8 Emissionswerte Bahnlärm und kritische Abstände

Streckenabschnitt			Zugszahlen		Emissionswerte in dBA				Kritische Abstände			
Abschnitt	km Anfang	km Ende	Anzahl Züge pro Tag	Anzahl Züge pro Nacht	Gesamtemission (SEL)		Emission (Leq)		ES III Tag	Nacht	ES II Tag	Nacht
					Tag [dBA]	Nacht [dBA]	Tag [dBA]	Nacht [dBA]				
S4-12												
Sihlau -	8.340	9.090	128	29	118.9	112.4	71.3	67.9				
							0.0	0.0				
							0.0	0.0				
			128	29	Total		71.3	67.9				
					Korrektur K1		-5.0	-9.3				
					Emission total		66.3	58.5	1.3	2.2	4.2	7.1
S4-13												
- Langnau Gattikon	9.090	10.710	128	29	121.6	115.1	74.0	70.6				
							0.0	0.0				
							0.0	0.0				
			128	29	Total		74.0	70.6				
					Korrektur K1		-5.0	-9.3				
					Emission total		69.0	61.2	2.5	4.2	7.9	13.2

Bei Weichen (auf einer Länge 20 m) sowie bei Brücken ist ein Zuschlag von jeweils 2 dB(A) zu den Emissionswerten gemäss Tabelle hinzuzurechnen.

Die kritischen Abstände bezeichnen die Distanzen ab Gleisachse, ab welchen die Immissionsgrenzwerte (IGW) eingehalten sind. Die IGW betragen 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts in der Empfindlichkeitsstufe (ES) III resp. 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts in der ES II.

Im Bereich der Siedlung Gartendörfli km 9.200 – km 9.275 und km 9.341 – km 9.365 befinden sich zwei bestehende Lärmschutzwände (LSW) auf der bahnlinken (östlichen) Seite sowie eine LSW zwischen km 9.180 und km 9.245 auf der bahnrechten (westlichen) Seite zur Sihltalstrasse. Für den Bau der neuen Doppelspur müssen diese Lärmschutzwände abgebrochen werden.

Das Vorhaben beinhaltet als projektintegrierte Massnahme eine neue 320 m lange Lärmschutzwand (Dörfli) auf der Ostseite von km 9.069 bis 9.389. Die wegfallende LSW auf der Westseite wird ebenfalls ersetzt. (vgl. technischer Bericht und Koordinationsplan Abschnitt 1).

Aus den vorliegenden Emissionswerten (resp. den kritischen Abständen) des Lärmkatasters der SZU kann – auch ohne detaillierte Lärmberechnung – gefolgert werden, dass die Immissionsgrenzwerte (IGW) im Bereich der neuen Doppelspur (km 8.990 bis km 10.164) unter Berücksichtigung dieser Massnahmen sicher eingehalten werden können (auch ohne LSW „Dörfli“ wären die IGW mit Ausnahme der Liegenschaften Gartendörfliweg 19, 21 und 23 eingehalten).

Es sind keine weiteren Massnahmen erforderlich.

6.12.4 Standardmassnahmen

Nummer Massnahme

Lä 1 **Vorsorgemassnahmen:** Im Rahmen der Vorsorge sind alle Massnahmen zum Schutz vor Lärmimmissionen zu treffen, soweit sie technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind.
-> *Lärmschutzwände (siehe oben)*

Lä 2 **Emissionsbegrenzende Massnahmen:** Sind die Belastungsgrenzwerte auch unter Berücksichtigung der vorsorglichen Massnahmen überschritten, sind weitere emissionsbegrenzende Massnahmen vorzuschlagen, soweit sie verhältnismässig sind.
-> *Die Belastungsgrenzwerte sind eingehalten (siehe oben)*

6.12.5 Projektspezifische Massnahmen

Nummer Massnahme

Lä 3 **Bauarbeiten:** Berücksichtigung der relevanten Massnahmen gemäss Baulärm-Richtlinie (**Massnahmenstufe B** montags bis samstags zwischen 07 - 12 und 13 - 19 Uhr resp. Massnahmenstufe C ausserhalb dieser Zeiten). Die einzelnen vorzusehenden Massnahmen gemäss Baulärm-Richtlinie werden in einem Baulärmkonzept festgelegt (Entwurf siehe Anhang I). Das Baulärmkonzept wird im Rahmen der Submission aktualisiert und konkretisiert. Die korrekte Ausführung und Beachtung der Massnahmen und Auflagen während des Baus wird durch die Umweltbaubegleitung (UBB) überwacht (Controlling).

Lä 4 **Bautransporte:** Berücksichtigung der Massnahmen der **Massnahmenstufe A** der Baulärm-Richtlinie. Die vorzusehenden Massnahmen gemäss Baulärm-Richtlinie für die Bautransporte werden in den besonderen Bestimmungen und Leistungsverzeichnissen der Ausschreibung konkret ausformuliert. Die korrekte Ausführung und Beachtung der Massnahmen und Auflagen während des Baus wird durch die Umweltbaubegleitung (UBB) überwacht (Controlling).

6.12.6 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Baulärm-Richtlinie; Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung, BAFU, 2006 (Stand 2011)
- Richtlinie Lärmschutz bei Eisenbahnanlagen, BAV, Version V 1.0_d vom 20.05.2019
- Anwendungshilfe zur Baulärm-Richtlinie, Cercle Bruit, 2005
- Lärmkataster SZU (Basler & Hofmann AG, 2016)

6.13 Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall

6.13.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Treten Erschütterungen /abgestrahlter Körperschall auf?	Ja (Bau- und Betriebsphase)
Handelt es sich um eine bestehende Anlage?	Ja
Handelt es sich um eine neue Anlage?	Nein

6.13.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Als erschütterungsrelevante Bauarbeiten kommen folgende vor:

- PU Zelgweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 4 Wochen), Rammen resp. Ziehen der Spundwände (Dauer ca. 4 Wochen)
- PU Breitwiesenweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 1 Woche)
- Stützmauer Fussballplätze: Bohrarbeiten für Pfahlfundation, Total ca. 70 Pfähle à 4 m Länge (Dauer ca. 4 Wochen)
- Rückbau Gleisrost und Mastfundamente (Dauer ca. 2 Wochen)
- Abbruch bestehende Lärmschutzwände und Fundamente: totale Länge ca. 350 m, ca. 90 Einzelfundamente (Dauer während ganzer Bauzeit, jedoch kürzere Einsätze)

Betriebsphase

Im Rahmen des Vorprojekts zum Doppelspurausbau wurden Prognoseberechnungen (basierend auf Messungen) durchgeführt (für die erste Bautiefe). Es ergaben sich folgende Resultate:

- Bei den westlich liegenden Häusern an der Sihlstrasse nehmen Erschütterungen und Körperschall geringfügig ab.
- In den östlich liegenden Häusern Gartendörfliweg nehmen Erschütterungen (ca. 10%) und Körperschall (+ 0.5 dB) leicht zu. Bei zwei Häusern wird der obere Anhaltswert für Erschütterungen voraussichtlich überschritten und die Anforderungen gemäss Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) sind deshalb nicht eingehalten.
- Die Immissionsrichtwerte für Körperschall der BEKS werden eingehalten.

Aus diesen Gründen wird als Schutzmassnahme von km 9.060 bis 9.397 eine Unterschottermatte (USM) eingebaut². Gemäss Vorsorgeprinzip nach Umweltschutzgesetz wird dadurch die gesamte Siedlung Gartendörfli geschützt. Diese Massnahme reduziert die Erschütterungen um etwa 40%, weil die Emission ein hochfrequentes Maximum aufweist. Die Unterschottermatte reduziert den Körperschall erheblich um gut 5 dB.

² Hochwertige USW auf AC-Rail km 9.097 – 9.382 (Typ Sylodyn DN 619 oder gleichwertig), Übergangsmatten ab km 9.060 resp. bis km 9.397 (Typ Sylomer D 1019 oder gleichwertig)

6.13.3 Projektspezifische Massnahmen

Nummer	Massnahme
Er 1	Einbau einer Unterschottermatte zwischen km 9.060 – 9.397
Er 2	Zur Vorbeugung ist die Verwendung von Baumethoden oder Geräten, die intensive Erschütterungen verursachen, wann immer möglich zu vermeiden.
Er 3	Bauphase: Für die Nachbargebäude, Strassen sowie Werkleitungen ist ein Konzept zur Überwachung und Beweissicherung auszuarbeiten.

6.13.4 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) (www.bafu.admin.ch/VU-6003-D), Vollzug Umwelt, BUWAL 1999
- Norm DIN 4150-2 Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (www.nabau.din.de), Ausgabe Juni 1999
- SZU, S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Var. A 2018 – Vorprojekt (Basler & Hofmann AG, 2019)

6.14 Langsamverkehr, Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (ASTRA)

6.14.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Werden Wander-, Velowege oder Fusswegverbindungen projektbedingt unterbrochen oder in Bezug auf ihre Attraktivität und Sicherheit beeinträchtigt?	Die Wanderroute Langnau - Gattikon - Wildpark Höfli wird durch die Baustelle im Abschnitt Höflistrasse/Alte Sihltalstrasse und Zelgweg beeinträchtigt. Der Veloweg (Schweiz Mobil Nr. 94) verläuft parallel zur Shil. Direkt parallel zum Veloweg wird eine Baupiste erstellt
Werden im Bundesinventar der historischen Verkehrswege (IVS) als von nationaler Bedeutung eingetragene Objekte beeinträchtigt?	Nein, es werden im IVS eingetragenen Objekte beeinträchtigt. Die Sihlstrasse wird als Objekt regionaler Bedeutung mit historischem Verlauf (ohne Substanz) geführt (Objekt ZH 1140.2).
Bei Haltestellen mit Umsteigemöglichkeit: Sind die geeigneten Massnahmen getroffen, die ein möglichst sicheres und attraktives Umsteigen vom einen zum anderen Verkehrsmittel erlauben?	Ja

6.14.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Die Wanderroute Langnau - Gattikon - Wildpark Höfli wird bei der Kreuzung Höflistrasse und Alte Sihlstrasse als Zu- bzw. Ausfahrt zur Baustelle genutzt. Ebenso sind im Bereich Zelgweg Anpassungen an der Personenunterführung notwendig. Der Wanderweg wird dadurch gestört, kann jedoch während dem Bau weitergeführt werden bzw. wird umgeleitet (vgl. Abbildung 6.4). Der Veloweg (Schweiz Mobil Nr. 94) verläuft parallel zur Shil. Direkt parallel zum Veloweg wird eine Baupiste erstellt, der Veloweg wird jedoch nicht unterbrochen. Dadurch werden der Veloweg bzw. die Erholungssuchenden durch die Baustelle temporär gestört. Die Baustelle wird mittels Abschränkungen vor unbefugtem Zutritt und als Abgrenzung zum Veloweg gesichert.

Die im IVS aufgeführte Objekt von regionaler Bedeutung ZH 1140.2 (Sihlstrasse) wird im Verlauf nicht verändert, d.h. nicht beeinträchtigt.

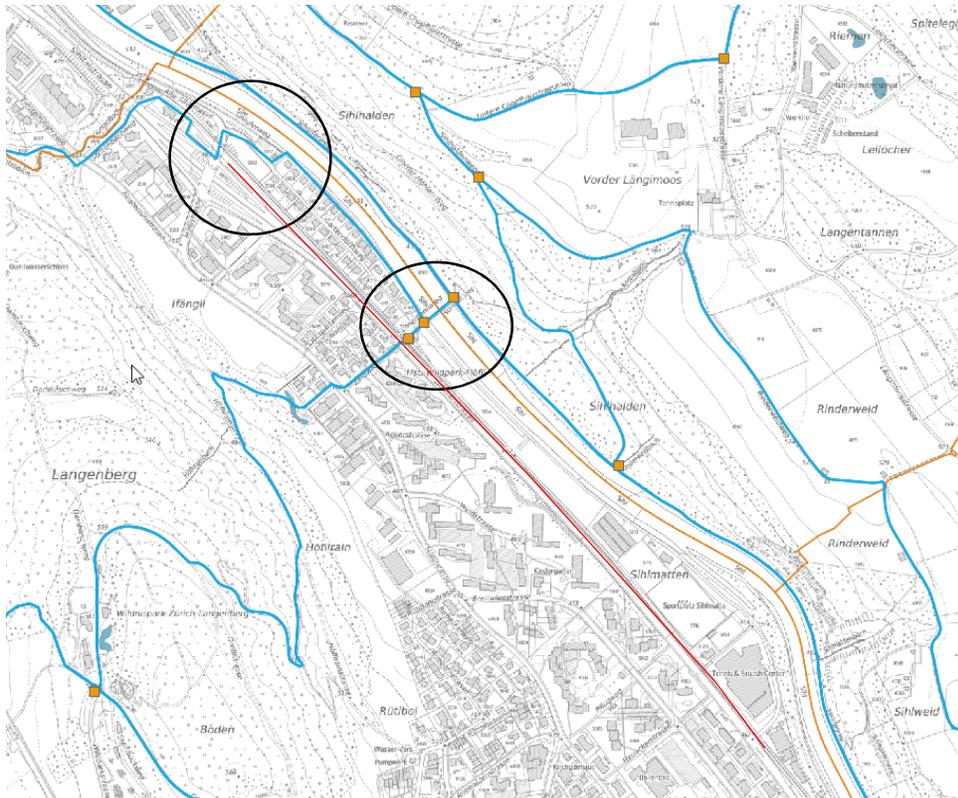


Abbildung 6.4 Vom Projekt (rot markiert) betroffenen Wanderwege (schwarz umkreist). Quelle: GIS Kanton ZH, 11.11.2020

Betriebsphase

Während dem Betrieb sind keine Auswirkungen auf den Langsamverkehr zu erwarten.

6.14.3 Standardmassnahmen

Nummer Massnahme

LV 1	Bei der Projektierung von Unter- und Überführungen sowie Veloabstellanlagen sind die langsamverkehrsspezifischen Anforderungen der entsprechenden VSS-Normen zu beachten.
------	---

6.14.4 Projektspezifische Massnahmen

Nummer Massnahme

LV 2	Während der Bauphase werden die beiden Wanderwege umgeleitet, sodass sie ständig durchgängig begehbar sind.
------	---

LV 3	Wanderwege und Velorouten entlang von Baupisten werden durch Abschränkungen geschützt
------	---

6.14.5 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

Langsamverkehr

- Karte SchweizMobil (<http://map.schweizmobil.ch>): Karte mit allen nationalen und regionalen LV-Wegnetzen für Freizeit und Tourismus (Wanderwegnetz vollständig), inkl. allen ÖV-Haltestellen usw.
- Vollzugshilfe «Ersatzpflicht Wanderwege» (in Bearbeitung, erscheint ca. anfangs 2011), ASTRA

- VSS-Normen SN 640 060 Grundlagen leichter Zweiradverkehr, SN 640 064 Führung des leichten Zwei-radverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr, SN 640 070 Grundlagen Fussgängerverkehr sowie SN 640 240, 640 246, 640 247, 640 376 (Querungen für den Fussgänger und leichten Zweiradverkehr: Grundlagen; Unterführungen; Überführungen; Treppen, Treppenwege, Rampen) (<http://shop.vss.ch>).
- Sachplan Verkehr, Teil Programm, Festlegung S5.2 (S. 19), UVEK 2006; Antwort Bundesrat zur Interpellation Fehr (07.3175) «Umsetzung Sachplan Verkehr im Bereich des LV».
- Arbeitshilfe «Der Langsamverkehr in den Agglomerationsprogrammen», ASTRA 2007, Schwachstellen und Massnahmen Umsteigeknoten (S. 14. bzw. 21)
- Vollzugshilfe / Handbuch «Veloparkierung», ASTRA / Velokonferenz Schweiz 2008

Historische Verkehrswege

- Publikation des «Bundesinventars der historischen Verkehrswege der Schweiz» (Interaktive Karte mit allen schützenswerten Objekten des Bundesinventars) (<http://ivs-gis.admin.ch>). Weiter enthält diese Publikation (provisorische) Informationen über historische Verkehrswege von regionaler oder lokaler Bedeutung (nicht Teil des Bundesinventars)
- Erläuternder Bericht zur VIVS vom 14. April 2010 (UVEK / ASTRA)
- Vollzugshilfe «Erhaltung historischer Verkehrswege», ASTRA / EKD / ENHK, 2008
- Weiterführende Informationen zum IVS (www.ivs.admin.ch)

6.15 Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz (BAK)

6.15.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Sind Ortsbilder betroffen, die im Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz ISOS verzeichnet sind?	Nein
Sind inventarisierte Denkmäler oder deren Umgebung betroffen?	Nein
Sind nachgewiesene oder vermutete archäologische Stätten, Fundstellen oder Ruinen betroffen?	Nein
Sind Kunst- und Hochbauten von besonderem ingenieurbaumässigen oder landschaftsprägenden Wert betroffen?	Nein
Sind Objekte betroffen, die unter Bundesschutz stehen?	Nein
Sind besondere kantonale oder kommunale Ortsbildschutzzonen betroffen?	Nein
SBB: Sind Anlagen betroffen, die im Bahnhofsinventar der SBB oder in anderen internen Inventaren bezeichnet sind?	Nein

Es werden keine Objekte der Denkmalpflege oder des Ortsbildschutzes vom Doppelspurausbau tangiert. Da auch keine nachgewiesenen oder vermuteten archäologischen Stätten tangiert sind, ist der Umweltbereich Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz nicht relevant.

6.15.2 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege (EKD): Leitsätze zur Denkmalpflege in der Schweiz, Verlag vdf, Zürich 2007
- Kantonale Inventare
- Kantonale Richtpläne
- Kommunale Nutzungspläne
- SBB: Weisung I-20014

6.16 Naturgefahren: Hochwasser, Massenbewegungen, Lawinen, Erdbeben (BAFU)

6.16.1 Checkpunkte

Checkpunkte	Projektauswirkung
Liegt das Projekt in einem Gefahrengebiet?	Der nördliche Teil des Projektperimeters weist eine geringe Gefährdung für Hochwasser auf. Die Personenunterführung Zelgweg weist eine hohe Gefährdung für Hochwasserereignisse auf.
Liegt das Projekt in einer Erdbebengefährdungszone gemäss Norm SIA 261?	Die Tragwerke müssen die Erdbebenvorschriften der Erdbebenzone 1a gemäss Norm SIA 261 einhalten.
Ist Gewässerraum betroffen?	Ja die Baupisten verlaufen innerhalb des projektierten Gewässerraumes der Sihl. Es sind jedoch keine permanenten baulichen Massnahmen im Gewässerraum vorgesehen (vgl. Kapitel 6.5)
Wird das Abflussprofil durch das Projekt reduziert?	Nein

6.16.2 Projektauswirkungen

Bauphase

Durch das Projekt wird während der Bauphase kein erhöhtes Risiko für Hochwasser geschaffen.

Betriebsphase

Durch das Projekt wird während der Betriebsphase kein erhöhtes Risiko für Hochwasser geschaffen. Der Umweltbereich ist daher nicht relevant.

6.16.3 Verwendete Richtlinien und Grundlagen

- Gefahrenhinweiskarten der Kantone
- Gefahrenkarten der Kantone resp. Gemeinden
- Intensitätskarten der Kantone resp. Gemeinden
- Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten (www.bafu.admin.ch/VU-7505-D), BWW, BRP, BUWAL, 1997
- Empfehlung Naturgefahren und Raumplanung (www.bafu.admin.ch/VU-7516-D), ARE, BWG, BUWAL, 2005
- Hochwasserschutz an Fliessgewässern (www.bafu.admin.ch/VU-7515-D), BWG, 2001

7 Anforderungen an die Umweltbaubegleitung & Umweltbauabnahme

Die Umweltbaubegleitung (UBB) sorgt für die Einhaltung der Umweltvorgaben und -auflagen und überwacht deren Umsetzung, berät die Bauherrschaft und sorgt für das Umweltreporting inklusive Schlussbericht zuhanden der zuständigen Behörde. Mit der Überwachungs- und Kontrollaufgabe entlastet die UBB die Bauleitung im Bereich des Umweltvollzugs. Durch ihre frühzeitige Mitwirkung bei der Vorbereitung und Realisierung eines Projekts beteiligt sie sich an der Optimierung der Bauabläufe und kann dazu beitragen, dass Stillstände oder Umorganisationen auf der Baustelle vermieden werden.

7.1 Kriterien für das Einsetzen einer UBB

Aus den folgenden Gründen ist der Einsatz einer Umweltbaubegleitung (UBB), inklusive bodenkundlicher Baubegleitung (BBB) vorgesehen:

- Das Projekt befindet sich in einem Siedlungsgebiet. Die UBB stellt sicher, dass die Einwirkungen (z.B. Luft, Lärm, Erschütterungen) der Baustelle auf die Anwohner in einem verträglichen Mass gehalten werden.
- Im Rahmen der Bauarbeiten fällt belastetes Abwasser an, welches bei nicht sachgemäßem Umfang das vorhandene Grundwasser und/oder die naheliegende Sihl verschmutzen können. Die UBB kontrolliert, ob die Baustellenentwässerung fachgerecht ausgeführt wird.
- Die im Projektperimeter vorkommenden Böden sind teilweise mit Schadstoffen belastet. Aufgrund der Menge an verschobenem Boden kann zudem von einem bedeutenden Eingriff gesprochen werden. Eine BBB stellt den fachgerechten Umgang mit der Ressource Boden sicher.
- Im Projektperimeter kommen invasive Neophyten vor. Die UBB stellt sicher, dass diese in der Bau-phase mit geeigneten Mitteln bekämpft werden.

7.2 Pflichtenheft der UBB / BBB

7.2.1 Ziele und Aufgaben der UBB

Die Umweltbaubegleitung (UBB) und bodenkundliche Baubegleitung (BBB) betreut und überwacht die Umweltbelange beim Bau, unterstützt die Bauherrschaft und die örtliche Bauleitung in der rechtskonformen Realisierung des Bauvorhabens. Insbesondere sorgt sie dafür, dass die gesetzlichen Vorschriften zum Schutz der Umwelt und die im Projekt vorgesehenen Umweltschutzmassnahmen eingehalten und fachgerecht umgesetzt werden.

- Sie sichtet die massgebenden Dokumente (Plangenehmigung, Projektpläne, Submissionsunterlagen, etc.) und erstellt gestützt darauf den erforderlichen Kontroll- und Umsetzungsplan der geplanten und verfügbaren Umweltschutzmassnahmen. Sie aktualisiert den Kontrollplan laufend.
- Sie sorgt für die Berücksichtigung der Umweltschutzmassnahmen bei der Ausschreibung der Bauarbeiten (Besondere Bestimmungen und Leistungsverzeichnis, Pläne).
- Sie sensibilisiert die Projekt- und Bauleitung sowie die Bauunternehmung für die Umweltanliegen und instruiert sie über die notwendigen Schutzmassnahmen auf der Baustelle.
- Sie sorgt zusammen mit der Bauleitung für die vollständige, zeitgerechte und fachlich korrekte Umsetzung der erforderlichen Umweltschutzmassnahmen und -konzepte.
- Sie kontrolliert die Einhaltung der Umweltschutzvorschriften auf der Baustelle (Umweltaudits). Sie beurteilt das Auftreten von Umweltproblemen vorausschauend, orientiert die Bauleitung und hilft bei der Lösungsfindung.
- Sie sorgt für die korrekte Abwicklung von umweltrelevanten Projektänderungen oder bei geänderten Ausführungsbedingungen.

- Sie nimmt an Bausitzungen teil, sofern umweltrelevante Fragen zur Beratung anstehen.
- Sie steht der Bauleitung für die Beantwortung von umweltrelevanten Fragen, Beschwerden, Klagen und Reklamationen seitens Dritter zur Verfügung.
- Sie nimmt bei der Bauabnahme von umgesetzten Umweltschutzmassnahmen teil.
- Sie ist in Umweltfragen Kontaktstelle zu den Fachstellen von Bund und Kanton (siehe dazu Punkt Kompetenzen).
- Sie dokumentiert Entscheide, Kontrollergebnisse u.a. in geeigneter Weise (Kontrollplan, Aktennotizen, etc.) und erstellt einen Zwischenbericht per Ende 2023 sowie einen Schlussbericht (Ende 2024) über die UBB.

7.2.2 Organisation

Die UBB/BBB ist operativ der Bauherrschaft bzw. der Oberbauleitung der SZU AG angegliedert.

7.2.3 Kompetenzen

Die UBB/BBB hat keine direkte Weisungsbefugnis gegenüber der Bauunternehmung, ausser es besteht eine unmittelbare Umweltgefährdung. Die UBB/BBB bzw. die beauftragten Fachpersonen entscheiden eigenständig, ob eine unmittelbare Umweltgefährdung vorliegt. Die Bauherrschaft und Bauleitung sind jeweils sofort über den Fall und die Anordnung zu informieren. Sie beschliessen gemeinsam das weitere Vorgehen. Im Regelfall werden Korrekturmassnahmen via Bauleitung, bei termin- und kostenrelevanten Massnahmen via Bauherrschaft entschieden und umgesetzt.

8 Schlussfolgerung

Die Überprüfung der Umweltauswirkungen des Doppelspurausbaus Wildpark-Höfli zeigt, dass das Projekt unter Berücksichtigung der vorgesehenen Massnahmen innerhalb der gesetzlichen Vorgaben umweltverträglich realisiert werden kann. Die grössten Auswirkungen vom Projekt ergeben sich in den Umweltbereichen Naturschutz aufgrund der beanspruchten schützenswerten Lebensräume, des Grundwasserschutzes, dem Bodenschutz und Abfällen sowie in den Bereichen Lärm und Erschütterungen. In den übrigen Umweltbereichen ist primär während der Bauphase mit eher untergeordneten Auswirkungen zu rechnen.

Die entstehenden Belastungen sind tragbar und können mit den geplanten Massnahmen minimiert und teilweise sogar verbessert werden. Die Umweltbaubegleitung inkl. bodenkundlicher Baubegleitung ist dafür besorgt, dass die umweltrelevanten Auflagen und Massnahmen stufengerecht berücksichtigt und umgesetzt werden.

9 Impressum

Zürich, 2. April 2021

Projektbeteiligte

Michael Zanetti (Projektleiter, Koreferat, Dipl. Umweltingenieur ETH)

Marlies Jahn (Projektleiterin Stv., Dipl. Umweltnaturwissenschaftlerin ETH)

Patrick Holzner (Projektbearbeitung, Fachspezialist Grundwasser/Geologie, Dipl. Naturwissenschaftler ETH)

Michael Grämiger (Projektbearbeitung, BSc Umweltingenieur FH)

Rahel Aus der Au (Projektbearbeitung, MSc Geographie)

Claudia Brüllhardt (Projektbearbeitung, MSc Umweltnaturwissenschaftlerin ETH)

CSD INGENIEURE AG

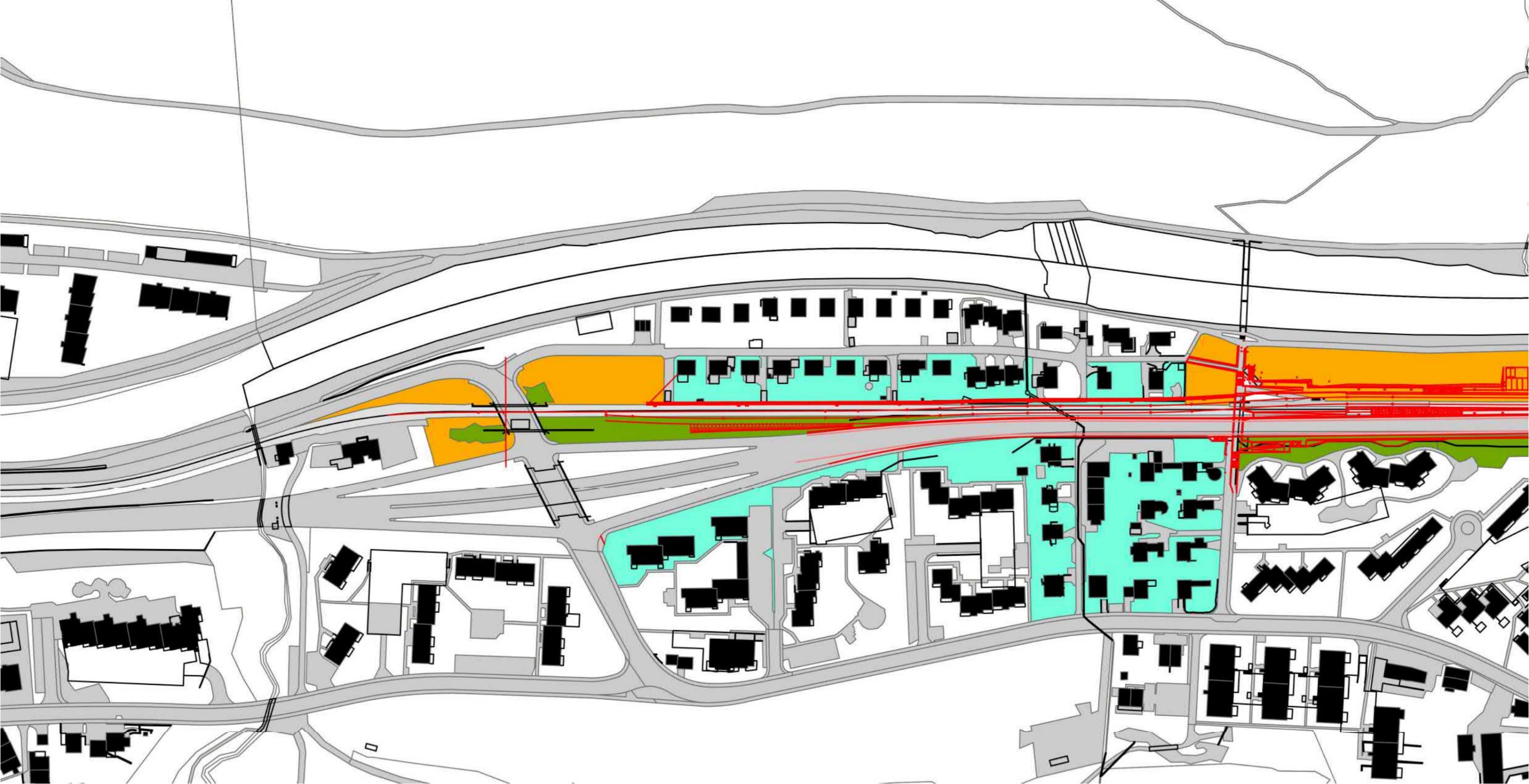


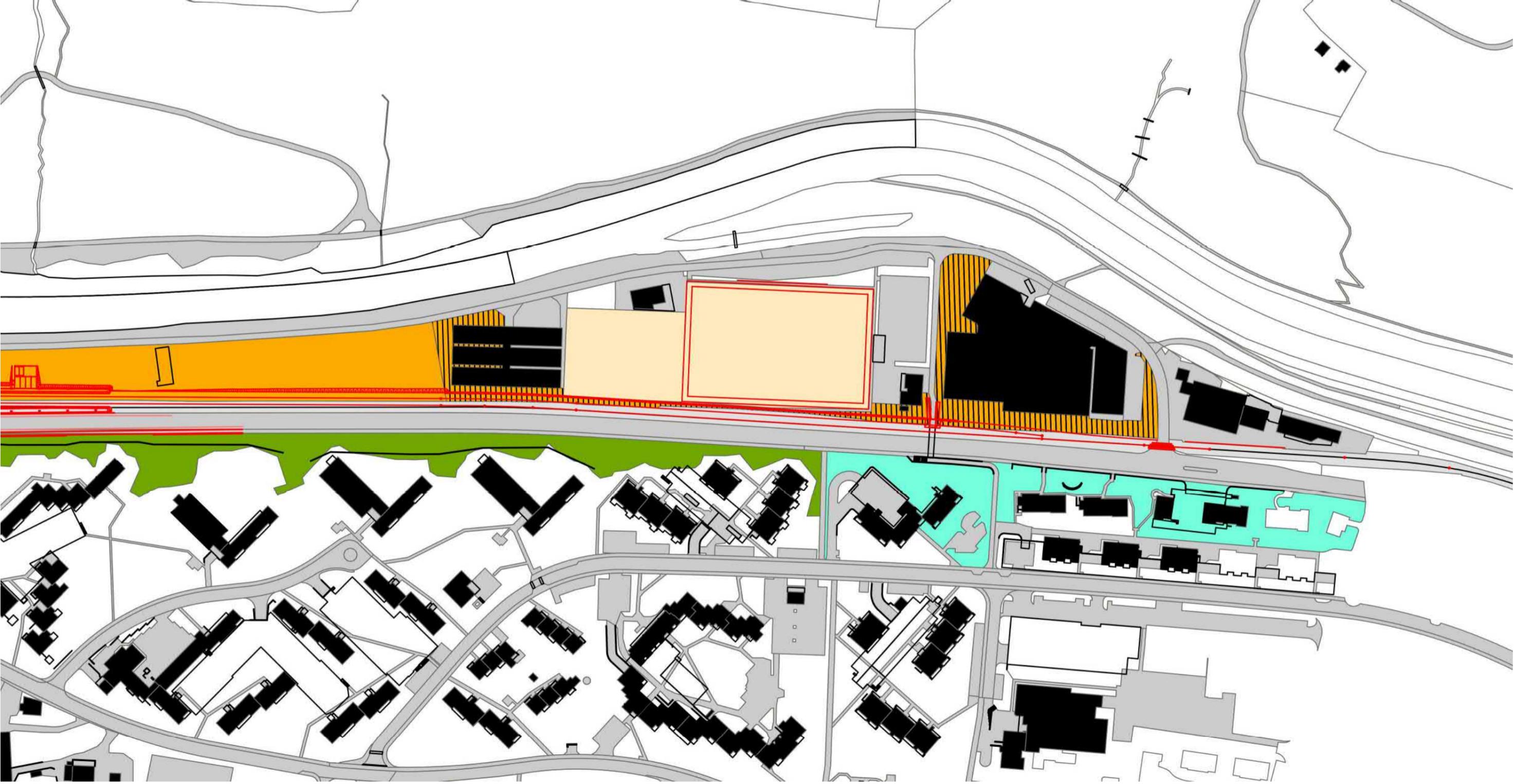
Michael Zanetti
Geschäftsleiter Umwelt



Marlies Jahn
Teamleiterin Umwelt

Anhang A Lebensraumkarte





Anhang B Materialbewirtschaftung und Bautransporte

Anhang C Entwurf Entsorgungskonzept

Entsorgungskonzept (tabellarisch)

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG

Die vorliegende Entsorgungstabelle enthält Angaben zur geplanten Entsorgung sämtlicher im Projekt anfallender Bauabfälle. Sie dient bei kleineren, wenig komplexen Projekten als Entsorgungskonzept. Grundlage für die Erstellung der Entsorgungstabelle bildet die Vollzugshilfe VVEA, Modul «Bauabfälle» (BAFU 2020).

Bauprojekt	
Name:	S4 Doppelspurausbau Wildpark – Höfli
Phase:	Auflageprojekt
Art des Vorhabens (kurze Beschreibung):	<ul style="list-style-type: none"> • Neubau Doppelspur km 8.990 bis km 10.164 • Neubau Weichen inkl. Weichenheizung • Neubau / Anpassung Gleisunterbau und Entwässerung • Neubau von zwei Aussenperrons Haltestelle Wildpark-Höfli inkl. Möblierung und Rampen zu den Personenunterführungen • Anpassung / Erweiterung Personenunterführung Zelgweg bei Haltestelle Wildpark-Höfli • Verlängerung Personenunterführung Bereich Breitwiesenweg • Neubau Stützwand beim Sportplatz und den angrenzenden Parzellen • Neubau / Anpassung Kabelkanalisation und Kabelanlagen, Fahrleitungsanlagen und elektrische Anlagen • Massnahmen gegen Lärm (Ersatz Lärmschutzwände) und Erschütterungen (Einbau Unterschottermatte) • Umlegung Sihltalstrasse und Verlegung Werkleitungen (insbesondere Quellwasserleitung der Stadt Zürich)
Linie / Bahnkilometer:	712, S4 / km 8.85 – 10.25
Baubeginn:	März 2023
Bauende:	November 2024

Bauherrschaft		Projektverfasser / Bauherrenvertretung	
Name/Firma:	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG	Name/Firma:	dsp Ingenieure + Planer AG (Subplaner Umwelt: CSD Ingenieure AG)
Adresse:	Wolframplatz 21, 8045 Zürich	Adresse:	Zürichstrasse 4, 8610 Uster
Kontaktperson:	Lukas Scheu	Kontaktperson:	Daniel Baldenweg (CSD: Michael Zanetti)
Telefon:	+41 (0) 44 206 45 41	Telefon:	+41 (0) 44 905 88 33 (CSD, Michael Zanetti: +41 (0) 44 296 70 02)
E-Mail:	lukas.scheu@szu.ch	E-Mail:	daniel.baldenweg@dsp.ch m.zanetti@csd.ch

Entsorgungskonzept (tabellarisch)

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG

Unternehmung (sofern bereits bekannt)	
Name/Firma:	Noch nicht bekannt
Adresse:	
Kontaktperson:	
Telefon:	
E-Mail:	

Abfallart	Abfallkategorie gemäss VVEA	LVA-Codes	Menge [m ³] fest	Menge [t]	Verwertungspflicht (V)	Entsorgungsort
Abgetragener Boden						
Oberboden	Unbelastet	17 05 04	660		V	260 m ³ Verwertung projektintern 400 m ³ Verwertung extern
	Schwach belastet	17 05 93	590		V	Offen (voraussichtlich Deponie Typ B)
	Wenig belastet	17 05 96 [ak]	-			
	Stark belastet	17 05 90 [akb]	-			
	Mit Neophyten belastet	Gemäss chem. Belastung	noch unbekannt			Gemäss Vorgaben im UVB
Unterboden	Unbelastet	17 05 04	860		V	Verwertung extern
	Schwach belastet	17 05 93	440		V	Offen (voraussichtlich Deponie Typ B)
	Wenig belastet	17 05 96 [ak]	-			
	Stark belastet	17 05 90 [akb]	-			
	Mit Neophyten belastet	Gemäss chem. Belastung	noch unbekannt			Gemäss Vorgaben im UVB

Entsorgungskonzept (tabellarisch)

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG

Abfallart	Abfallkategorie gemäss VVEA	LVA-Codes	Menge [m ³] fest	Menge [t]	Verwertungspflicht (V)	Entsorgungsort
Ausgehobender Untergrund						
<i>Aushub- und Ausbruchmaterial</i>						
Aushubmaterial	Unverschmutzt, A-Mat.	17 05 06	19'920		V	3'000 m ³ Verwertung projektintern Rest Verwertung/Aufbereitung extern
	Schwach verschmutzt, T-Mat.	17 05 93	1'400		V	Verwertung/Aufbereitung extern
	Wenig verschmutzt, B-Mat.	17 05 96 [ak]	-		(V)*	
	Stark verschmutzt, E-Mat.	17 05 90 [akb]	-		(V)*	
	Sonderabfall	17 05 05 [S]	-			
	Mit Neophyten belastet	Gemäss chem. Belastung	noch unbekannt			Gemäss Vorgaben im UVB
<i>Gleisaushub</i>						
Schotter	Unverschmutzt, A-Mat.	17 05 08	2'900		V	2'000 m ³ Verwertung projektintern Rest Verwertung/Aufbereitung extern
	Schwach verschmutzt, T-Mat.	17 05 95	-			
	Wenig verschmutzt, B-Mat.	17 05 98 [ak]	-			
	Stark verschmutzt, E-Mat.	17 05 92 [akb]	-			
Unterbau	Unverschmutzt, A-Mat.	17 05 08	2'100		V	Verwertung/Aufbereitung extern
	Schwach verschmutzt, T-Mat.	17 05 95	200			Verwertung/Aufbereitung extern
	Wenig verschmutzt, B-Mat.	17 05 98 [ak]	-			
	Stark verschmutzt, E-Mat.	17 05 92 [akb]	-			

* Im Sinne der allgemeinen Verwertungspflicht nach Art. 12 VVEA ist eine Behandlung auch für belastetes Aushub- und Ausbruchmaterial zu prüfen.

Entsorgungskonzept (tabellarisch)

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG

Abfallart	Abfallkategorie gemäss VVEA	LVA-Codes	Menge [m ³ fest]	Menge [t]	Verwertungspflicht (V)	Entsorgungsort
Strasse / Belag						
Ausbauasphalt	< 250 mg PAK/kg	17 03 02	1'030		V	Verwertung/Aufbereitung extern
	250 – 1'000 mg PAK/kg	17 03 01 [ak]	2'570			Verwertung/Aufbereitung extern
	> 1'000 mg PAK/kg	17 03 03 [S]	-			
Strassenaufbruch	Unverschmutzt	17 01 98	-		V	
Weitere Bauabfälle						
Betonabbruch	Unverschmutzt	17 01 01	1'670		V	Verwertung/Aufbereitung extern
	Schwach verschmutzt	17 01 01	-		V	
	Wenig verschmutzt	17 09 04 [ak]	-			
	Stark verschmutzt	17 09 04 [ak]	-			
Mischabbruch	Rein mineralisches Gemisch	17 01 07	1'500		V	Verwertung/Aufbereitung extern
Metalle		17 04 xy	10			Entsorgung (Träger Lärmschutzwände)
Holz	Mit Schadstoffen z. B. Eisenbahnschwellen	17 02 98 [S]	-			
Altholz		17 02 97 [ak]	40			Entsorgung (Lärmschutzwand-Elemente)
Bausperrgut		17 09 04 [ak]	offen			
Asbesthaltige Abfälle	Gebundener Asbest	17 06 98	20			
	Ungebundener Asbest	17 06 05 [S]	-			

Begründung Nichteinhaltung Verwertungspflicht: Wenn keine Verwertung der in der Spalte «V-Pflicht» mit einem «V» bezeichneten Abfallkategorien vorgesehen ist, ist dies zu begründen:

Schwach belasteter Boden (Ober und Unterboden) wird nach Möglichkeit extern verwertet. Da es in der Regel schwierig ist, Abnehmer für solchen Boden zu finden, wird er aber voraussichtlich eher entsorgt (Deponie Typ B)

Anhang D Bodenaufnahmen mittels Handsondagen

ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP1-1.5m	Koordinaten	2'683'419 / 1'238'488	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	466	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Wiese	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	Θ	β	g	L		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah,y 0-15	7	10	16	35	49	sandiger Lehm	6											X	kr, sp 1-2	
Bw,y 15-40	3	7	23	38	39	Lehm	3									X			sp 3-4 ockerfarbene Einschlüsse	

Bemerkungen: Siedlungsabfälle, teilweise Kies/Steine an der Oberfläche



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP2-1m	Koordinaten	2'683'300 / 1'238'625	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	465	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Wiese, Einzelbäume	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ū	ū	ū	ū	ū		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah,y 0-20	1	2	22	42	36	Lehm	7								X				kr 1-2	
ABy 20-35	2	7	17	45	38	Lehm	6								X				sp 3	

Bemerkungen: bei 35 cm Tiefe steht das Handbohrgerät an



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP3-1m	Koordinaten	2'682'981 / 1'238'978	Bodentyp	Braunerde
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Wiese	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen							
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		U ₅	0	1	2	3			4	5					
Ah 0-20	3	5	16	41	43	sandiger Lehm	8											X							kr 1-2		
ABw 20-40	7	10	18	32	50	sandiger Lehm	7											X								kr, sp 2	

Bemerkungen: Mächtigkeiten variieren, in Perronnähe nimmt die Mächtigkeit leicht ab



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP3-3m	Koordinaten	2'682'981 / 1'238'978	Bodentyp	Braunerde
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Wiese	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen			
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		U ₅	0	1	2	3			4	5	
Ah 0-20	1	3	26	45	29	Lehm	8								X						kr 1		
ABw 20-40	2	5	24	43	33	Lehm	7								X							sp 2-3	
Bw 40-50	7	10	18	44	38	sandiger Lehm	7									X						kr, sp 2-3	

Bemerkungen: Mächtigkeiten variieren, in Perronnähe nimmt die Mächtigkeit leicht ab



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP3-6m	Koordinaten	2'682'981 / 1'238'978	Bodentyp	Braunerde
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Wiese	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	Θ	β	g	L		0	1	2	3	4			5
Tiefe (cm)																					
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
Ah 0-25	1	3	26	46	28	Lehm	8								X					kr 1	
ABw 25-35	1	3	23	44	33	Lehm	7								X						sp 2-3
Bw 35-50	15	15	18	42	40	sandiger Lehm	7								X						kr, sp 2-3 ockerfarbene Einschlüsse

Bemerkungen: -



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP4-2m	Koordinaten	2'682'935 / 1'238'995	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	gleichmässig geneigt	Datum	03.09.2020
Vegetation	Strassenböschung	Neigung	20-25%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			ū	⊖	⊕	⊗	⊘		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm							nach Hellige								
Ah,y 0-20	1	2	17	48	35	sandiger Lehm	6					6					X		kr 1	
By 20-35	3	5	16	43	41	sandiger Lehm	3					6					X		kr, sp 1-2	

Bemerkungen: -



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP5-1m	Koordinaten	2'682'931 / 1'239'024	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	460	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Böschung, vor Schallsch	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungsanzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen	
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		U ₅	0	1	2	3			4
Tiefe (cm)																					
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm																
Ah,y 0-25	2	5	19	47	34	sandiger Lehm	6												X	kr 1-2	Ziegelbruchstücke (<4%)
ABy 25-35	5	15	24	48	28	Lehm	4												X	kr, sp 2	Ziegelbruchstücke (<4%), schwarze Einschlüsse

Bemerkungen: Im Bereich der Lärmschutzwandfundamente ist weniger Bodenmaterial vorhanden



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP6-2m	Koordinaten	2'682'742 / 1'239'211	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	eben	Datum	03.09.2020
Vegetation	Böschung	Neigung	0-5%	Wasserhaushaltsgruppe	e	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	⊖	⊕	⊗	L		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah,y 0-20	3	2	26	44	30	Lehm	4						6.5				X		kr, sp 1-2	

Bemerkungen: Probe 2m ab Sickerbeton genommen, kein Unterboden vorhanden, ab 15-20cm steht das Handbohrgerät an



ZH07207.100 - SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Ergebnisse Handsondierungen inkl. Fotodokumentation

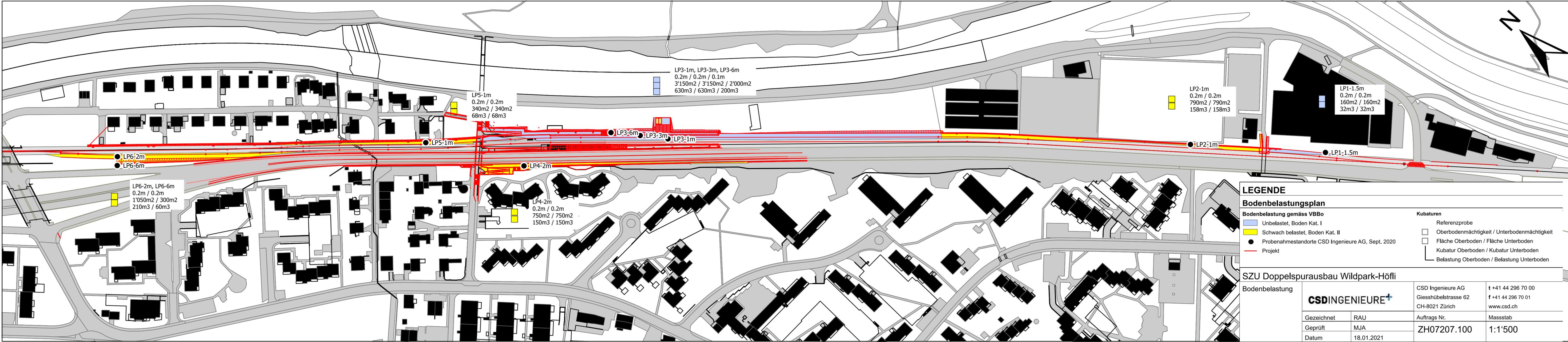
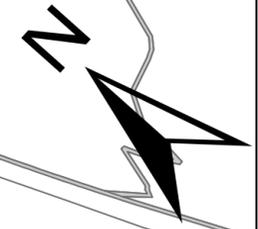
Projekt	ZH07207.100	Profil / Standort	LP6-6m	Koordinaten	2'682'742 / 1'239'211	Bodentyp	Anthroposol
Gemeinde	Langnau am Albis	Höhe m ü.M.	461	Topografie	gleichmässig geneigt	Datum	03.09.2020
Vegetation	Böschung, Sträucher	Neigung	15-20%	Wasserhaushaltsgruppe	d	Kartierer	zhrau

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart Bezeichnung	Org. Substanz Gehalt in %	Vernässungs- anzeichen					pH nach Hellige	Kalk (CaCO ₃)					Gefüge Form	Bemerkungen
	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %			U	Θ	σ	g	L		0	1	2	3	4		
Tiefe (cm)																				
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm															
Ah,y 0-20	2	3	23	42	35	Lehm	5											X	kr, sp 2	
BC,y 20-35	5	10	17	45	38	sandiger Lehm	3											X	sp 3 Auffüllung	

Bemerkungen: Probe 6m ab Sickerbeton genommen, viel Gehölz und Wurzeln, Bodenmächtigkeiten variieren, Siedlungsabfälle



Anhang E Bodenbelastungsplan



LP3-1m, LP3-3m, LP3-6m
0.2m / 0.2m / 0.1m
3'150m² / 3'150m² / 2'000m²
630m³ / 630m³ / 200m³

LP2-1m
0.2m / 0.2m
790m² / 790m²
158m³ / 158m³

LP1-1.5m
0.2m / 0.2m
160m² / 160m²
32m³ / 32m³

LP5-1m
0.2m / 0.2m
340m² / 340m²
68m³ / 68m³

LP3-6m
LP3-3m
LP3-1m

LP2-1m

LP1-1.5m

LP5-1m

LP4-2m

LP6-2m
LP6-6m

LP6-2m, LP6-6m
0.2m / 0.2m
1'050m² / 300m²
210m³ / 60m³

LP4-2m
0.2m / 0.2m
750m² / 750m²
150m³ / 150m³

LEGENDE

Bodenbelastungsplan

Bodenbelastung gemäss VBB0

- Unbelastet, Boden Kat. I
- Schwach belastet, Boden Kat. II
- Probenahmestandorte CSD Ingenieure AG, Sept. 2020
- Projekt

Kubaturen

- Referenzprobe
- Oberbodenmächtigkeit / Unterbodenmächtigkeit
- Fläche Oberboden / Fläche Unterboden
- Kubatur Oberboden / Kubatur Unterboden
- Belastung Oberboden / Belastung Unterboden

SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli

Bodenbelastung

CSDINGENIEURE+		CSD Ingenieure AG Giesshübelstrasse 62 CH-8021 Zürich	t +41 44 296 70 00 f +41 44 296 70 01 www.csd.ch
Gezeichnet	RAU	Auftrags Nr.	Masstab
Geprüft	MJA	ZH07207.100	1:1'500
Datum	18.01.2021		

Anhang F Laborbericht Schadstoffanalysen Boden

SGS Aargau GmbH Suhlerstrasse 57 CH-5036 Oberentfelden

CSD Ingenieure AG
Giesshübelstrasse 62
8021 ZÜRICH
SCHWEIZ

Prüfbericht 4954881
Auftrags Nr. 5493765
Kunden Nr. 10077845

Herr Dr. Lukas Jundt
Telefon +41 62 738 38 64
Fax 062 738 38 78
Lukas.Jundt@sgs.com



Environment, Health and Safety

SGS Aargau GmbH
Suhlerstrasse 57
CH-5036 Oberentfelden

Oberentfelden, den 14.09.2020

Ihr Auftrag/Projekt: Untersuchungen Feststoffe VBBo
Ihr Bestellzeichen: ZH7207.100
Ihr Bestelldatum: 04.09.2020

Prüfzeitraum von 07.09.2020 bis 14.09.2020
erste laufende Probennummer 200895491
Probeneingang am 07.09.2020

SGS Aargau GmbH

Dr. Lukas Jundt
Projektleiter

Remo Müller
Laborleiter

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895491	200895492	200895493			
Bezeichnung		LP1-1.5m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö	LP1-1.5m_20-40 0.20 - 0.40 VBBö	LP2-1m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	-grenze
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	84,2	83,9	78,3	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	18	19	51	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	17	17	46	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	54	53	230	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,35	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,17	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,97	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,81	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,64	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,54	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,99	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,31	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,55	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,22	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,21	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	5,86		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895494	200895495	200895496			
Bezeichnung		LP2-1m_20-40 0.20 - 0.40 VBBo	LP3-1m_0-20 0.00 - 0.20 VBBo	LP3-1m_20-40 0.20 - 0.40 VBBo			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	83,1	73,6	79,5	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	38	33	27	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	27	34	23	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	140	92	72	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	0,3	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,55	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,30	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	1,6	0,11	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	1,3	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	1,1	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	1,1	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	1,6	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,55	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	1,00	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	0,10	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	0,39	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,33	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	10,22	0,11	-		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895497	200895498	200895499			
Bezeichnung		LP3-3m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö	LP3-3m_20-40 0.20 - 0.40 VBBö	LP3-3m_40-50 0.40 - 0.50 VBBö			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	75,3	85,8	94,0	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	34	29	21	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	29	24	15	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	86	76	56	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	-		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895500	200895501	200895502			
Bezeichnung		LP3-6m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö	LP3-6m_20-40 0.20 - 0.40 VBBö	LP3-6m_40-50 0.40 - 0.50 VBBö			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	71,2	81,4	84,9	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	37	34	24	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,6	0,6	< 0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	31	25	19	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	99	76	59	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,12	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	0,46		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895503	200895504	200895505			
Bezeichnung		LP4-2m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö	LP4-2m_20-40 0.20 - 0.40 VBBö	LP5-1m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	87,6	84,8	80,5	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	51	44	96	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,6	< 0,6	0,8	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	29	24	55	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	100	82	200	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,13	0,14	0,13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,27	0,30	0,36	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,21	0,23	0,30	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,14	0,15	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,15	0,19	0,21	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,17	0,23	0,25	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,12	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,11	0,16	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	1,18	1,52	1,55		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden					
Probennummer		200895506	200895507	200895508			
Bezeichnung		LP5-1m_20-40 0.20 - 0.40 VBBö	LP6-2m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö	LP6-6m_0-20 0.00 - 0.20 VBBö			
Eingangsdatum:		07.09.2020	07.09.2020	07.09.2020			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	81,8	83,0	72,2	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :							
Blei	mg/kg TR	74	57	51	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,7	< 0,6	0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	44	36	30	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	170	110	98	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	0,3	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,20	0,67	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,34	0,13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	0,42	1,4	0,56	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,32	1,3	0,52	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,18	0,80	0,33	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,24	0,77	0,33	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	0,28	1,0	0,46	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	0,12	0,44	0,21	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,16	0,82	0,34	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,19	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,55	0,17	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,51	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	1,92	9,09	3,35		DIN ISO 18287	HE

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Boden			
Probennummer	200895509				
Bezeichnung	LP6-6m_20-40 0.20 - 0.40 VBBo				
Eingangsdatum:	07.09.2020				
Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	80,5	0,1	DIN EN 15934	OB
Metalle im Feststoff :					
Blei	mg/kg TR	36	6	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,6	0,6	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	33	3	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	86	3	DIN EN ISO 11885	HE
PAK (EPA) :					
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	0,2	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,42	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,23	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,96	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,82	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,50	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,50	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,48	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,24	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,40	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	0,39	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,30	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	5,54		DIN ISO 18287	HE

Untersuchungen am Laborstandort Oberentfelden (Ob) werden im Geltungsbereich der Akkreditierung STS 0608 von SGS Aargau GmbH durchgeführt. Untersuchungen an den Laborstandorten Herten (He), Berlin (B1), Taunusstein (TS) und Dresden (DD) werden ausserhalb des Geltungsbereichs der Akkreditierung STS 0608 von SGS Aargau GmbH durchgeführt. Diese Untersuchungen werden in DAkkS-akkreditierten Laboren von SGS Institut Fresenius GmbH durchgeführt. Abweichungen werden separat gekennzeichnet.

Angaben zur Messunsicherheit werden auf Anfrage angegeben.

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN EN 15934
DIN EN ISO 11885 2009-09
DIN ISO 18287 2006-05
DIN ISO 20279 2006-01

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrennummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

Anhang G NISV-Nachweis SZU Doppelspurausbau Wildpark-Höfli



SZU, NIS Doppelspur Wildpark Höfli

NISV-Nachweis Doppelspurausbau SZU Wildpark-Höfli

**ECH-457.01-003
Version 2.0**

Auftraggeber:

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG
Wolframplatz 21
8045 Zürich

Herausgeber:

ENOTRAC AG
Seefeldstrasse 8
CH-3600 Thun
Tel. +41 33 346 66 11
Fax +41 33 346 66 12
info@enotrak.com
www.enotrak.com

Freigegeben

09.11.2020

ECH-457.01-003.V2.0.NIS_DS_SZU_Wildpark_Hoefli.docx

© ENOTRAC AG

Aktuelle Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
2.0	09.11.2020	Freigegeben	J. Tschumi	S. Nydegger	S. Nydegger

Vorherige Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
1.0	23.09.2020	Freigegeben	J. Tschumi	S. Nydegger	S. Nydegger

Änderungen seit der vorherigen Version

Formale Anpassungen: Kundenname angepasst, Firmenname in Einleitung angepasst

Urheberrecht

Dieses Dokument wurde durch ENOTRAC AG im Auftrag des Kunden erarbeitet. Für das Dokument und den darin dargestellten Gegenstand erhält der Kunde das Nutzungsrecht. Die Urheberrechte liegen bei ENOTRAC AG. Vervielfältigung, Bekanntgabe an Dritte oder Verwertung seines Inhalts über die vorgesehene Nutzung hinaus sind ohne schriftliche Zustimmung verboten.

© ENOTRAC AG

Bookmarks

Projekttitel	ProjTitle1	SZU, NIS Doppelspur Wildpark Höfli
	ProjTitle2	
Berichttitel	DocTitle1	NISV-Nachweis Doppelspurausbau SZU
	DocTitle2	Wildpark-Höfli
	DocTitle3	
Berichtnummer	DocNumber	ECH-457.01-003
Auftraggeber	ClientName	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG
	ClientAddr	Wolframplatz 21 8045 Zürich
Logos	EnoLogoHeader	
	ClientLogo1Header	
	ClientLogo2Header	
Kontakt	Contact	Jürg Tschumi, Tel. +41 33 346 66 48
	Contact_Mail	juerg.tschumi@enotrac.com

Inhalt:

1	Einleitung, Zusammenfassung	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Aufgabenstellung	5
1.3	Zusammenfassung	6
2	Beschreibung des Simulationsmodells	7
2.1	Allgemeines	7
2.1.1	Koordinatenfestlegung	7
2.1.2	Modellbereich	7
2.2	Orte mit empfindlicher Nutzung	7
2.3	Feld verursachender Strom	11
2.3.1	Ansatz zur Bestimmung des massgebenden Stroms	11
2.3.2	Hochrechnung Speisepunktstrom zum Zeithorizont 2030	13
2.3.3	Massgebender Strom bei der geplanten Doppelspur	14
2.4	Anordnung und Parameter der Leiter	16
2.4.1	Leitereigenschaften	16
2.4.2	Relevante Querprofile entlang dem Projektperimeter	16
2.4.3	Querverbindungen Oberleitung / Speiseleitung	17
2.4.4	Erdung und Querverbindung Rückleiter	17
3	Verwendete Tools	18
3.1	SIMNET	18
3.2	EMFCALC	19
4	Ergebnisse	20
4.1	Isolinien magnetische Flussdichte	20
4.2	Maximalwerte bei den OMEN	25
4.3	Immissionsgrenzwert magnetische Flussdichte	25
5	Verwendete Abkürzungen	26
6	Appendix I – Querprofile der modellierten Fahrleitungsanlagen	27
6.1	Querprofil A	28
6.2	Querprofil B	29
6.3	Querprofil C	30
6.4	Querprofil D	31
6.5	Querprofil E	32
6.6	Querprofil F	33
6.7	Querprofil G	34
6.8	Querprofil H	35
6.9	Querprofil I	36
7	Referenzen	37

1 EINLEITUNG, ZUSAMMENFASSUNG

1.1 Ausgangslage

DSP Ingenieure+Planer AG plant für die SZU den Doppelspurausbau der SZU-Linie S4 Zürich HB - Sihlwald im Bereich der Station Wildpark-Höfli. Die Einfahrweichen in den künftigen Doppelspurabschnitt liegen bei Streckenkilometer 9.033 resp. 10.123. Der ganze Projektbereich (km 8.890 - 10.242) befindet sich auf Gebiet der Gemeinde Langnau am Albis.

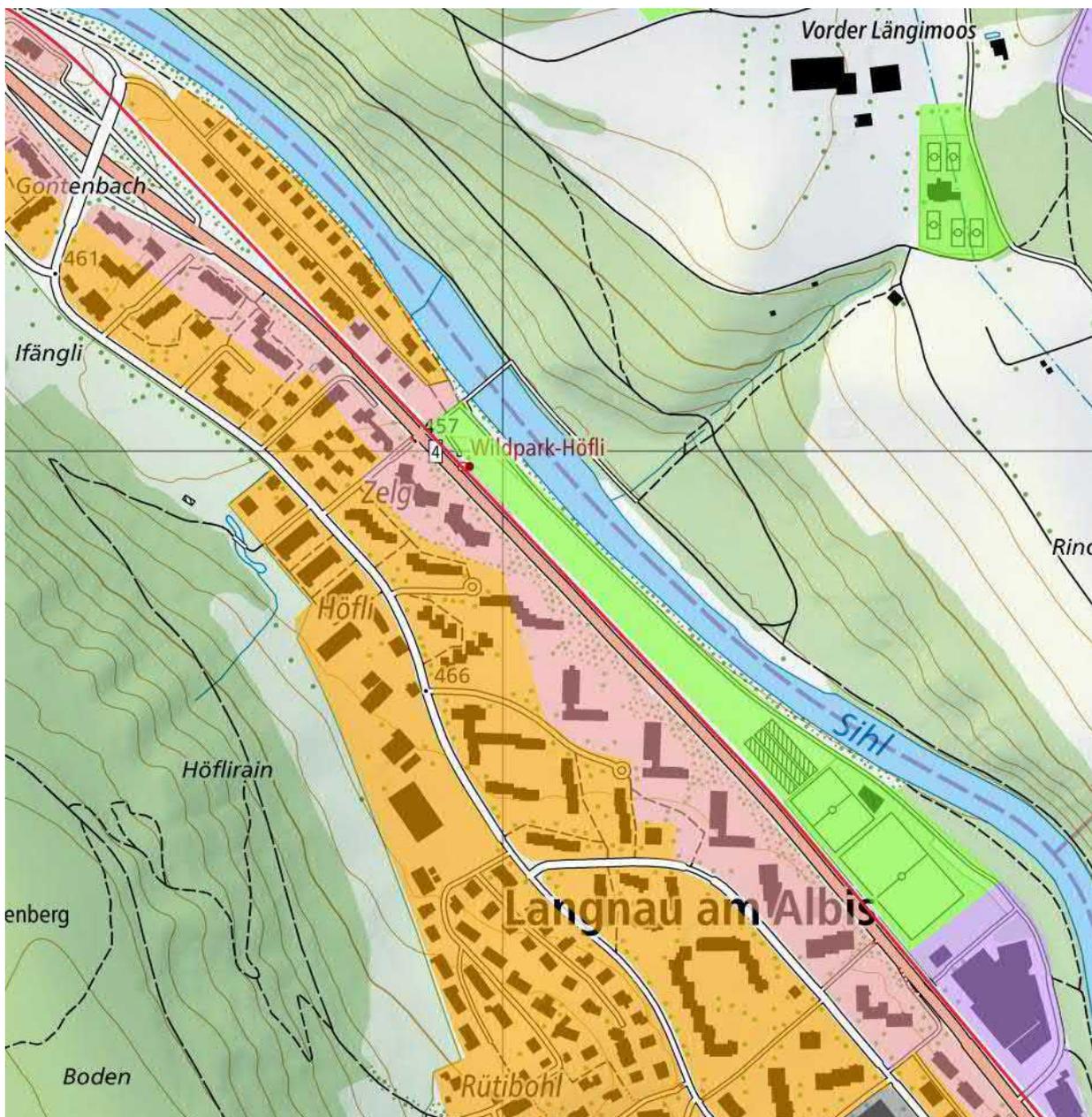


Abbildung 1-1: Übersicht über den Projektbereich. Die Eisenbahnlinie (rote Linie) grenzt durchgängig an Bauzonen, auf der Südwestseite verläuft jedoch ebenfalls durchgängig die Sihltalstrasse entlang der Eisenbahnlinie. Quelle: map.geo.admin.ch (abgerufen am 14.09.2020).

Allgemein gilt, dass die Eisenbahnanlage im ganzen Projektperimeter aufgrund der Inbetriebnahme vor dem 1. Februar 2000 eine „alte Anlage“ im Sinne der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV; Art. 3, Abs. 1) [1] ist. Es sind dabei zwei Bereiche zu unterscheiden:

- km 9.033 - 10.123 (Bereich mit künftig zwei Gleisen): Seit dem Bundesgerichtsurteil 1C_315_2017 zum Doppelspurausbau Goldach-Rorschach ist es gängige Praxis des BAFU, dass bei einem Doppelspurausbau die Anforderungen an Neuanlagen eingehalten werden müssen und nicht die in der aktuellen NISV noch enthaltenen schwächeren Anforderungen an einen Ausbau einer alten Anlage auf mehr elektrifizierte Spuren. Der Anlagegrenzwert (AGW) von $1 \mu\text{T}$ für den über 24 h gemittelten Effektivwert der magnetischen Flussdichte muss an allen Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden (Ziff. 55, 54 NISV).
- km 8.890 – 9.033 und 10.123 – 10.242 (weiterhin einspurig): In diesem Bereich handelt es sich beim vorliegenden Projekt um einen Ersatz einer alten Anlage am bestehenden Standort. Die Anlage gilt daher in diesem Bereich auch nach Realisierung des Projekts als «alte Anlage» (Art. 3, Abs. 2c NISV). Die Maximalforderung der NISV ist deshalb das Vorhandensein eines Rückleiterseils (Ziff. 56 NISV). Ein Rückleiterseil ist auch künftig durchgängig vorhanden.

Die Einhaltung der Anforderungen ist im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens nachzuweisen und es ist ein Standortdatenblatt gemäss Art. 11, Abs. 2 NISV zu erstellen.

Hinweis: Mit der bis 2022 geplanten Umstellung der SZU Linie S10 (Uetliberg) von Gleich- auf Wechselstrom wird im Normalzustand (dem für den vorsorglichen Emissionsgrenzwert relevanten Zustand) die S4 nicht mehr im Stich ab UW Sihlbrugg Richtung HB Zürich sondern ab einem neuen Speisepunkt in Zürich Giesshübel Richtung Sihlbrugg gespeist. Dies wird dazu führen, dass der für den Projektbereich massgebende 24-Stunden-Strom trotz geplantem Mehrverkehr auf der S4 gegenüber heute abnehmen wird. Da NIS-Studien einen künftigen Zustand beurteilen sollen, geht die Studie von dieser künftigen Speisesituation aus.

1.2 Aufgabenstellung

Für die Erstellung des Standortdatenblatts gemäss Art. 11, Abs. 2 NISV sind folgende Arbeiten auszuführen:

- Identifizieren der vorhandenen Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) gemäss NISV beidseitig des betroffenen Streckenabschnitts.¹
- Berechnen, ob im vorgesehenen Projekt im Bereich des künftigen Doppelspurabschnitts der Anlagegrenzwert (AGW, vorsorglicher Emissionsgrenzwert von $1 \mu\text{T}$ für den über 24 Stunden gemittelten Effektivwert der magnetischen Flussdichte) an den OMEN eingehalten wird.

Die NISV gibt nebst dem AGW (vorsorglicher Emissionsgrenzwert bei OMEN, der die niederschwellige mittlere Belastung regelt) auch Immissionsgrenzwerte für die magnetische Flussdichte ($300 \mu\text{T}$ bei 16.7 Hz) und das elektrische Feld (10 kV/m bei 16.7 Hz) vor. Die Immissionsgrenzwerte müssen jederzeit und überall, wo sich Menschen aufhalten können, eingehalten werden. Die Immissionsgrenzwerte werden bei Freileitern von Fahrleitungsanlagen erfahrungsgemäss an allen zugänglichen Orten eingehalten, weil die Sicherheitsabstände (gegen elektrischen Schlag bei 15 kV)

¹ Im vorliegenden Fall kann auf die Identifikation der OMEN, mit Ausnahme des OMEN 1 (siehe Tabelle 2-1), auf der Südwestseite der Anlage verzichtet werden. Dort liegt entlang dem ganzen Projektperimeter die Sihltalstrasse und die Ergebnisse zeigen, dass die magnetische Flussdichte noch im Bereich der Strasse unter den AGW fällt.

grösser sind als die Bereiche, in welchen die magnetische Flussdichte resp. das elektrische Feld den Immissionsgrenzwert überschreitet.

Bei Kabeln ist aufgrund der Isolation eine unmittelbare Annäherung möglich und der Immissionsgrenzwert für die magnetische Flussdichte kann überschritten werden. Für die beiden Kabelaufstiege im Bereich der Strassenüberführung bei km 9.0 (verkabelte Speiseleitung von km 8.940 / Mast 35 – 9.120 / Mast 41) ist daher der Immissionsgrenzwert zu beachten – an allen anderen Orten verläuft das Kabel in Rohrblöcken und eine unmittelbare Annäherung ist nicht möglich.

1.3 Zusammenfassung

Die für den Doppelspurausbau Wildpark-Höfli geplante Anlage erfüllt auf dem ganzen Projektperimeter die Anforderungen für Neuanlagen. Bei den OMEN wird unter den Bedingungen für die Bestimmung der Emissionen eine über 24 Stunden gemittelte magnetische Flussdichte von maximal 0.2 μT erreicht.

Grundvoraussetzung zur Einhaltung des vorsorglichen Emissionsgrenzwerts ist die für 2022 geplante Umstellung der Speisung der SZU Linie 4: Anstelle der Stich-Speisung ab UW Sihlbrugg Abgang 1003 wird dann eine Stichspeisung ab UW Zürich mit einem neuen Speisepunkt in Zürich Giesshübel genutzt.

Für den Nachweis der Einhaltung des Immissionsgrenzwerts für die magnetische Flussdichte von 300 μT erfolgte eine Worst-Case Abschätzung. Wenn bei den beiden kritischsten Orten (Kabelaufstiege bei den Masten 35 und 41) der gemäss Leitungsverordnung geforderte mechanische Schutz der Kabel so ausgestaltet wird, dass nicht mehr auf das Mastfundament gestanden werden kann, so wird der Immissionsgrenzwert sicher eingehalten.

2 BESCHREIBUNG DES SIMULATIONSMODELLS

2.1 Allgemeines

2.1.1 Koordinatenfestlegung

- x-Achse: Ursprung in der Mitte des Streckengleises resp. des linken Gleises im Bereich der neuen Doppelspur („Referenzgleis“, in aufsteigender Streckenkilometrierung; Blickrichtung Sihlwald). Positive Werte nach rechts bei Blick Richtung Sihlwald.
- y-Achse: Ursprung auf SOK, positive Werte nach oben.
- z-Achse: Entlang der Strecke wird die Streckenkilometrierung verwendet. Aufsteigende Kilometrierung von Zürich Giesshübel Richtung Sihlwald. Die geplante neue Doppelspur befindet sich entlang von km 9.033 bis 10.123 (Kilometrierung der Weichen).

2.1.2 Modellbereich

Damit die Erdströme im Untersuchungsperimeter möglichst korrekt erfasst werden und die Stromaufteilung auf Speise- und Oberleitung durch SIMNET berechnet werden kann, wurde das Modell ausserhalb des Untersuchungsbereichs mit Standard-Einspuren in Richtung Zürich HB und in Richtung Sihlwald ergänzt. (In Richtung Zürich wurden teilweise detaillierte Leiterlagen aus einem früheren Projekt genutzt).

2.2 Orte mit empfindlicher Nutzung

Tabelle 2-1 listet die im Projektperimeter zur Bahnlinie am nächsten liegenden OMEN auf. Diese nächstliegenden OMEN sind jeweils im Sinne eines Worst-Case repräsentativ für alle gleich oder weiter entfernt liegenden OMEN innerhalb eines Bereichs mit einheitlicher Leiteranordnung.

Die Entfernung Aussenwand OMEN zur Mitte des Referenzgleises (siehe Kapitel 2.1.1) und die Position entlang der Strecke wurden aus dem Situationsplan [2] gemessen und auf 10 cm gerundet. Die in der Tabelle 2-1 aufgeführten Parzellen-Nr. und die Hausnummern wurden dem Situationsplan [2] resp. dem GIS-System des Kantons Zürich [14] entnommen.

Entlang der Eisenbahnanlage gibt es noch 5 nicht bebaute Parzellen in Bauzonen (2861, 5222, 5224, 5115 und 5116). Bei diesen Parzellen wurde für die Bestimmung der möglichen Baulinie jeweils von einem minimalen Grenzabstand für Bauten gemäss dem minimalen „kleinen Grenzabstand“ von 4 m im Baureglement der Gemeinde Langnau am Albis [13] ausgegangen. Für die Parzellen 5222, 5224, 5115 und 5116 wurden zudem die künftigen Parzellengrenzen entsprechend dem Landerwerbsplan für das Bauprojekt Doppelspur Wildpark-Höfli berücksichtigt.[6]

OMEN	Bezeichnung	Parzellen Nr.	Gebäude Nr.	z-Position [km]	x-Koordinate [m]	Querprofil (2.4.2)	OMEN, Grund gemäss NISV, Bemerkungen
1	Restaurant	3982	522	8.917	11.80	A	Arbeitsplätze
2	Unbebaute Parzelle	2861	na	9.020	-9.10	B	unbebaute Parzelle in Bauzone
3	Unbebaute Parzelle	2861	na	9.050	-8.90	C	unbebaute Parzelle in Bauzone
4	Wohnhaus	1391	563	9.144	-15.20	D	Wohnraum
5	Unbebaute Parzelle	5222	na	9.380	-7.50	E	unbebaute Parzelle in Bauzone
6	Unbebaute Parzelle	5224	na	9.500	-10.20	F	unbebaute Parzelle in Bauzone
7	Gewächshaus	5113	nv	9.815	-7.00	G	Arbeitsplätze
8	Sporthalle	5121	828	10.085	-11.20	H	Arbeitsplätze nicht ausgeschlossen
9	Gewerbe	4055	1800	10.210	-8.90	I	Arbeitsplätze

Tabelle 2-1: Nächstliegende OMEN und deren Position entlang der Strecke, Entfernung zum Referenzgleis. Die Angabe zum Querprofil bezieht sich auf Kapitel 2.4.2.

Anmerkungen:

- Die Parzelle 2858 liegt nicht in der Bauzone.
- Die unbebaute Parzelle 2861 liegt an zwei verschiedenen relevanten Querprofilen nächstliegend und ist deshalb als zwei OMEN (2 und 3) gelistet.
- Das bestehende OMEN 7 ist im Querprofil G nächstliegend zur Bahn. Auf den angrenzenden unbebauten Parzellen können Bauten unter Berücksichtigung des kleinen Grenzabstands und der künftigen Parzellengrenze nicht näherliegend errichtet werden.
- OMEN 8 wurde ohne genauere Abklärung ganz als OMEN klassiert. Sportanlagen(-gebäude) gelten üblicherweise nicht grundsätzlich als OMEN. Nur die Bereiche, wo allenfalls ständige Arbeitsplätze (z.B. Cafeteria) oder Wohnräume (z.B. Abwartwohnung) liegen, gelten als OMEN.
- Wie die Ergebnisse zeigen, spielt die Höhe der OMEN über SOK für die Einhaltung des AGW keine Rolle. Es wurde daher eine einheitliche Höhe von 15 m berücksichtigt.

In den nachfolgenden Ausschnitten aus dem Situationsplan [2] sind die identifizierten und zur Fahrleitungsanlage nächstliegenden OMEN als rote (bestehende Gebäude) resp. violette (unbebaute Bauparzellen) Flächen eingetragen. Die pro Querprofil (abgegrenzt durch blauen Linien) beidseits zur Bahn jeweils nächstliegenden OMEN sind mit der Nummer gemäss Tabelle 2-1 versehen.

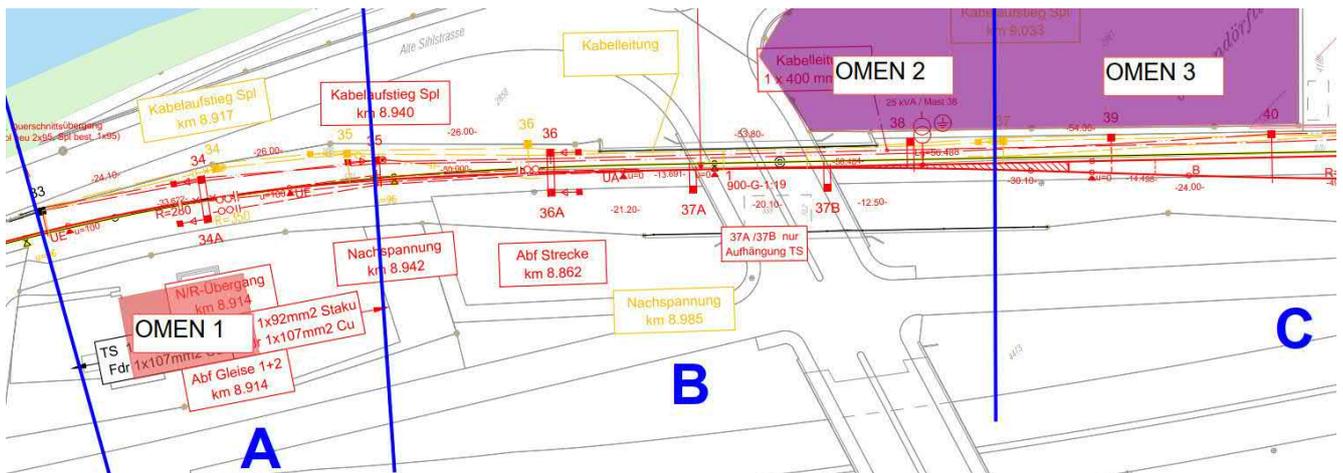


Abbildung 2-1: Lage der OMEN 1 - 3 im Bereich der Querprofile A bis C. Quelle: [2] ergänzt.

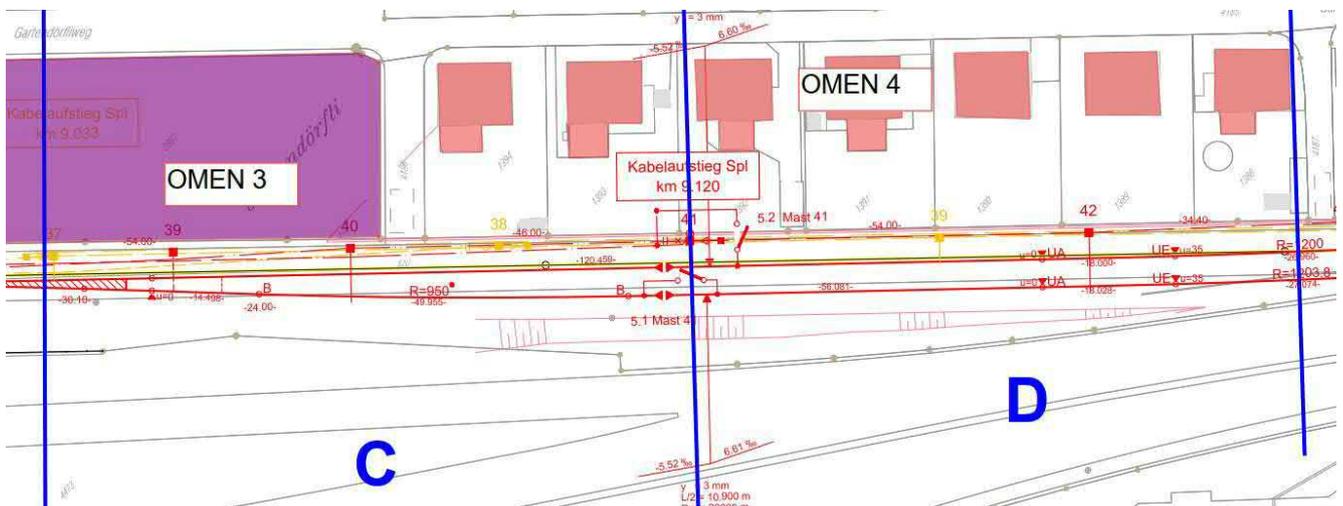


Abbildung 2-2: Lage der OMEN 3 und 4 im Bereich der Querprofile C und D. Quelle: [2] ergänzt.

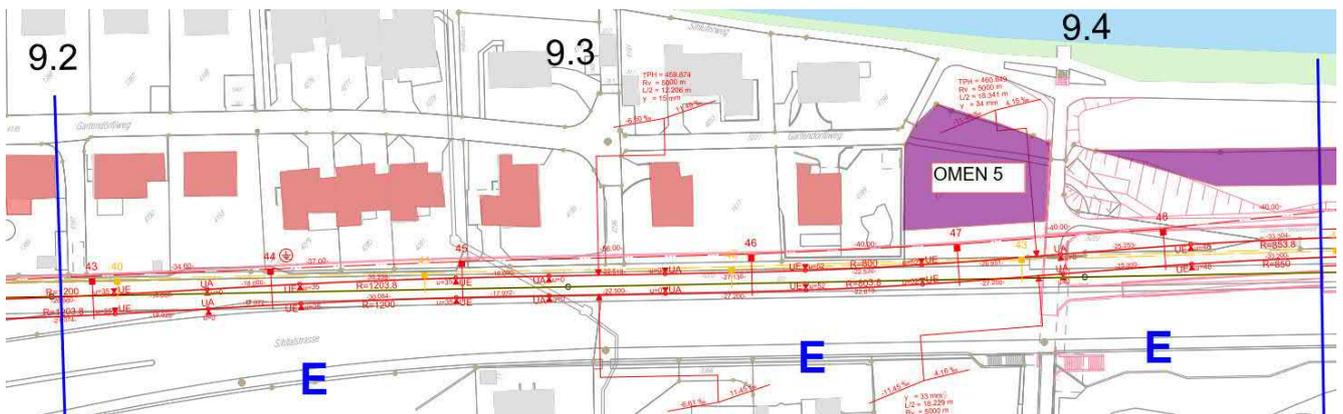


Abbildung 2-3: Lage des OMEN 5 im Bereich des Querprofils E. Quelle: [2] ergänzt.

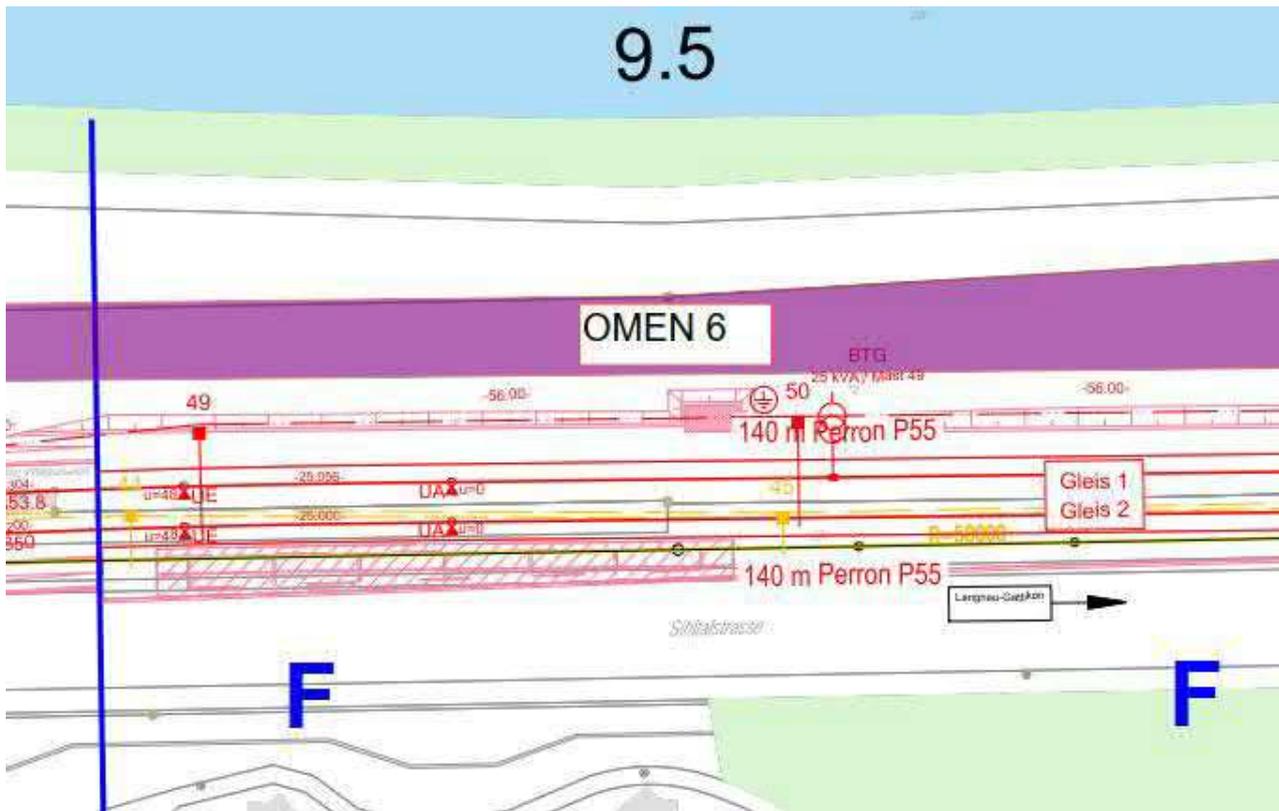


Abbildung 2-4: Lage des OMEN 6 im Bereich des Querprofils F. Quelle: [2] ergänzt.

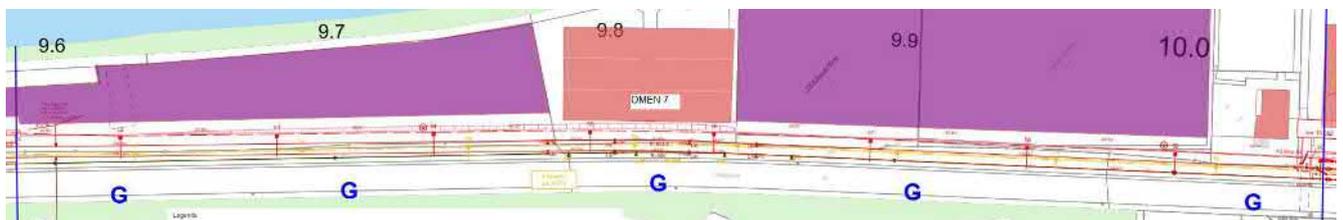


Abbildung 2-5: Lage des OMEN 7 im Bereich des Querprofils G. Quelle: [2] ergänzt.



Abbildung 2-6: Lage der OMEN 8 und 9 im Bereich der Querprofile H und I. Quelle: [2] ergänzt.

2.3 Feld verursachender Strom

2.3.1 Ansatz zur Bestimmung des massgebenden Stroms

Für den NIS-Nachweis von Eisenbahnanlagen gilt der vorgesehene Betrieb mit dem dazu erforderlichen, in die Fahrleitung eingespeisten und über 24 Stunden gemittelten Strom als massgebender Betriebszustand (NISV Ziffer 53 [1]). Damit die Aussage zur NIS-Belastung bei der geplanten Doppelspur auch für die Zukunft gilt, wurde für die Berechnung der Betrieb der SZU Linie S4 mit Zeithorizont 2030 berücksichtigt. Bis zum Zeithorizont 2030 wurden mit Relevanz für den massgebenden Strom (24-h-Mittelwert am Speisepunkt) die Veränderungen gemäss Tabelle 2-2 berücksichtigt, wobei als Referenzzustand das Jahr 2018 genutzt wurde:

Bereich	2018	2030	Qualitative Berücksichtigung
Speisung	S4 im Stich ab Abgang 1003 des UW Sihlbrugg von Sihlwald nach Zürich HB gespeist.[8] Siehe Abbildung 2-7.	Nach der Umspannung der S10 von Gleich- auf Wechselstrom wird die S4 ab Zürich Giesshübel (gespeist ab UW Zürich) im Stich Richtung Sihlwald (über den Schalter LS2) resp. Richtung Zürich HB (über den Schalter LS3) gespeist.[9] Siehe Abbildung 2-8.	Annahme dass der benötigte 24-h-Strom proportional zu den geleisteten Zugskilometern ist. Umrechnung der ab Sihlbrugg bis Zürich HB resp. ab Zürich Giesshübel bis Sihlbrugg gespeisten Zugskilometer.
Fahrplan	Im Mittel 4 Züge/Stunde und Richtung zwischen Zürich HB und Langnau-Gattikon (davon verkehren 14 Züge pro Tag bis/ab Sihlwald).[11]	Wie 2018, während HVZ jedoch 7.5-Minuten-Takt zwischen Zürich HB und Adliswil (8 Züge/Stunde und Richtung in diesem Abschnitt).[9]	Doppelt so viele Züge wie heute auf dem Abschnitt Zürich HB – Adliswil (Worst Case, da bei den Berechnungen eine Taktverdichtung auch ausserhalb der HVZ angenommen wird.) Spielt nur für den 24-h-Speisepunktstrom eine Rolle; dieser Strom fliesst bei einer Speisung ab Zürich Giesshübel nicht im Bereich der Doppelspur Wildpark-Höfli.
Rollmaterial	Lokbespannte Züge mit Doppelstockwagen	Einstöckige Niederflurfahrzeuge.[9]	Neutral. Es ist zu erwarten, dass die Züge für den Zeithorizont 2030 nicht mehr Energie brauchen wie die heutigen Züge: Dem tendenziellen Mehrverbrauch von längeren einstöckigen Zügen (gegenüber kürzeren Doppelstockzügen) stehen die Effizienzgewinne neuer Züge gegenüber.

Tabelle 2-2: Für den massgebenden Strom (24-h-Mittelwert am Speisepunkt) relevante Veränderungen bis zum Zeithorizont 2030. Die qualitative Berücksichtigung wird in Kapitel 2.3.2 quantifiziert.

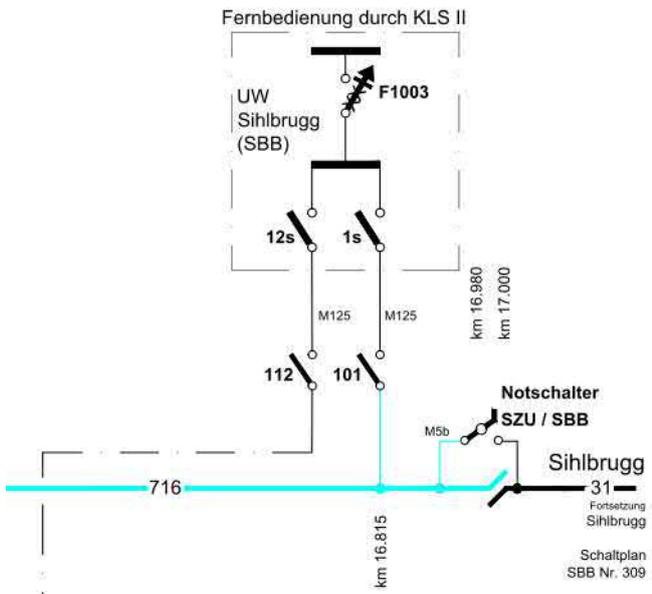


Abbildung 2-7: Aktuelle Speisung der S4 ab UW Sihlbrugg über den Abgang 1003 auf Speiseleitung (Schalter 12s) und Fahrleitung (Schalter 1s). Ausschnitt aus [8].

Zch. Giesshübel

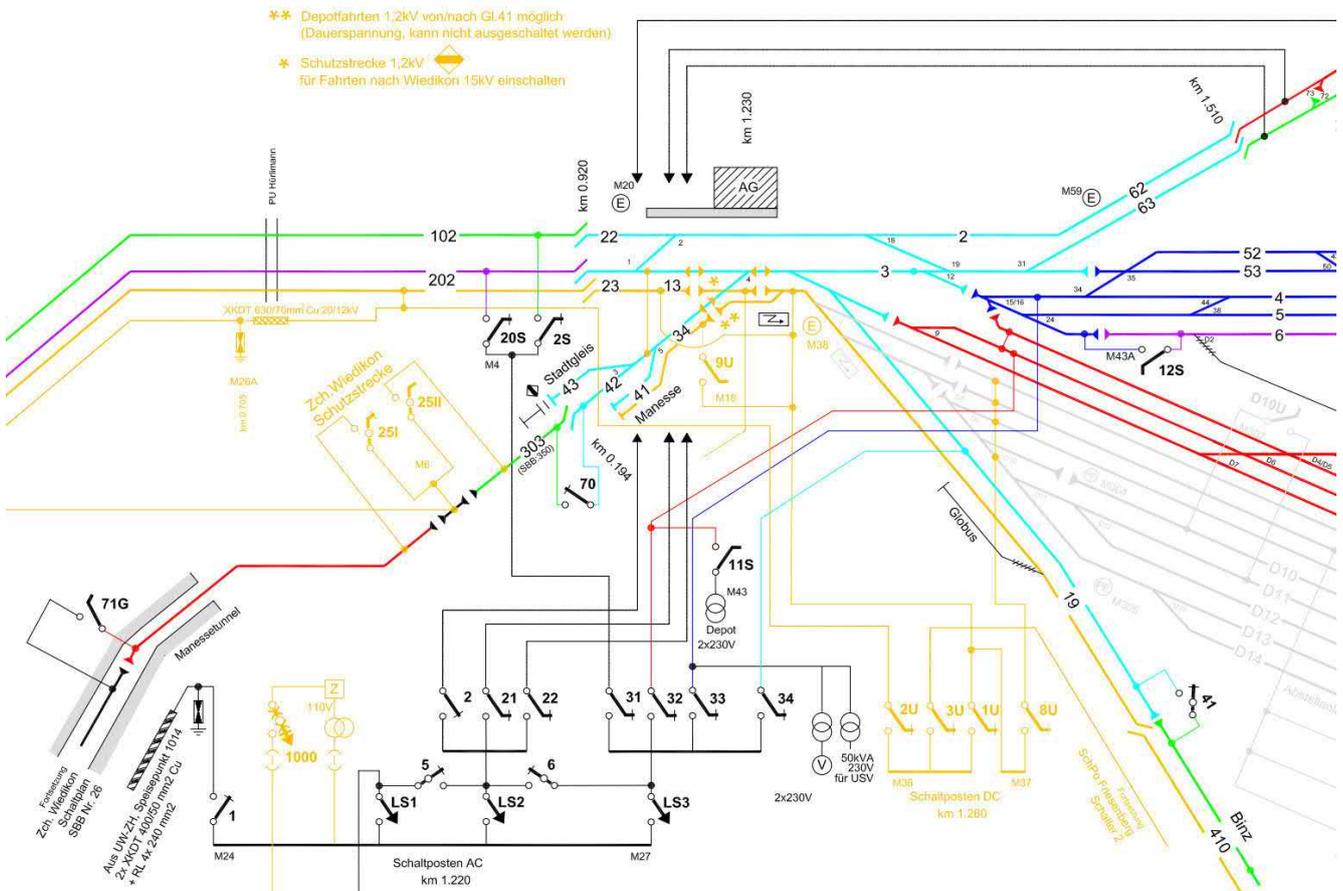


Abbildung 2-8: Speisekonzept nach Umstellung der S10 auf 15 kV Wechselstrom. Links unten: Kabel vom UW Zürich zum Schaltposten Zürich Giesshübel. Links Mitte: Fahrleitungen der Gleise nach Zürich HB. Rechts oben: Fahrleitungen und Speiseleitung Richtung Sihlwald. Gelb: Abzubrechende Gleichstrom-Anlagen der heutigen S10. Auszug aus [7].

Als Ausgangspunkt für die Bestimmung des massgebenden Stroms dienen die Strommessungen von SBB am Abgang 1003 des UW Sihlbrugg.[10] Die Bestimmungen von SBB erfolgen zwei Mal jährlich jeweils über einen Zeitraum von 4 Wochen von Januar bis Februar und von Ende Juni bis Juli (Perioden mit grossem Heiz- resp. Kühlbedarf). Es standen die Werte von 2014 bis 2017 zur Verfügung. Für die vorliegende Studie wurde der Höchstwert dieser 8 Werte verwendet: 99 A als 24-h-Mittel (Januar 2017).

2.3.2 Hochrechnung Speisepunktstrom zum Zeithorizont 2030

Abbildung 2-9 zeigt schematisch für den heutigen (2018) und den künftigen Zustand (Zeithorizont 2030) die Speisesituation und die entsprechenden Zugläufe entlang der geplanten Doppelspur. In den nachfolgenden Tabellen sind dann die entsprechenden Mengengerüste (Anzahl Züge, gespeiste Zugskilometer) ausgewiesen.

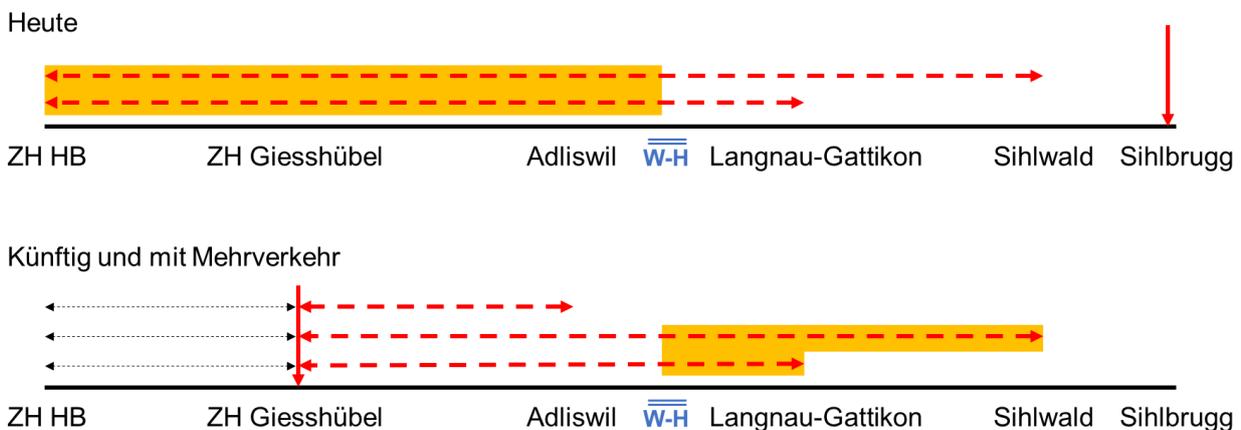


Abbildung 2-9: Visualisierung der Speisesituation und der entsprechenden Zugläufe entlang der geplanten Doppelspur Wildpark-Höfli (blaues Symbol „W-H“). Oben: heutige Situation mit Speisung ab Sihlbrugg und den von Sihlbrugg aus gespeisten Zugläufen (rot gestrichelte Linien). Unten: Situation 2030 mit Mehrverkehr mit Speisung ab Zürich Giesshübel LS2 und den ab diesem Speisepunkt aus gespeisten Zugläufen (rot gestrichelte Linien). Orange hinterlegt ist jeweils der Bereich der Zugläufe, für den der Strom auch tatsächlich im Projektbereich fliesst.

Tabelle 2-3 listet die von den Speisepunkten Sihlbrugg (heutige Situation, Abgang 1003) resp. Zürich Giesshübel (künftige Situation, Schalter LS2) gespeisten Züge und die entsprechenden Zugskilometer für den heutigen Betrieb der S4 auf. Tabelle 2-4 zeigt analog die vom Speisepunkt Zürich Giesshübel (künftige Situation, Schalter LS2) gespeisten Züge und die entsprechenden Zugskilometer für den vorgesehenen Mehrverkehr auf der S4. Die heutige Zahl der Züge wurde dem Linienfahrplan [11] und die Streckenkilometer der Stationen der Publikation [12] entnommen. Der Schalter Zürich Giesshübel speist die S4 künftig ab km 0.920 (siehe Abbildung 2-8).

	Zürich HB - Sihlwald	Zürich HB – Langnau- Gattikon	Sihlwald - Zürich HB	Langnau- Gattikon – Zürich HB	Anmerkungen
Anzahl Züge pro Tag Mo-Fr	14	61	14	62	Annahme 256 Tage/Jahr
Anzahl Züge pro Tag Sa/So/Feiertage	14	42	14	43	Annahme 109 Tage/Jahr
Zugskilometer pro Fahrt [km] heute	14.46	11.94	14.46	11.94	Zugskilometer bei Speisung ab Sihlbrugg bis Zürich HB
Zugskilometer total pro Jahr [km] heute	73'891	241'116	73'891	245'474	Total 634'372 km
Zugskilometer pro Fahrt [km] künftig	12.31	9.79	12.31	9.79	Zugskilometer bei Speisung ab Giesshübel bis Sihlwald
Zugskilometer total pro Jahr [km] künftig	62'904	197'699	62'904	201'273	Total 524'780 km

Tabelle 2-3: Anzahl Züge, gespeiste Zugskilometer ab Speisepunkt Sihlbrugg (heute) resp. Zürich Giesshübel (künftig) und totale zu speisende Zugskilometer heute und künftig (ohne Mehrverkehr).

	Zürich HB - Adliswil	Adliswil - Zürich HB	Anmerkungen
Anzahl Züge pro Tag Mo-Fr	75	76	Annahme 256 Tage/Jahr
Anzahl Züge pro Tag Sa/So/Feiertage	56	57	Annahme 109 Tage/Jahr
Zugskilometer pro Fahrt [km] künftig	7.63	7.63	Speisung ab Giesshübel bis Sihlwald
Zugskilometer total pro Jahr [km] künftig	193'070	195'854	Total 388'924 km

Tabelle 2-4: Anzahl Züge, gespeiste Zugskilometer ab Speisepunkt Zürich Giesshübel (künftig) und totale Zugskilometer künftig für den Mehrverkehr (Worst Case Verdoppelung des Verkehrs bis/ab Adliswil).

Insgesamt nehmen die Zugskilometer um den Faktor 1.44 von heute 634'372 km/Jahr (ab Sihlbrugg Abgang 1003 gespeist) auf 913'704 km/Jahr (gespeist ab Zürich Giesshübel Schalter LS2) zu. Unter der Annahme der Proportionalität des 24-h-Stroms ergibt sich daher ein 24-h-Strom für den Speisepunkt Zürich Giesshübel Schalter LS2 von $99 \text{ A} \cdot 1.44 = 142.6 \text{ A}$.

2.3.3 Massgebender Strom bei der geplanten Doppelspur

Wenn die Speisung der S4 künftig von Zürich Giesshübel erfolgt, fliesst in der Fahrleitungsanlage im Bereich der geplanten Doppelspur Wildpark-Höfli nur der Strom (Summe über alle Leiter) zur Versorgung der Züge, die zwischen dem Beginn der Doppelspur bei ca. km 9.000 und Sihlwald unterwegs sind. Dementsprechend wurden die Zugskilometer zwischen der neuen Doppelspur (km 9.000) bis Sihlwald und deren Anteil an den totalen über den Schalter Zürich Giesshübel LS2 gespeisten Zugskilometern bestimmt. Mit dem gleichen Mengengerüst wie in Tabelle 2-3 und Tabelle

2-4, jedoch mit Distanzen von 4.25 km (Untersuchungsbereich – Sihlwald) und 1.72 km (Untersuchungsbereich – Langnau-Gattikon) ergeben sich 113'530 Zugskilometer/Jahr auf dem Streckenteil nach dem Untersuchungsbereich bis Sihlwald. Dies entspricht einem Anteil von 0.124 der insgesamt ab Zürich Giesshübel Schalter LS2 gespeisten 913'704 Zugskilometer/Jahr. Bei der Doppelspur Wildpark-Höfli darf daher mit Zeithorizont 2030 von einem 24-h-Strom von $142.6 \text{ A} \cdot 0.124 = 17.7 \text{ A}$ ausgegangen werden.

Abbildung 2-10 zeigt das Schaltschema der Fahrleitungsanlage im Bereich der geplanten Doppelspur. Die Hauptströme fließen durch die Speiseleitung und das Kettenwerk von Gleis 1 zwischen den Trennstellen bei Mast 41 und 60 sowie durchgängig über das Kettenwerk der Einspur vor und nach dem Doppelspurabschnitt und das Kettenwerk von Gleis 2 der Doppelspur.

Die Aufteilung (Berechnung) des 24-h-Stroms von 17.7 A auf die verschiedenen Leiter im Bereich der geplanten Doppelspur (Hinleiter Kettenwerke und Speiseleitung, Rückleiter Rückleiterseil und Schienen) erfolgt unter Berücksichtigung der induktiven und kapazitiven Kopplung durch SIMNET.

Im Modell fließt im Kettenwerk von Gleis 1 im Bereich zwischen den Weichen zur Doppelspur und den Gleistrennern bei den Masten 41 (Seite Zürich) resp. 60 (Seite Adliswil) kein Strom. In der Realität fließt in diesen Bereichen nur dann ein Strom, wenn dort gerade ein Zug verkehrt. Aufgrund der geringen Länge dieser Bereiche kann dieser Strom im 24-h-Mittel daher vernachlässigt werden.

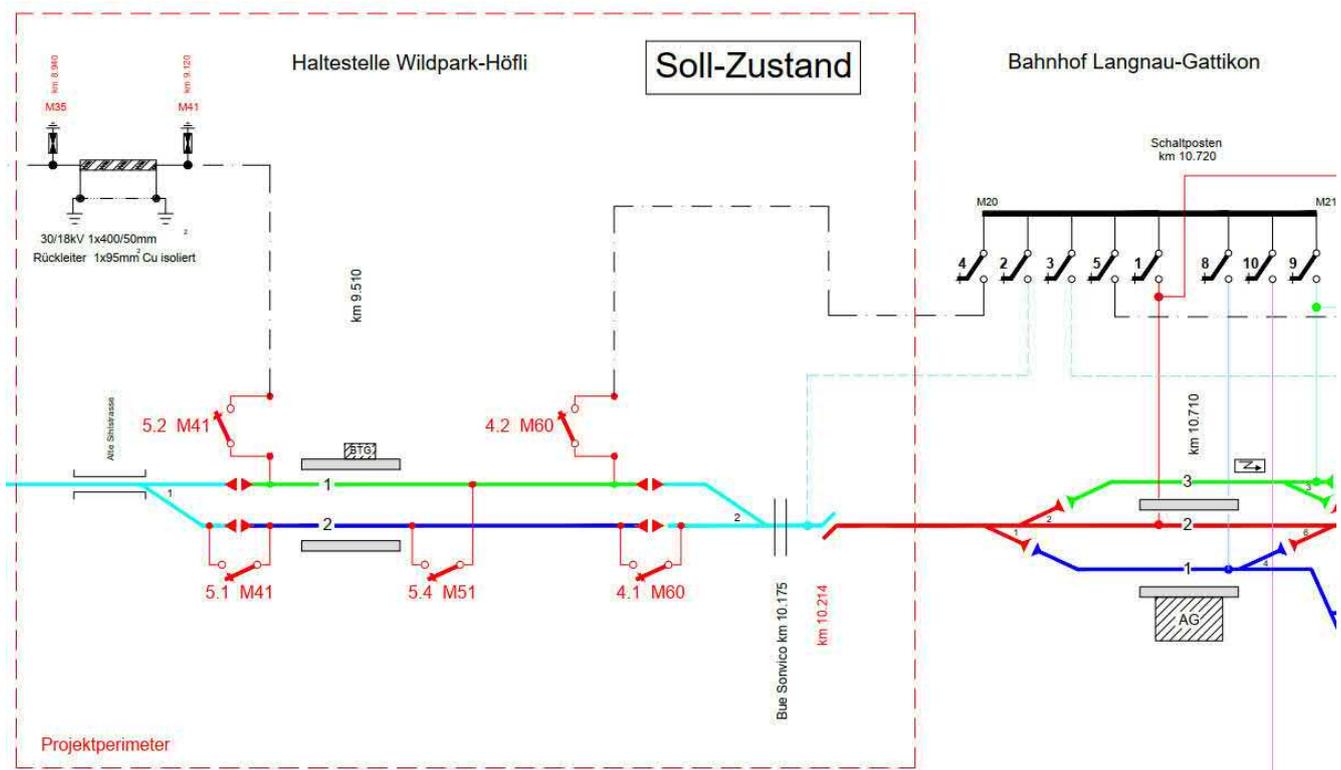


Abbildung 2-10: Auszug aus dem künftigen Schaltschema [3] im Bereich der geplanten Doppelspur Wildpark-Höfli. Die Speiseleitung (schwarz gestrichelt) wird künftig nicht mehr durchgängig sein – im Bereich der Doppelspur wird das Kettenwerk von Gleis 1 genutzt. Beim Mast 51 befindet sich eine Querkupplung zwischen Gleis 1 (und damit auch de Speiseleitung) und Gleis 2. Blau gestrichelt die Umgehungsleitung von Langnau-Gattikon.

2.4 Anordnung und Parameter der Leiter

2.4.1 Leitereigenschaften

Leiter	Material	Querschnitt [mm ²]	Äquivalenter Radius [mm]	Relative Permeabilität	Spezifischer elektrischer Widerstand (20°C) [Ω/m]	Bemerkungen
Schiene UIC 54	Stahl	6855	94	50	3.300E-05	Leitwert gegenüber Erde 0.001 S/m
Fahrdraht Cu 107 mm ²	Cu	107	6.125	1	1.661E-04	
Tragseil Cu 95 mm ²	Cu	95	6.25	1	1.871E-04	Tragseil im Projektbereich
Tragseil StaKu 50 mm ²	StaKu	50	4.5	1	1.000E-03	Tragseil ausserhalb des Projektbereichs
Seil Cu 95 mm ²	Cu	95	6.25	1	1.871E-04	Verwendet als Rückleiterseil
Kabel Cu 400 mm ² Kern	Cu	400	12	1	4.443E-05	Kabel der Speiseleitung im Bereich der Strassenüberführung km 9.0
Kabelschirm Cu 50 mm ²	Cu	50	26	1	3.554E-04	Schirm zu Cu 400 mm ² -Kabel
Cu 150 mm ²	Cu	150	7.85	1	1.185E-04	Paralleler Rückleiter zum Speiseleitungskabel

Tabelle 2-5: Parameter der im Modell und im Bereich der geplanten Doppelspur eingesetzten Leiter.

2.4.2 Relevante Querprofile entlang dem Projektperimeter

Bezüglich geometrischer Anordnung der Leiter folgen sich im Projektperimeter 6 relevante Konfigurationen, die mit A – F bezeichnet wurden (siehe Tabelle 2-6). Die Querprofile wurden den typischen Querprofilen [4], dem Situationsplan [2] und dem Längsprofil [5] entnommen. Die Querprofile sind im Anhang (Kapitel 6) detailliert ausgewiesen.

z-Position [km]	Querprofil	Bemerkung
-2.000		Anfang des Modells. Einspurig. Standard-Anordnung der Leiter. Teilweise detaillierte Leiteranordnung aus einem früher genutzten Modell.
8.890	A	Einspur, Speiseleitung als Freileitung, Fahrdrahthöhe sinkt (wegen Unterquerung Überführung Höflistrasse)
8.940	B	Einspur, ab Abschnittsbeginn Verkabelung der Speiseleitung
9.033	C	Beginn Doppelspur, Fahrdrahthöhe steigt
9.120	D	Kabelaufstieg beim Abschnittsbeginn; Speiseleitung endet mit Verbindung zum Kettenwerk von Gleis 1
9.200	E	Kleinerer Mastabstand, Standardhöhe Fahrdraht
9.446	F	Grösserer Mastabstand im Perronbereich der Haltestelle Wildpark-Höfli.
9.586	G	Normaler Mastabstand
10.052	H	Speiseleitung beginnt, am Abschnittsanfang Verbindung vom Kettenwerk zur Speiseleitung; kleinerer Gleisabstand

z-Position [km]	Querprofil	Bemerkung
10.129	I	Einspur
10.214		Standard-Einspur
13.000		Ende des Modells

Tabelle 2-6: Modellbereich entlang der Strecke. Die angegebenen Querprofile beginnen jeweils beim Streckenkilometer der entsprechenden Zeile und enden beim Streckenkilometer der nachfolgenden Zeile.

2.4.3 Querverbindungen Oberleitung / Speiseleitung

- Fahrdrabt und zugehöriges Tragseil sind im Modell alle 10 m niederohmig verbunden (Hänger).
- Speiseleitung und Oberleitung sind bei den Schaltposten in Zürich Giesshübel (km 1.220), Zürich Leimbach (km 4.745), Adliswil (km 7.370) und Langnau-Gattikon (km 10.720) niederohmig verbunden. Zum wurde die Querkupplung bei Mast 51 in Wildpark-Höfli berücksichtigt.

2.4.4 Erdung und Querverbindung Rückleiter

Auf der Linie S4 werden im Bereich der neuen Doppelspur beide Schienen eines Gleises Rückstrom führen (für die Gleisfreimelde-Anlagen sind Achszähler vorgesehen).

Alle 250 m (bei einem typischen Mastabstand von 50 m bei jedem fünften Masten) verbinden niederohmige Querverbindungen Rückleiterseil und Schienen.

Für die Erdung wurden Erfahrungswerte gemäss Tabelle 2-7 verwendet:

Erdungsparameter	Wert
Masterdung Fahrleitung	alle 50 m mit 25 Ω pro Mast
Leitwert zwischen Schienen und Erde	0.001 S/m

Tabelle 2-7: Verwendete Erfahrungswerte für die Erdung

3 VERWENDETE TOOLS

3.1 SIMNET

Das Softwarewerkzeug SIMNET dient der Berechnung von Strömen und Spannungen in einem Netzwerk mit parallel verlaufenden Leitern, also wie dies typischerweise in einer Bahntrasse mit Fahrdrabt, Tragseil, Speiseleitungen, Feeder, Rückleiterseilen, Schienen und Kabel der Fall ist. Das Programm gelangt insbesondere zur Anwendung bei der

- Berechnung der Rückstromführung in Tunneln und auf offener Strecke (Rückleiterseile, Schienen, Armierung, Erdreich etc.)
- Berechnung der Stromaufteilung zwischen verschiedenen, parallel verlaufenden Hin- und Rückleitern
- Berechnung der magnetischen Flussdichte bei einer bestimmten Leiteranordnung und Leiterbelastung
- Berechnung der Impedanzen für verschiedene Fahrleitungs- und Rückleitungskonfigurationen als Grundlage für FABEL
- Berechnung der Beeinflussung von parallel verlaufenden Signal- und Fernmeldekabeln
- Ermittlung von Spannungen und Potenzialen von Leitern und der Erde in Kurzschlussfällen und während des Normalbetriebs
- Abschätzung der Auswirkungen von Erdungen und unterschiedlichen Leiteranordnungen

SIMNET führt eine Netzwerkberechnung unter Berücksichtigung einer beliebig langen Aneinanderreihung von Abschnitten durch, die jeweils aus parallelen Leitern und Verbindungen (Impedanzen, Quellen) zwischen den Leitern und nach Erde bestehen. Die Berechnung erfolgt für eine wählbare Frequenz. Basierend auf den ermittelten Stromverteilungen kann EMFCALC die resultierende magnetische Flussdichte in senkrecht zu den Leitern stehenden Ebenen berechnen.

Für jede in einem System vorkommende Leiteranordnung (Trasstyp) werden die geometrischen und physikalischen Daten der Leiter in einer Bibliothek abgelegt. Zu den Leiterdaten gehören: Position jedes Leiters im Querschnitt-Koordinatensystem, Leiterdurchmesser, relative Permeabilität, spezifischer Gleichstromwiderstand, Ableitungswiderstand nach Erde. Ebenso wird eine Bibliothek aller Querverbindungen zwischen den Leitern angelegt, z. B. für Einspeisungen, Verbraucher (Züge), Erdverbindungen, Masterdungen, Leiterverbindungen etc. Der zu untersuchende Streckenabschnitt wird modelliert, indem die vorkommenden Leiteranordnungen als Abschnitte entsprechender Länge aneinander gereiht und die verschiedenen Arten von Querverbindungen an den gewünschten Stellen platziert werden.

SIMNET berechnet aufgrund der Modelldaten die ohmschen Widerstände, die Eigeninduktivitäten und die Kapazitätsbeläge der einzelnen Leiter, die induktiven und kapazitiven Kopplungen sämtlicher Leiter untereinander und nach Erde. Dabei wird die Stromverdrängung in den Leitern ebenso berücksichtigt wie die erwartete Erdstromtiefe und der Erdwiderstand.

3.2 EMFCALC

EMFCALC ist ein Programm zur Berechnung des magnetischen Feldes im Bereich einer Eisenbahnstrecke. Als Grundlage für eine Berechnung mit EMFCALC dient die mit SIMNET ermittelte Stromverteilung auf die verschiedenen Leiter.

EMFCALC berechnet die magnetische Flussdichte in Ebenen, die senkrecht zu den Leitern stehen. Die Flussdichte wird an vordefinierten Punkten in diesen Ebenen berechnet. Der Abstand dieser Punkte kann vom Benutzer gewählt werden. Die berechnete magnetische Flussdichte kann mit der Darstellung von Isolinien visualisiert werden.

4 ERGEBNISSE

4.1 Isolinien magnetische Flussdichte

Die Blickrichtung der nachfolgenden Abbildungen der Isolinien der magnetischen Flussdichte geht in Richtung der aufsteigenden Kilometrierung (Blickrichtung Zürich → Sihlwald). Modellierte Leiter sind mit blauen Punkten dargestellt, wobei der Durchhang für Tragseile, Rückleiterseile und Speiseleitungen in der Darstellung berücksichtigt ist. Die Lage der OMEN (Aussenwände der gebauten Gebäude respektive zulässige Baulinie bei unbebauten Parzellen) ist mit blauen Linien markiert. Der AGW von $1 \mu\text{T}$ ist als dicke rote Isolinie dargestellt.

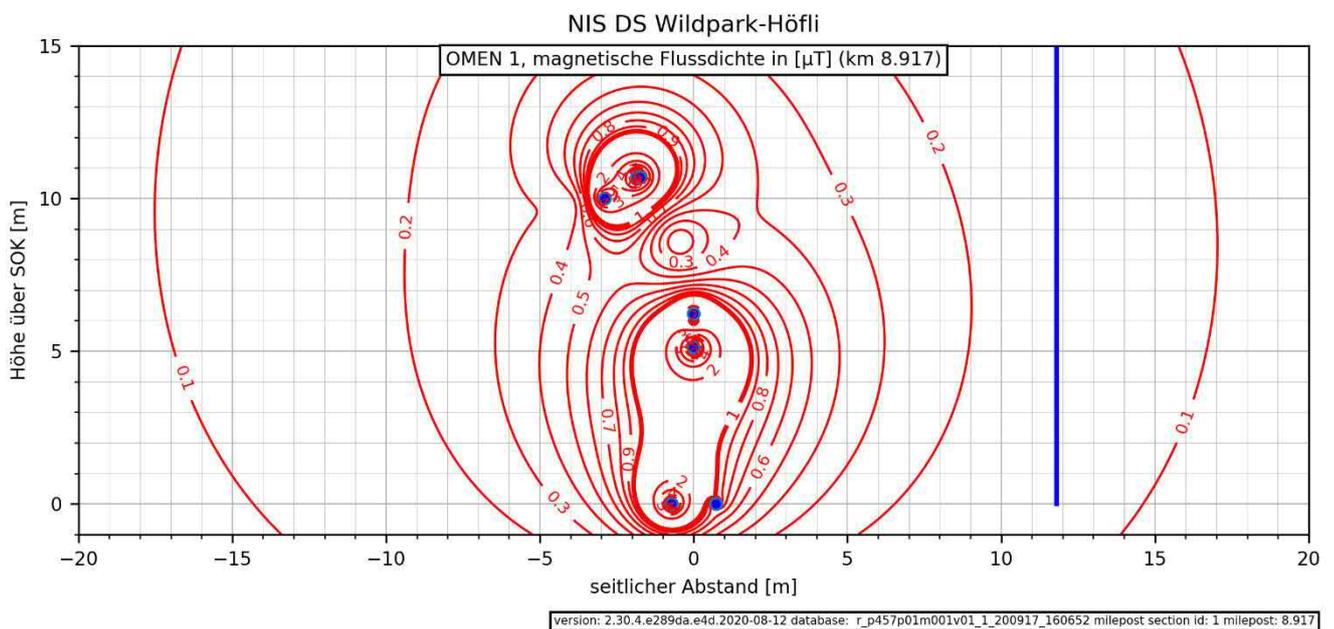


Abbildung 4-1: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 8.917, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 1, Gebäude Nr. 522 auf Parzelle 3982).

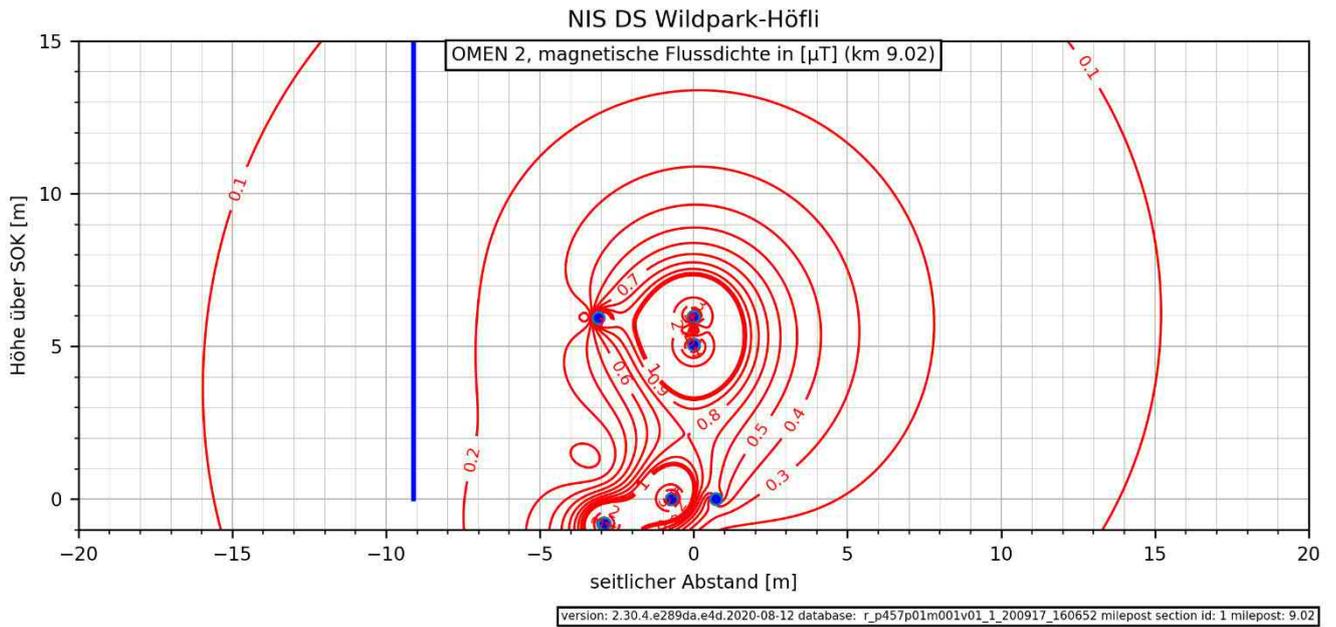


Abbildung 4-2: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.020, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 2, Parzelle 2861).

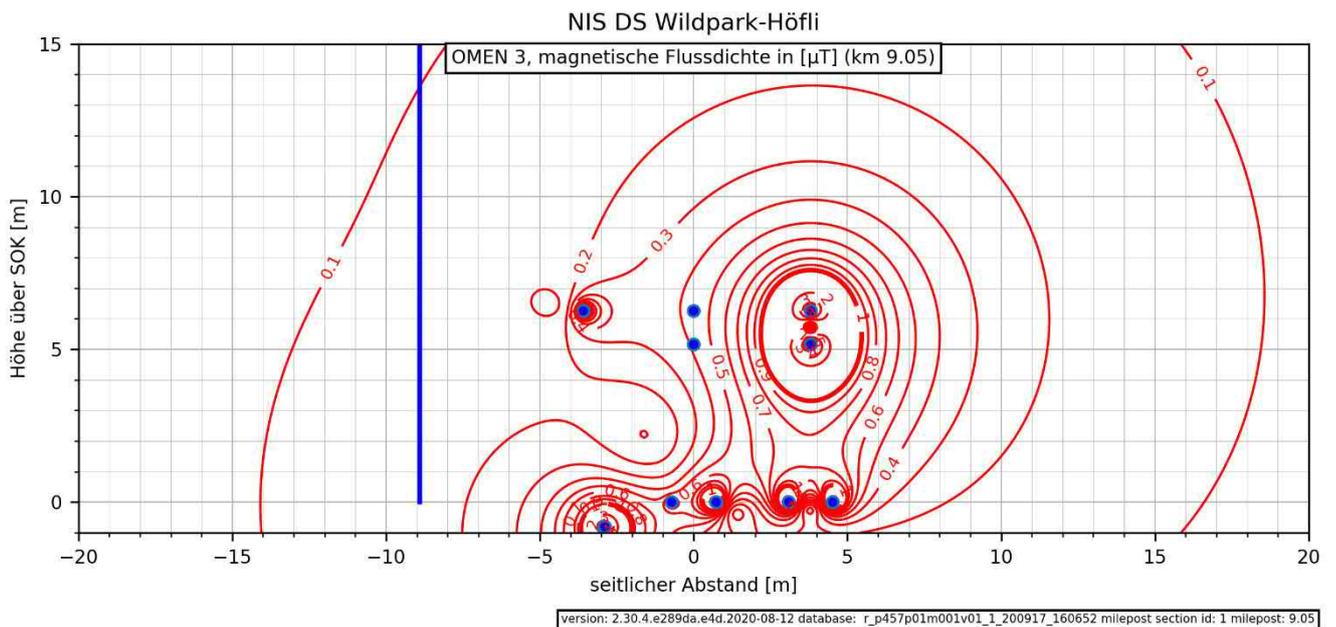


Abbildung 4-3: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.050, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 3, 2861).

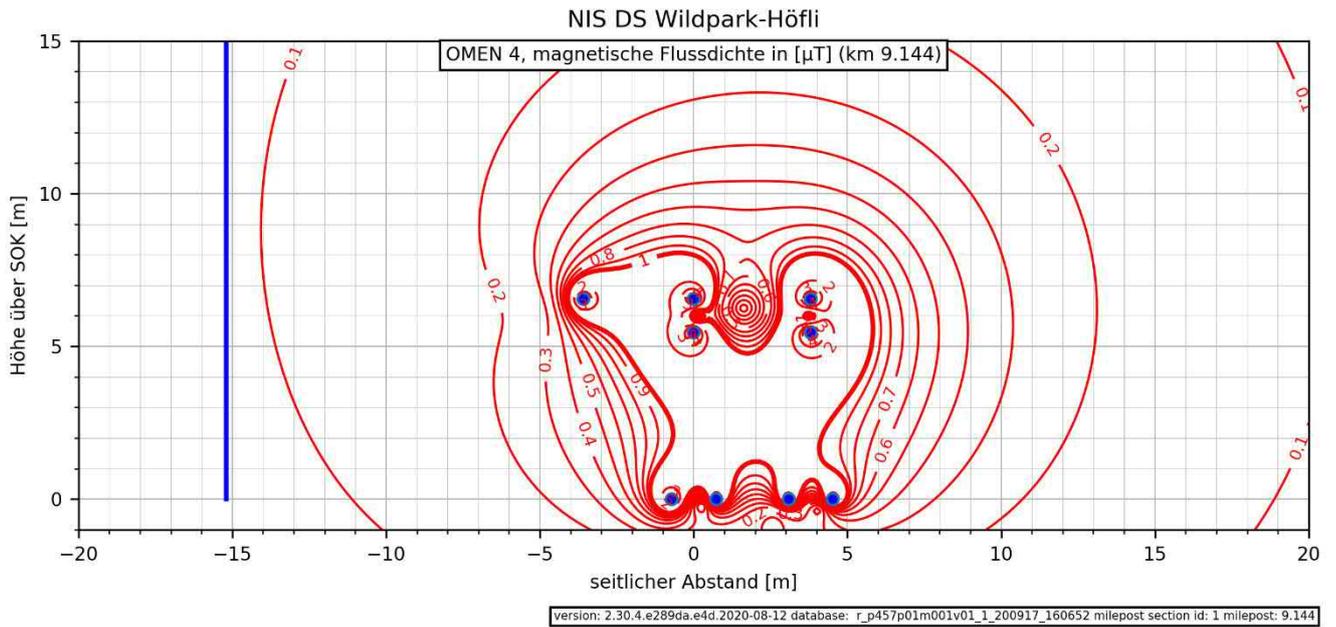


Abbildung 4-4: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.144, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 4, Gebäude Nr. 563 auf Parzelle 1391).

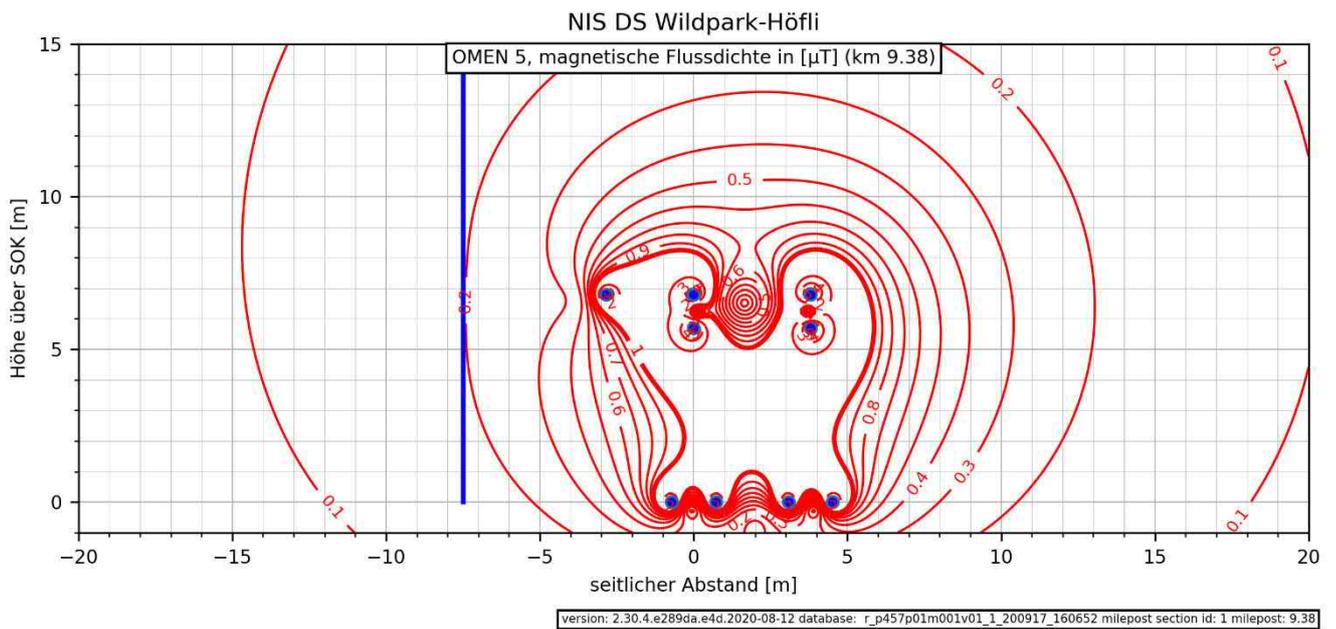


Abbildung 4-5: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.380, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 5, Parzelle 5222).

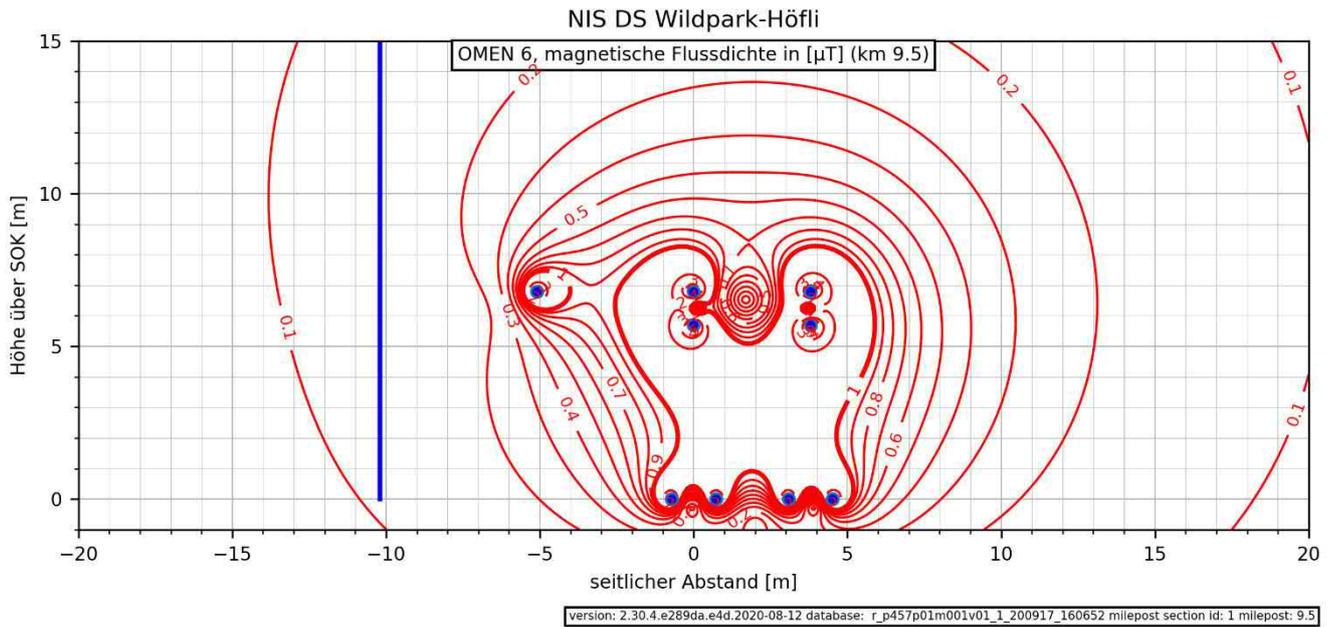


Abbildung 4-6: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.500, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 6, Parzelle 5224).

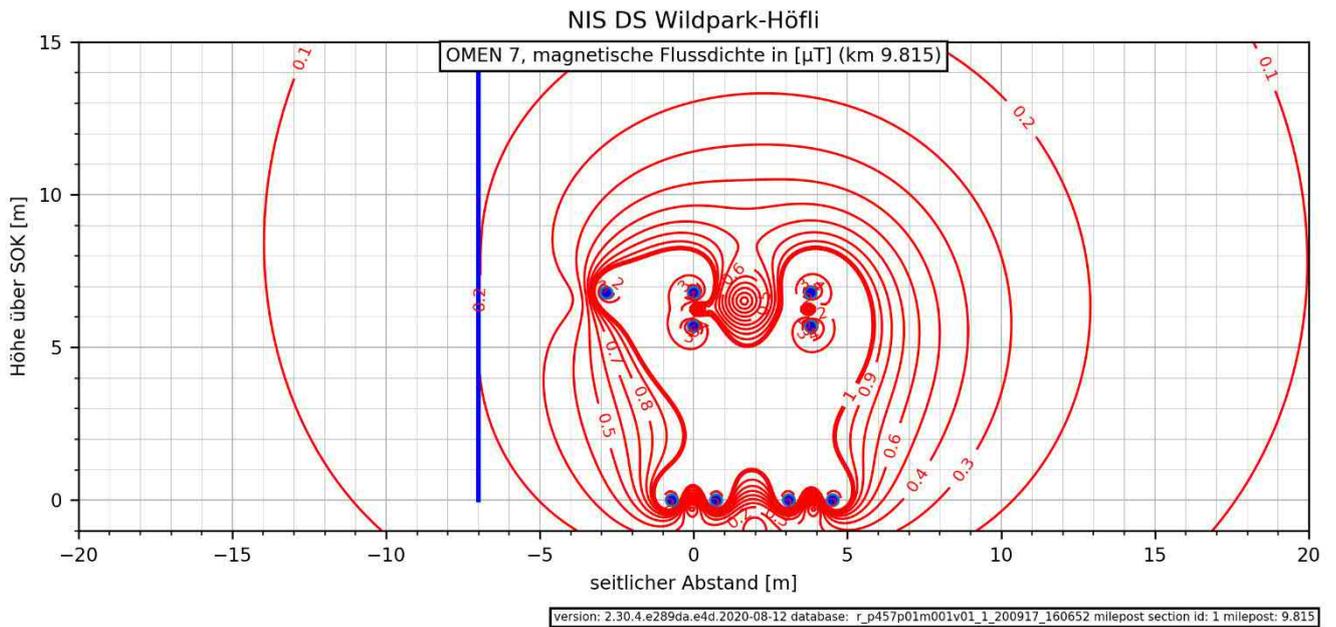


Abbildung 4-7: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 9.815, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 7, Gebäude auf Parzelle 5113).

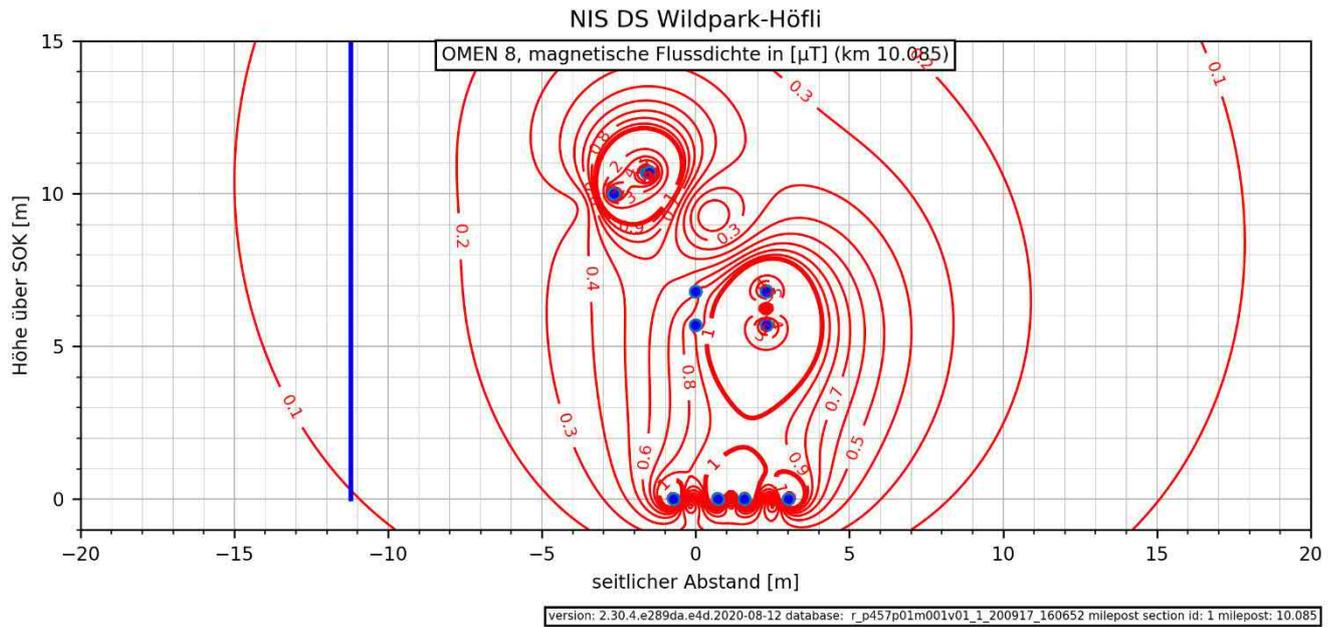


Abbildung 4-8: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 10.085, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 8, Gebäude Nr. 828 auf Parzelle 5121).

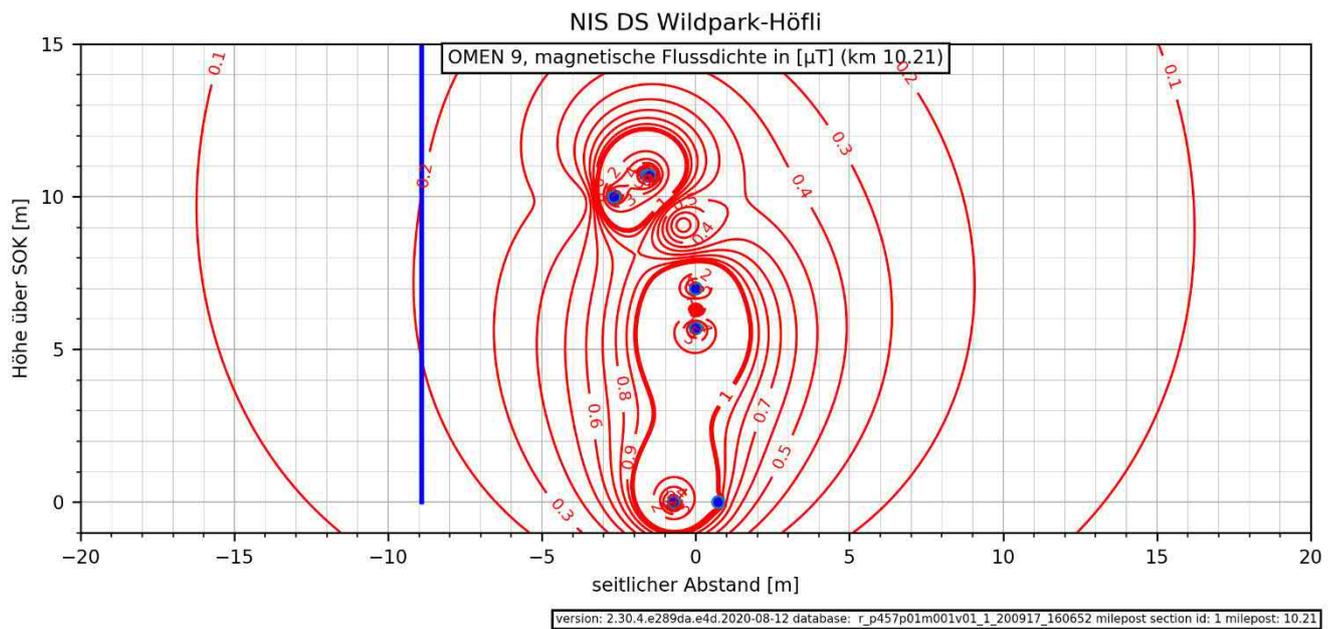


Abbildung 4-9: Linien konstanter magnetischer Flussdichte bei km 10.210, verursacht durch die Fahrleitungsanlage (OMEN 9, Gebäude Nr. 1800 auf Parzelle 4055).

4.2 Maximalwerte bei den OMEN

Nr.	Art, Hausnummer, Parzellenummer OMEN	Max. magnetische Flussdichte [μT]
1	Restaurant, 522, 3982	0.15
2	Unbebaute Parzelle , na, 2861	0.17
3	Unbebaute Parzelle, na, 2861	0.16
4	Wohnhaus, 563, 1391	0.09
5	Unbebaute Parzelle, na, 5222	0.20
6	Unbebaute Parzelle, na, 5224	0.14
7	Gewächshaus, nv, 5113	0.20
8	Sporthalle, 828, 5121	0.14
9	Gewerbe, 1800, 4055	0.21

Tabelle 4-1: Zusammenfassung der maximalen magnetischen Flussdichte bei den nächstliegenden OMEN, verursacht durch die Fahrleitungsanlage,

4.3 Immissionsgrenzwert magnetische Flussdichte

Wie im Kapitel 1.2 erläutert, sind bezüglich Immissionsgrenzwert nur die beiden Kabelaufstiege der Speiseleitung bei den Masten 35 und 41 und der Grenzwert von 300 μT für die magnetische Flussdichte relevant. Der Grenzwert gilt nur für Strahlung, die gleichmässig auf den ganzen menschlichen Körper einwirkt (Art. 13, Abs. 2 NISV). Die beiden Kabelaufstiege befinden sich bei normalen Fahrleitungsmasten entlang der Bahn. Der Kabelaufstieg bei Mast 35 befindet sich am Rand einer grundsätzlich zugänglichen Grünfläche, derjenige bei Mast 41 zwischen Trasse und Lärmschutzwand und ist deshalb ohne verbotenes Begehen der Bahnanlagen nicht zugänglich.

Für die grösstmögliche Annäherung bei Mast 35 (und Einwirkung auf den ganzen Körper), müsste bei dieser Lage ein Mensch über die Wiese gehen und auf das Mastfundament stehen. Letzteres kann jedoch durch den gemäss Leitungsverordnung [15] (Art. 80 LeV) ohnehin geforderten Schutz der Kabel gegen mechanische Beschädigung verhindert werden, d.h. im vorliegenden Fall tritt ein Mensch nicht (vollständig) näher als ca. 75 cm zur Kabelachse. Unter Vernachlässigung aller kompensierender Rückleiter (d.h. auch dem Kabelschirm) müsste im Kabel daher ein Strom von 1125 A fließen, um bis zu einem Abstand von 0.75 m eine magnetische Flussdichte $>300 \mu\text{T}$ zu erzeugen. Da etwas weniger als die Hälfte des Hinstroms im Speisekabel fließt und der Rest im Kettenwerk, müssten in der Fahrleitungsanlage mindestens 2250 A fließen (entsprechend einer Leistung von mehr als 33 MW bei 15 kV). Damit ist im Eisenbahnbetrieb auf der S4 nicht zu rechnen. Aus Sicht NIS ist daher einfach der nach der LeV notwendige mechanische Kabelschutz so auszugestalten, dass nicht auf das Mastfundament gestanden werden kann.

5 VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

Begriff	Definition
AGW	Anlagegrenzwert („vorsorglicher Emissionsgrenzwert“)
Cu	Kupfer
EMFCALC	Software von ENOTRAC zur Berechnung der magnetischen Flussdichte basierend auf der Lage elektrischer Leiter und deren Ströme (Details siehe Kapitel 3.2)
HVZ	Hauptverkehrszeit
LeV	Verordnung über elektrische Leitungen [15]
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung [1]
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung gemäss Art. 3, Abs. 3 NISV
SIMNET	Software von ENOTRAC zur Berechnung der Stromverteilung auf die verschiedenen Leiter eines elektrischen (Wechselstrom-)Netzwerks (Details siehe Kapitel 3.1)
SOK	Schienenoberkante
Staku	Stahl-Kupfer

Tabelle 5-1: Tabelle der verwendeten Abkürzungen und Begriffe.

6 APPENDIX I – QUERPROFILE DER MODELLIERTEN FAHRLEITUNGSANLAGEN

Die in den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen angegebenen y-Positionen (Höhen über SOK des Referenzgleises) der Leiter entsprechen der Aufhängungshöhe. Bei Rückleiterseilen und Speiseleitungen wird im Modell jedoch ein mittlerer Durchhang von 0.5 m und bei den Tragseilen ein von der Systemhöhe abhängiger mittlerer Durchhang berücksichtigt (rund 1/3 der Systemhöhe; bei der Standardsystemhöhe von 1.60 m des Fahrleitungssystems wird das Tragseil 0.5 m tiefer als die Aufhängungshöhe modelliert). Ebenso erscheinen diese Leiter dann in den Darstellungen der magnetischen Flussdichte (Ergebnisse in Kapitel 4.1) bei dieser geringeren Höhe.

Die genaue Leiterlage wurde den typischen Querprofilen [4], dem Situationsplan [2] und dem Längsprofil [5] entnommen.

6.1 Querprofil A

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.13
Tragseil Gleis 1	0.00	6.73
Speiseleitung Leiter 1	-1.85	11.20
Speiseleitung Leiter 2	-1.75	11.20
Rückleiterseil	-2.90	10.50

Tabelle 6-1: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils A.

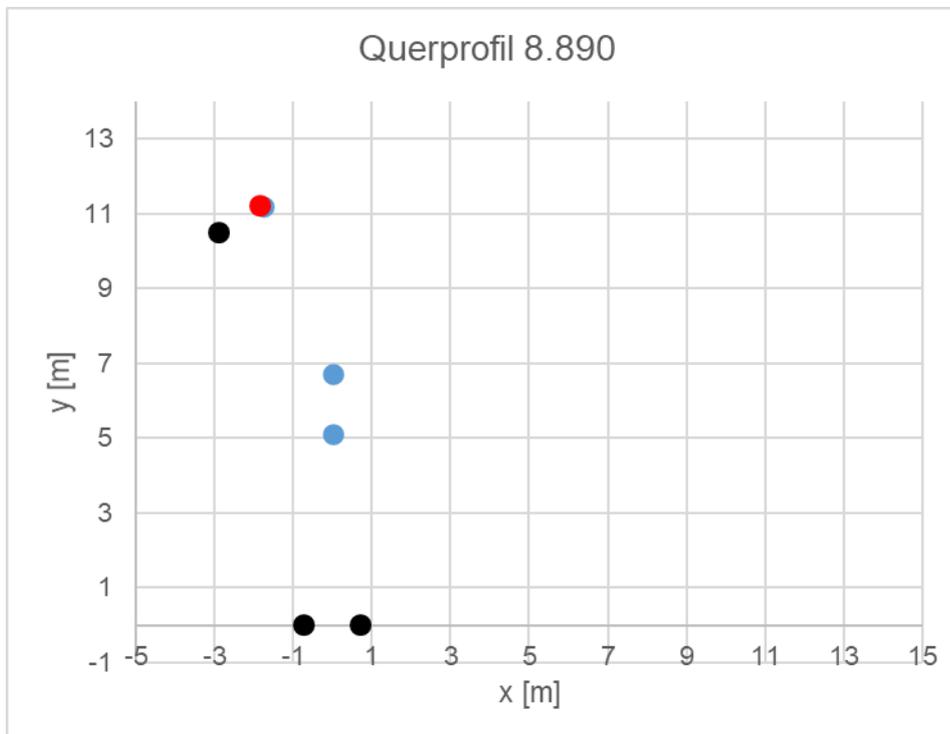


Abbildung 6-1: Leiteranordnung im Querprofil A (blau Kettenwerk, rot: SL, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.2 Querprofil B

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.05
Tragseil Gleis 1	0.00	6.43
Rückleiterseil	-3.10	6.43
Rückleiterseil bei Kabel	-2.95	-0.80
Speisekabel	-2.90	-0.80

Tabelle 6-2: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils B.

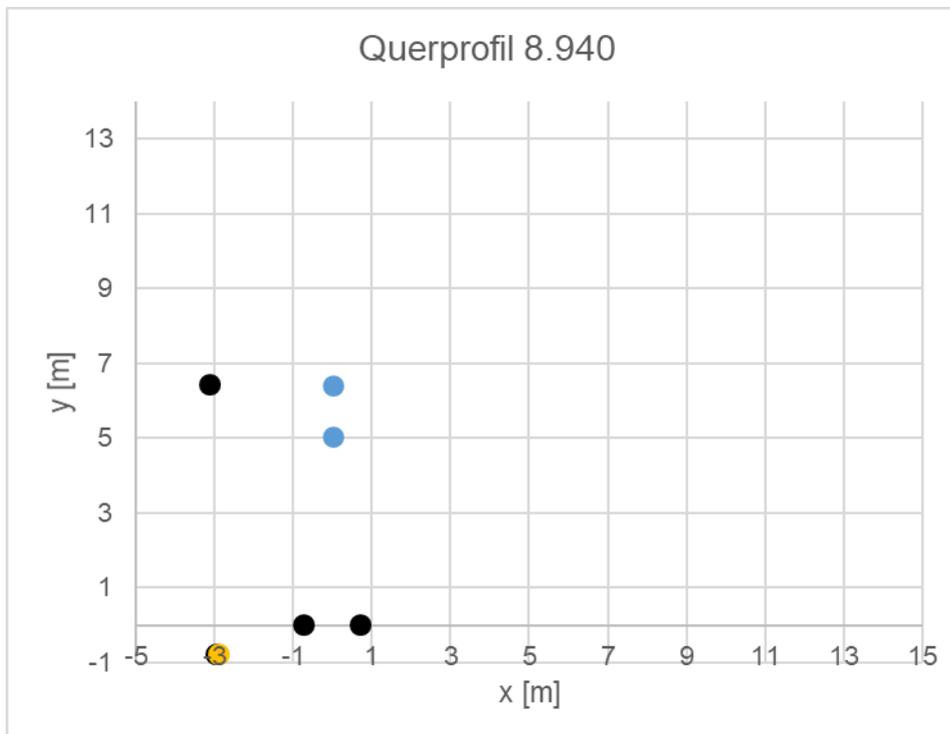


Abbildung 6-2: Leiteranordnung im Querprofil B (blau Kettenwerk, gelb: SL Kabel, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.3 Querprofil C

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdrabt Gleis 1	0.00	5.16
Tragseil Gleis 1	0.00	6.76
Schiene Gleis 2 links	3.08	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	4.52	0.00
Fahrdrabt Gleis 2	3.80	5.16
Tragseil Gleis 2	3.80	6.76
Rückleiterseil	-3.60	6.76
Rückleiterseil bei Kabel	-2.95	-0.80
Speisekabel	-2.90	-0.80

Tabelle 6-3: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils C.

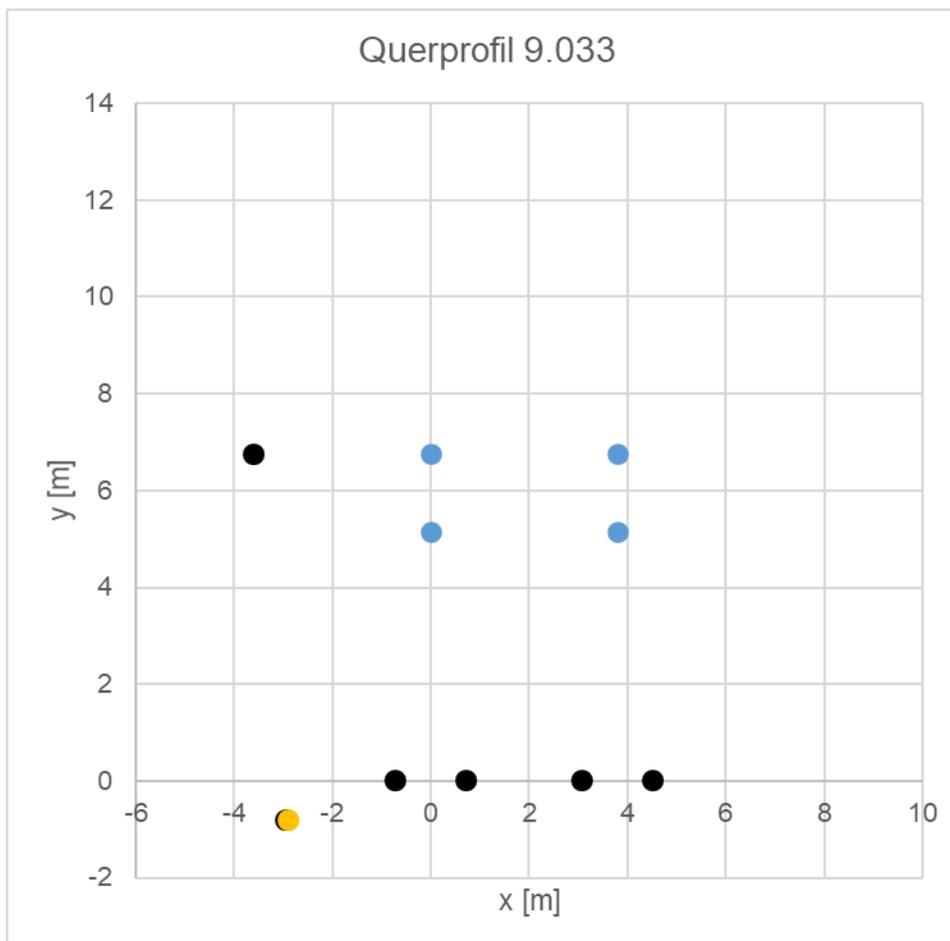


Abbildung 6-3: Leiteranordnung im Querprofil C (blau Kettenwerk, gelb: SL Kabel, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.4 Querprofil D

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.45
Tragseil Gleis 1	0.00	7.05
Schiene Gleis 2 links	3.08	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	4.52	0.00
Fahrdraht Gleis 2	3.80	5.45
Tragseil Gleis 2	3.80	7.05
Rückleiterseil	-3.60	7.05

Tabelle 6-4: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils D.

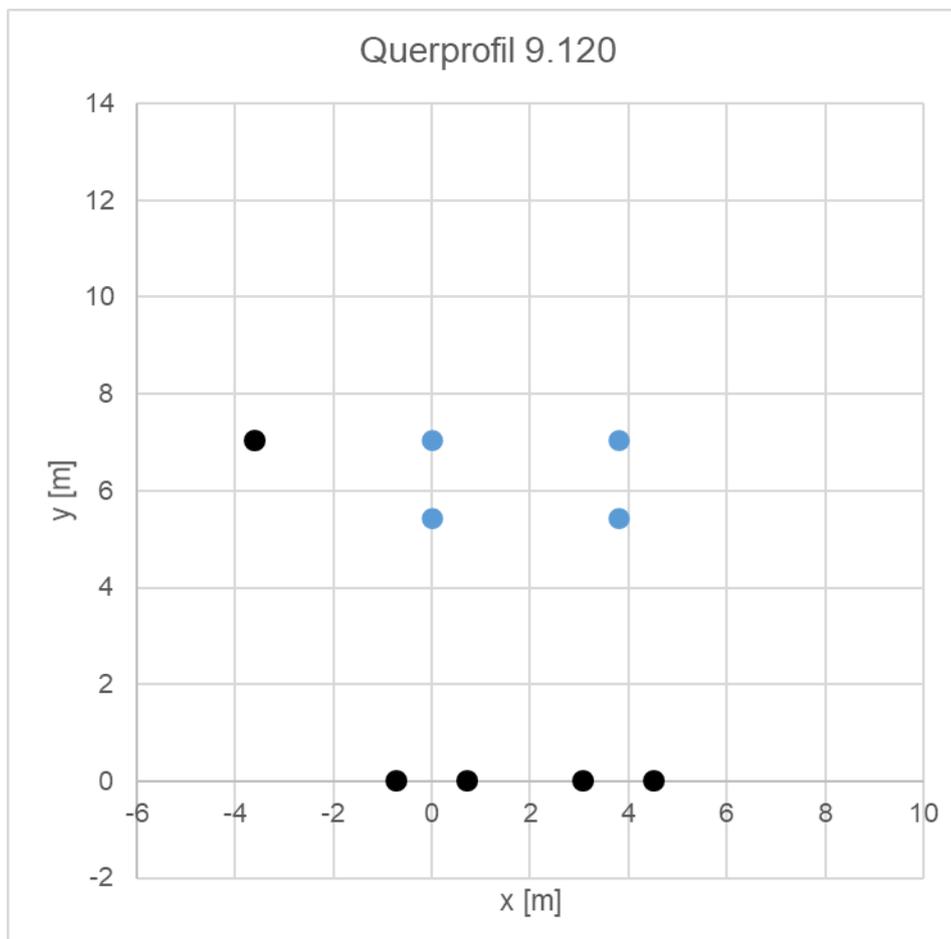


Abbildung 6-4: Leiteranordnung im Querprofil D (blau Kettenwerk, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.5 Querprofil E

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdrabt Gleis 1	0.00	5.70
Tragseil Gleis 1	0.00	7.30
Schiene Gleis 2 links	3.08	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	4.52	0.00
Fahrdrabt Gleis 2	3.80	5.70
Tragseil Gleis 2	3.80	7.30
Rückleiterseil	-2.85	7.30

Tabelle 6-5: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils E.

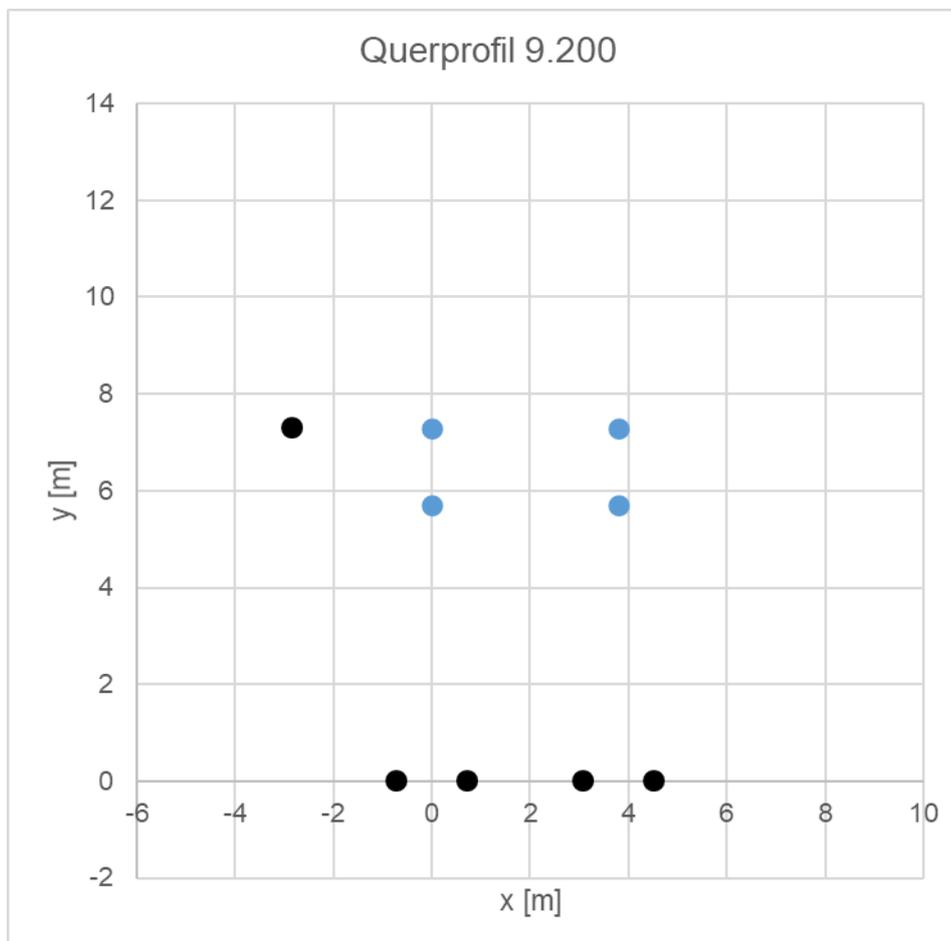


Abbildung 6-5: Leiteranordnung im Querprofil E (blau Kettenwerk, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.6 Querprofil F

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.70
Tragseil Gleis 1	0.00	7.30
Schiene Gleis 2 links	3.08	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	4.52	0.00
Fahrdraht Gleis 2	3.80	5.70
Tragseil Gleis 2	3.80	7.30
Rückleiterseil	-5.10	7.30

Tabelle 6-6: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils F.

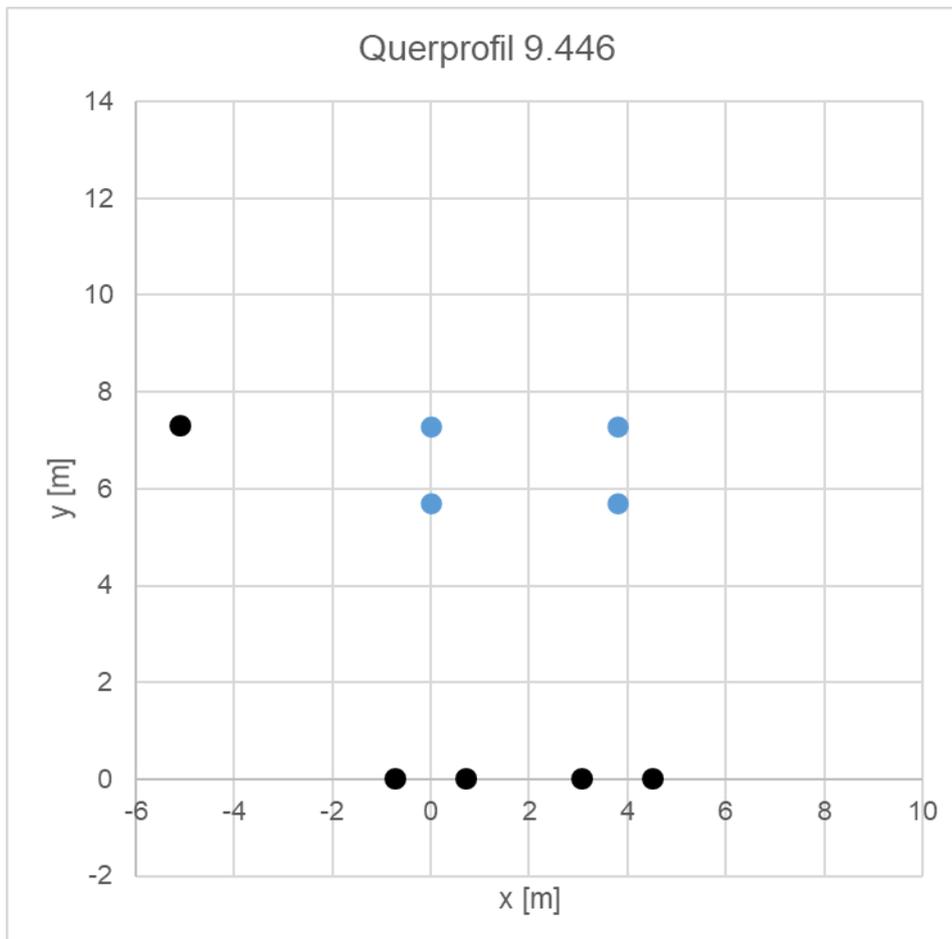


Abbildung 6-6: Leiteranordnung im Querprofil F (blau Kettenwerk, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.7 Querprofil G

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.70
Tragseil Gleis 1	0.00	7.30
Schiene Gleis 2 links	3.08	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	4.52	0.00
Fahrdraht Gleis 2	3.80	5.70
Tragseil Gleis 2	3.80	7.30
Rückleiterseil	-2.85	7.30

Tabelle 6-7: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils G.

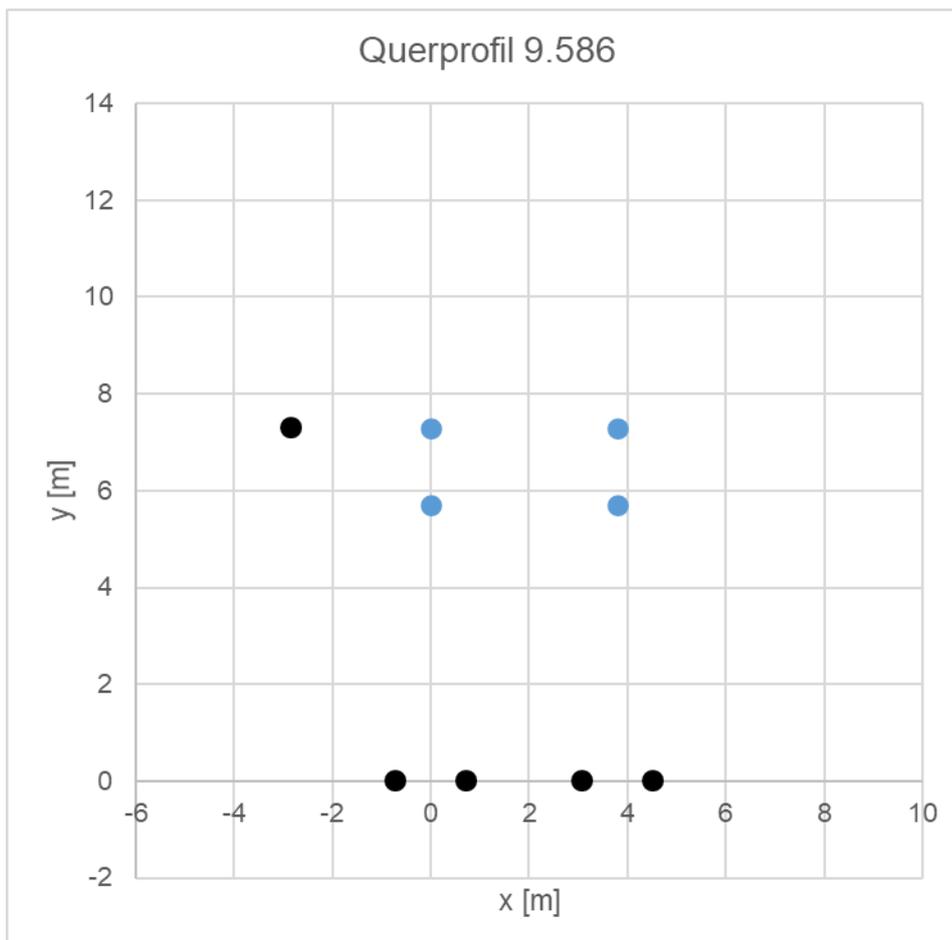


Abbildung 6-7: Leiteranordnung im Querprofil G (blau Kettenwerk, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.8 Querprofil H

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdrabt Gleis 1	0.00	5.70
Tragseil Gleis 1	0.00	7.30
Schiene Gleis 2 links	1.58	0.00
Schiene Gleis 2 rechts	3.02	0.00
Fahrdrabt Gleis 2	2.30	5.70
Tragseil Gleis 2	2.30	7.30
Speiseleitung Leiter 1	-1.60	11.20
Speiseleitung Leiter 2	-1.50	11.20
Rückleiterseil	-2.65	10.50

Tabelle 6-8: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils H.

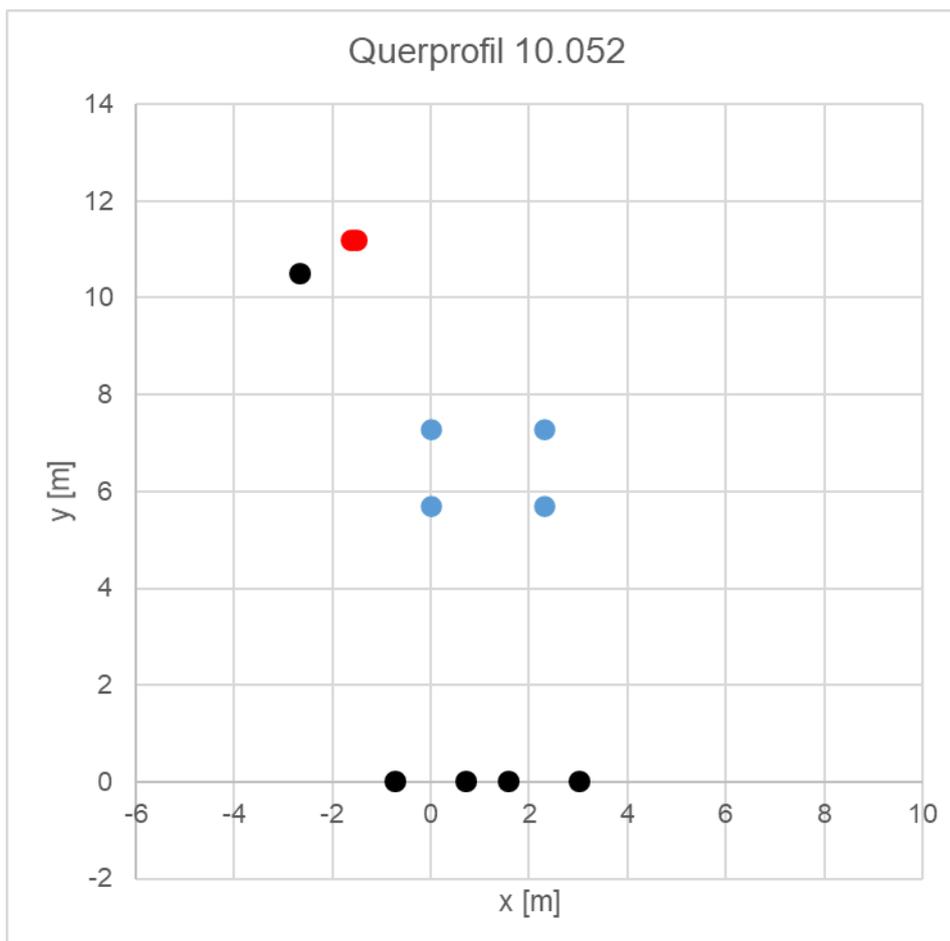


Abbildung 6-8: Leiteranordnung im Querprofil H (blau Kettenwerk, rot: SL, schwarz: Rückleiter/Schienen).

6.9 Querprofil I

Leiterbezeichnung	x-Position [m]	y-Position [m]
Schiene Gleis 1 links	-0.72	0.00
Schiene Gleis 1 rechts	0.72	0.00
Fahrdraht Gleis 1	0.00	5.70
Tragseil Gleis 1	0.00	7.60
Speiseleitung Leiter 1	-1.60	11.20
Speiseleitung Leiter 2	-1.50	11.20
Rückleiterseil	-2.65	10.50

Tabelle 6-9: Leiter und deren Position im Bereich des Querprofils I.

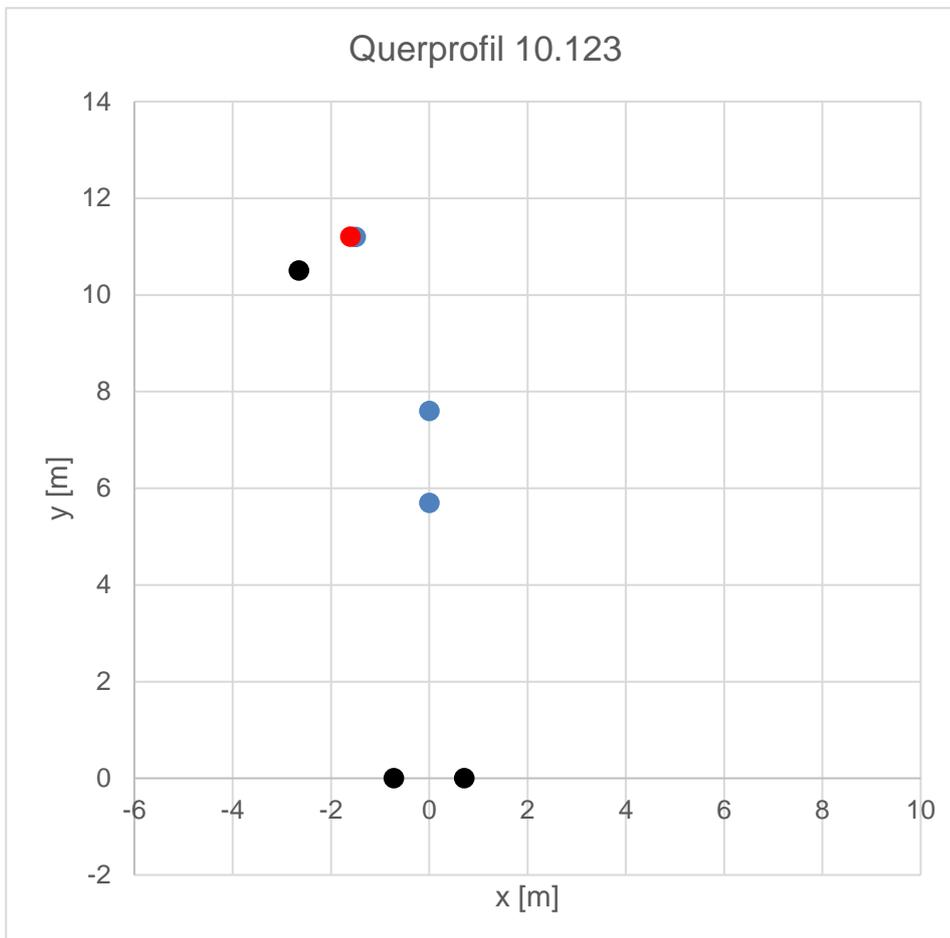


Abbildung 6-9: Leiteranordnung im Querprofil I (blau Kettenwerk, rot: SL, schwarz: Rückleiter/Schienen).

7 REFERENZEN

- [1] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV, SR 814.710), 23. Dezember 1999 (Stand am 1. Juni 2019)
- [2] S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Situationsplan Fahrstrom, SZU/dsp Ingenieure+Planer AG, PB 5669-10/1 und 5669-10/2, 09.07.2020
- [3] S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Fahrstrom Schaltschema, SZU/dsp Ingenieure+Planer AG, PB 5669-40, 07.07.2020
- [4] S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Normquerprofile 1:50, SZU/dsp Ingenieure+Planer AG, PB 5669-20, 07.07.2020 (Anmerkung: Die Position der Speiseleitung, wo diese als Freileiter geführt wird, wurde von Kummler+Matter am 15.09.2020 per email mitgeteilt)
- [5] S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Fahrstrom Längsprofil, SZU/dsp Ingenieure+Planer AG, PB 5669-30, 05.07.2020
- [6] S4 Doppelspurausbau Wildpark-Höfli, Landerwerbsplan, SZU/dsp Ingenieure+Planer AG, 356, 10.09.2020
- [7] Fahrleitungs-Schaltplan, Umspannung S10, Vorprojekt, SZU/Kummler+Matter, PB 5519-31, 13.04.2018
- [8] Fahrleitungs-Schaltplan, Übersicht Linie S4, SZU/Wiederkehr&Villiger AG, FL-SP-S4, Index D, 18.07.2016
- [9] Technischer Bericht Umspannung Linie S10-Vorprojekt, Variantenentscheid Einspeisung 15 kV Gesamtnetz, SZU/Kummler+Mettler, Version 2.0, 20.04.2018
- [10] 24-Stunden-Ströme beim UW Sihlbrugg Abgang 1003, per email am 17.05.2018 von SBB erhalten
- [11] Fahrplanheft Sihltalbahn / Uetlibergbahn / Felseneggbahn, gültig 10.12.2017-08.12.2018, SZU/ZVV, heruntergeladen am 05.06.2018
- [12] Bahnprofil Schweiz 2005, Diplomy Verlag, 2004, keine ISBN
- [13] Bau- und Zonenordnung, Gemeinde Langnau am Albis, 01.09.2005 (heruntergeladen am 14.09.2020)
- [14] GIS Kanton Zürich, maps.zh.ch, abgerufen am 14.09.2020
- [15] Verordnung über elektrische Leitungen (LeV, SR 734.31), 30. März 1994 (Stand am 1. Juni 2020)

Anhang H Standortdatenblatt Fahrleitungsanlage (NIS)

**Standortdatenblatt
für Eisenbahnen („Fahrleitungen“)
(Artikel 11 und Anhang 1 Ziffer 5 NISV)**

SZU, Doppelspur Wildpark Höfli

1 Grundlagen

Bezeichnung	Angabe
Bezeichnung der Fahrleitungsanlage	Doppelspur Wildpark-Höfli
Zu beurteilender Fahrleitungsabschnitt	km 8.890 – 10.242
Veranlassung für die NIS-Untersuchung	Ausbau auf Doppelspur
Inhaber der Anlage	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU Wolframplatz 21 8045 Zürich
Ersetzt Standortdatenblatt	ECH-457.01-004.V1.0 (formale Anpassung der Referenz auf den Bericht)

Bemerkungen: -

2 Erklärung

Der Inhaber der Anlage erklärt, dass die Angaben in diesem Standortdatenblatt und den Beilagen vollständig und korrekt sind.

- Die Immissionsgrenzwerte (300 μ T für die magnetische Flussdichte; 10 kV/m für die elektrische Feldstärke) sowie der vorsorgliche Anlagegrenzwert von 1 μ T sind auf dem betrachteten Bahnabschnitt nach NISV eingehalten.
- Die Immissionsgrenzwerte sind eingehalten. Der Anlagegrenzwert wird jedoch nicht bei allen OMEN eingehalten:
 - Es handelt sich um eine neue Anlage im Sinne der NISV, welche den Anlagegrenzwert einhalten müsste. Der Inhaber der Anlage ersucht daher die Vollzugsbehörde um Erteilung einer Ausnahmegewilligung für die OMEN nach Kapitel 5.2. Dabei gilt:
 - Die Anlage ist mit einem Rückleiter möglichst nahe bei den Hinleitern, welche die grössten Ströme führen, ausgerüstet. (Ziff. 55, Abs. 2a NISV)
 - Alle anderen Massnahmen zur Begrenzung der magnetischen Flussdichte, wie ein anderer Standort oder Abschirmungen, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind, wurden getroffen. (Ziff. 55, Abs. 2b NISV)
 - Es handelt sich um den Ersatz einer alten Anlage im Sinne der NISV am bisherigen Standort. Dabei gilt:
 - Die Anlage ist mit einem Rückleiter ausgerüstet. Dementsprechend sind alle Anforderungen der NISV an eine alte Anlage erfüllt. (Ziff. 56 NISV)

Begründung: -

Datum:

Sihltal Zürich Uetloiberg Bahn SZU

Wolframplatz 21

8045 Zürich

Name / Funktion :

3 Verweis auf Bericht

Die von ENOTRAC durchgeführte Untersuchung ist in der Beilage beschrieben. Die Beilage mit der Bezeichnung ECH-457.01-003 Version 2.0 behandelt dabei folgende Themen:

- geplante technische und betriebliche Daten der Anlage, soweit sie für die Erzeugung von Strahlung massgebend sind;
- massgebender Betriebszustand und massgebender Strom nach Anhang 1 NISV;
- Detaillierte Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung;
- Situationsplan.

4 Geographische Angaben

	Ort	Strecken-km	Koordinaten CH1903+
Anfangspunkt	Langnau am Albis	8.890	2'682'585 / 1'239'380
Endpunkt	Langnau am Albis	10.242	2'683'495 / 1'238'385

Bemerkungen: -

5 Einhaltung der Grenzwerte

5.1 Immissionsgrenzwert – an für Menschen zugänglichen Orten

Die NISV gibt auch Immissionsgrenzwerte für die magnetische Flussdichte und das elektrische Feld vor, die überall eingehalten werden müssen, wo sich Menschen aufhalten können. Die Immissionsgrenzwerte von 300 μ T resp. 10 kV/m (bei 16.7 Hz) werden bei Freileitern von Fahrleitungsanlagen erfahrungsgemäss an allen zugänglichen Orten eingehalten, weil die Sicherheitsabstände (gegen elektrischen Schlag bei 15 kV) grösser sind als die Bereiche, in welchen die Immissionsgrenzwerte überschritten werden. Ein Kabel – aufgrund der Isolation gelten andere Abstände und Menschen können sich in unmittelbare Nähe begeben – wird in der Fahrleitungsanlage von Wildpark-Höfli für die Speiseleitung zwischen den Masten 35 und 41 (Unterquerung der Strassenüberführung Höflistrasse). Kritisch bezüglich Annäherung sind dabei nur die Kabelaufstiege. Der nach der Leitungsverordnung notwendige Schutz der Kabel wird dabei so gestaltet, dass Menschen nicht auf das Mastfundament stehen können. Der Immissionsgrenzwert wird damit in Bereichen, an welchen sich Menschen aufhalten können, problemlos eingehalten (Detailargumentation im Bericht).

5.2 Anlagegrenzwert – Orte mit empfindlicher Nutzung

Folgende Übersicht zeigt die magnetische Flussdichte, berechnet als Mittelwert über 24 Stunden,

- an den drei Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) an denen diese Strahlung am stärksten ist
- sowie an allen OMEN an denen der Anlagegrenzwert überschritten ist (als vorsorglicher Anlagegrenzwert für die magnetische Flussdichte gilt hier gemäss NISV 1 μ T).

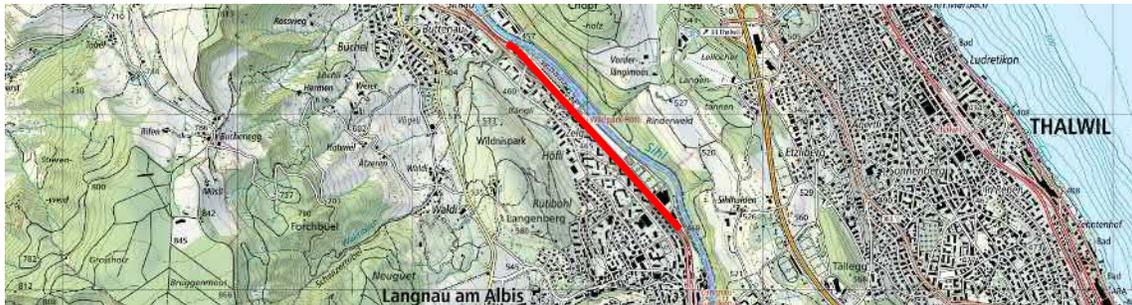
OMEN-ID	Strecken-km	Bezeichnung, Parzellen Nr.	Magnetische Flussdichte [μ T]	NISV eingehalten
9	10.210	4055	0.2	ja
5	9.380	5222	0.2	ja
7	9.815	6113	0.2	ja

Bemerkungen: -

Anhang I Entwurf Baulärmkonzept

8042, S4 Doppelspurausbau Wildpark – Höfli Baulärmkonzept

Linie: 712, S4
Km: 8.85 – 10.25
Kanton: Zürich
Gemeinde(n): Langnau am Albis
Phase: Auflageprojekt
Datum: 12.02.2021 (Entwurf)
Bauherrschaft: Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG
Berichtsverfasser: CSD Ingenieure AG



V1, 14.01.2021, SZU, nyfr

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Ziel des Baulärmkonzepts	3
3	Grundlagen	3
3.1	Gesetzliche Grundlagen	3
3.2	Technische Grundlagen	4
4	Von Baulärm betroffene Gebiete	4
4.1	Bauperimeter.....	4
4.2	Baustellenbetrieb	5
4.3	Installationsplätze.....	5
5	Klärung von Begriffen.....	6
5.1	Lärmige Bauarbeiten	6
5.2	Lärmintensive Bauarbeiten.....	6
6	Massnahmenstufe und Massnahmen	6
6.1	Festlegung der Massnahmenstufe	6
6.2	Massnahmenkatalog	9

1 Einleitung

Das gestiegene Verkehrsaufkommen auf der Strecke der Sihltalbahn führt seit der Einführung des 10-Minuten-Taktes in den Stosszeiten immer wieder zu Verspätungen, welche aufgrund der geringen zeitlichen Reserven innerhalb der Kreuzungsstellen oft auch auf den Gegenzug übertragen werden. Um die Nachfrage auch mit dem erwarteten weiteren Anstieg der Fahrgastzahlen decken zu können, plant die Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU einen Doppelspurausbau im Abschnitt zwischen Langnau am Albis und Adliswil (Bahn km 8.990 bis 10.164), womit auch die bestehende Haltestelle Wildpark-Höfli umgebaut wird. Für die Umsetzung des Projekts wurde das vorliegende Baulärmkonzept ausgearbeitet.

2 Ziel des Baulärmkonzepts

Mit dem Baulärmkonzept sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Das Baulärmkonzept soll sicherstellen, dass die Vorgaben für den Lärmschutz eingehalten werden. Massgebend dafür sind das Umweltschutzgesetz sowie die Lärmschutz-Verordnung.
- Die frühzeitige Information der betroffenen Anrainer wird sichergestellt.
- Die Bauherrschaft und zuständigen Behörden sprechen sich über die baulärmrelevanten Aspekte ab.
- Die Kommunikationswege bei Beschwerden von Betroffenen sind bekannt. Die Grundsätze aus dem Baulärmkonzept dienen der Kommunikation mit den Betroffenen.
- Das Baulärmkonzept ist für die Unternehmen als Bestandteil des Auftrages ein verbindliches Dokument während der Realisierungsphase. Die Unternehmer sind verpflichtet sich danach zu richten.

3 Grundlagen

3.1 Gesetzliche Grundlagen

- [1] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 07.10.1983 (Stand 01.01.2021)
- [2] Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15.12.1986 (Stand 07.05.2019)
- [3] Baulärm-Richtlinie (BLR) des BAFU von 2006 (Stand 2011)
- [4] Anwendungshilfe zur Baulärm-Richtlinie, Cercle Bruit, Vereinigung kantonaler Lärmschutzfachleute (Stand: August 2005)
- [5] Maschinenlärmverordnung, SR 814.412.2 vom 22.05.2007 (Stand 01.01.2020)
- [6] Baulärmrichtlinie – Grenzwerte für Maschinen, die dem anerkannten Stand der Technik entsprechen (Stand 10.09.2007) [der anerkannte Stand der Technik (Massnahmenstufe B) orientiert sich an der Maschinenlärmverordnung (MaLV) des UVEK]
- [7] Vergabegrundlage für Umweltzeichen, Baumaschinen RAL-UZ 53 („blauer Engel“), Ausgabe Februar 2015 (RAL gGmbH) [Der neuste Stand der Technik (Massnahmenstufe C) entspricht

4.2 Baustellenbetrieb

Die Realisierung des Projekts erfolgt von März 2023 bis November 2024. Die Inbetriebnahme ist auf Ende 2024 angesetzt. Die Bauarbeiten werden in 2 Schichten von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr ausgeführt. Zusätzlich sind Nacharbeiten in den Nachsperrpausen während rund 5 Wochen vor der Totalsperre für Vorbereitungsarbeiten sowie während ca. 7 Wochen nach der Totalsperre für Fertigstellungsarbeiten erforderlich.

Die Infrastrukturerweiterung soll in zwei Hauptbauphasen erfolgen. Details zu den Bauphasen sind im Technischen Bericht [8] bzw. in den Bauphasenplänen [9] dargestellt.

In der **Hauptphase 1** sind im Groben folgende Arbeiten enthalten:

- Umlegung Quellwasserleitung km 9.4 - 10.2
- Personenunterführung (PU) Zelgweg: Abbruch bestehende PU Seite Strasse, Einbau neue PU im Bereich neue Strasse inkl. Zugänge
- Umlegung Kantonsstrasse, inkl. Abbruch / Neuerstellung Lärmschutzwand (LSW)
- Einbau Quellwasserleitung km 9.1 - 9.4
- Erstellen Perron Gleis 1
- Neubau Bahntechnikgebäude

Die **Hauptphase 2** umfasst folgende Arbeiten:

- Umlegung Quellwasserleitung km 9.4 - 10.2
- Personenunterführung (PU) Zelgweg: Abbruch bestehende PU Seite Strasse, Einbau neue PU im Bereich neue Strasse inkl. Zugänge
- Umlegung Kantonsstrasse, inkl. Abbruch / Neuerstellung Lärmschutzwand (LSW)
- Einbau Quellwasserleitung km 9.1 - 9.4
- Erstellen Perron Gleis 1
- Neubau Bahntechnikgebäude

4.3 Installationsplätze

Als Installationsplatz dient während der ersten Hauptphase hauptsächlich die gesperrte Strassenfläche. Für den Bau der Personenunterführung Zelgweg ist zudem auf den Parzellen 4283 und 4284 eine Installationsfläche von 720 m² vorgesehen.

Für die Hauptphase 2 werden vier Installationsplätze ausgeschieden:

- Installationsplatz 1 Parzelle 2861 (1'500 m²)
- Installationsplatz 2 Parzellen 5222, 5224 (3'540 m²)
- Installationsplatz 3 Parzelle 5224 (1'020 m²)
- Installationsplatz 4 Parzellen 5121, 4000 (1'440 m²)

Die Installationsplätze werden über entsprechende Baupisten erschlossen, welche einerseits im Bereich des alten Bahntrasses, andererseits auf den Parzellen 5222, 5224, 5220 angelegt werden.

Sämtliche Installationsflächen und Baupisten sind in den Installationsplänen (Beilage 021, 022) ersichtlich.

5 Klärung von Begriffen

5.1 Lärmige Bauarbeiten

Sämtliche Bauarbeiten werden gemäss Baulärmrichtlinie (BLR) als lärmig definiert.

5.2 Lärmintensive Bauarbeiten

Nachfolgende Arbeiten gelten grundsätzlich als lärmintensiv. Die folgende Aufzählung ist nicht vollständig und berücksichtigt die Tätigkeiten im Bauperimeter.

- Einsatz von lärmintensiven Maschinen und Geräten für Materialumschlag wie Bagger, Radlader, etc.
- Trennarbeit mit Baukreis- oder Kettensägen
- Abbrechen mit Bohr-, Druckluft- oder Hydraulikhammer

Als lärmintensive Arbeiten kommen beim vorliegenden Projekt folgende vor:

- PU Zelgweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 4 Wochen), Rammen resp. Ziehen der Spundwände (Dauer ca. 4 Wochen)
- PU Breitwiesenweg: Abbrucharbeiten (Dauer ca. 1 Woche)
- Stützmauer Fussballplätze: Bohrarbeiten für Pfahlfundation, Total ca. 70 Pfähle à 4 m Länge (Dauer ca. 4 Wochen)
- Rückbau Gleisrost und Mastfundamente (Dauer ca. 2 Wochen)
- Abbruch bestehende Lärmschutzwände und Fundamente: totale Länge ca. 350 m, ca. 90 Einzelfundamente (Dauer während ganzer Bauzeit, jedoch kürzere Einsätze)
- Kürzere lärmintensive Arbeiten (Schneiden, Belagsfräsen)

6 Massnahmenstufe und Massnahmen

6.1 Festlegung der Massnahmenstufe

Sowohl die lärmigen, wie auch die lärmintensiven Bauarbeiten dauern länger als 1 Woche. Zusätzlich ist während insgesamt rund 12 Wochen auch mit Nacharbeiten zu rechnen. Die nächstgelegenen, lärmempfindlich genutzten Liegenschaften befinden sich in weniger als 10 m Abstand zum Bauperimeter in der Wohnsiedlung «Gartendörfli» in der Nähe der Haltestelle Wildpark-Höfli. Gemäss dem Schnelltest der Baulärm-Richtlinie (vergl. Abbildung 6.1) sind somit spezifische Massnahmen während der Bauphase zu treffen.

Tab. 2 > Schnelltest.

Massnahmen für Bauarbeiten oder lärmintensive Bauarbeiten?

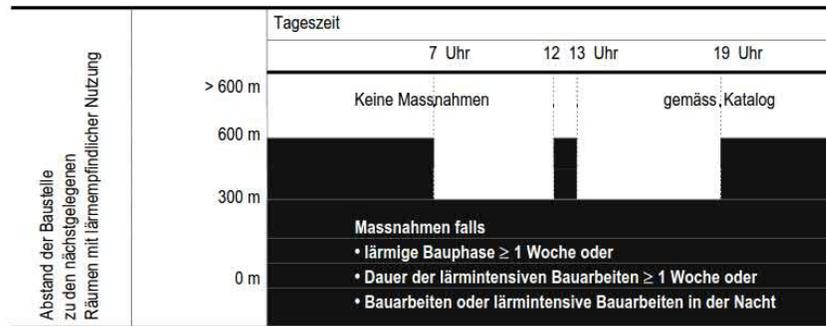


Abbildung 6.1 Schnelltest (Quelle: Baulärm-Richtlinie)

Die Ermittlung der Massnahmenstufen für („normale“ lärmige) Bauarbeiten sowie für lärmintensive Bauarbeiten erfolgt gemäss folgenden Tabellen (Tabelle 6.1). Betroffen sind Gebiete mit Lärmempfindlichkeitsstufen II und III. Die gesamte Bauzeit dauert rund 21 Monate. Es kann davon ausgegangen werden, dass die lärmintensiven Bauarbeiten zusammengerechnet insgesamt jedoch nicht mehr als 1 Jahr dauern werden.

Für die Bauarbeiten gilt somit montags bis samstags zwischen 07 - 12 und 13 - 19 Uhr die **Massnahmenstufe B**. Ausserhalb dieser Zeiten wird die Massnahmenstufe gemäss Baulärm-Richtlinie verschärft und die Massnahmenstufe C ist einzuhalten.

Tabelle 6.1 Ermittlung der Massnahmenstufen für Bauarbeiten (Quelle: Baulärm-Richtlinie)

Tab. 2.3 > Ermittlung der Massnahmenstufe für Bauarbeiten.

Lärmempfindlichkeit (ES)	Lärmige Bauphase		
	1 bis 8 Wochen	9 Wochen bis 1 Jahr	mehr als 1 Jahr
ES I	B	B	C
ES II und III	A	B	B
ES IV	A	A	A

Tab. 2.4 > Ermittlung der Massnahmenstufe für lärmintensive Bauarbeiten.

Lärmempfindlichkeit (ES)	Dauer der lärmintensiven Bauarbeiten		
	1 bis 8 Wochen	9 Wochen bis 1 Jahr	mehr als 1 Jahr
ES I	C	C	C
ES II und III	B	B	C
ES IV	A	A	A

Der zusätzliche Verkehr durch Bautransporte wird gemäss Baulärm-Richtlinie wie folgt ermittelt:

$$\text{Tag (06 Uhr-22 Uhr)} \quad F_t = \frac{Bt}{T} \quad \begin{array}{l} Ft: \text{Zusätzlicher Strassenverkehr durch die} \\ \text{Bautransporte (tags).} \\ Bt: \text{Anzahl Bautransporte während der totalen} \\ \text{Bauzeit (tags).} \\ T: \text{Totale Bauzeit in Wochen.} \end{array} \quad \text{Nacht (22 Uhr-6 Uhr)} \quad F_n = \frac{Bn}{T} \quad \begin{array}{l} Fn: \text{Zusätzlicher Strassenverkehr durch die} \\ \text{Bautransporte (nachts).} \\ Bn: \text{Anzahl Bautransporte während der totalen} \\ \text{Bauzeit (nachts).} \\ T: \text{Totale Bauzeit in Wochen.} \end{array}$$

Gemäss Abschätzung des Projektverfassers werden ca. 30'700 m³ [fest] Schüttgüter (Aushub, Strassenaufbruch, Schotter etc.) abtransportiert und ca. 33'300 m³ [fest] angeliefert (Kies, Beton, Baumaterialien). Unter der Annahme, dass die durchschnittliche Beladung eines LKW bei 12 m³ [fest] liegt und dass der Leerfahrtenanteil 50 % beträgt, ergeben sich somit über die gesamte Bauzeit (ca. 80 Wochen) rund 130 Bautransportfahrten pro Woche. Es wird davon ausgegangen, dass nachts (22 - 06 Uhr) höchstens vereinzelt Bautransporte stattfinden (im Durchschnitt weniger als 20 Fahrten pro Woche als Grenze für Sammelstrassen).

Der Transport erfolgt über die Sihltalstrasse, das bestehende Bahntrasse sowie die kurzen Zufahrten/Baupisten auf die Installationsplätze. Betroffen sind somit primär Hauptverkehrsstrassen und kurze Stücke von Erschliessungsstrassen (z.B. Gartendörfliweg), welche in Gebieten mit überwiegend ES II bis IV liegen.

Die Ermittlung der Massnahmenstufen Bautransporte erfolgt gemäss folgender Tabelle. Nach Baulärm-Richtlinie ist damit die **Massnahmenstufe A für Bautransporte** anzuwenden.

Tabelle 6.2 Ermittlung der Massnahmenstufe für Bautransporte (Quelle: Baulärm-Richtlinie)

Vorhandene Verkehrsmenge	Lärmempfindlichkeitsstufe (ES)	Zusätzlicher Verkehr durch die Bautransporte	
		Ft (tags)	Fn (nachts)
Erschliessungsstrasse	ES I	B	B
	ES II und III	B wenn Ft > 770 A wenn Ft ≤ 770	B wenn Fn > 150 A wenn Fn ≤ 150
	ES IV	A	A
Sammelstrasse	ES I	B	B
	ES II und III	B wenn Ft > 330 A wenn Ft ≤ 330	B wenn Fn > 20 A wenn Fn ≤ 20
	ES IV	A	A
Hauptverkehrsstrasse oder Hochleistungsstrasse	ES I	B	B
	ES II und III	B wenn Ft > 940 A wenn Ft ≤ 940	B wenn Fn > 60 A wenn Fn ≤ 60
	ES IV	A	A

6.2 Massnahmenkatalog

Aus der Einordnung in die Massnahmenstufe ergeben sich die nachfolgenden Anforderungen für die Baustelle:

Position	Massnahmenkatalog BLR	Massnahmen	Bemerkungen / Erläuterungen
Planung und Projektierung	Vorbereitung und Kontrolle (gemäss BLR Kap. 3.1.1)		
	Früher Kontakt mit den zuständigen Behörden für Baulärmfragen	Festlegung des Baulärmverantwortlichen auf Behördenseite. Festlegung des Baulärmverantwortlichen auf Seite Bauherrschaft/Planer	Verantwortliche Behörde: BAV, Sektion Bewilligungen II Umweltbaubegleitung UBB (CSD Ingenieure AG)
	Massnahmenstufen resp. Massnahmen gemäss BLR/Auflagen festlegen	<u>Lärmige Bauphase / Lärmintensive Bauarbeiten</u> tags: B nachts und an Sonn-/allg. Feiertagen: C <u>Bautransportfahrten</u> tags/nachts: A	Die Massnahmenstufen wurden wie oben beschrieben zugeordnet. Die Bauleitung informiert die Baulärmverantwortlichen rechtzeitig über Änderungen in den wesentlichen Punkten wie z.B. Dauer und Art der Arbeiten für eine allfällige Neubewertung.
	Kriterien zur Überwachung festlegen	Der Baulärmverantwortliche überprüft die Einhaltung der Vorgaben gem. dem vorliegenden Baulärmkonzept. Unter anderem: - Prüfen der Maschinenliste - Durchführen von Stichproben: Korrekter Maschineneinsatz, lärm minderndes Verhalten, Einsatz mobiler Abschirmungen - Einhaltung der vorgegebenen Arbeitszeiten sicherstellen	
	Massnahmenkonzept für unvorhergesehene, störende Ereignisse	Erste Anlaufstelle für Lärmbetroffene ist die SZU (projekte-infrastruktur@szu.ch). Weitergehende Massnahmen erfolgen in Absprache mit den Baulärmverantwortlichen und dem Unternehmer.	Der Kontakt zur Anlaufstelle wird den Betroffenen vor Baubeginn mitgeteilt. Mündlicher sowie schriftlicher Kontakt zwischen den involvierten Parteien ist vorhanden. Die Kontaktangaben sind beidseitig bekannt. Vor Baubeginn und vor besonders störenden Ereignissen werden die potentiell Lärmbetroffenen durch die SZU mittels Informationsschreiben über die anstehenden Arbeiten orientiert.

Position	Massnahmenkatalog BLR	Massnahmen	Bemerkungen / Erläuterungen
Planung und Projektierung (Fortsetzung)	Ressourcenplanung (gemäss BLR Kap. 3.1.3)		
	Wahl geeigneter Ablagerungsplätze / Wiederverwertung unter Berücksichtigung geeigneter Transportmittel	Soweit möglich werden anfallende Materialien vor Ort wiederverwertet. Der Unternehmer berücksichtigt nahe gelegene Entsorgungsstätten / Deponien, bzw. Lieferstätten. Erforderliche Transportfahrten werden so weit als möglich minimiert.	
	Organisatorische Massnahmen (gemäss BLR Kap. 3.1.4)		
	Zeitabläufe während der lärmigen Bauphase	<u>Arbeitszeiten im Bauperimeter der Gleise, sowie bei Installationsplätzen:</u> 2-schicht Betrieb von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr	
		<u>Arbeitszeiten bei Nachtarbeiten:</u> 24-h-Betrieb	Nachtarbeiten finden ca. 5 Wochen vor und 7 Wochen nach der Totalsperre statt
	Zeitabläufe während der lärmintensiven Bauphase	Zeitbeschränkung auf 8 h pro Tag, Ausführung lärmintensiver Arbeiten nur zwischen 07:00 – 12:00 und 13:00 – 19:00	Sind lärmintensive Arbeiten von mehr als 8h pro Tag notwendig, wird die betroffene Anwohnerschaft rechtzeitig darüber informiert.
		<u>Zeitbeschränkung während Nachtarbeiten:</u> 7 h oder weniger pro Tag. Soweit möglich: Ausführung nicht zwischen 22:00 – 06:00 Uhr	Nachtarbeiten finden ca. 5 Wochen vor und 7 Wochen nach der Totalsperre statt. Die betroffene Anwohnerschaft wird rechtzeitig darüber informiert.
	Abschirmungen (gemäss BLR Kap. 3.1.5)		
	Provisorische Abschirmungen	Für besonders lärmintensive Bauarbeiten im Nahbereich der Wohngebiete (Gartendörfli, Installationsplätze) werden wenn möglich mobile Lärmschutzwände bereitgehalten. Die Bauleitung entscheidet in Rücksprache mit dem Baulärmverantwortlichen (UBB) über deren Einsatz und ordnet die notwendigen Massnahmen frühzeitig an. Die Installationen (Baubaracken, Boden-/Aushubdepots etc.) werden so platziert, dass die Installationsplätze gegenüber den lärmempfindlich genutzten Liegenschaften abgeschirmt werden.	Sichtverbindungen zu lärmempfindlich genutzten Räumen sind zu unterbrechen.

Position	Massnahmenkatalog BLR	Massnahmen	Bemerkungen / Erläuterungen
Planung und Projektierung (Fortsetzung)	Maschinen und Geräte (gemäss BLR Kap. 3.1.6)		
	<u>Am Tag (7 – 12 & 13 – 19 Uhr):</u> Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik.	Die UBB überprüft mittels Maschinenliste des Unternehmers sowie Kontrollen vor Ort die Schalleistungspegel LwA der eingesetzten Maschinen und Geräte und verlangt eine regelmässige Nachführung der Liste.	Die Maschinenliste wird vor Baubeginn abgegeben und mind. 1x pro Quartal aktualisiert. Es werden darauf auch die Maschinen der Subunternehmer aufgeführt.
	<u>Nachts/Mittag 19 – 7 & 12 – 13 Uhr:</u> Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem neuesten Stand der Technik.	Die Unternehmer kennzeichnen die für Nachtarbeiten vorgesehenen Maschinen entsprechend in den Maschinenlisten.	
	Lärmbezogene Vorgaben in «Besondere Bestimmungen» und im Werkvertrag genau festlegen	Die Vorgaben gemäss dem vorliegenden Baulärmkonzept werden in den Besonderen Bestimmungen der Unternehmerausschreibung und im Werkvertrag festgelegt.	
Bauausführung	Organisatorisch (gemäss BLR Kap. 3.2.1)		
	Präventives Konzept für Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten	Die SZU nimmt Beschwerden von Betroffenen entgegen (projekte-infrastruktur@szu.ch). Der Baulärmverantwortliche (UBB) berät den Bauherr bei der Umsetzung von zusätzlichen Massnahmen. Die Notwendigkeit zusätzlicher Massnahmen wird in Absprache mit dem Bauherrn besprochen und schnellst möglichst umgesetzt.	
	Orientierung der Lärmbetroffenen	Die betroffene Nachbarschaft wird zeitig vor Baubeginn über die lärmigen und lärmintensiven Arbeiten informiert. Informiert wird über die Bauzeit, Bauphasen, Dauer der lärmintensiven Arbeiten und die vorgesehenen Lärmschutzmassnahmen. Der Bauherr bleibt in Kontakt mit den Betroffenen.	Eine Information erfolgt insbesondere vor Baubeginn, vor den Phasen mit Nachtarbeiten sowie vor der Totalsperrung. Im Falle von Lärmklagen wird der Perimeter der mit Infoschreiben versorgten Personen erweitert.
Überwachung und Kontrolle	Die emissionsbegrenzenden Massnahmen gemäss vorliegendem Baulärmkonzept werden durch eine UBB kontrolliert.		

Position	Massnahmenkatalog BLR	Massnahmen	Bemerkungen / Erläuterungen
Bauausführung (Fortsetzung)	Einsatzplanung und Arbeitsvorbereitung (gemäss BLR Kap. 3.2.2)		
	Optimale Ablaufplanung	Wöchentliche & monatliche örtliche und zeitliche Planung der Arbeiten durch Bauunternehmung. Die Bauleitung überprüft die Planung und interveniert, falls Optimierungspotential hinsichtlich Lärmschutz besteht.	Eine durchdachte örtliche und zeitliche Planung der Arbeiten ermöglicht den Einsatz geeigneter Maschinen und Methoden (sowie die Ausnutzung von Synergien (bspw. Vermeiden von Leerfahrten durch Zufuhr von Baumaterial und Abfuhr von Bauabfall etc.))
	Ausreichend leistungsstarke Maschinen und Geräte	Es werden ausreichend leistungsstarke Geräte und Maschinen eingesetzt.	geringere Emissionspegel von zu schwachen Maschinen bringen bei längerer Arbeitszeit im Endeffekt eine grössere Belastung.
	Arbeiten mit hohen Lärmemissionen gleichzeitig durchführen	Die örtliche Bauleitung achtet auf die gleichzeitige Durchführung von lärmintensiven Arbeiten, sofern das Bauprogramm diese Massnahme zulässt (in Absprache mit dem Unternehmer).	
	Konstruktive Massnahmen beim Schütten harter Materialien in metallene Auffangbehälter	Es erfolgen möglichst keine Schüttungen direkt in Metallmulden. Die Schüttungen erfolgen auf Schutthaufen. Kontrolle durch örtliche Bauleitung und UBB.	
	Lärmige Vorbereitungsarbeiten (z.B. Schalungen) und Reparatur- / Servicearbeiten an lärmunempfindlichen Orten durchführen.	Lärmige Reparaturarbeiten von Geräten/Maschinen werden im jeweiligen Werkhof der Unternehmer durchgeführt. Lärmige Vorbereitungsarbeiten erfolgen nach Möglichkeit auf Installationsplätzen, wo keine lärmempfindliche Nachbarschaft betroffen ist.	
	Standortwahl stationärer Maschinen und Geräte	Stationäre Einrichtungen, Maschinen oder Geräte sind abgeschirmt und/oder eingehaust aufzustellen und zu betreiben	Die Sichtverbindung von stationären Maschinen und Geräten zu lärmempfindlicher Nachbarschaft ist zu unterbrechen.
	Transporte gesamtheitlich planen	Durch optimale Nutzung der Transportkapazität und kombinierte Fahrten (gleichzeitiger An- und Abtransport soweit möglich) wird die Anzahl an Fahrten minimiert. Transportfahrten erfolgen, wenn immer möglich, tagsüber.	

Position	Massnahmenkatalog BLR	Massnahmen	Bemerkungen / Erläuterungen
Lärmmindern- des Verhalten	Anleitung für Baupersonal (gemäss BLR Kap. 3.3)		
	Leitgedanke	Alle leisten nach eigenen Möglichkeiten ihren Beitrag zur lärmarmen Baustelle. Es werden durch die Unternehmen nur Personen eingesetzt, die bezüglich Lärmvermeidung geschult sind.	
	Instruktion	Das Baustellenpersonal wird durch die örtliche Bauleitung / die UBB instruiert. Folgende Massnahmen werden dabei berücksichtigt: <ul style="list-style-type: none"> - Maschinen werden nur solange wie nötig laufen gelassen - Geräte und Maschinen regelmässig warten - funktionsgerechter Einsatz - nur im Betriebsbereich bedienen - mit möglichst grosser Distanz zu Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung einsetzen und vorhandene Lärmhindernisse nutzen - Kein unnötiges Rufen über grosse Distanzen - Gegenstände legen statt werfen 	