

**Linie:** 713, S10  
**Km:** 3.350 – 6.030  
**Kanton:** Zürich  
**Gemeinde(n):** Zürich, Uitikon  
**Projektnummer:** 8117  
**Phase:** Vorprojekt  
**Datum:** 31.10.2020

**Projekt: Fahrbahnerneuerung Zürich Triemli – Uitikon-Waldegg**



FPREISIGAG



**Technischer Bericht**

**Dok.-Nr. 8117 - 02**

Index:

Erstellt:

Geprüft:

Freigabe:

**Vorabzug 18.02.21**

**Bauherrschaft**

**Projektverfasser**

Lukas Scheu  
Projektleiter Fahrbahn

Efstratios Dartzalis  
Abteilungsleiter Bau

Sören Rohweder  
GPL

Christian Bergerhoff  
Projektleiter

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU  
Abteilung Bau  
Wolframplatz 21  
8045 Zürich  
Direkt +41 (0) 44 206 45 41  
[lukas.scheu@szu.ch](mailto:lukas.scheu@szu.ch)

F. Preisig AG  
Hagenholzstr. 83b  
8050 Zürich

Gähler und Partner AG  
Sonnenbergstrasse 1  
5408 Baden

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
1.1.	Anlass.....	5
1.2.	Beteiligte.....	5
<b>2.</b>	<b>Ausgangslage .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Örtliche Verhältnisse .....	5
2.1.1.	Gleisanlagen .....	6
2.1.2.	Perrons.....	6
2.1.3.	Kreuzungsstelle Berghof .....	6
2.2.	Projektierungsgrundlagen .....	6
<b>3.</b>	<b>Randbedingungen und Anforderungen an die Anlage .....</b>	<b>6</b>
3.1.	Aufgabenstellung und Zielsetzung .....	6
3.2.	Fahrplan .....	7
3.3.	Gleisbenützung .....	7
3.4.	Gleissperren .....	7
3.5.	Gleisbelastung.....	7
3.6.	Lichtraumprofil.....	7
3.7.	Geschwindigkeiten .....	8
3.8.	Weitere Streckenmerkmale.....	8
3.9.	Gesetzliche Grundlagen, Normen und Richtlinien .....	8
3.10.	Angrenzende Projekte.....	8
<b>4.</b>	<b>Projektübersicht .....</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>Fachtechnische Projektierungen.....</b>	<b>9</b>
5.1.	Geomatik .....	9
5.2.	Oberbau .....	9
5.2.1.	Schiene und Schwellen .....	9
5.2.2.	Weichen .....	9
5.2.3.	Schotter .....	9
5.2.4.	Bahnübergang.....	10
5.3.	Unterbau.....	10
5.3.1.	Geologische und geotechnische Untersuchungen .....	10
5.3.2.	Bemessung des Unterbaus .....	10
5.4.	Entwässerung.....	12
5.4.1.	Bestand .....	12
5.4.2.	Belastung des Gleisabwassers .....	12
5.4.3.	Entwässerungskonzept .....	13
5.4.4.	Einleitung in Vorfluter .....	14

5.4.5. Einleitung in Kanalisation .....	16
5.5. Bankette .....	16
5.6. Kabelkanalisation .....	16
5.7. Perrons .....	16
5.8. Konstruktiver Ingenieurbau .....	16
5.8.1. Stützbauwerke.....	16
5.8.2. Bachdurchlässe (konstruktiv) .....	16
5.9. Sicherungsanlagen.....	17
5.9.1. Stellwerk.....	17
5.9.2. Leittechnik .....	17
5.10. Fahrstrom .....	17
5.10.1. Ausgangslage/Übersicht .....	17
5.10.2. Grundlagen.....	17
5.10.3. Fahrstromversorgung .....	18
5.10.4. Fahrleitung .....	18
5.10.5. Übersicht über die wichtigsten Kennwerte und Mengen.....	20
5.10.6. Rückstromführung .....	21
5.10.7. Erdung.....	21
5.10.8. Nahtstellen .....	21
5.10.9. Bahnstromversorgung .....	22
5.11. Weichenheizung.....	22
5.12. Niederspannungsanlagen .....	22
5.12.1. Stromversorgung.....	22
5.13. Telecomanlagen.....	22
5.14. Kabel .....	22
<b>6. Umweltbericht.....</b>	<b>22</b>
6.1. Natur und Landschaft, Wild .....	23
6.2. Wald .....	25
6.3. Grundwasser, Wasserversorgung (FriedliPartner AG) .....	25
6.3.1. Grundlagen.....	25
6.3.2. Ausgangszustand.....	25
6.3.3. Gewässerschutz.....	26
6.4. Entwässerung.....	28
6.5. Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme.....	28
6.6. Störfallvorsorge .....	29
6.7. Altlasten.....	29
6.8. Abfälle .....	29
6.9. Boden .....	29
6.10. Luft.....	29
6.11. Nichtionisierende Strahlung (NIS).....	29

6.12. Lärm .....	30
6.12.1. Ausgangslage.....	30
6.12.2. Grundlagen.....	30
6.12.3. Anforderungen.....	30
6.12.4. Emissionen .....	31
6.12.5. Berechnung und Beurteilung.....	31
6.12.6. Weiteres Vorgehen.....	32
6.13. Erschütterungen / Körperschall .....	33
6.13.1. Ausgangslage.....	33
6.13.2. Grundlagen.....	33
6.13.3. Allgemeine Annahmen .....	34
6.13.4. Immissionsprognose – VIBRA-1 .....	35
6.13.5. Resultate und Beurteilung .....	36
6.13.6. Weiteres Vorgehen.....	36
6.14. Langsamverkehr / historische Verkehrswege .....	36
6.15. Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz .....	37
6.16. Naturgefahren .....	37
<b>7. Land und Rechte .....</b>	<b>37</b>
<b>8. Termine .....</b>	<b>37</b>
<b>9. Baurealisierung und Bauphasen .....</b>	<b>38</b>
9.1. Intervalle, Bauen unter Betrieb.....	38
9.2. Zufahrtwege und Installationsplätze.....	39
9.3. Eckdaten für den Bauablauf.....	39
<b>10. Kosten .....</b>	<b>40</b>
<b>11. Sicherheitsbericht .....</b>	<b>40</b>
11.1. Allgemeines .....	40
11.2. Bahnbetrieb während Bauphase.....	41
11.3. Risikoanalyse und Risikobeurteilung .....	41
11.3.1. Abgrenzung .....	41
11.3.2. Bauphase .....	41
11.3.3. Betriebsphase .....	41
<b>12. Anhänge .....</b>	<b>43</b>
12.1. Lichtraumprofil S10 .....	43
12.2. Grenzlinien der festen Anlagen (unterer Bereich) S10 .....	44
12.3. Stromabnehmerraum S10 .....	45

## 1. Einleitung

### 1.1. Anlass

Die Fahrbahn im Projektperimeter zwischen km 3.334 und 6.025 wurde letztmals 1983 erneuert. Das Holzschwellengleis hat seine Nutzungsdauer erreicht und muss erneuert werden. Die Kreuzungsstelle Berghof ist auf der Basis der aktuellen Vorschriften zu kurz und muss verlängert werden.

### 1.2. Beteiligte

Bauherrin	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU
GPL	F. Preisig AG
Tiefbau	Gähler Partner AG
Ingenieurbau	Gähler Partner AG
Gleisgeometrie	SBB Geomatik
Sachverständige Geometrie	Kompetenzzentrum Fahrbahn AG
Sicherungsanlagen	SZU
Fahrleitung	Kummler + Matter AG
Geotechnik, Grundwasser	Friedli Partner AG
Umwelt	Gruner Umwelt AG

## 2. Ausgangslage

Der zu erneuernde Abschnitt liegt an der Nordseite des Uetlibergs und weist einige steile Geländeabschnitte auf. An einigen Stellen gab es Rutschungen, welche aber seit dem Bau der Stützbauwerke zur Ruhe gekommen sind. Vier Bahnübergänge liegen im Abschnitt – eine Quartierstrasse mit gesichertem Übergang, zwei gelegentlich befahrene Waldwege mit gesicherten Übergängen und eine private Forststrasse mit ungesichertem Übergang.

### 2.1. Örtliche Verhältnisse



Abbildung 1: Streckenabschnitt Triemli – Uitikon-Waldegg

Nach dem Fahrbahnerneuerungsanfang hinter dem Bahnübergang (BUe) Hohensteinweg führt die Strecke knapp 200 m durch Siedlungsgebiet. Danach auf gut 2.5 km der bewaldete Nordhang des Uetlibergs durchfahren. Oben endet der Erneuerungsabschnitt in der Mitte des neu gebauten Perrons von Uitikon-Waldegg.

### 2.1.1. Gleisanlagen

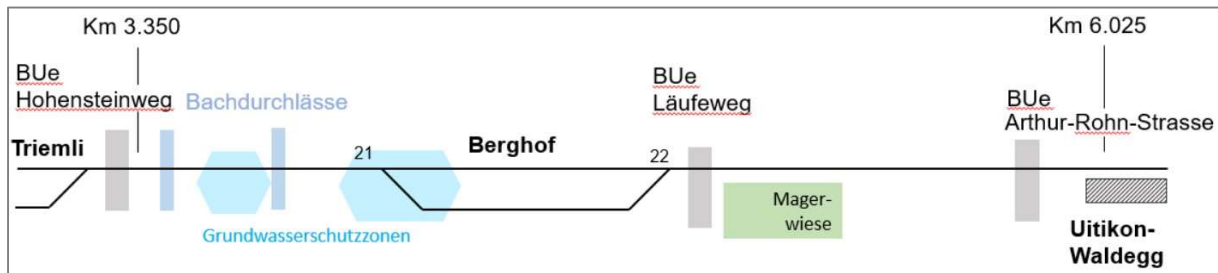


Abbildung 2: Gleistopologie

### 2.1.2. Perrons

Der betrachtete Abschnitt beginnt nach der Haltestelle Triemli, ausserhalb der Perronanlagen. Am Ende des Abschnitts befindet sich die Haltestelle Uitikon-Waldegg. Die Perronanlagen werden in einem separaten Projekt geplant. Das neue Perron ist wie das bestehende Perron auf der südwestlichen Seite des Gleises angeordnet, aber um ca. 50m bergwärts geschoben. Es kann davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt der Ausführung Fahrbahnerneuerung das geplante Perron fertig gestellt ist und als bestehend betrachtet werden kann.

### 2.1.3. Kreuzungsstelle Berghof

Die Kreuzungsstelle weist eine Nutzlänge von 176m auf. Die 300er-Weichen W21 und W22 sind bald am Ende der Nutzungszeit angelangt. Der Gleisabstand beträgt 3.80m.

## 2.2. Projektierungsgrundlagen

- Geotechnische Untersuchungen von Schotterbett und Unterbau, CSD AG, 17.10.2017
- Beurteilung Verschiebungen Fahrleitungsmasten und Naturgefahren, Friedlipartner, 27. 09. 2018
- Untersuchung Instabilitäten, Friedlipartner AG, 30. 11. 2017
- Baugrund- und Bodenuntersuchung Berghof, Friedlipartner AG,
- Lichtraumprofil AB EBV 2020, zu Art. 18: EBV2, S2, im Anhang: Blatt 12N, 15N und 21N
- Gleisgeometrie, SBB, April 2020
- Bahnpläne SZU, km 3.350 – 6.025, Pläne Nr. 74 - 80

## 3. Randbedingungen und Anforderungen an die Anlage

### 3.1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Es handelt sich um ein Fahrbahnprojekt mit kompletter Oberbauerneuerung. Es soll eine druchgehende optimierte Gleisgeometrie gem. AB EBV erstellt werden, was geringfügige Lageverschiebungen zur Folge hat. Die Geschwindigkeitserhöhung auf 50 km/h bei Uitikon-Waldegg ist nicht Bestandteil dieses Projekts. Diese wird bereits vorgänig mit dem Projekt der Perronerhöhung Bahnhof Uitikon Waldegg und der Sicherung des Bahnübergangs Arthur-Rohn-Strasse vorbereitet. Der Unterbau ist nicht mehr tragfähig und muss auf der gesamten Länge erneuert werden. Die Entwässerung ist über den gesamten Projektperimeter zu überprüfen und wenn nötig zu erneuern. Es sind zudem Einzelmassnahmen an Kunstbauten erforderlich. Zwei Bachdurchlässe müssen gemäss den Angaben der Stadt Zürich zu den Hochwassergefahren angepasst werden.



Im hier beschriebenen Vorprojekt werden die Umbaumassnahme hinsichtlich Geologie, Entwässerung, Gleislage, Oberbau- und Unterbaukonzept, Fahrleitung, Sicherungsanlagen, Umwelt, Baupisten, Installationsplätze, sowie Bauphasen- und Intervallplanung konkretisiert.

Wegen der Abstände von Sicherungsanlagen muss die Kreuzungsstelle Berghof verlängert werden. Es wird eine neue Gleisgeometrie mit neuen Weichen und einer Unterbausanierung vorgenommen. Aufgrund der Verlängerung Kreuzungsstelle sind neue Stützbauwerke und Landerwerb notwendig. Die Verlängerung benötigt eine separate Fahrleitungsschaltung der beiden Kreuzungs-Gleise. Der Standort des oberen WH-Trafos muss verschoben werden. Die Signale und der neu zweigleisige Bahnübergang Läufe weg werden angepasst. Fahrleitungsmasten und Kabelanlagen müssen angepasst werden.

Umwelt: Die Strecke führt stellenweise durch Gewässerschutzzonen mit nahegelegenen Quelfassungen und entsprechenden Auflagen. Für Schutzwaldrodungen (Typ Gewässerhaushalt) sind Ersatzaufforstungen zu leisten. Für die angrenzende Magerwiese hat die Stadt (GrünStadtZürich) Auflagen formuliert – sowohl für den Bauvorgang wie für den Endzustand.

### **3.2. Fahrplan**

Das Vorhaben begründet sich auf die Erneuerungsbedürftigkeit der Anlage. Der bestehende wie auch der zukünftige Fahrplan 2028 kann stabil gefahren werden.

### **3.3. Gleisbenützung**

Bei Transportfahrten für die Baustelle darf der fahrplanmässige Verkehr nicht beeinträchtigt werden.

### **3.4. Gleissperren**

Im Sommer 2025 sind zwei Totalsperren von je 5 Wochen vorgesehen um den Unter- und Oberbau zu ersetzen. Alle anderen Arbeiten im Gleis oder in Gleisnähe müssen in den Nachtpausen durchgeführt werden. Für allfällige Verlängerung der Nachtpausen ist zu beachten, dass auf der Uetlibergstrecke am Wochenende höheres Fahrgastaufkommen als Wochentags besteht.

### **3.5. Gleisbelastung**

- Uetlibergbahn 713, S10:
- Die Gesamtbruttotonnenbelastung beträgt ca. 27'000 Tonnen. (Stand 2015)
- Gleisbelastungsgruppe E2 (Einspurstrecke)
- Gleisbelastungsgruppe E3 (Doppelspur)
- Die prognostizierte 2030 Gesamtbruttotonnenbelastung im Jahr 2030 beträgt ca. 27'000 Tonnen. (Die Fahrplanänderung 2028 beinhaltet nur veränderte Abfahrtszeiten, keine Taktverdichtung).

### **3.6. Lichtraumprofil**

Lichtraumprofil AB EBV 2020, zu Art. 18: EBV2, S2, im Anhang: Blatt 12N, 15N und 21N

### 3.7. Geschwindigkeiten

Die Anlage im Projektperimeter soll durchgehend berg- und talwärts mit 50 km/h befahren werden.

### 3.8. Weitere Streckenmerkmale

Die durchschnittliche Längsneigung beträgt 52 ‰, im Maximum 59.30 ‰

Bis im Jahr 2022 soll die heute mit Gleichstrom 1,2 kV betriebene Uetlibergline auf 15 kV Wechselstrom umgerüstet werden.

### 3.9. Gesetzliche Grundlagen, Normen und Richtlinien

- AB-EBV, 1. Nov. 2020
- RTE 21110 Unterbau und Schotter

### 3.10. Angrenzende Projekte

Bisher sind keine Projekte bekannt, die örtlich und zeitlich mit der Fahrbahnerneuerung Triemli – Uitikon-Waldegg ausgeführt werden. Hingegen sind gleich drei Vorhaben in der Projektphase, welche noch vor der Ausführung FE Triemli – Uitikon-Waldegg fertiggestellt werden:

- Behindertengerechter Perron Uitikon-Waldegg: Das Perron wird aus dem engen Radius weiter bergwärts in die anschliessende Gerade geschoben. Dem Umbau liegt die definitive Gleisgeometrie FE Triemli – Uitikon-Waldegg zugrunde.
- Der bisher ungesicherte Bahnübergang Arthur-Rohn-Strasse neben dem Perron Uitikon-Waldegg soll mit Barrieren gesichert werden. Weil das Perron bergwärts geschoben wird, ist die Ein- und Ausfahrgeschwindigkeit beim BUE höher und es kann nicht mehr auf Sicht gefahren werden. Der BUE wird zeitgleich mit dem Perronbau gesichert.
- Bis im Jahr 2022 soll die heute mit Gleichstrom 1,2 kV betriebene Uetlibergline auf 15 kV Wechselstrom umgerüstet werden. Dazu sind neue Fahrleitung, Fahrleitungsmasten und Einspeisungen nötig.

## 4. Projektübersicht

Kurze Beschreibung des Vorhabens im Sinne einer Übersicht

- Unterbausanierung
- Gleisgeometrieanpassung
- Sanierung Hangentwässerung
- Erstellung Gleisentwässerung
- Abdichtung der Fahrbahn in Grundwasserschutzbereichen
- Verlängerung Kreuzungsstelle Waldegg
  - Erstellung zweier Stützmauer
  - Anpassung Signalisation
  - Anpassung Kabelführung
  - Anpassung Fahrleitung
- Neubau Bahnübergänge



## 5. Fachtechnische Projektierungen

### 5.1. Geomatik

Bis auf eine Ausnahme in der vertikalen Geometrie entspricht die Trassierung dem Reglement „Geometrischen Gestaltung der Fahrbahn“ R-I-22046 und der AB EBV vom 1.11.2020. Beim Ausrundungsradius der Kuppe bei km 5.850 kann die AB EBV nicht eingehalten werden ohne übermässige Anpassungen am Gelände und Strassenraum auszulösen. Sonst werden alle Grenzwerte im Normalfall der Überhöhung und der Fahrdynamik nach AB-EBV und R-I-22046 eingehalten. Die entsprechenden Nachweise können dem Anhang entnommen werden.

Die maximale Überhöhung im Perronbereich beträgt 40 mm

### 5.2. Oberbau

#### 5.2.1. Schiene und Schwellen

Gleis Nr.	Km	Bestand		Projekt	
		Schiene	Schwelle	Schiene	Schwelle
-	3.350 – 6.067	46 E1, R260	Holzschwelle	46 E1, R400 HT	Stahlschwelle S220

Tabelle 1: Schienen und Schwellen

Die Schienen und Schwellen sind so gewählt, dass die kleinen Radien verschweisst werden können. Mit der Wahl von Schienen 46 E1 und der Schwelle S220 (Stahlschwelle mit langen Kappen) darf bis zu einem Radius von 200 m verschweisst werden. In der grossen Kurve vor der Einfahrt in die Haltestelle Uitikon-Waldegg befindet sich ein Radius von 179 m. Dafür ist eine Ausnahmegenehmigung erforderlich für eine Verschweissung.

#### 5.2.2. Weichen

Weiche Nr.	Km	Bestand	Projekt
W 21	4.315	EW IV-300-G-1:9-H, R	EW IV – 300 – G – 1:12 – H,R
W 22	4.671	EW IV-300-G-1:9-H, R	EW IV – 300 – G – 1:14 – H,R

Tabelle 2: Weichen

#### 5.2.3. Schotter

Im ganzen Perimeter wird Schotter der Klasse I verwendet. Es wird die Regelstärke von 30 cm überall eingebaut. Als Bauwerke sind nur die Bachdurchlässe bekannt, jedoch fehlen genaue Höhen. Diese Bauwerke sind im Bauprojekt sollen im Bauprojekt genauer untersucht werden.

Bauwerk	Gleis / Weiche	km	Belastungsgruppe	Oberbau Bestand	Oberbau Projekt
			E2	Schiene 46 E1 Holzschwelle Xy cm Schotter	Schiene 46 E1 Stahlschwelle S220 30cm Schotter

Tabelle 3: Gleisanlagen auf starrem Unterbau

In Bereichen, in denen das Gleis einen Radius  $< 250$  m aufweist, wird das Schotterbett verstärkt und verdichtet ausgeführt. Ansonsten normal und verdichtet.

#### **5.2.4. Bahnübergang**

##### Bahnübergang Läufeweg

System Strail, führt Anpassung der Barrieren mit sich, da neu zwei Gleise überquert werden müssen.

##### Bahnübergang Hohensteinstrasse

Projekt Sicherung des BUe Hohensteinstrasse wird im Sommer 2020 realisiert mit System Strail

##### Bahnübergang Arthur-Rohn-Strasse

Bereits im Zusammenhang mit Perronumbau realisiert.

### **5.3. Unterbau**

#### **5.3.1. Geologische und geotechnische Untersuchungen**

Gemäss des geologischen Atlases der Schweiz (1:25'000, Blatt Nr. 90, Zürich) ist im Projektperimeter vorwiegend mit Moränen der Würm-Vergletscherung zu rechnen. Stellenweise sind Mergel und Mergelsandsteine mit karbonatreichen Sandsteinen und Konglomerat-Bänken ("Zürcher Molasse") der oberen Süsswassermolasse anzutreffen. Es muss in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes mit Material von alten Rutschungen gerechnet werden und es wurde im oberen Teil des Untersuchungsgebietes vereinzelt der anstehende Fels angetroffen (Bericht CSD Ingenieure: geotechnische Untersuchungen von Schotterbett und Unterbau)

Der Untergrund liegt häufig unterhalb von vermutlich geschüttetem Material und ist ein setzungsempfindliches, stark aufweichungsgefährdetes Material. Die Verformbarkeit wird auf ca.  $10 \text{ MN/m}^2$  sowie die Durchlässigkeit auf  $10^{-8}$  geschätzt. Der Untergrund weist eine hohe Wasserempfindlichkeit auf sowie eine mittlere bis starke Frostempfindlichkeit.

Im Bereich Triemli-Berghof wurde der Untergrund häufig ab 0.65 ab Schwellenoberkante angetroffen. Bei der Kreuzungsstelle Berghof liegt der Untergrund ab einer Tiefe von 1m ab Schwellenoberkante und es wurde eine über 1.55 m mächtige Dammschüttung angetroffen. Von km 5.370 – 5.750 wurde bis in eine Tiefe von ca. 1.26 m ab Schienenoberkante gemischtkörniges Material angetroffen, welcher mittel frostempfindlich ist.

Siehe Anhang zum geotechnischen Bericht.

#### **5.3.2. Bemessung des Unterbaus**

Die Planie erfüllt über die ganze Strecke den Wert der Verformbarkeit knapp oder nicht. Ebenfalls ist sie unregelmässig oder weist ein Dachgefälle auf. Eine ausgeprägte Neigung für eine effiziente Entwässerung ist nicht vorhanden. Zwischen Triemli und der Kreuzungsstelle Berghof entwässert die

Planie teilweise auf die Talseite. Ab der Kreuzungsstelle weist die Entwässerung tendenziell eher in bergseitige Richtung.

Aufgrund der in weiten Teilen ungenügenden Werten der Verformbarkeit auf der Planie und den undeutlichen Neigungen für die Entwässerung wird der Unterbau erneuert. Der Untergrund weist einen  $M_E$ -Wert von ca.  $10 \text{ MN/m}^2$  auf.

Entsprechend dem Regelwerk Technik Eisenbahn RTE 21110 Unterbau und Schotter wurden die notwendigen Massnahmen für den Unterbau festgelegt. Gemäss Abbildung 3 zur Vorgehensweise zur Bestimmung der Erhaltungsart gilt "In der Regel sind die Vorschriften für Neubauten gemäss Kapitel 4 anzuwenden (im Einzelfall beurteilen)". Gemäss Kapitel 4 würde der Unterbau aus Kiesgemisch mit einer Sperrschicht aus AC-Rail erstellt. Aus nachfolgenden Gründen wird jedoch darauf verzichtet und nach dem Kapitel 5, Unterbau bei Erhaltung ein Unterbau mit PSS projektiert:

- Die maximal möglichen Sperren aus betrieblicher Sicht ermöglichen keinen zweischichtigen Einbau
- Fast der gesamte Projektperimeter befindet sich in einem Gebiet mit rel. hohen Schiebungen, da der Hang in Bewegung ist. In Kombination mit dem setzungsempfindlichen Untergrund führt das zu differentiellen Setzungen, was durch den flexibleren PSS besser aufgenommen werden kann. In AC Rail kann das zu Schichtbruch und Rissen führen, was einen negativen Einfluss auf die Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit hat. Das Eindringen von Wasser kann zu plötzlichen grossen Setzungen führen.
- Da die gesamte Strecke ein recht hohes Gefälle aufweist, wird erwartet, dass sich PSS positiv auf das Schotterfliessen auswirkt im Unterschied zur glatten Oberfläche des AC-Rails.

#### Einbau von PSS

Auf dem Planum muss ein  $M_E$ -Wert von  $6 \text{ MN/m}^2$  mindestens erreicht werden. Dieser liegt gemäss geotech. Untersuchungen im Bereich von  $10 \text{ MN/m}^2$  und ist damit eingehalten. Allerdings ist dieser Wert sehr niedrig für die Baumaschinen. Dies muss beim Bauablauf beachtet werden. Es können keine Pneufahrzeuge das Planum befahren.

Für einen  $M_E$ -Wert von  $10 \text{ MN/m}^2$  wird eine PSS-Schicht von 35 cm vorgesehen. Folgend den Empfehlung des geotech. Berichts wird auf dem Planum ein Geotextil mit der Funktion Trennen eingelegt.

Um den Transport der Materialien und den Bauverkehr allgemein zu vereinfachen, besteht die Möglichkeit, ein Geotextil einzubauen, das zusätzlich die Funktion Bewehren hat. Im Kombination mit einer ersten Schicht PSS von beispielsweise 10 cm kann eine Befahrbarkeit erreicht werden.

Auf der Planie muss ein  $M_E$ -Wert von min.  $40 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden. Ein Befahren der Planie mit Pneufahrzeugen ist aber zu Vermeiden, da dies zu Spurrillen führt.

## **5.4. Entwässerung**

### **5.4.1. Bestand**

Es ist in grossen Bereichen keine eigentliche Gleisentwässerung vorhanden. Die Planie ist mehrheitlich eben, unregelmässig, leicht geneigt in einem Dachgefälle oder zur Tal- bzw. Bergseite hin. Dadurch entwässert das Gleis diffus durch den Unterbau, über die Schulter und kleinere Anteile in die Hangentwässerung und Gräben die in die querenden Bäche führen.

Auf der ganzen Strecke ist hangseitig eine Hangentwässerung als oberirdische Halbschalen zu finden. Das Wasser aus diesen Halbschalen wird zum grössten Teil in die querenden Bäche eingeleitet (ab km 3.350):

- Bis km 3.565 Döltschibach (wahrscheinlich)
- Bis km 3.7 Rüttenenbächli
- Bis km 3.95 Sädlenbach
- Bis km 4.08 Breitloobach
- Bis km 4.17 Querung (Ziel unbekannt, wahrscheinlich einfacher Auslauf)
- Bis km 4.58 Läufebach
- Bis km 4.785 Querung (Ziel unbekannt, wahrscheinlich einfacher Auslauf)
- Bis km 5.25 Hubbach
- Bis km 5.875 3 Querungen Querung (Ziel unbekannt, wahrscheinlich einfacher Auslauf)

Ab km 5.125 befindet sich auf der Bergseite in einem Abstand von ca. 4 – 8 m von der Gleisachse eine weitere Entwässerungsleitung. Diese Leitung quert das Bahntrasse bei km 5.125. Wohin die Leitung weiter führt ist unbekannt. An diese Leitung ist auch die Entwässerung im Bereich des Bahnhofs Uitikon-Waldegg angeschlossen. Ebenso kommt da Wasser bereits von oberhalb dem Projektperimeter. Mit wenigen Ausnahmen (im Perronbereich) ist an diese Leitung kein Wasser aus der Bahnanlage der SZU angeschlossen. Diese Leitung quert insgesamt 3 Mal das Bahntrasse. In nächster Projektphase muss geklärt werden, ob die Tiefenlage ausreichend ist. Dies gilt auch für die weiteren, oben beschriebenen Querungen.

Von km 3.360 – 3.705 befindet sich gemäss Leitungskataster von Zürich sich eine Leitung der Wasserversorgung im Bereich der neu zu erstellenden Entwässerung. Die Bedürfnisse und Anforderungen müssen im Bauprojekt geklärt werden.

### **5.4.2. Belastung des Gleisabwassers**

Die SZU setzt zur Vegetationskontrolle Pflanzenschutzmittel (PSM) ein – ausser in den Grundwasserschutzzonen. Bis km 3.67 liegt die Strecke unterhalb von 500 m.ü.M, die restliche Strecke zwischen 500 und 1000 m.ü.M. Mit der Anordnung eines aufwuchshemmenden Banketts ist die Belastungsklasse bei einem Verkehrsaufkommen von 27'000 Bruttotonnen für beide Fälle "gering".

Der Bahnhofsbereich Uitikon-Waldegg befindet sich zwischen 500 und 1000 m.ü.M. Mit der Anordnung eines aufwuchshemmenden Banketts und einer Gleisbelastung von 27'000 Bruttotonnen ergibt sich eine Belastungsklasse von "gering"

### 5.4.3. Entwässerungskonzept

Die bestehende Entwässerung funktioniert insbesondere in den Grundwasserschutzzonen S1 und S2 ungenügend.

Das Gleisabwasser des Bahntrasses wird als erste Priorität über die Böschungsschulter (Typ 1) versickert. Dies ist in folgenden Fällen nicht möglich:

- keine Böschungsschulter beim Bahntrasse vorhanden
- Versickerung ist aufgrund von Grundwasserschutzzonen nicht erlaubt

Eine dezentrale Versickerung entlang der Bahn (z.B. Entwässerungstyp 3a oder 3b) ist nicht möglich, da der Untergrund eine sehr geringe Sickerfähigkeit von ca.  $10^{-8}$  aufweist.

In zweiter Priorität wird das Gleisabwasser abgeleitet und einem Vorfluter zugeführt.

In der folgenden Tabelle werden abschnittsweise die vorgesehenen Massnahmen für die Entwässerung dargestellt.

km von	km bis	geplante Entwässerung	Begründung
3.350	3.683	Ableiten Typ 4a	Teilweise fehlende Böschung, Bereichsweise sehr nahes Siedlungsgebiet
3.683	4.424	Ableiten Typ 4b	Bereich Grundwasserschutzzone
4.424	4.604	Ableiten Typ 4a	Nur sehr kurze Bereiche über die Böschung möglich, oft Einschnitt oder fehlende Böschung
4.604	4.748	Ableiten Typ 4b	Bereich Grundwasserschutzzone
4.748	4.978	Ableiten Typ 4a	Fehlende Böschungsschulter
4.978	5.780	Versickern über Böschung Typ 1	
5.780	6.035	Ableiten Typ 4a	Fehlende Böschungsschulter / Perron
6.035	6.067	Versickern über Böschung Typ 1	

Die Entwässerung entspricht einem Typ 4a bzw. im Bereich der Grundwasserschutzzonen einem Typ 4b. Prinzipiell ist es möglich, auch in der Grundwasserschutzzone S3 über die Böschungsschulter zu versickern. Dafür ist jedoch ein optimaler Bodenaufbau die Voraussetzung. In den folgenden Projektphasen besteht in diesen Bereichen gegebenenfalls noch Optimierungspotential. Ebenso gibt es immer wieder kurze Bereiche, bei denen eine Böschungsschulter vorhanden ist. Da das jedoch

jedesmal ein Gefällswechsel in Planie und Planum voraussetzt, wurden die Bereiche grossflächiger einem Bewässerungstyp zugeteilt.

Da die Halbschalen, die der Hangentwässerung dienen, aufgrund grossem Unterhaltsaufwand nicht mehr eingebaut werden sollen, wird die Gleisentwässerung künftig dieses Wasser aufnehmen.

Dadurch wird eine Leitung im ganzen Projektperimeter hangseitig geführt, auch wenn die Entwässerung der Bahn über die Schulter erfolgt.

#### 5.4.4. Einleitung in Vorfluter

Diverse Bäche kreuzen das Bahntrasse:

- Döltschibach (km 3.350)
- Rütönenbächli (km 3.565)
- Sädlenbach (km 3.818) GWS-Zone S2 → Verlängerung geschlossene Leitung bis S3
- Breitloobach (km 3.974) GWS-Zone S2 → Verlängerung geschlossene Leitung bis S3
- Läufebach (km 4.200) GWS-Zone S2 → Verlängerung geschlossene Leitung bis S3
- Hubbach (km 4.783)

Die genaue Einleitungsstelle in die Bäche Verlängerung, Breitloobach und Läufebach muss im Bauprojekt bestimmt werden. Eventuell befindet sich die Einleitungsstelle ausserhalb der SZU-Grundstücke und bedarf eines Durchleitungsrechts.

Für die Bestimmung der Regenabwassermenge für die Einleitung wurde ein Regenereignis mit  $T=1$  berechnet entsprechend Tabelle A4.1 der Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen. Die Strecke befindet sich in der Region Voralpen. Es wurde der maximale Wert resultierenden aus dem Unsicherheitsbereich verwendet. Der Abflussbeiwert wurde über die gesamte Fläche als 0.6 angenommen (PSS)

Das Wasser vom neuen Perron soll ebenfalls in die Gleisentwässerung eingeleitet werden. Dafür wird beim Schacht 44 eine zusätzliche Gleisquerung gebaut.

Die Angaben sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Noch nicht dargestellt ist das zusätzliche Hangwasser, dass in die Entwässerungsleitung fliesst.

Es fehlen noch Angaben zur Menge des Hangwassers, mögliche Einleitung aus Drittprojekt Perronerhöhung, Anschlussmenge des Wassers bei ca. km 6.025.

	Döltschibach	Rütönenbächli	Hubbach
Einzugsgebiet	6095 m <sup>2</sup>	-	1770 m <sup>2</sup>
Einzugsgebiet red. Fläche	3657 m <sup>2</sup>	-	1062 m <sup>2</sup>
Regenabwasser Gleis	80 l/s	-	19 l/s
Zusätzliches Wasser z.B. Hangwasser			6 l/s (von Perron)
Q <sub>E</sub>		-	
Gewässerschutzbereich	üb	üb	Au



Einsatz PSM	ja	ja	ja
Verkehrsaufkommen	27'000	27'000	27'000
Belastungsklasse	gering	gering	gering
Gewässertyp			
Mittl. Wasserspiegelbreite			
Mittl. Fliessgeschwindigkeit			
Sohlenbeschaffenheit			
$Q_{347}$	unbekannt	1 l/s (gemäss Angabe AWEL)	1 l/s (gemäss Angabe AWEL)
$f_s$	1	1	1
$f_G$	1	1	1
$V=Q_{347}/Q_E$	0.01		0.05
$V_G=V*f_s*f_G$	0.01		0.05
Einleitbedingung			

Gemäss obenstehender Tabelle muss vor der Einleitung des Wassers eine Retention angeordnet werden, da  $V_G < 0.1$ . Die Werte  $f_s$  und  $f_G$  wurden konservativ geschätzt, da noch Angaben zu den Bächen fehlen.

#### Mögliche Retention / Versickerungsanlage

Eine Versickerungsanlage zu erstellen ist schwierig aufgrund des sehr niedrigen Sickerwerts des Untergrunds, der Trasseeführung durch den Wald und Grundwasserschutzzonen oder aber den geringen Platzverhältnissen im Siedlungsgebiet.

Gemäss erster Absprache mit dem AWEL im Sept. 2018 sind sie der Meinung, dass Retention wenig bringt. Naturnahe Gewässer mit Robuster Oekomorphologie bedürfen keiner Retention, was die Bäche auf dem Uetliberg seien.

In einem nächsten Schritt ist das weitere Vorgehen mit AWEL abzusprechen, da nun erste genauere Angaben zu Wassermengen vorliegen. Dann kann auch entschieden werden, wieviel dem Döltschibach und wieviel dem Rütenenbächli zugeführt werden soll und für welche Wassermengen wirklich auf eine Retention verzichtet werden darf.

Daneben ist eine Anordnung eine Retentionsanlage schwierig. Im Bereich des Döltschibach ist ausserhalb des Bahntrasse aufgrund Siedlungsgebiet keine Fläche für eine Anlage vorhanden. Daher ist eine Zurückhaltung des Wassers in einer Leitung (Durchmesser 1.5 m) unterhalb des Bahntrassees mit einer Länge von 20 m vorstellbar. Der Ein- und Auslauf erfolgt von der Seite her bzw. zur Seite hin mit jeweils einem Schacht, welcher im Fall des Auslaufs eine Drossel erhält.

Im Bereich des Hubbachs befindet sich das Bahntrasse auf einem Damm. Um diesen nicht zu destabilisieren, sollte da kein Retentionsvolumen eingebaut werden. Daran anschliessend befindet man sich im Einschnitt, wo ein ähnliches System wie oben beschrieben vorstellbar wäre, allerdings muss gegebenenfalls im Einschnitt mit Fels unterhalb des Trasse gerechnet werden.

#### **5.4.5. Einleitung in Kanalisation**

Nicht vorgesehen.

#### **5.5. Bankette**

Die Bankette werden gemäss AQV SBB erstellt. Durch die Erneuerung des Unterbaus müssen bestehende Bankethalterungen ersetzt werden und in anderen Bereichen zusätzlich neue gesetzt werden. Als Bankethalterung werden Winkelgitter vorgesehen. Die Bankette werden beidseitig der Bahn angeordnet und mit Altschotter ausgebildet, auf dem 10 cm Brechschotter (16/32) zu liegen kommt. Im Normalfall liegt das Bankett 40 cm unterhalb der näheren Schiene. Damit das Bankett aber seine aufwuchshemmende Wirkung hat, muss es entwässert sein. In Bereichen, wo die Entwässerung auf der gegenüberliegenden Seite des Banketts liegt, wurde der Weg auf den PSS gelegt, wodurch das Bankett etwas höher zu liegen kommt.

Im Bereich bei km 4.475, beim Bachdurchlass Hubbach wird die Gleislage auf dem Damm stark angepasst. Dadurch reichen die Höhen der Winkelgitter in diesem Bereich nicht mehr aus. Es wird eine Winkelmauer erforderlich. Diese muss mit dem Bachdurchlass Hubbach abgestimmt werden.

#### **5.6. Kabelkanalisation**

Die Kabelkanäle werden alle links der Bahn als Kabelkanal T23 geführt.

#### **5.7. Perrons**

Das Perron in Uitikon-Waldegg wird vorgängig durch ein weiteres Projekt auf P55 erhöht. Die neue Perronkante richtet sich bereits der zukünftigen durchgehenden Gleisgeometrie Triemli – Uitikon Waldegg mit durchgehend 50 km/h. Das bestehende Gleis wird in diesem Bereich in die neue Lage geschoben. Im Rahmen des Fahrbahnprojekts wird dort der Unterbau und die Fahrbahn erneuert, sowie die Entwässerung angepasst. Das Perronwasser wird in die Gleisentwässerung geleitet.

#### **5.8. Konstruktiver Ingenieurbau**

##### **5.8.1. Stützbauwerke**

Im Bereich der verlängerten Kreuzungsstelle muss eine Stützmauer von km 4.550 – 4.630 erstellt werden. Unterbrochen wird die Stützmauer durch den, das Bahntrasse querenden, Laufeweg. Im Bereich der Stützmauer werden sich neu 3 Fahrleitungsmasten befinden, welche in die Stützmauer integriert werden.

##### **5.8.2. Bachdurchlässe (konstruktiv)**

Erneuerung folgender Bachdurchlässe sind gewünscht

- Sädlenbach, da Zustand des Durchlasses schlecht und die Kapazität knapp ausreichend
- Rütenebächli, da ungenügende Kapazität

### **5.9. Sicherungsanlagen**

- Tastenkasten für Weichen «vor Ort Bedingung». Verschieben auf neue Position der beiden Weichen.
- Rückbau der Fahrstellungsmelder
- Neubau B und C Staffel Signale
- Versetzen des D Signals auf Bremsweg zur B Staffel
- Erstellung von neuen Gleisquerungen für die Erschliessung der Weichen, W-Tastenkasten, Signalen und Weichenheizungen
- Hinter Signal B 621/2 hat es eine Querung welche neue Kabelschächte benötigt.
- Anpassung der BUe Steuerung inkl. Aussenanlage an die neue Situation
- Kontrolle dass die Distanz der Folgesignale eingehalten sind (Uitikon-Waldegg)

#### **5.9.1. Stellwerk**

- Anpassung Stellpult auf die geänderte Situation.
- Prüfung der Stromversorgung für die neuen Elemente.
- Prüfung wo die neuen Elemente platziert werden in der Innenanlage.

#### **5.9.2. Leittechnik**

- Anpassung der Leittechnik C900 an die geänderte Situation.

### **5.10. Fahrstrom**

#### **5.10.1. Ausganglage/Übersicht**

Auf die Linie S10 wird die gesamte Fahrleitungsanlage (FL-Anlage) zwischen Zürich Giesshübel und Uetliberg 2022 erneuert (Projekt «Umstellung Stromversorgung S10»). Bei der Realisierung des vorliegenden Projekts werden nur Anpassungen an die FL-Anlage vorgenommen, welche durch die neue Gleisgeometrie erforderlich sind.

Die geplanten Maststandorte des Projekts «Umstellung Stromversorgung S10» sollen für das vorliegende Projekt auf ihre Kompatibilität geprüft werden und allfällige Massnahmen beschrieben werden.

#### **5.10.2. Grundlagen**

Das vorliegende Fahrstrom-Projekt wird nach der schweizerischen Gesetzgebung und Stand der Technik geplant und ausgeführt. Grundlagen sind dabei das Eisenbahngesetz (EBG) vom 20. Dezember 1957 (Stand 1. Juli 2013), das Elektrizitätsgesetz (EleG) vom 24. Juni 1902 (Stand 1. August 2008) sowie das Umweltschutzgesetz (USG) vom 07.10.1983 (Stand 1. November 2013).

**Massgebende Vorschriften, Normen und Regelwerke (nicht abschliessende Aufzählung)**

- ⇒ Verordnung über elektrische Starkstromanlagen vom 30. März 1994.
- ⇒ Verordnung über elektrische Leitungen vom 30. März 1994.
- ⇒ Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen, sowie deren Ausführungsbestimmungen, vom 23. November 1983.
- ⇒ Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.
- ⇒ Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen vom 7. November 2001.
- ⇒ Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit vom 19. November 2009.

**Normen und Regelwerke**

- ⇒ EN 50119  
Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb.
- ⇒ EN 50122-1+A1  
Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung –Teil 1: Schutzmassnahmen gegen elektrischen Schlag.
- ⇒ Erdungshandbuch D RTE 27900.
- ⇒ NIN 2010 Niederspannungs-Installations-Norm der electrosuisse.
- ⇒ Leitsätze des SEV 4022:2008 Blitzschutzsysteme.
- ⇒ Erdungsleitsätze SEV 3755:1999.
- ⇒ R RTE 20600, Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen.
- ⇒ R RTE 27200, Bemessung von Fahrleitungstragwerken

**Zentrale Grundlagen des Betreibers**

- ⇒ SBB, FL-Projektierungshandbücher der SBB
- ⇒ SBB, Handbuch Stromrückleitung und Erdung, I-FS 2008-001.

**5.10.3. Fahrstromversorgung**

Die Fahrstromversorgung bleibt bestehen und erfährt keine Änderung im Rahmen des vorliegenden Projektes.

**5.10.4. Fahrleitung**

Im Projektperimeter ist beim Baubeginn eine Fahrleitung vom Typ R-FL R1 vorhanden.

Nachfolgend werden die Auswirkungen der neuen Gleisgeometrie auf die Maststandorte analysiert.

Aus Sicht Fahrleitung lässt sich die Gleisgeometrie in vier Abschnitten unterteilen:

1. km 3.350 – km 4.300: keine wesentliche Änderung der Gleisgeometrie
2. km 4.300 – km 4.700: neue Führung des Doppelspur-Abschnitts
3. km 4.700 – km 4.900: Optimierung der Kurvenradien
4. km 4.900 – km 6.020: keine wesentliche Änderung der Gleisgeometrie

In der untenstehenden Tabelle wird die Situation der Masten in den Abschnitten 2 und 3 genauer analysiert und allfällige Massnahmen definiert.

<b>Mast</b>	<b>km (IST)</b>	<b>Beurteilung / Massnahme</b> (wenn neues Fundament erforderlich ist, Mastnummer ist rot markiert)
4-9	4.319	Neue Weiche mit geänderter Geometrie. Der Maststandort eignet sich nicht mehr für die neue Weichenbespannung. Der Mast muss um ca. 13 m bergaufwärts verschoben werden.
4-11	4.345	Neue Weiche. Der Mast muss um ca. 7 m bergaufwärts verschoben werden.
4-12	4.360	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-13	4.365	Neue Weiche. Der Mast muss um ca. 9 m bergaufwärts verschoben werden.
4-14	4.410	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-14A	4.459	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-15	4.400	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-15A	4.447	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-16	4.511	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-17	4.482	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-17A	4.513	Keine bedeutende Anpassung notwendig
4-17B	4.530	Verlängerung Doppelspur. Dieser Mast entfällt
4-18	4.547	Verlängerung Doppelspur. Dieser Mast entfällt
4-19	4.547	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 7 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Mehrgleisenausleger für die verlängerte Doppelspur.
4-20	4.567	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 2 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Das Fundament kann in die neue Stützmauer integriert werden. Mehrgleisenausleger für die verlängerte Doppelspur.
4-21	4.587	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 3 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Mehrgleisenausleger für die verlängerte Doppelspur.
4-22	4.611	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 8 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Fundament eventuell in die neue Stützmauer integriert. Mehrgleisenausleger für die verlängerte Doppelspur.
4-23	4.637	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 12 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Mehrgleisenausleger für die verlängerte Doppelspur.
4-24	4.666	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 15 m bergabwärts und nach aussen verschoben werden. Weichenbespannung bei diesem Mast.
4-24A	4.710	Verlängerung Doppelspur. Der Mast muss um ca. 9 m bergabwärts verschoben werden.
4-25	4.738	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. +35 cm verstellt werden.
4-26	4.762	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. +1.55 m verstellt werden.
4-27	4.781	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. +1.35 m verstellt werden.
4-28	4.807	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. +20 cm verstellt werden.
4-30	4.829	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. -10 cm verstellt werden.
4-31	4.852	Optimierung Trasse. Ausleger muss um ca. +15 cm verstellt werden.

<b>Mast</b>	<b>km (IST)</b>	<b>Beurteilung / Massnahme</b> (wenn neues Fundament erforderlich ist, Mastnummer ist rot markiert)
4-32	4.890	Keine bedeutende Anpassung notwendig

Aufgrund der verlängerten Doppelspur kommt bei km 4.690 die neue Abfangung des Kettenwerks mit der im Projekt «Umstellung Stromversorgung S10» geplanten Nachspannung in Konflikt. Da die Ausführungsprojektierung dieses Projekts erst bevorsteht, empfehlen wir bei dieser Gelegenheit zu überprüfen, ob diese Nachspannung auf km 4.870 umprojektiert werden kann.

### 5.10.5. Übersicht über die wichtigsten Kennwerte und Mengen

Die SZU wendet die FL-Systeme der SBB an. Entsprechend gelten auch die Handbücher und Systembeschreibungen der SBB. Die vorgesehenen Fahrleitungsanlagen und deren Konfiguration beruhen demnach auf zugelassenen und entsprechend beschriebenen Systemen der SBB.

#### Allgemeine Angaben

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
Lichttraumprofil	EBV 2
Stromabnehmerprofil	EBV S2
Fundament, gemäss Normalien SBB und K+M	Blockfundamente

#### Parameter des voll nachgespannten Systems (R-FL)

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
Fahrdrahthöhe $h_f$	5.70 m (R-FL)
Systemhöhe am Tragwerk	1.60 m
Fahrdraht nachgespannt	Cu, 107 mm <sup>2</sup> , 10 kN
Tragseil nachgespannt	Cu, 95 mm <sup>2</sup> , 12 kN
Tragwerk	NT Ausleger schwenkbar, Einzelmasten und Abfangjoche
Mastabstand $c$	max. 56 m

#### Mengengerüst definitive Anlage

<b>Komponente / Anlagenteil (neu)</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Einheit</b>
Fundamente	10	Stk.
Maste	10	Stk.
Mastanker (Stangenanker oder Druckstütze)	1	Stk.
Mehrgleisenausleger	5	Stk.
Tragwerk NT, R-FL	18	Stk.
Abfangungen R-FL	1	Stk.



Komponente / Anlagenteil (neu)	Anzahl	Einheit
Kettenwerk R-FL	250	m
Hilfsleitung 1 x 95 mm <sup>2</sup> Cu	0	m
Rückleiterseil 1 x 95 mm <sup>2</sup> Cu	0	m

#### 5.10.6. Rückstromführung

Die Rückstromführung besteht aus den Schienen und einem Rückleiterseil 1x 95 mm<sup>2</sup> Cu. Diese Leiter sind alle ca. 250m miteinander verbunden (Querverbindung-> Strom- und Potentialausgleich). Dieses Konzept wird beibehalten und die Querverbindungen auf den Doppelspur-Abschnitt entsprechend ergänzt.

#### 5.10.7. Erdung

Die Masten/Tragwerke sind mit dem durchgehenden Rückleiterseil verbunden und geerdet.

Im Bauprojekt ist ein übergeordnetes Erdungskonzept mit den Massnahmen pro Objekt zu erstellen.

#### 5.10.8. Nahtstellen

Zentrale Nahtstellen zum Gewerk Fahrstrom sind:

- Fahrbahn
- Sicherungsanlagen
- Hoch- und Tiefbau
- 50 Hz
- Telecom

##### *Fahrbahn*

Die grobe Stützpunkteinteilung ist mit der Gleisgeometrie abgestimmt und berücksichtigt die Vorgaben aus den Handbüchern der SBB bezüglich Standort, Spannweiten und Seitenverschiebung.

##### *Sicherungsanlagen*

Die Standorte der Sicherungsanlagen sind im Bauprojekt mit dem Fahrstrom abzustimmen.

##### *Hoch- und Tiefbau*

Die Standorte der Stützpunkte sind auf die Bauwerke abgestimmt. Es ist im Bauprojekt definitiv festzulegen, ob die Fundamente 4-20, 4-22 und 4-23 in den Stützmauern integriert werden oder separat erstellt werden sollen.

##### *50 Hz*

Eine neue Verteilkabine soll im Projektperimeter für die Speisung des Bahnübergangs und der Weichenheizung erstellt werden. Im Bauprojekt soll eine Abstimmung erfolgen, damit alle notwendigen Massnahmen im übergeordneten Erdungskonzept beschrieben werden können.

### *Telecom*

Ein neuer Lichtwellenleiter wird zwischen Uitikon-Waldegg und Berghof installiert. Ein solcher Leiter ist nicht stromführend und es besteht damit keine Abhängigkeit mit dem Bereich Fahrstrom.

#### **5.10.9. Bahnstromversorgung**

Die Bahnstromversorgung bleibt bestehen und erfährt keine Änderung im Rahmen des vorliegenden Projektes.

#### **5.11. Weichenheizung**

- Neue Weichenheizungssteuerung (Hutec)  
Inklusive Schienenfühler und Wetterstation.
- Komplette neue Ausrüstung von beiden Weichen
- Zuleitung ewz (wie BUe Steuerung) Dazu ist der Verteilerkasten vom EWZ zu versetzen (ist im Umbauperimeter des neuen Gleises).
- Kabelzug LWL für Zugriff auf Steuerung nötig (Siehe Kapitel 5.13)

#### **5.12. Niederspannungsanlagen**

- Neue Verteilkabine für Weichenheizungssteuerung (Falls möglich in BUe Kabine integrieren)
- Rückbau der alten Kabine (alte Integrasteuerung/Sicherungsverteilung) zwischen Mast11 und Mast12
- Die Kabel sind während des Umbaus zu schützen

##### **5.12.1. Stromversorgung**

- ewz Kabine muss allenfalls versetzt werden (Beinhaltet SZU-Zähler für Weichenheizungen)

#### **5.13. Telecomanlagen**

- Erschliessung der Störungsmeldungen Bue (KNX) momentan über altes T+T Kabel ab Uitikon-Waldegg. Neuer LWL-Kabelzug UiWa-Berghof (ca. 1.5km). Auch für Weichenheizungssteuerung nötig.

#### **5.14. Kabel**

Ersatz Kabelkanäle (T23) über ganzen Projektperimeter. Ausser von M21 bis 18, hier ist bereits ein neuer Kabelkanal verlegt. Die Kabel sind während der Umbauphase mittels Schlitzrohren durch den Unternehmer zu schützen. Vorgängig sind die Eigentümer der Drittkabel mit Infoschreiben über die entsprechenden Umbauarbeiten zu informieren.

## **6. Umweltbericht**

Gemäss Art. 2 der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) 814.011 vom 19.10.1988 (Stand 01.10.2016) untersteht dieses Projekt nicht der UVP-Pflicht, weil der Kostenvoranschlag der Rohbaubsubstanz voraussichtlich weniger als 40 Mio. CHF beträgt.

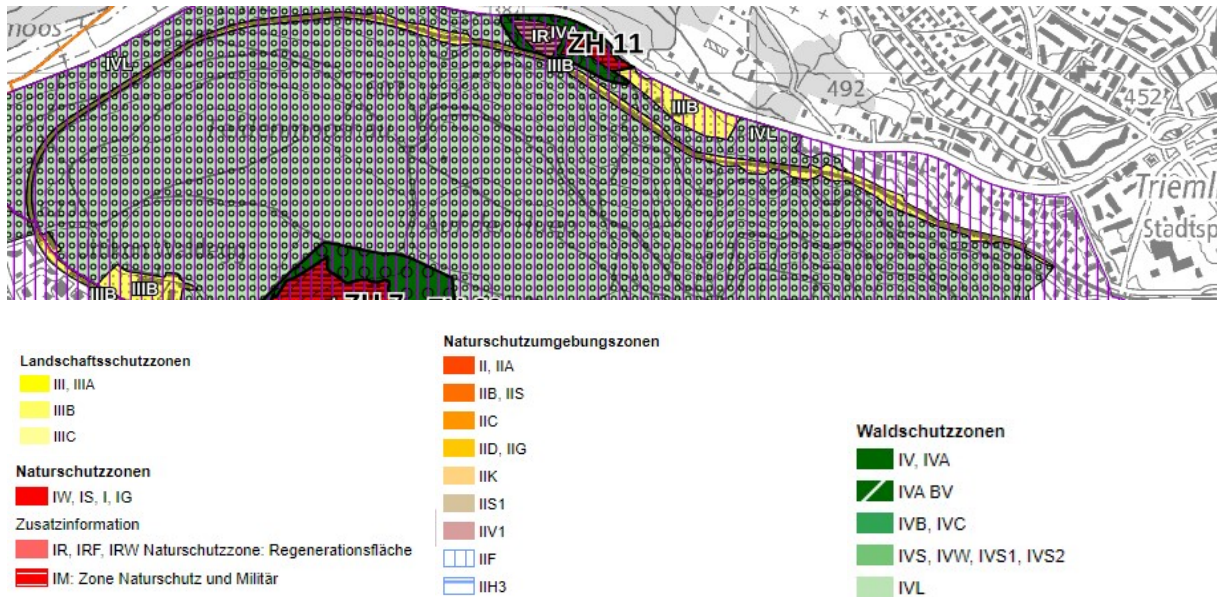
Obwohl das Projekt nicht der UVP-Pflicht untersteht, sind dennoch die Vorschriften über den Schutz der Umwelt anzuwenden (Art. 3 und 4 UVPV). Die Abklärungen über die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt richten sich nach der Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnbauvorhaben des BAV vom Oktober 2010.

Bereich	Natur und Landschaft, Wild	Wald	Grundwasser, Wasserversorgung	Entwässerung	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	Störfallvorsorge	Altlasten	Abfälle	Boden	Luft	Nichtionisierende Strahlen	Lärm	Erschütterungen / Körperschall	Langsamverkehr, historische Verkehrswege	Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz	Naturgefahren	Umweltbaubegleitung
Bau-phase	•	•	■	•	•	-	-	•	•	•	-	•	-	•	-	-	Ja
Betriebs-phase	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	•	-	-	-	
Legende	<p>- Die gesetzlichen Vorgaben können ohne Massnahmen eingehalten werden</p> <p>• Die gesetzlichen Vorgaben können mit Standardmassnahmen eingehalten werden</p> <p>■ Die gesetzlichen Vorgaben können mit spezifischen Massnahmen eingehalten werden</p>																

**Tabelle 4: Umweltrelevanz Matrix**

### 6.1. Natur und Landschaft, Wild

Die Bahnstrecke befindet sich ab der Station Triemli bis Endhaltestelle Uetliberg im Objekt Nr. 1306 des Bundesinventars der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) 'Albiskette – Reppischtal'. Da sich das Vorhaben innerhalb des BLN-Perimeters überwiegend auf den Gleisbereich beschränkt, sind keine Beeinträchtigungen der Schutzziele zu erwarten. Das Landschaftsbild wird durch das Vorhaben nicht verändert.



**Abbildung 3:** Auszug aus den Überkommunalen Natur- und Landschaftsschutzverordnungen (Quelle: GIS Kanton Zürich)

Die Landschaft ist zudem geschützt durch die "Verordnung zum Schutz des Uetliberg-Albis". Dabei handelt es sich um ein Landschafts- und Naturschutzgebiet überkommunaler Bedeutung (s. Abbildung 3). Das Trasse ist als Teil der Bahnanlage aus der Waldschutzzone IVL ausgenommen und verläuft innerhalb der Landschaftsschutzzone IIIB (gelb). Das Naturschutzobjekt ZH11 grenzt an das Trasse. Die geplante Stützmauer zwischen km 4.594 und km 4.630 reicht bis ca. 1.5 m ausserhalb der SZU-Parzelle in das Schutzgebiet (IR und IVA). In diesem Zusammenhang fand am 8.12.2020 eine Besprechung mit Vertretern von GrünStadtZürich und dem Amt für Natur- und Landschaftsschutz statt. Es wurden die folgenden Punkte vereinbart:

- Möglichst naturnahe / ökologische Gestaltung der Stützmauer – ev. durch eine vorgelagerte Natursteinwand, durch Anböschchen und durch Holzstrukturen
- Entlang und im Bereich der Stützmauer Ersatzneupflanzungen für die Hecke mit einheimischen **Dornensträuchern**
- Eine allfällige Böschung wird wieder hergestellt – vorzugsweise mittels **Direktbegrünung** mit dem Schnittgut der angrenzenden Wiese
- Die Bauphase ist so zu organisieren, dass die Wiese möglichst geschont wird.
- Wald: Absprache mit zuständigen Forstkreis/Förster, ob ein buchtiger/abgestufter Waldrand entlang der Wiese entwickelt werden könnte.
- Bilanzierung der Eingriffsfläche nach Quadratmeter, gleichwertiger Ersatz aufzeigen.

Die 'Böschung Uetlibergbahn' (KSO-37.08) wird gemäss aktuellem Projektstand nicht tangiert. Diese Aussage wird im Verlauf der weiteren Projektierung verifiziert.

Beidseits des Trassees sind im Inventar der KARCH Vorkommen des Feuersalamanders vermerkt sowie an einem Standort auch ein Vorkommen der Barrenringelnatter. Im heutigen Zustand bestehen bergseits Gerinne aus Betonelementen, welche das Hangwasser auffangen und ableiten. Dieses

Hindernis wird durch die Erneuerung der Entwässerung innerhalb des Perimeters entfernt. Das Projekt stellt somit bezüglich Vernetzung innerhalb des Perimeters eine deutliche Verbesserung dar.

Gemäss Hinweiskarte Neophytenverbreitung des Kantons Zürich ist entlang der Bahnlinie mit invasiven Neophyten zu rechnen. Auf der Höhe Berghof ist ein Standort eines Asiatischen Knöterichs vermerkt. Dieser wird im Rahmen des Bauprojekts verifiziert und bauliche Massnahmen daraus abgeleitet.

## 6.2. Wald

Der Wald grenzt an den Projektperimeter. Für Rodungsflächen, welche temporär oder dauerhaft notwendig werden, wird für das PGV-Dossier ein Rodungsdossier erstellt. Die Standortgebundenheit ist aufgrund der Linienführung der S10 im Waldgebiet gegeben. Zudem besteht ein überregionales Interesse am weiteren Betrieb der Üetlibergbahn.

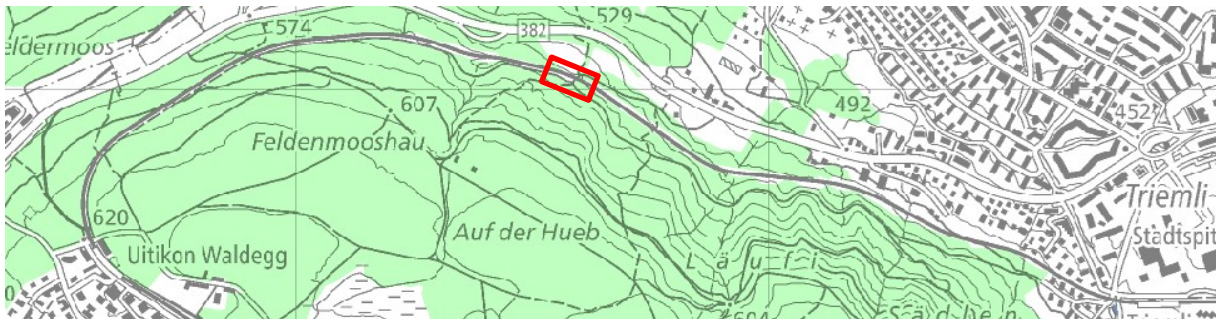


Abbildung 4: Objekte Lichte Wälder (Quelle: GIS Kanton Zürich); rot: Perimeter bekannter Rodungsfläche

Basierend auf den aktuellen Plangrundlagen sind im Abschnitt zwischen km 4.550 und km 4.630 definitive Rodungen für die beiden Stützmauern notwendig.

## 6.3. Grundwasser, Wasserversorgung (FriedliPartner AG)

### 6.3.1. Grundlagen

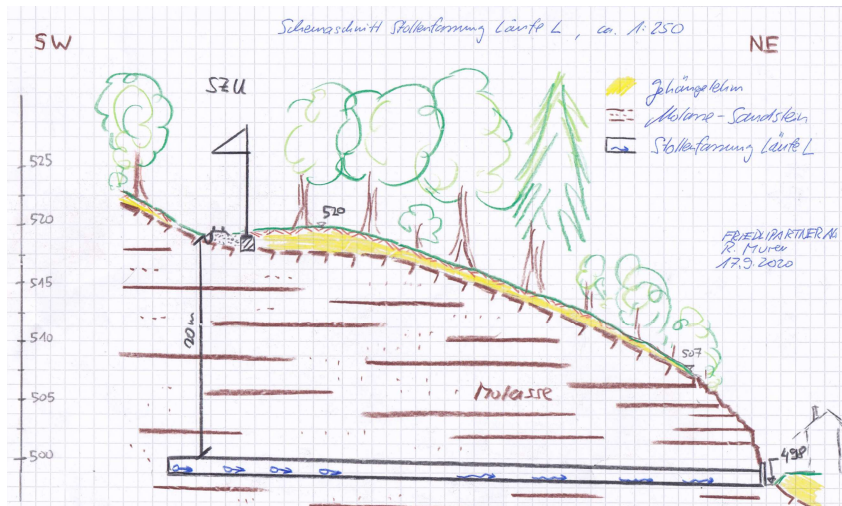
- [1] Hydrogeologisches Gutachten Umspannung S10, SZU, Februar 2021
- [2] Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen, BAV / BAFU 2010
- [3] GIS Kanton Zürich, ÖREB, Stand Februar 2021

### 6.3.2. Ausgangszustand

Das Bahntrasse umrundet vom Triemli bis zur Endstation unterhalb des Gipfels den westlichen Ausläufer des Uetliberges. Der Uetliberg besteht aus Gesteinen der Oberen Süsswassermolasse, welche grossflächig von Moräne der letzten Vergletscherung und Gehängelehm / Rutschungen überlagert werden.

Entlang der Nordflanke des Uetlibergausläufers ist der Molassefels (Obere Süsswassermolasse) teilweise aufgeschlossen (u.a. in Schutzzonen der Läufequellen). Der Molassefels besteht aus einer Wechsellagerung aus Sandsteinen und Mergeln. Ein schematischer geologischer Schnitt durch die Stollenfassung Läufe L findet sich in Abbildung 5.





**Abbildung 5: Schemaskizze geologischer Schnitt durch Stollenfassung Läufe L (Quelle: Hydrogeologischer Bericht, Projekt Umspannung, SZU)**

Gemäss Grundwasserkarte und Begehungen vor Ort sind an den Abhängen des Uetliberges keine zusammenhängenden Lockergesteins- resp. Schotter-Grundwasserleiter vorhanden. Die Ausnahme ist ein vermutetes, von Moräne überlagertes Schotter-Grundwasservorkommen südöstlich der Hueb-Quellgruppe.

Die für die Trinkwasserversorgung genutzten Quellen am Uetliberg treten als Einzelquellen oder eigentliche Quellhorizonte (Quellgruppe Hueb) auf. Bei den Läufe-Quellen bergseitig der Bahnlinie (A, B, D, E, P) handelt es sich um typische Hangquellen aus dem Lockergestein. In den Läufe-Quellen H, J und O1 erfolgt sicher auch ein wesentlicher Zufluss von Poren- und Kluftgrundwasser aus dem untiefen, auf Sandsteinlagen recht porösen Molassefels. Die Quellen Läufe L und M fassen in Stollenfassungen ausschliesslich Grundwasser aus dem Fels.

### 6.3.3. Gewässerschutz

Der Projektperimeter liegt über weite Teile innerhalb des Gewässerschutzbereiches Au. Des Weiteren verläuft das Trasse durch die Grundwasserschutzzonen der Läufequellen (s. Abbildung 6 und Abbildung 7).

Gemäss Wegleitung Grundwasserschutz (BUWAL 2004) sind im Gewässerschutzbereich Au Bauten und Anlagen grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen. Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflussskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird.

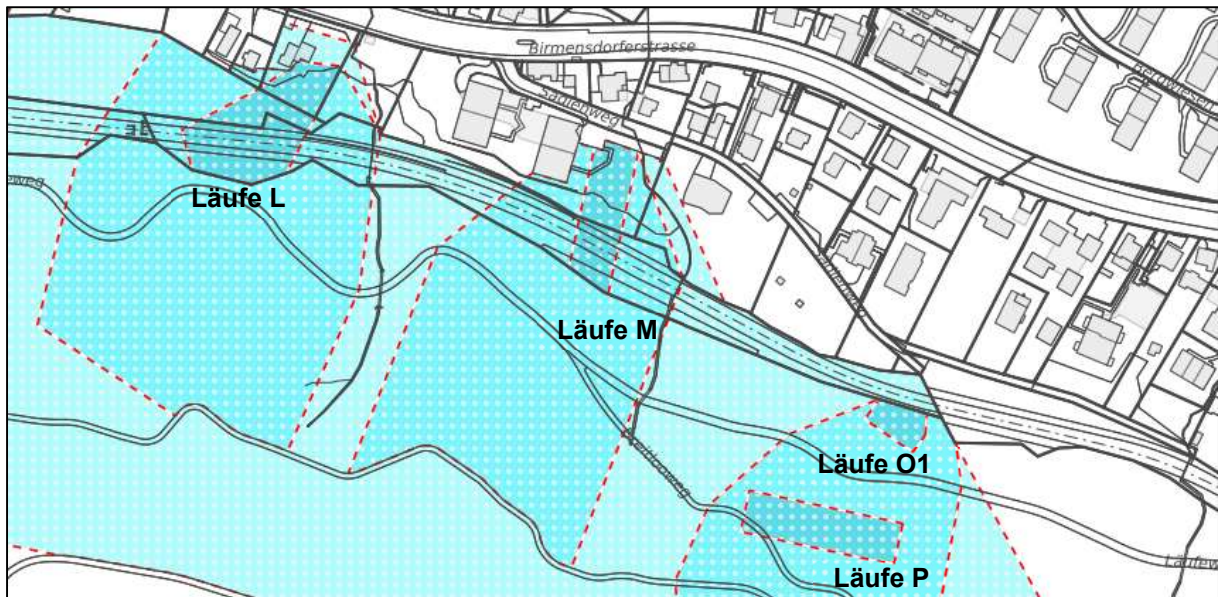
Die Durchflussskapazität des Grundwassers resp. Bergwassers wird durch das Projekt nicht verändert.

In der Zone S3 (Weitere Schutzzone) sind nur Bauten zulässig, die über dem höchsten Grundwasserspiegel liegen und die die schützenden Deckschichten nicht nachteilig vermindern. In der Zone S2 (Engere Schutzzone) ist das Erstellen von Bauten und Anlagen unzulässig; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann. Zudem sind Grabungen, welche die schützende Überdeckung (Boden und Deckschicht) nachteilig verändern, unzulässig. Es sind zudem die Auflagen in den Schutzzonenreglementen einzuhalten.



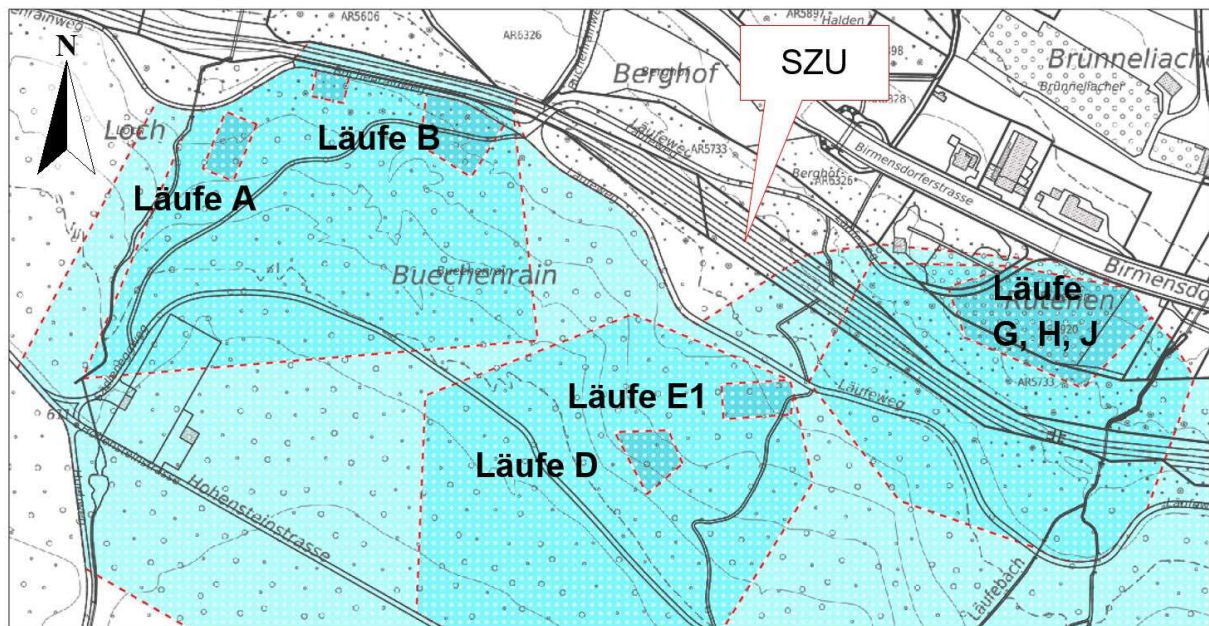
Bauarbeiten innerhalb der Schutzzonen sind durch einen Hydrogeologen zu begleiten. Er sorgt dafür, dass die nötigen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers (Netztrennung und/oder Überwachung Quellwasser, Einsatz geeigneter Materialien für Hinterfüllungen, Umgang mit Gefahrenstoffen auf Baustellen etc.) umgesetzt werden.

Das Niveau der Fassungsbereiche der talseitig der Bahn liegenden Quellfassungen der **Quellen L und M** resp. die in diesen Quellen gefassten Quellhorizonte liegen niveaumässig deutlich unterhalb des Bahntrasses. Der Fassungsstrang der Quelle O1 liegt bergseitig der Bahn rund 5.5 m unter OK Terrain.



**Abbildung 6:** Grundwasserschutzzonen Läufe L, M und O1

Lage der Schutzzonen Läufe-Quellen G, H und J (Abbildung 7): Talseitig der Bahn ist der Fels im Bereich von S2 aufgeschlossen (Steilböschung von  $\geq 10$  m Höhe). Der grundwasserführende Felshorizont liegt hier tiefer.



**Abbildung 7: Grundwasserschutzzonen Läufe G, H und J**

Im Rahmen der Fahrbahnerneuerung werden vorwiegend oberflächennahe Eingriffe durchgeführt. Die Sanierung des Trassees ist standortgebunden. Durch die Sanierung des Abschnitts wird die Entwässerungssituation innerhalb des Abschnitts deutlich verbessert. Die Sanierungsarbeiten sind somit eine deutliche Verbesserung gegenüber der aktuellen Situation.

Während der weiteren Projektierung werden die Eingriffe in den Untergrund weiter konkretisiert sowie das Überwachungs- Alarm- und Bereitschaftsdispositiv, in Zusammenarbeit mit der Wasserversorgung Zürich, erstellt. Die Quelfassungen werden während der Bauphase vom Netz genommen, um eine Kontamination des Trinkwassernetzes der Stadt Zürich zu vermeiden.

Da bereits heute kein Einfluss des Betriebs der SZU auf die Trinkwasserqualität der Quellen festgestellt werden kann, wird erwartet, dass dies nach Abschluss des Projekts, mit deutlich verbesserter Entwässerung, ebenfalls nicht der Fall sein wird.

#### **6.4. Entwässerung**

Während der Bauphase fallen unterschiedliche Arten von Abwasser an, welche gemäss der SIA 431 behandelt und entsorgt oder abgeleitet werden.

Die Entwässerung der Betriebsphase ist detailliert im Kapitel 4.5.9 (Kapitel Entwässerung) beschrieben. Für das PGV-Dossier wird die Entwässerung gemäss der Richtlinie "Entwässerung von Eisenbahnanlagen", 9.8.2018, des BAV geplant und beurteilt beschrieben.

#### **6.5. Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme**

Im Projektperimeter queren 6 Bäche das Trasse. Durch die Sanierung der Bachdurchlässe werden Eingriffe in die Gewässer innerhalb des Perimeters unumgänglich. Die meisten sind im Bereich kurz vor und nach der Querung jedoch wenig natürlich. Im Rahmen des Bauprojekts wird abgeklärt, ob und

wie viel Ufervegetation der bestehenden Bäche tangiert werden wird. Der ökomorphologische Zustand bleibt erhalten. Neue Eindolungen sind nicht erforderlich.

#### **6.6. Störfallvorsorge**

Das Projekt betrifft keinen Streckenabschnitt oder keine Güterverkehrsanlage gemäss Störfallverordnung (StFV, Art. 1 Abs. 2c bzw. Anhang 1.2c). Der Umweltbereich ist nicht relevant.

#### **6.7. Altlasten**

Innerhalb des Projektperimeters befinden sich keine belasteten Standorte. Der Umweltbereich ist somit nicht relevant.

#### **6.8. Abfälle**

Die Betriebsphase ist für den Umweltbereich nicht relevant.

Durch den Ersatz des Unterbaus fällt Gleisaushub an. Im Rahmen der Umweltnotiz werden die anfallenden Kubaturen und die erwarteten Belastungen erhoben und tabellarisch dargestellt. Da voraussichtlich mehr als 200 m<sup>3</sup> Abfall anfallen werden, wird ein Entsorgungskonzept erstellt.

#### **6.9. Boden**

Für die Fahrbahnerneuerung werden Eingriffe in den Boden beidseits des Trassees notwendig. Insbesondere im Bereich Berghof ist aufgrund der Verlängerung der Bahnkreuzung und den dazu notwendigen Stützmauern mit anfallendem Bodenmaterial zu rechnen. Es sind keine Fruchtfolgeflächen oder landwirtschaftlich genutzte Böden betroffen.

Zwischen der Station Triemli bis zum Bachdurchlass des Rütenenbächli (km 3.565) liegt das Trasse innerhalb des Prüfperimeters für Bodenverschiebungen mit dem Belastungshinweis "Altbaugelände". Müsst in diesem Bereich Bodenverschiebungen stattfinden, muss das Material auf die Leistoffe Cd, Cu, Bb, Zn und PAK untersucht werden.

Im Rahmen der nächsten Projektphase werden Massnahmen zum chemischen und physikalischen Bodenschutz definiert.

#### **6.10. Luft**

Der Umweltbereich Luft ist für die Betriebsphase nicht relevant. Die Beschreibung der Auswirkungen und die Zuordnung zu der anwendbaren Massnahmenstufe gemäss Baurichtlinie Luft ist Bestandteil des PGV-Dossiers.

#### **6.11. Nichtionisierende Strahlung (NIS)**

NIS-relevante Veränderungen liegen ausschliesslich im Bereich der verlängerten Doppelspurstrecke vor. Da in diesem Bereich keine OMEN vorliegen, ist der Umweltbereich nicht relevant.

## 6.12. Lärm

### 6.12.1. Ausgangslage

Für die geplante Fahrbahnerneuerung soll die Lärmsituation im Hinblick auf die nächstgelegenen lärmempfindlichen Liegenschaften überprüft werden. Gemäss der Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen [5] muss aufgezeigt werden, ob durch das Projekt die bestehende Anlage wesentlich geändert wird. Zudem werden die projektbedingten Lärmimmissionen mit den massgebenden Grenzwerten verglichen.

### 6.12.2. Grundlagen

- [4] Projektpläne " Erneuerung Fahrbahn Triemli - Uitikon Waldegg", Nov. 2020, SZU
- [5] Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen, BAV / BAFU 2010
- [6] Auszug Lärmemission, Lärmkataster, Triemli - Uitikon-Waldegg, Bahnkilometrierung 3.350 - 6.025, 10.11.2020
- [7] Lärmschutz-Verordnung (LSV), Stand 07.05.2019
- [8] Berechnungsprogramm Cadna-A, Version 2020 MR2 (build: 179.5050)

### 6.12.3. Anforderungen

Bei der Anlage handelt es sich um eine bestehende Anlage. Gemäss der Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen [5] muss geprüft werden, ob die bestehende Anlage wesentlich geändert wird. Nachfolgend wird der Art. 8 Abs. 1 bis Abs. 3 der LSV festgehalten:

*Art. 8 Emissionsbegrenzungen bei geänderten ortsfesten Anlagen*

*<sup>1</sup>Wird eine bei Inkrafttreten dieser Verordnung bereits bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlageteile nach den Anordnungen der Vollzugsbehörden so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.*

*<sup>2</sup>Wird die Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage soweit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.*

*<sup>3</sup>Als wesentliche Änderung ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Verkehrsanlagen wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt. Der Wiederaufbau von Anlagen gilt in jedem Fall als wesentliche Änderung.*

Eine wesentliche Änderung liegt vor, wenn projektbedingt wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt werden. Eine Lärmzunahme > 1 dB gilt als wahrnehmbar.

Die meisten Liegenschaften entlang der Bahnstrecke sind der Lärmempfindlichkeitsstufe II (ES II) zugeordnet. Einzelne Liegenschaften befinden sich in der ES III. Die massgebenden Grenzwerte zu den einzelnen Lärmempfindlichkeitsstufen gemäss LSV, Anhang 4 sind in der Tabelle 5 aufgeführt.



Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert L <sub>r</sub> in dB(A)		Immissionsgrenzwerte L <sub>r</sub> in dB(A)		Alarmwerte L <sub>r</sub> in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Tabelle 5: Belastungsgrenzwerte nach LSV, Anhang 4

Die Tagesperioden beziehen sich auf den Zeitraum von 06.00 - 22.00 Uhr, die Nachtperioden auf 22.00 - 06.00 Uhr. Die betrachteten Beurteilungspegel sind Mittelungspegel über den entsprechenden Zeitraum.

Für Räume in Betrieben (Büro), die in Gebieten der ES II und der ES III liegen, gelten nach Art. 42 LSV um 5 dB(A) erhöhte Planungs- und Immissionsgrenzwerte. Für Gebiete und Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag aufhalten, gelten für die Nacht keine Belastungsgrenzwerte (Art. 41 LSV).

#### 6.12.4. Emissionen

Da sich die Zuggeschwindigkeit und -länge und das eingesetzte Rollmaterial zwischen Ist- und Projektzustand nicht ändert, werden sich die berechneten Emissionen in den beiden Zuständen nicht unterscheiden. Die Emissionen der S-Bahn Nr. 10 wurden dem Lärmkataster der SZU [6] entnommen und die entsprechenden Abschnitte werden nachfolgend aufgeführt.

Abschnitt	Bahnkilometer	Anzahl Züge Tag / Nacht	Geschwindigkeit [km/h]		Emissionen [dB(A)]	
			Ri. Sihlbrugg	Ri. Zürich	Tag	Nacht
A	3.250 – 4.450	78 / 14	50	50	69.4	57.9
B	4.450 – 5.920	78 / 14	40	40	64.9	53.0
C	5.920 – 6.025	78 / 14	40	35	64.4	52.5

Tabelle 6: Emissionen gemäss Lärmkataster SZU / Ist- und Projektzustand

#### 6.12.5. Berechnung und Beurteilung

Die Berechnung der Beurteilungspegel erfolgte nach LSV, Anhang 4 auf Basis der in Tabelle 6 angegebenen Emissionen. Die Beurteilung beruht auf dem Berechnungsprogramm CadnaA. Die Eisenbahnlärmbelastung wurde mit dem Modell SEMIBEL berechnet. Es wurden alle Wohngebäude im untersuchten Perimeter berücksichtigt, bei denen der Abstand zwischen Bahnlinie und Gebäude kleiner als ca. 20m ist. Die untersuchten Gebäude liegen hauptsächlich im Anfangsbereich des Abschnitts A und im Abschnitt C. In der nachfolgenden Tabelle werden die maximalen Pegel je Gebäude aufgrund des Eisenbahnlärms aufgeführt.

Adresse	Abschnitt	ES	Immissionsgrenzwert		Beurteilungspegel L <sub>r</sub> Ist- und Projektzustand	
			Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)
Triemlihalde 11	A	II	60	50	56	44
Triemlihalde 15	A	II	60	50	55	43

Triemlihalde 16	A	II	60	50	58	47
Triemlihalde 20	A	II	60	50	54	42
Triemlihalde 22	A	II	60	50	61	50
Triemlihalde 24	A	II	60	50	54	43
Triemlihalde 26	A	II	60	50	61	49
Triemlihalde 28	A	II	60	50	61	50
Triemlihalde 30	A	II	60	50	55	43
Kellerweg 65	A	II	60	50	57	46
Kellerweg 72	A	II	60	50	59	48
Kellerweg 66	A	II	60	50	61	49
Kellerweg 64	A	II	60	50	54	43
Kellerweg 62	A	II	60	50	59	48
Kellerweg 60	A	II	60	50	60	49
Kellerweg 58	A	II	60	50	54	42
In den Rütenen 9	A	II	60	50	59	48
In den Rütenen 11	A	II	60	50	56	45
In den Rütenen 16	A	II	60	50	59	47
In den Rütenen 16a	A	II	60	50	59	47
Sädlenweg 12	A	II	60	50	57	46
Sädlenweg 8	A	II	60	50	56	44
Neuhausstrasse 9	C	III	65	55	56	45
Bahnweg 1	C	II	60	50	53	41
Bahnweg 2	C	II	60	50	54	42
Bahnweg 4	C	II	60	50	50	39
Bergstrasse 31	C	II	60	50	54	42
Bergstrasse 29	C	II	60	50	53	42
Arthur-Rohn-Str. 2	C	III	65	55	55	43

Tabelle 7: Beurteilungspegel Eisenbahnlärm / Ist- und Projektzustand

Bei den meisten Liegenschaften werden die Immissionsgrenzwerte im Ist- und Projektzustand eingehalten. Bei vier Liegenschaften wird der Grenzwert sowohl im heutigen Zustand als auch im Projektzustand um 1 dB im Tageszeitraum überschritten. Die Prüfung der Lärmbelastung zeigt, dass das Projekt zu keinen wahrnehmbaren stärkeren Lärmimmissionen führt. Somit wird die bestehende Anlage nicht wesentlich geändert.

#### 6.12.6. Weiteres Vorgehen

Die Fahrbahnerneuerung führt zu keiner wesentlichen Änderung. Für die vier bereits heute überschrittenen Liegenschaften (Triemlihalde 22, 26 und 28 sowie Kellerweg 66) muss in der nächsten Projektphase detailliert geklärt werden, wie mit diesen lärmrechtlich umgegangen wird. Eventuell wurden diese Liegenschaften im Rahmen einer Lärmsanierung abgehandelt bzw. gemäss Art. 14 LSV Erleichterungen gewährt.



### **6.13. Erschütterungen / Körperschall**

#### **6.13.1. Ausgangslage**

Abgestützt auf die gesetzlichen Anforderungen (Richtwerte / Anhaltswerte nach BEKS / DIN 4150-2 für Neu- und Ausbauten von bestehenden Anlagen) ist mittels einer VIBRA-1-Modellrechnung ein mögliches Konfliktgebiet im IST- und SOLL-Zustand aufzuzeigen. Da sich die Linienführung (im Bereich von Wohngebäuden), die Zugsgeschwindigkeit und -länge und das eingesetzte Rollmaterial zwischen IST- und SOLL-Zustand nicht ändern, werden sich die berechneten Immissionen in den beiden Zuständen nicht unterscheiden.

#### **6.13.2. Grundlagen**

- [9] Projektpläne " Erneuerung Fahrbahn Triemli - Uitikon Waldegg", Nov. 2020, SZU
- [10] Zusammenstellung Zugverkehr IST-Zustand / SOLL-Zustand, SZU
- [11] Rollmaterialverzeichnis Sihltalbahn S4 und Uetlibergbahn S10, 2015, SZU
- [12] Haltestellenfahrplan S10, Fahrplanperiode 2020 / 2021, SZU
- [13] DIN 4150-2 - Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [14] BEKS - Weisung zur Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen, Dezember 1999
- [15] Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen, BAV / BAFU 2010
- [16] Datenbank / Berechnungsprogramm VIBRA-1, Version 4.3, Ziegler Consultants, Zürich

### 6.13.3. Allgemeine Annahmen

#### Gesetzliche Grundlagen

Der Bundesrat hat bislang noch keine Erschütterungsverordnung erlassen, die gemäss USG Art. 13, 16 und 17 die massgeblichen Grenzwerte, die Sanierungsfristen, die Erleichterungspraxis und das Verfahren klar regelt. Im Sinne einer Übergangsregelung hat das BAFU zusammen mit dem BAV eine Weisung zur Beurteilung der Erschütterungs- und Körperschallproblematik bei Eisenbahnanlagen (BEKS) erlassen, welche seit dem 20. Dezember 1999 in Kraft ist.

Die BEKS-Weisung definiert Richtwerte bezüglich abgestrahltem Körperschall sowohl für Neu-, als auch für Um- und Ausbauten bestehender Anlagen. Für die Beurteilung von Erschütterungsbelastungen verweist die BEKS auf die DIN 4150-2 vom Juni 1999. Dabei ist festzuhalten, dass die dort ausgewiesenen Anhaltswerte (DIN 4150-2, Tabelle 1) ausschliesslich für Neuanlagen gelten. Gemäss geltender Rechtspraxis wird die Zumutbarkeitsgrenze für Ausbaustrecken um einen Faktor 1.5 über den Anhaltswerten für Neubaustrecken festgelegt. Wird eine Untersuchung mit dem Berechnungsmodell VIBRA-1 ohne zusätzliche Messung (zur Modellkalibrierung) durchgeführt und liegen die berechneten Werte innerhalb des Unsicherheitsbereiches des Modells (Zweifelsfall), muss die Ermittlung verfeinert werden. Die Untersuchungen beschränken sich auf den Schutz des Menschen. Betrachtungen zur Gebäudesubstanz (Rissbildungen) sind nicht Gegenstand der Abklärungen.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die anzuwendenden Anhaltswerte für Erschütterungen (DIN 4150-2) sowie die Richtwerte für abgestrahlten Körperschall (BEKS) auf.

<b>ERSCHÜTTERUNGEN</b>				
(Massgebend: Beurteilungsschwingstärke $KB_{FTr}$ [-])	<b>Anhaltswert <math>A_r</math> [-]</b>		<b>Anhaltswert <math>A_r</math> inkl. Unsicherheit [-]</b>	
	Tag (16h)	Nacht (8h)	Tag (16h)	Nacht (8h)
Reine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	0.105	0.075	<b>0.053</b>	<b>0.038</b>
Kerngebiete, Mischgebiete, Dorfgebiete	0.150	0.105	<b>0.075</b>	<b>0.053</b>

**Tabelle 8: Erschütterungen - Anhaltswerte  $A_r$  (bestehende Anlage)**

Tag / Nacht: Zeitraum Tag: 06 bis 22 Uhr; Zeitraum Nacht: 22 bis 06 Uhr  
 $A_r$  /  $KB_{FTr}$ : Der Anhaltswert  $A_r$  ist zu vergleichen mit →  
 $KB_{FTr}$  (Beurteilungsschwingstärke; Mittelwertbildung über die jeweilige Beurteilungszeit)

<b>ABGESTRAHLTER KÖRPERSCHALL</b>				
(Massgebend: $L_{Aeq}$ des Innenraumpegels [dB(A)])	<b>IRW [dB(A)]</b>		<b>IRW inkl. Unsicherheit [dB(A)]</b>	
	Tag (16h)	Nacht (1h, max)	Tag (16h)	Nacht (1h, max)
Reine Wohnzonen, Zonen für öffentliche Nutzung	40	30	<b>34</b>	<b>24</b>
Mischzonen, städt. Kernzonen, ländl. Dorfzonen	45	35	<b>39</b>	<b>29</b>

**Tabelle 9: Abgestrahlter Körperschall, Immissionsrichtwerte (bestehende Anlage)**

Tag / Nacht: Zeitraum Tag: 06 bis 22 Uhr; Zeitraum Nacht: 22 bis 06 Uhr  
 $L_{Aeq}$  / Richtwerte: Durch Zugverkehr erzeugter und sekundär abgestrahlter energieäquivalenter Dauerschallpegel in dB(A) am Immissionsort, gemessen im Raum bei geschlossenen Fenstern und gemittelt über den ganzen Tag bzw. die höchste der acht Nachtstunden.

### Zugverkehr und Zuglängen

Da sich der Zugverkehr sowie die Zuglängen zwischen IST- und SOLL-Zustand nicht ändern, wird in den nachfolgenden Tabellen nicht zwischen IST- und SOLL-Zustand unterschieden. Im Rollmaterialverzeichnis der SZU wird die Länge einer Komposition mit 50m angegeben. In den Hochbetriebszeiten (Pendlerverkehr) werden jeweils 2 Kompositionen eingesetzt. Aus diesem Grund wird für die Periode "Tag" eine mittlere Länge von 75m angenommen.

Kategorie	Länge		Erschütterungen / DIN4150-2		Abgestrahlter Körperschall / BEKS	
			Anzahl belegte Takte à 30 Sek.		Anzahl Durchfahrten mit definierter Einwirkungszeit	
	Tag - 16h	Nacht - 8h	Tag - 16h	Nacht - 8h	Tag - 16h	Nacht - 1h, max
Regio S10	75m	50m	78	14	78	5

Tabelle 10: Angenommener Verkehr bzw. belegte Takte für Modellrechnung

### Geschwindigkeiten

Bei der Modellrechnung mit VIBRA-1 wurden folgende Geschwindigkeiten für die aufgeführten Abschnitte verwendet. Die Geschwindigkeiten sind dieselben für den IST- und den SOLL-Zustand.

Abschnitt	Bahn-km	v <sub>effektiv</sub> Richtung Sihlbrugg [km/h]	v <sub>effektiv</sub> Richtung Zürich [km/h]
A	3.250 – 4.450	50	50
B	4.450 – 5.920	40	40
C	5.920 – 6.025	40	35

Tabelle 11: Geschwindigkeiten VIBRA-1

### 6.13.4. Immissionsprognose – VIBRA-1

#### Modell

Das von Ziegler Consultants in der Zusammenarbeit mit der SBB AG entwickelte Programm (Datenbank) VIBRA-1 wird für die semi-empirische Modellierung der Zugsdurchfahrten verwendet, um damit die Immissionssituation aus dem Schienenverkehr an einem Objekt abzuschätzen. Mit dem Modell in VIBRA-1 berechnet man die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen unter Anwendung eines einfachen Regressionsmodells, deren Parameter auf Daten zahlreicher Erschütterungs- und Körperschallmessungen basieren.

#### Untersuchte Objekte

Es wurden alle Wohngebäude im untersuchten Perimeter berücksichtigt, bei denen der Abstand zwischen Bahnlinie und Gebäude kleiner als ca. 20m ist. Die untersuchten Gebäude liegen hauptsächlich im Anfangsbereich des Abschnitts A und im Abschnitt C.

### 6.13.5. Resultate und Beurteilung

Objekt	Adresse	Abschnitt	Abstand [m]	KB <sub>FTr</sub> VIBRA-1 [-]		L <sub>Aeq</sub> VIBRA-1 [dB(A)]	
				Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	Triemlihalde 16	A	12.0	0.086	0.036	26.8	14.1
2	Triemlihalde 22	A	6.8	0.155	0.066	34.2	21.5
3	Triemlihalde 26	A	8.0	0.131	0.055	32.1	19.3
4	Triemlihalde 28	A	7.2	0.146	0.062	33.5	20.7
5	Kellerweg 72	A	11.5	0.090	0.038	27.4	14.6
6	Kellerweg 66	A	7.4	0.142	0.060	33.1	20.4
7	Kellerweg 62	A	11.4	0.090	0.038	27.5	14.7
8	Kellerweg 60	A	9.7	0.107	0.045	29.6	16.8
9	In den Rütene 9	A	11.2	0.092	0.039	27.7	15.0
10	In den Rütene 11	A	14.0	0.005	0.005	24.8	12.0
11	In den Rütene 16	A	11.2	0.092	0.039	27.7	15.0
12	In den Rütene 16a	A	12.1	0.085	0.036	26.7	13.9
13	Sädlenweg 12	A	17.4	0.005	0.005	22.0	9.2
14	Sädlenweg 8	A	19.8	0.005	0.005	20.2	7.4
15	Bahnweg 1	C	16.0	0.005	0.005	21.7	8.8
16	Bahnweg 2	C	12.2	0.005	0.005	25.2	12.3

**Tabelle 12: Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall VIBRA-1 – Resultate**

Die Resultate zeigen, dass bei 11 Objekten die berechneten Erschütterungsimmissionen innerhalb des Unsicherheitsbereiches des Modells liegen (Zweifelsfall). Es kann ebenfalls festgestellt werden, dass ab einem Abstand von ca. 13 m zur Bahnlinie kein Konflikt mehr besteht.

### 6.13.6. Weiteres Vorgehen

Da die berechneten Immissionen mehrerer Gebäude innerhalb des Unsicherheitsbereiches des Modells liegen, muss das Modell, unter Einbezug von Messdaten, verfeinert werden. Mit Hilfe des verfeinerten Modells muss eine erneute Beurteilung vorgenommen werden.

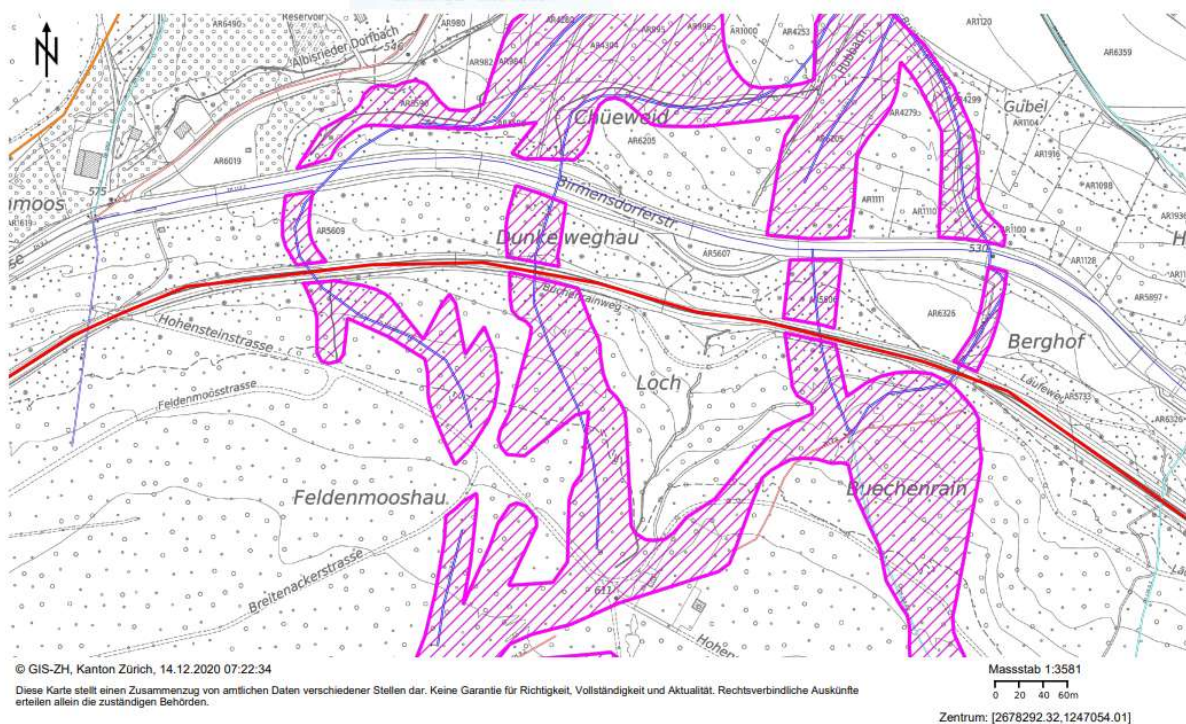
## 6.14. Langsamverkehr / historische Verkehrswege

Zwischen dem Bahnkilometer km 4.4 und 5.1 kreuzen 5 historische Verkehrswege von regionaler Bedeutung und ein historischer Verkehrsweg von lokaler Bedeutung das Trasse (s. Abbildung 8). Alle Wege verfügen über Substanz. Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung wird der Substanzgehalt geklärt, die Eingriffe aufgezeigt und Massnahmen festgelegt. Ein besonderes Augenmerk gilt dem aktuell bestehenden Konflikt zwischen der Stützmauer und dem Hohlweg beim Bahnübergang Läufe weg (km 4.594)

Der Üetliberg ist für den Langsamverkehr relevant. Bei der Kreuzung mit dem Läufe weg sind Anpassungen aufgrund der Verlängerung der Doppelspurstrecke relevant. Die bestehenden Verbindungen bleiben vorhanden. Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung werden die Veränderungen am Langsamverkehrsnetz konkretisiert.

### 6.15. Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz

Beidseits des Trassees grenzt die archäologische Schutzzone Nr. 9 an die Bahnlinie (s. Abbildung 8). Das Trassee ist von der Zone ausgenommen. Auf der Höhe der Verlängerung des Doppelspurausbaus (bei km 4.6, Höhe Buchenrainweg) erfolgen Eingriffe in die archäologische Schutzzone. Im Rahmen der weiteren Projektierung wird die betroffene Fläche sowie die Eingriffstiefe festgelegt und ausgewiesen. Werden Eingriffe in den Untergrund zur Erhöhung der Stabilität der Bautransportrouten notwendig, wird dies in der nächsten Projektstufe mit der Kantonsarchäologie besprochen.



**Abbildung 8:** Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz und Archäologische Zone Nr. 9 (rot: Verlauf Projektpерimeter)

### 6.16. Naturgefahren

Siehe separater Bericht in 03 Projektgrundlagen, Kap. F. Untersuchungsberichte.

## 7. Land und Rechte

Durch die Verlängerung der Kreuzungsstelle Berghof ist bei drei Grundstücken der Erwerb eines Streifens entlang des neuen Gleises nötig. Die Eigentümer wurden bereits vorinformiert. Für die Bahn-Nutzung des Landstreifen für die untere Stützmauer muss ein Rodungsgesuch gestellt werden und eine Ersatzaufforstung geplant werden.

## 8. Termine

Start Phase 32/33: Juli 21, Dauer ca. 8 Monate

Start Phase 41 April 22, Dauer ca. 10 Monate

Verfasser: S. Rohweder, GPL SZU / C. Bergerhoff, PL GPAG

Start Phase 51 Jan. 23, Dauer ca. 12 Monate

Start Phase 52 Jan. 24 , Dauer ca. 18 Monate

Start Phase 53 Jul. 25 , Dauer ca. 6 Monate

Projektabschluss 1. Quartal 2026

## 9. Baurealisierung und Bauphasen

### 9.1. Intervalle, Bauen unter Betrieb

Die Erneuerung der Gleisanlagen zwischen den Haltestellen Triemli und Uitikon Waldegg erfordert einen zeitweisen Betriebsunterbruch zwischen den beiden Haltestellen. Es wird ein Bahnersatzverkehr eingerichtet. Zwischen Zürich HB und Triemli sowie Uitikon Waldegg und Uetliberg verkehren die Züge regulär.

Zur Ermittlung der Bestvariante für die Intervallplanung wurden unterschiedliche Varianten für die zeitliche Ausführung der Arbeiten untersucht:

1. Bauen in regulären Nachbetriebspausen
2. Bauen in verlängerten Nachsperrpausen
3. Totalsperre Montag bis Freitag
4. Durchgehende Totalsperre Montag bis Sonntag
5. Blockweise Totalsperre Montag bis Sonntag in 2 Bauphasen mit Betrieb in der Zwischenphase

Die Varianten unterscheiden sich massgeblich in der erforderlichen Dauer für die Realisierung und bezüglich der Kosten für mehrfachen Inbetriebnahmen. In der Bewertung scheiden daher die Varianten 1 und 2 mit Bauzeiten von 160 und 106 Wochen und Kosten für die wiederholte Inbetriebnahme von rd. CHF 1.7 Mio. aus. Variante 3 hat erlaubt eine wesentliche Reduzierung der Bauzeit auf 20 Wochen, die Kosten für die wiederholte Inbetriebnahme betragen jedoch immer noch CHF 900'000.

Die kürzeste Bauzeit erlaubt Variante 4 mit total 9 Wochen. Aus betrieblichen Gründen ist eine Sperrung von 9 Wochen nicht zweckmässig, da die Fahrzeuge im oberen Streckenabschnitt zwischen Uitikon Waldegg und Uetliberg in diesem Zeitraum nicht regulär gewartet werden können. Aus diesem Grund wurde für die weitere Projektierung die Variante 5 entwickelt, die eine Realisierung in 2 Etappen von jeweils 5 Wochen vorsieht mit einer Zwischenphase mit Betrieb zum Austausch der Fahrzeuge.

Der Umbau wird somit in 2 Abschnitten durchgeführt:

- Abschnitt 1: km 3.35 (BUe Honensteinweg) – km 4.67 (Kreuzungsstelle Berghof, Weiche 2), Länge ca. 1'320 m,
- Abschnitt 2: km 4.67 (Kreuzungsstelle Berghof, Weiche 2) – km 6.07 (Haltestelle Uitikon Waldegg), Länge ca. 1'400 m.

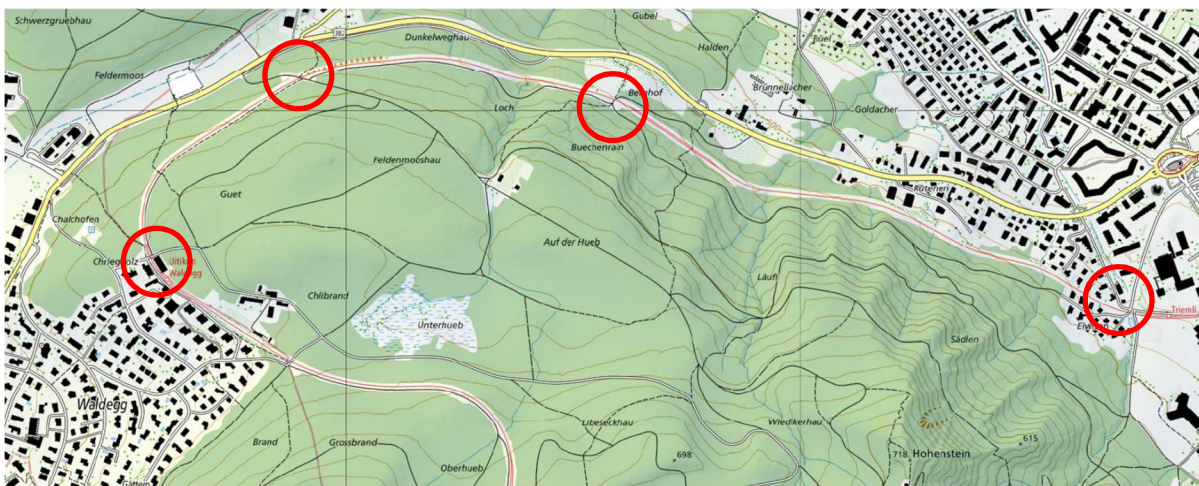


## 9.2. Zufahrtwege und Installationsplätze

Die eingleisige Strecke verläuft durchgehend im Wald und überwiegend am Hang verläuft und weist eine grosse Steigung von ca. 52‰ bis 59‰ auf. Aus diesen Umständen resultieren die besonderen Herausforderungen für den Baubetrieb mit folgenden Konsequenzen:

- Die Trasse ist nur an definierten Punkten zugänglich
- Die Einrichtung einer trassenbegleitenden Baustrasse ist nicht möglich
- Die abschnittsweise parallel verlaufenden Wege können in der Regel nicht für die Zulieferung und Andienung genutzt werden
- Trassennahe Baustelleneinrichtungsflächen sind nur sehr eingeschränkt verfügbar

In der Konsequenz müssen alle Ab- und Zulieferungen hauptsächlich über das Trasse abgewickelt werden. Zugangspunkte zur Strecke bestehen an den Bahnübergängen Honensteinweg km 3.35, Läuferweg km 4.59, Hohensteinstrasse km 5.30 und Arthur-Rohn-Strasse km 5.88, siehe nachfolgende Übersicht. Die Zugänglichkeit der Strecke für den Baustellenbetrieb ist in der weiteren Bearbeitung genauer zu untersuchen und mit den zuständigen Behörden abzusprechen.



Zufahrtswege von der Strasse

Da sich die Strecke in weiten Teilen im Wald befindet sowie in abschüssigem Gebiet mit wenig tragfähigen Böden, sind kaum Flächen für Installationen an der Bahnstrecke vorhanden. Mögliche Installationsflächen befinden sich im Bereich der Haltestelle Triemli und an der Einmündung Hohensteinstrasse / Birmensdorferstrasse. Die Nutzbarkeit der Installationsflächen ist in der weiteren Bearbeitung im Detail abzuklären.

Die Wiese unterhalb der projektierten, oberen Stützmauer ist geschützt und kann nicht als Installationsplatz für die Stützbauwerke benutzt werden.

## 9.3. Eckdaten für den Bauablauf

Der Ausbau der Gleise erfolgt in jedem Abschnitt von oben startend talwärts mit Bahntransport. Der folgende Aushub von Schotter und Unterbau erfolgt ebenfalls von oben nach unten z.B. mit Vanoliner und Bahntransport bis zur Umladestelle Triemli. Der weitere Abtransport erfolgt dann mit LKW in Richtung Affoltern. Die Option, den Vanoliner auch auf der Steilstrecke einzusetzen, wurde bestätigt.

*Andere Möglichkeiten sind im Bauprojekt zu untersuchen.*



Die neue 35 cm starke PSS wird 2-schichtig eingebracht. Da der Boden für die Befahrung mit LKW (allgemein mit Radfahrzeugen) nicht tragfähig genug ist, wird zunächst eine 10 cm starke Schicht auf einem Geogitter mittels Kettenfahrzeugen eingebracht, z.B. mit Vanoshuttle oder Raupendozer. Ggf. ist auch der Einsatz eines Graders möglich. Wenn das PSS-Material für den Einbau umgeladen werden muss, ist eine Zwischenlagerfläche für rd. 300m<sup>3</sup> Material erforderlich, um einen kontinuierlichen Einbaufortschritt sicherzustellen.

*Die Möglichkeit eines einschichtigen Einbaus muss im Bauprojekt untersucht werden. Möglicherweise reicht die Bauzeit von 5 Wochen für einen zweischichtigen Einbau nicht aus.*

Die 2. Schicht (25 cm stark) kann dann mit LKW eingefahren werden. Die Planumsschutzschicht (PSS) wird zum Schluss gerade abgezogen und endverdichtet, ein Befahren der fertigen PSS mit Radfahrzeugen ist nicht zulässig. Der Vorschotter muss daher mit Raupenfahrzeugen eingebracht werden, da das Befahren des Vorschotters mit schweren Pneufahrzeugen zu vermeiden ist.

*Im Bauprojekt ist abzuklären, ob für die LKWs aus Kapazitätsgründen eine Ausweichstelle benötigt wird und wo allenfalls unter welchen Randbedingungen dafür Platz ist.*

Der Oberbau muss ebenfalls vor Kopf eingebaut werden. Ein jochweiser Einbau mit Schienenkran kann nur vor Triemli aus erfolgen, da nach dem Ausbau der Gleise das obere Ende der Baustelle nicht mehr per Schiene erreichbar ist. Die Vorzugsvariante ist mit einem Weg-Zeit-Diagramm für den Baufortschritt zu ermitteln. Die Einschotterung des fertigen Gleises kann mittels Bahnwagen erfolgen. Die steile Strecke erfordert aber den Einsatz von kurzen Zügen mit einem starken Triebfahrzeug.

*Der Einsatz von Bauzügen muss noch mit dem Betrieb bezüglich Fahrplan geklärt werden. Für kurze, dafür oft fahrende Bauzüge sind die fahrplanmässig möglichen Slots eventuell nicht genügend.*

Für den Umbau der Gleise ist ein 2-Schicht-Betrieb anzusetzen. Die Stützbauwerke inkl. Winkelgitter werden soweit möglich und erforderlich vorgängig in Nachtschichten eingebaut, ebenso die Entwässerung. Damit wird erreicht, dass der Gleisumbau in dem sehr engen Baufeld ohne weitere Behinderung erfolgen kann. Der Gleisumbau wird in 2 x 60 Schichten ausgeführt (12 Schichten / Woche). Für den Einbau der Entwässerung wird mit rd. 60 vorgängigen Nachtschichten gerechnet.

## **10. Kosten**

Die Investitionskosten belaufen sich inkl. Sicherungsanlagen auf CHF 20 Mio.

## **11. Sicherheitsbericht**

### **11.1. Allgemeines**

Die Anlage wurde so projektiert, dass ein sicherer Betrieb jederzeit gewährleistet ist.

Das Bauvorhaben wird entsprechend den heutigen Vorschriften und den einschlägigen Normen und Bestimmungen konstruiert und ausgeführt. Bei der Bauausführung sind insbesondere die Vorgaben der Regelwerke RTE 20100 "Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich" und RTE 20600 "Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen" zu berücksichtigen.

### 11.2. Bahnbetrieb während Bauphase

Die Bauausführung erfolgt, wo der Gleisbereich nicht tangiert ist, während des regulären Zugverkehrs unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften der SBB. Im Gleisbereich wird Nacharbeit angeordnet, wenn die Betriebs- und Personensicherheit dies notwendig machen, bzw. die Arbeiten nur in den Betriebspausen bei gesperrtem Gleis möglich sind. Bei Arbeiten im Gefahrenbereich von Fahrleitungen und Zugverkehr werden Sicherheitsmassnahmen nach den einschlägigen Vorschriften ergriffen. Die Mindestabstände zur Gleisachse sowie die Bestimmungen des Lichtraumprofils und die Abstände zu spannungsführenden Anlagen werden eingehalten.

### 11.3. Risikoanalyse und Risikobeurteilung

#### 11.3.1. Abgrenzung

Die in den unter 9.1 genannten Dokumenten noch nicht behandelten Gefährdungsbilder werden in Bau- und Betriebsphase unterteilt.

#### 11.3.2. Bauphase

Gefährdungsbild	Wahr-schein-lichkeit	Schaden, Ausmass	Risiko-beurteil-ung	Massnahme
Zusammenstoss zwischen Baumaschinen und Zügen	Mittel	Personen- und Materialschäden, Betriebsunterbruch	Gross	Sicherheitsdispositiv, Arbeiten in Zugspausen, Abschränkungen
Stromschlag	Mittel	Personenschäden	Gross	Sicherheitsdispositive, Fahrleitungen ausschalten und/oder demontieren, Abschränkungen, Erdung von Baumaschinen
Privatpersonen auf Baustelle	Mittel	Personenschäden	Mittel	Abschränkung der Baustelle und Wegweisung
Entgleisung infolge Gleisabsenkung oder Gegenstand auf Gleis	Mittel	Personen- und Materialschaden, Betriebsunterbruch	Mittel	saubere Baugrubensicherungen und Kontrollen

Tabelle 13: Gefährdungsbilder Bauphasen

#### 11.3.3. Betriebsphase

Gefährdungsbild	Wahr-schein-lichkeit	Schaden, Ausmass	Risiko-beurteil-ung	Massnahme
Personen betreten den Gleisbereich	Mittel	Personenschaden, Betriebsunterbruch	Mittel	Montage von Verbotsschildern. Klare Wegweisung
Riss von spannungsführender Fahrleitung	Klein	Verletzung Reisende auf Perron	Mittel	Vermeiden von Nachspannungen im Perronbereich

Gefährdungsbild	Wahr-schein-lichkeit	Schaden, Ausmass	Risiko-beurteilu-ng	Massnahme
Stromschlag bei Unterhalt auf Perrondach	Mittel	Personenschäden	Mittel	Montage von Abstandshaltern, Entwässerung in Dachmitte projektiert, Arbeiten mit Sicherheitsdispositiv anordnen

**Tabelle 14: Gefährdungsbilder Betriebsphase**

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Bauvorhaben im Endzustand keine sicherheitsrelevanten Veränderungen gegenüber der bestehenden Anlage ergibt. Es sind keine signifikanten Änderungen vorgesehen. Den Risiken während der Bauarbeiten wird mit einem Sicherheitsdispositiv sowie einer umfassenden Fahrgastinformation begegnet, notwendige Massnahmen werden im Dispositiv definiert und umgesetzt.

## 12. Anhänge

### 12.1. Lichtraumprofil S10

AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG		zu Art.: 18
Kapitel:	Bauten und Anlagen	Blatt Nr.: 12 N
Abschnitt:	Sicherheitsabstände	
Artikel:	Lichtraumprofil	Ausgabe: 01.11.2020

### NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

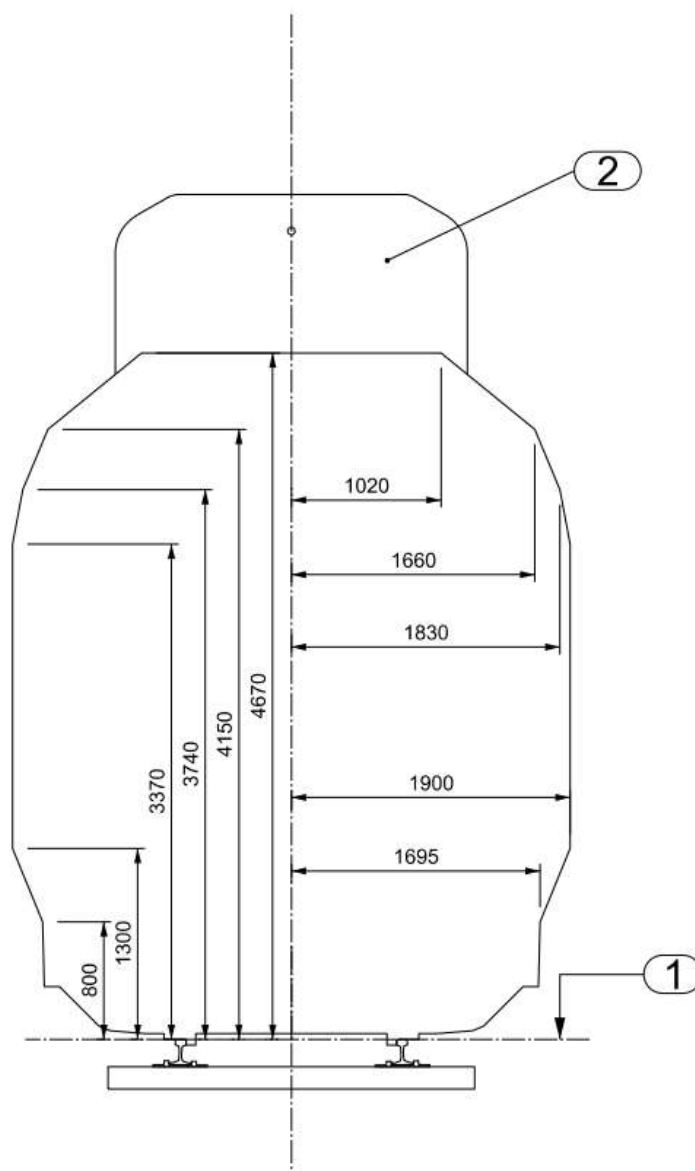
1	SOK
2	Stromabnehmerraum (siehe Bild 12): In der Regel EBV S2

Gültig für:

R	≥ 250 m
R <sub>v</sub>	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse in mm

Masse für den unteren Bereich  
sind dem Bild 6 zu entnehmen.



**Bild 3: Grenzlinie fester Anlagen EBV 2** (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 2)

AB EBV 2020, Zu Art. 18, Blatt Nr. 12N

**12.2. Grenzlinien der festen Anlagen (unterer Bereich) S10**

AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG		zu Art.: 18
Kapitel:	Bauten und Anlagen	Blatt Nr.: 15 N
Abschnitt:	Sicherheitsabstände	Ausgabe: 01.11.2020
Artikel:	Lichtraumprofil	

**NORMALSPUR**

(AB 18, Bilder)

Legende

1	SOK
2	Grenzlinie fester Anlagen
3	Bereich I
4	Bereich II

Höhenreduktion  $f$  bei vertikalen Ausrundungen:  
(Bei Ablaufanlagen ist  $f$  speziell zu berechnen):

$R_v$	$f$
$\geq 5000$ m	0 mm
2500 m	5 mm
1650 m	10 mm
1250 m	15 mm
1000 m	20 mm

Gültig für

R	$\geq 250$ m
üf	$\leq 150$ mm
üü (resp. ü)	$\leq 150$ mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse in mm

Anmerkung

Im unteren Bereich ist der Bereich I  
des Lichtraumprofils identisch mit  
der Grenzlinie fester Anlagen

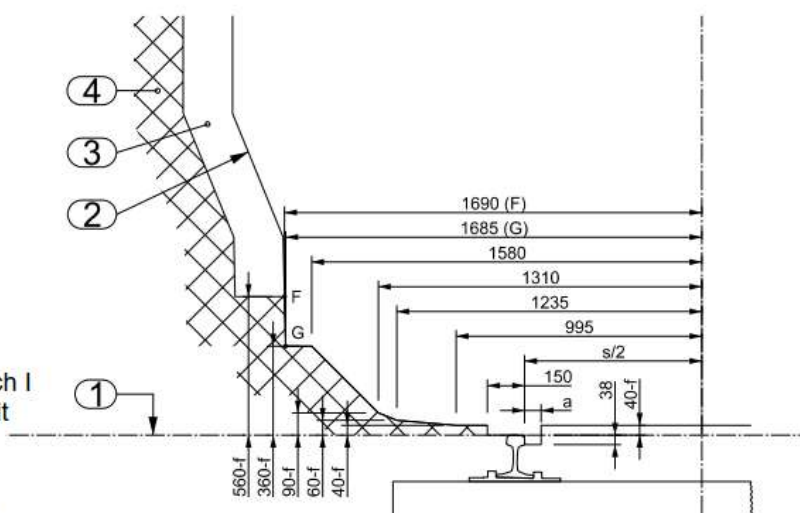
Der minimale Wert für  $a$  beträgt bei

- Radlenkern von Weichen und Gleisdurchschneidungen  $a_{\min} = 41$  mm <sup>(1)</sup>
- Rillenschienen  $a_{\min} = 50$  mm
- allen übrigen unbeweglichen Gegenständen  $a_{\min} = 67$  mm <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> In Kurven ist  $a$  um den Betrag der Spurerweiterung zu erhöhen.

Für Bauteile, die mit dem Gleis verbunden sind, dürfen die Höhenmasse um max. 30 mm erhöht werden (Wegfall der Höhentoleranz  $\Delta h$ ).

Beispiel: Radlenker

**Bild 6: Begrenzungen unterer Bereich**



### 12.3. Stromabnehmerraum S10

AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG		zu Art.: 18
Kapitel:	Bauten und Anlagen	Blatt Nr.: 21 N
Abschnitt:	Sicherheitsabstände	Ausgabe: 01.11.2020
Artikel:	Lichtraumprofil	

## NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

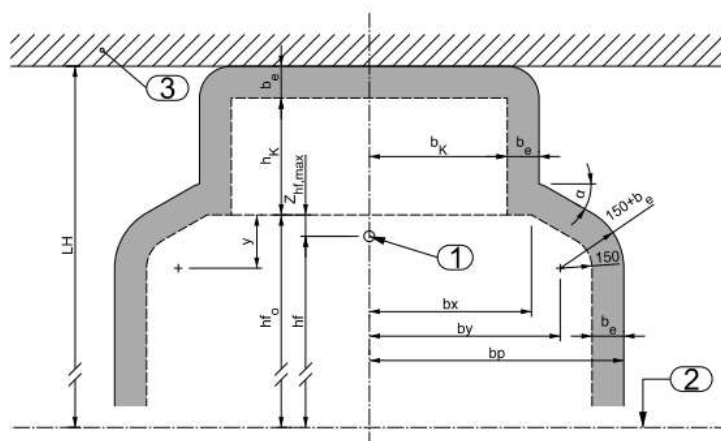
### Legende

1	Fahrdrabt auf Nennhöhe
2	SOK
3	Überbauten
LH	Lichte Höhe der Überbauten

Masse in mm

Gültig für

R	$\geq 250 \text{ m}^{(1)}$
$R_v$	$\geq 5000 \text{ m}$
üf	$\leq 150 \text{ mm}$
üü (resp. ü)	$\leq 150 \text{ mm}$
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



(1) Kurvenverweiterung für Radien  $< 250 \text{ m}$  gemäss AB 18.2, Ziffer 3

Stromabnehmerraum	EBV S1 (A)	EBV S2 (B)	EBV S3 (C)	EBV S4 (D)
maximale Wippenbreiten mit isolierenden Endhörnern	1320 mm 1450 mm	1450 mm 1600 mm	1600 mm	1950 mm
<b>bx</b> Regelwert <sup>(2)</sup>	767 mm	767 mm	826 mm	1085 mm
<b>by</b> Regelwert <sup>(2)</sup>	840 mm	900 mm	975 mm	1150 mm
<b>bp</b> Regelwert <sup>(2)</sup>	$990 \text{ mm} + b_e$	$1050 \text{ mm} + b_e$	$1125 \text{ mm} + b_e$	$1300 \text{ mm} + b_e$
<b>hf</b> Nennfahrdrabthöhe:	gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.3.3, Buchstabe f			
<b>hf0</b> oberste Lage des Fahrdrabts	$hf_0 = hf + Z_{hf, \max}$			
<b>y</b>	220 mm	250 mm	235 mm	250 mm
<b>α</b>	31 °	30 °	25 °	40 °

(2) Sonderwerte nach spezieller Berechnung gemäss AB-EBV zu Art. 18/47, Normalspur, AB 18.2/47.2, Ziff. 6

Anwendungsbereiche (A) – (D):

- A) EBV S1: Zulässig bei EBV1
- B) EBV S2: Regelanwendung für EBV 1, EBV 2, EBV 3
- C) EBV S3: Regelanwendung für EBV 4
- D) EBV S4: Strecken, auf denen ausländische Triebfahrzeuge mit Wippenbreite 1950 mm verkehren. Weitere Anwendungen werden von Fall zu Fall festgelegt

Werte nach AB-EBV:

**b<sub>e</sub>** elektrischer Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9

Von der Infrastrukturbetreiberin (ISB) in Abhängigkeit vom Oberleitungstyp und den örtlichen Gegebenheiten zu bestimmende Werte:

**Z<sub>hf, max</sub>** Summe der Zuschläge gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.2.2.2

**h<sub>k</sub>** <sup>(3)</sup> Höhe des Oberleitungs-Konstruktionsraumes

**b<sub>k</sub>** <sup>(3)</sup> halbe Breite des Oberleitungs-Konstruktionsraumes

**LH** Lichte Höhe des Überbaus ( $LH = hf_0 + h_k + b_e$ )

<sup>(3)</sup> im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem (siehe auch Bild 11)

**Bild 12: Stromabnehmerraum (EBV S1 bis S4) und Oberleitungsraum**

AB EBV 2020, Zu Art. 18, Blatt Nr. 21N