

Gemeinde: **Berikon**

Bahnstrecke: **Bremgarten West – Dietikon (656) km 12.2**

Objekt: **Umsetzung BehiG., Haltestelle Berikon**

Bericht: **Projektbasis**

Projektverfasser: Schärli + Oetli AG  
Flüelastrasse 31b, 8047 Zürich

05.07.2023  
Datum

.....  
Igor Oetli

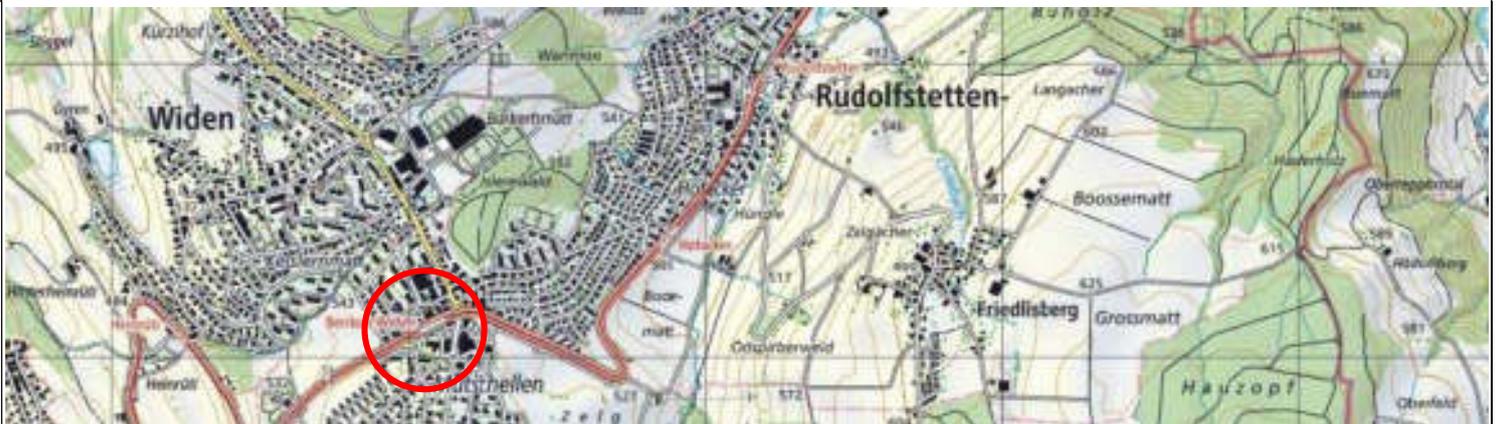
Vorstudien

Generelles Projekt

Auflageprojekt

Ausführungsprojekt

Ausgeführtes Werk



Projektverfasser:

 Schärli + Oetli AG  
Bauingenieure SIA  
Flüelastrasse 31b, 8047 Zürich  
Telefon 043 / 931 70 00  
kontakt@schaerlioetli.ch  
www.schaerlioetli.ch

Bericht Nr. **496-04**

Format  
A4

	Name	Datum
Projektleiter	OI	19.06.23
Verfasser:	OI	19.06.23
Geprüft	TS	19.06.23
Freigabe AVA		
Änderungen		

Bauherr:



Aargau Verkehr AG (AVA)  
Hintere Bahnhostrasse 85  
Postfach 4331, 5001 Aarau  
Telefon 062 / 832 83 00  
direktion@aargauverkehr.ch  
www.aargauverkehr.ch

Aarau, 05.07.2023

Daniel Giger, Leiter Infrastruktur, Aargau Verkehr AG

.....

Aarau, 05.07.2023

Michelle Badertscher, Leiterin Infrastruktur Ost, Aargau Verkehr AG

.....



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1	Kontext .....	3
1.2	Konstruktion.....	3
1.3	Projektbezogene Unterlagen (Beilagen).....	3
1.4	Normen, Richtlinien und Grundlagen.....	4
<b>2</b>	<b>Nutzung .....</b>	<b>6</b>
2.1	Akzeptierte Risiken.....	6
<b>3</b>	<b>Baugrund und Baugrundmodell .....</b>	<b>7</b>
3.1	Geologische Verhältnisse .....	7
3.2	Wahl des Erddruckbeiwerts.....	7
3.3	Hydrogeologie .....	7
3.4	Gründungshorizont.....	7
3.5	Grundwasser / Auftrieb.....	8
<b>4</b>	<b>Tragwerkskonzept.....</b>	<b>8</b>
4.1	Personenunterführung Mitte (Bahnhof) .....	8
4.2	Zugang Personenunterführung Junkholz-Welschloh .....	8
4.3	Materialien.....	9
4.4	Bauverfahren.....	9
<b>5</b>	<b>Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit .....</b>	<b>10</b>
5.1	Konzept .....	10
5.2	Anforderungen.....	11
5.3	Massnahmen .....	13
5.4	Verformungsgrenzwerte .....	14
<b>6</b>	<b>Tragwerksanalyse und Bemessung.....</b>	<b>14</b>
6.1	Rechenwerte Material.....	14
6.2	Einwirkungen.....	16
<b>7</b>	<b>Bemessungssituationen Tragsicherheit.....</b>	<b>19</b>
7.1	Grenzzustand Typ 1: Gesamtstabilität des Tragwerks .....	19
7.2	Grenzzustand Typ 2: Tragwiderstand des Tragwerks / Bauteils.....	20
7.3	Grenzzustand Typ 2a: Grundbruch .....	20
7.4	Grenzzustand Typ 3: Tragwiderstand des Baugrunds.....	21
7.5	Grenzzustand Typ 4: Ermüdung.....	21
7.6	Weitere grundbautechnische Faktoren.....	21
<b>8</b>	<b>Bemessungssituationen Gebrauchstauglichkeit .....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>23</b>
9.1	Schnittkräfte Fahrleitungsmast 4 (KUMA) .....	23



## **1 Allgemeines**

### **1.1 Kontext**

Der Bahnhof Berikon soll auf die Anforderungen von Personen mit Beeinträchtigung (BehiG.) ertüchtigt werden. Dazu wurde bereits im Dezember 2019 ein Auflageprojekt beim BAV eingereicht. Im Rahmen der Vorprüfung des BAV's ist der Projektperimeter auf die Personenunterführungen Mutschellen und die Personenunterführung Junkholz-Welschloh erweitert worden. Daraufhin hat man sich entschieden, das Gesuch zurückzuziehen und ein neues Auflageprojekt beim BAV einzugeben, was mit den vorliegenden Dokumenten nun erfolgt.

### **1.2 Konstruktion**

#### **1.2.1 Bestand**

Mit dem Ausbau der Bremgarten-Dietikon-Bahn zwischen Bremgarten und Berikon wurden 1989 die Personenunterführungen und der Mittelperron beim Bahnhof Berikon realisiert. Die Konstruktion besteht aus einem gedeckten Mittelperron, der über eine Rampe und zwei Treppen erschlossen ist. Der Perron des Gleis 11, direkt neben dem Bahnhofsgebäude, wird in der Regel nicht genutzt und ist vor Witterungseinflüssen nicht geschützt. Erschlossen sind die Anlagen über drei Personenunterführungen.

#### **1.2.2 Projekt**

Mit dem vorliegenden Projekt soll der Zugang zur Perronanlage des Gleis 1+2 barrierefrei umgestaltet werden. Dazu sind die Zugänge zur Personenunterführung Mitte (Bahnhof) teilweise umzugestalten. Auch der westliche Zugang über die Personenunterführung Junkholz-Welschloh wird umgebaut und mit einer neuen Liftanlage erweitert. Die gesamte Möblierung sowie die Signalisation sollen in diesem Zusammenhang ebenfalls angepasst werden.

#### **1.2.3 SV-Prüfung**

Die Hinweise und Empfehlungen der SV-Prüfung (14) von Basler & Hofmann sind im vorliegenden Dokument eingearbeitet worden.

### **1.3 Projektbezogene Unterlagen (Beilagen)**

#### **1.3.1 Berichte**

- (1) B 496-02A Projektleitblatt, Schärli + Oettli AG, 12.12.2019, Rev. A 19.06.2023
- (2) B 496-01A Technischer Bericht, Schärli + Oettli AG, 12.12.2019, Rev. A 19.06.2023
- (3) B 496-03A Nutzungsvereinbarung, Schärli + Oettli AG, 12.12.2019, Rev. A 19.06.2023
- (4) B 496-04 Projektbasis, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (5) B 496-05 Statische Berechnungen PU Bahnhof, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (6) B 496-07 Statische Berechnungen PU Welschloh – Zugang mit Lift, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (7) B 496-06 Fotodokumentation, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (8) B 496-08 Umweltbericht, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (9) B 496-09 Risiko- und Sicherheitsbericht, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023



- (10) AN 496-05 Beurteilung + Massnahmenkonzept Instandsetzung Entwässerung, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (11) Sicherheitsnachweis Publikumsanlage, Gruner AG, 19.06.2023
- (12) Geologisch-geotechnischer Bericht und abfallrechtliche Untersuchungen, Jäckli AG, 19.06.2023
- (13) Geotechnischer Bericht, Trasse und PU Station Mutschellen, Kanton Aargau, Fachstelle Geotechnik und Belgasbau, 19.06.2023
- (14) Sachverständigenbericht Statik, Basler & Hofmann, 19.06.2023
- (15) Rückleitungs- und Erdungskonzept, Eitrend GmbH, 19.06.2023
- (16) Technischer Bericht Sicherungsanlage, Stadler Signalling AG, 19.06.2023
- (17) AN 496-02 Variantenstudium hindernisfreie Zugänge, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (18) Prüfbericht des Sachverständigen, Stadler Signalling AG, 19.06.2023
- (19) Stellungnahme Sachverständigenprüfung, Aargau Verkehr AG (AVA), 19.06.2023

### 1.3.2 Pläne

- (20) Plan Nr. 496-100A Situation & Werkleitungen, Schärli + Oettli AG, 12.12.19, Rev. A 19.06.23
- (21) Plan Nr. 496-101A Umbauplan Hst. Berikon, Schärli + Oettli AG, 12.12.19, Rev. A 19.06.23
- (22) Plan Nr. 496-102A Detailplan Hst. Berikon, Schärli + Oettli AG, 12.12.19, Rev. A 19.06.23
- (23) Plan Nr. 496-103A Installation + Verkehrsführung, Schärli + Oettli AG, 12.12.19, Rev. A 19.06.23
- (24) Plan Nr. 496-104 Längenprofil Gleis 1, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (25) Plan Nr. 496-105 Längenprofil Gleis 2, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (26) Plan Nr. 496-106 Längenprofil Gleis 11, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (27) Plan Nr. 496-107 Querprofile, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (28) Plan Nr. 496-108 Normalprofile, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (29) Plan Nr. 496-109 Situation Möbel, Markierung + Oberfläche, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (30) Plan Nr. 496-110 Zugkompositionen und Spaltmasse, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (31) Plan Nr. 496-111 PU Welschloh, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (32) Plan Nr. 496-112 Rampe Perron PU Mitte, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (33) Plan Nr. 496-113 Rampe Busstation, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (34) Plan Nr. 496-114 Bauphasenplan Hst. Berikon, Schärli + Oettli AG, 28.2.2023
- (35) Plan Nr. 496-116 Situation Einzugsflächen / Hydraulik, Schärli + Oettli AG, 19.06.2023
- (36) Plan Nr. 56-2104-01, Situation Gleisgeometrie, Brühlmann Geomatik AG, 19.06.2023
- (37) Plan Nr. 496-117 Prinzipschema Starkstrom, e-pag Engineering AG, 19.06.2023
- (38) Plan Nr. 496-118 Prinzipschema Schwachstrom, e-pag Engineering AG, 19.06.2023
- (39) Beleuchtungsberechnung, Regent Lighting, 19.06.2023
- (40) Plan Nr. 496-119 Beleuchtungskonzept, e-pag Engineering AG, 19.06.2023
- (41) Plan Nr. 496-120 Raumdisposition Technikraum Berikon, e-pag Engineering AG, 19.06.2023
- (42) Plan Nr. ZSI 127 Streckenausrüstung, Stadler Signalling AG, 19.06.2023

## 1.4 Normen, Richtlinien und Grundlagen

### 1.4.1 Bund

- [50] AB-EBV, BAV, 1. November 2020
- [51] Checkliste Umwelt für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnanlagen, BAV, Oktober 2010
- [52] VPVE, Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen, 1.11.2014



- [53] Richtlinie BAV, RL VPVE Anforderungen an Planvorlagen, BAV, Juli 2013
- [54] Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen, BAV, August 2018
- [55] Planungsanweisung BehiG., BAV, 1. September 2020
- [56] Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrens – Leitfaden, BAV, 1. November 2020
- [57] Leitfaden taktil-visuelle Markierung von Bahnperrens, Schulung «Markierungen», BAV, 27.6.22
- [58] Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VAböV), UVEK, 1. November 2020
- [59] 734.0 EleG Elektrizitätsgesetz; 01.01.2021
- [60] 734.5 SR Starkstromverordnung; 01.06.2019
- [61] SGK Richtlinie zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen C3, 05.2011

#### **1.4.2 VÖEV**

- [62] RTE 20100 Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich, VöV, 3. Januar 2020
- [63] RTE 20600 Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen, 15. Januar 2012
- [64] RTE 20512 Lichtraumprofil Meterspur, VöV, 1. Juli 2014
- [65] RTE 21110 Unterbau und Schotter, VöV, 1. September 2015
- [66] RTE 22540 Fahrbahnpraxis Meterspur und Spezia Spur, VöV, 15. Januar 2011
- [67] RTE 22541 Lückenlos verschweisstes Gleis (LVG) für Meterspur, VöV, 15.7.2006
- [68] Planungshilfe Publikumsanlagen, VöV, 1. Februar 2020
- [69] Leitfaden taktil-visuelle Markierung von Bahnperrens Schulung Markierung, VöV, 27.6.22
- [70] Führung Sehbehinderter an Bahnhöfen, Führungskonzept / Taktil-visuelle Markierung, VöV, 27.6.22
- [71] RTE 26201 Beleuchtung Bahninfrastruktur; VöV; 04.11.2020
- [72] RTE 27900 Rückleitungs- und Erdungshandbuch; VöV; 01.07.2014

#### **1.4.3 SIA**

- [73] SIA 260 ff. Tragwerksnormen, 2013/2014 inkl. Korrigenda
- [74] SIA 269 ff. Erhaltungsnormen, 2011 inkl. Korrigenda
- [75] SIA 272 Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau, 2009
- [76] SIA 414/1+2 Masstoleranzen im Bauwesen, SIA, 1. Juli 2016
- [77] SIA 500 Hindernisfreie Bauten, SIA, 1. Januar 2009

#### **1.4.4 VSS / SN**

- [78] VSS 40 320 Dimensionierung des Strassenaufbaus – Äquivalente Verkehrslast, VSS, 2019
- [79] VSS 40 324 Dimensionierung des Strassenaufbaus – Unterbau und Oberbau, VSS, 2019
- [80] VSS 40 430 Walzasphalt, Konzeption, Ausführung und Anordnungen an die eingebauten Schichten, VSS, 2019
- [81] VSS 70 140b Frost, VSS, 2019
- [82] VSS 70 241, Geotextilien, Anforderungen an die Funktionen Trennen und Filtern, 2019
- [83] VSS 71 253 Schiene – Strasse - Parallelführung und Annäherung - Abstand und Schutzmassnahmen, 2019
- [84] VSS 71 256A Vorfabrizierte Perronkanten; Anforderungen an Projektierung, Fertigung und Einbau, 2019 (zurückgezogen)



- [85] VSS 640 852 Markierungen Taktil-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fussgänger, 2005
- [86] VSS 40 238 Fussgänger- und leichter Zweiradverkehr; Rampen, Treppen und Treppenwege, VSS, 2019
- [87] VSS 40 852 Markierungen Taktil-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fussgänger, VSS, 2005
- [88] VSS 640 075 Fussgängerverkehr - Hindernisfreier Verkehrsraum, VSS, 2014
- [89] VSS 640 560, passive Sicherheit im Strassenraum - Grundnorm, VSS, 2018
- [90] VSS 640 561, passive Sicherheit im Strassenraum – Fahrzeugrückhaltesysteme, VSS, 2016
- [91] VSS 40 568, passive Sicherheit im Strassenraum - Geländer, VSS, 2019

#### **1.4.5 Weitere**

- [92] Richtlinie „Behindertengerechte Fusswegnetze“ Strassen-Wege-Plätze, 2003
- [93] Merkblatt 121 «Relief- und Brailleschriften», Fachstelle Hindernisfreie Architektur
- [94] Merkblatt 114 «Leitliniensystem Schweiz», Fachstelle Hindernisfreie Architektur
- [95] Merkblatt 118 «Hindernisfreie Gehflächen», Fachstelle Hindernisfreie Architektur
- [96] V580 – FIScommun; 07 Kundeninformation: Interpretationshilfe VAböV, 24. Januar 2019
- [97] SN EN 81-70 Zugänglichkeit von Aufzügen für Personen mit Behinderungen, 2018
- [98] Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter, VSA, 2019
- [99] SN 592 000 Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung – Planung und Ausführung, 2012AB-EBV, BAV, 1. Juli 2016
- [100] Normalien Bremgarten-Dietikon-Bahn (BDB), 10.1.2023, V3
- [101] AVA-BDB-Perron-2021-03-23, Neubauten vorn Perronanlagen, Brühlmann Geomatik, 23.3.21
- [102] Leitfaden Parallelführung Strasse / Schiene, Emch + Berger AG, 18.11.2022

## **2 Nutzung**

Die Nutzungsanforderungen sind in der Nutzungsvereinbarung dokumentiert.

### **2.1 Akzeptierte Risiken**

- Zugsanprall auf Perron, Dach und Wartehalle
- Explosion
- Brand



### 3 Baugrund und Baugrundmodell

#### 3.1 Geologische Verhältnisse

Der Baugrund ist im Projektperimeter wie folgt aufgebaut (von oben nach unten), vgl. (12) und (13).

Bodenschicht	Feuchtraum- gewicht [ $\gamma_{ek}$ ]	Reibungs- winkel [ $\phi'_k$ ]	Kohäsion [ $c'_k$ ]	M <sub>E</sub> -Wert	
				Erstbelastung M <sub>EK1</sub>	Wiederbelas- tung M <sub>EK2</sub>
Fundationsschicht	21 kN/m <sup>3</sup>	37°	0 kN/m <sup>2</sup>	150 kN/m <sup>2</sup>	
Künstliche Auffüllung	19 kN/m <sup>3</sup>	29°	0 kN/m <sup>2</sup>	15 kN/m <sup>2</sup>	
Verschwemmte Moräne	19 kN/m <sup>3</sup>	31°	2 kN/m <sup>2</sup>	20 kN/m <sup>2</sup>	60 kN/m <sup>2</sup>
Moräne	21 kN/m <sup>3</sup>	33°	5 kN/m <sup>2</sup>	40 kN/m <sup>2</sup>	120 kN/m <sup>2</sup>
Obere Süsswassermolasse	22 kN/m <sup>3</sup>	29°	10 kN/m <sup>2</sup>	60 kN/m <sup>2</sup>	180 kN/m <sup>2</sup>

Tabelle 1: Rechenwerte Baugrund

#### 3.2 Wahl des Erddruckbeiwerts

Die Bemessung der Bauwerke erfolgt aufgrund der folgenden erhöhten Erddruckansätzen.

Bauwerk	Überprüfung Bestand	Baugrube	Neue Rampen- wände	Rechteck- querschnitte
<u>Tragsicherheit</u>				
Anteil aktiver Erddruck	75 %	75 %	50 %	50 %
Anteil Erdruhedruck	25 %	25 %	50 %	50 %
Min. Erddruck	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>
Verdichtungsdruck ( 0 bis -2.0 m OKT)	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	25 kN/m <sup>2</sup>	25 kN/m <sup>2</sup>
Erddruckverteilung	<i>Dreieck</i>	Rechteck	Dreieck	Rechteck
<u>Gebrauchstauglichkeit</u>				
Erdruhedruck	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabelle 2: Übersicht verwendete erhöhte Erddrücke

#### 3.3 Hydrogeologie

Gemäss (12) und (13) ist mit Hang- beziehungsweise Bodenwasser zu rechnen. Im Rahmen der Untersuchungen (12) wurden Wasserkoten von 546.29 beziehungsweise 546.77 m ü.M. gemessen. Diese Situation hat sich mit dem Bau der Personenunterführung Mitte und der Personenunterführung Junkholz-Welschloh verändert. Beide Konstruktionen sind mit seitlich verlaufenden Sickerleitungen, welche noch funktionstüchtig sind, vgl. AN 496-05 Beurteilung + Massnahmen Entwässerung, versehen.

#### 3.4 Gründungshorizont

Die Bauteile werden in der Regel in der teilweise verschwemmten Moräne fundiert. Kleine beziehungsweise wenig tiefe Bauteile werden in die künstlichen Auffüllungen gegründet.



### **3.5 Grundwasser / Auftrieb**

Gemäss den vorhandenen geologischen Grundlagen aus den verschiedenen Untersuchungen, liegen allfällige Grundwasserspiegel maximal leicht über den vorhandenen Bodenplatten. Um ein Einstau von Boden- und Grundwasser zu verhindern, sind Drainagematten an den erdberührten Wänden geplant. Unter den Bodenplatten sind Sickerteppiche geplant.

## **4 Tragwerkskonzept**

### **4.1 Personenunterführung Mitte (Bahnhof)**

#### **4.1.1 Überprüfung Personenunterführung Mitte**

Bei der Personenunterführung Mitte handelt es sich um einen flach gegründeten, eingespannten Zweifeldrahmen. Dieser weist unsymmetrische Decken-Spannweiten auf.

#### **4.1.2 Rampe Busstation**

Die Rampe von der Personenunterführung hin zur Bushaltestelle ist als klassische U-Profil Konstruktion geplant. Für den Bauzustand ist eine gespriesste Rühlwand als Baugrubensicherung geplant.

#### **4.1.3 Rampe Mittelperron**

Die neue Rampe des Mittelperrons besteht aus 2 Teilen. Der westliche Teil ist als U-Profil mit eingespannten Rampenwänden geplant. Der östliche Teil, welcher den Anschluss zur bestehenden PU-Mitte bildet, ist als geschlossener Querschnitt mit einer neuen Decke vorgesehen. Für den Bauzustand wird westlich eine etappierte Bauweise mit einer neuen Konstruktion mit grösserem Voraushub zwischen den bestehenden Stützen realisiert. Im östlichen Bereich wird ebenfalls eine gespriesste Rühlwand zum Einsatz kommen. Nach dem Realisieren der neuen Rampenteile zwischen den bestehenden Perrondachstützen, kommen Hilfsstützen auf der neuen Konstruktion zum Einsatz, um noch fehlende Rampenteile zu realisieren.

### **4.2 Zugang Personenunterführung Junkholz-Welschloh**

Teile des bestehenden Zugangs Welschloh werden nach Süden aufgeweitet und der grössere Teil wird abgebrochen. Beim Treppenaufgang wechselt der Querschnitt von einem geschlossenen Rahmen zu einem U-Profil welches punktuell über die Treppenpodeste verbunden ist. Somit ist das Verformungsvermögen dieses U-Profiles beschränkt, weshalb eine rechteckige Erddruckverteilung angenommen wurde. Die Rampenwände sind biegesteif mit der Bodenplatte verbunden und seitlich über die angrenzenden Deckenteile sowie lokal über die Treppenpodeste gehalten. Die Teile, welche als Rahmen ausgebildet sind, sind biegesteif mit der Bodenplatte und der Decke verbunden.



## 4.3 Materialien

### 4.3.1 Beton

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte			
				$f_{cd}$	$\tau_{cd}$	$E_{c0}$	$\phi$
Bestand	B35/25	162 (1989)	B 35/25 FT-Beständig	14.4N/mm <sup>2</sup>	0.93N/mm <sup>2</sup>	32MN/mm <sup>2</sup>	
Neubau	NPK G (T4)	SIA 262 (2013)	C30/37 XC4, XD3, XF4 D <sub>max</sub> 32, CI 0.10, C3, AARP2	20N/mm <sup>2</sup>	1.1N/mm <sup>2</sup>	32MN/mm <sup>2</sup>	2.0

Tabelle 3: Betoneigenschaften

### 4.3.2 Armierungsstahl

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte		
				$f_{sd}$	$\epsilon_{ud}$	$E_s$
Bestand	S500	162 (1989)		435N/mm <sup>2</sup>	4.5‰	205 MN/mm <sup>2</sup>
Neubau	B500B	SIA 262 (2013)	Duktilitätsklasse B	435N/mm <sup>2</sup>	4.5‰	205 MN/mm <sup>2</sup>

Tabelle 4: Betonstahlqualitäten

### 4.3.3 Baustahl

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte		
				$f_y$	$f_u$	$E_s$
Bestand	S 235	163(1989)		235N/mm <sup>2</sup>	360N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>
Neubau	S 235	SIA 263 (2013)		235N/mm <sup>2</sup>	360N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>
	S 355	SIA 263 (2013)		355N/mm <sup>2</sup>	510N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>

Tabelle 5: Baustahlqualitäten

## 4.4 Bauverfahren

### 4.4.1 Bohren Rühlwandträger

#### Bestehende Bauten unter Terrain

Bevor die Rühlwandträger gebohrt werden, sind Sondagen zur Kontrolle der bestehenden Bauteile und Werkleitungen geplant. Anschliessend werden diese vor Ort markiert, um möglichst Schäden am Bestand zu verhindern.

#### Bohren unter Perrondach

Um die Rühlwandträger unter dem Perrondach zu realisieren, ist ein auf die lichte Höhe abgestimmtes Bohrgerät zu wählen und die Rühlwandträger sind zu koppeln (verschweissen).



#### **4.4.2 Unterfangungen**

Teilweise sind Unterfangungen von bestehenden Bauteilen zu erstellen. Die Etappengrösse ist auf die jeweilige Belastungssituation abzustimmen. Wie in den Berechnungen nachgewiesen, sind die Etappenhöhen nicht höher als 1.0 m zu wählen.

### **5 Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit**

#### **5.1 Konzept**

##### **5.1.1 Abdichtung unter Terrain**

###### **Zwischen Neubau und Bestand**

Die zu erwartenden Bewegungen zwischen Neubau und Bestand sind trotz dem monolytischen Verbinden mittels eingeklebten Bewehrungseisen relativ gross. Dadurch ist eine dauerhafte Abdichtung schwierig zu realisieren. Im vorliegenden Fall ist folgendes Konzept vorgesehen:

- 1. Priorität: Abführen von Wasser hinter den neuen Bauteilen (Drainage und ableiten).
- 2. Priorität: Abdichtungselemente welche in der Lage sind, solche Bewegungen aufzunehmen.

###### **Neubau**

Alle Arbeitsetappen bei den Neubauten werden kraftschlüssig verbunden (mittels Schraubarmierung). Somit sind die zu erwartenden Bewegungen klein und es ist folgendes Abdichtungskonzept geplant:

- 1. Abführen von Wasser hinter den neuen Bauteilen (Drainage und ableiten).
- 2. Wo immer möglich werden aussenliegende Abdichtungselemente (Randbänder oder Combiflexband) und nachinjizierbare Abdichtungselemente in den Fugen eingebaut.

###### **Sickerleitungen**

Wo immer möglich wird das bestehende Sickerleitungsnetz belassen. Im Bereich der Umbauten sind für entfernte Sickerleitungen Ersatzleitungen zu erstellen. Zudem ist bei allen neuen Bauteilen ein Sickerleiteppich unter der Bodenplatte vorgesehen.

##### **5.1.2 Bauwerksabdichtung**

###### **Bewitterte Bodenplatten**

Die Rampenbodenplatten sind vor Wasser und eindringenden Stoffen mit einer Abdichtung zu schützen.

###### **Erdüberdeckte Decken**

Die erdüberdeckten Deckenteile müssen abgedichtet werden, um Leckstellen und Schadstoffeintrag in die Konstruktion zu verhindern.



## **Liftdach**

Die Decke des Liftschachtes ist im Sinne der SIA 271 abzudichten und das Dach ist zu entwässern und mit einem Notüberlauf auszurüsten.

### **5.1.3 Korrosionsschutz**

#### **Oberflächenschutz Stahlkonstruktion**

Die neuen Stahlkonstruktionen sowie die zu sanierenden Bauteile sind mit einem Korrosionsschutz zu schützen.

#### **Oberflächenschutz Treppe Junkholz-Welschloh**

Die Treppenkonstruktion inklusive des Geländers soll duplexiert mit Nasslack vor Korrosion (Korrosivitätskategorie C5-I) geschützt werden.

#### **Anker, Dübel und ähnliches**

Alle frei liegenden Befestigungselemente wie Dübel, Anker usw. haben aus Edelstahl der KWK III gefertigt zu sein.

## **5.2 Anforderungen**

### **5.2.1 Betontragstruktur**

#### **Risse**

Grundsätzlich werden folgende Anforderungen an das Rissverhalten der Betonbauteile gestellt.

- Generell: erhöhte Anforderungen gem. SIA 262 Ziffer 4.4.2 mit Berücksichtigung einer erhöhten Zugfestigkeit des Betons von  $1.3 \times f_{ctm}$ .

#### **AAR-Beständigkeit**

Präventionsklasse gemäss dem SIA-Merkblatt 2042. Die Präventionsklasse hängt von der Umgebungs- und Risikoklasse des Bauwerks ab.

- Das Bauwerk wird der Risikoklasse R2 zugewiesen.
- Das Bauwerk wird der Umgebungs- und Risikoklasse U3 zugewiesen.

Die Präventionsklasse für dieses Bauwerk wird gemäss Tabelle 1 des Merkblattes 2042 mit P2 definiert. Prüfungen zum Nachweis der AAR-Beständigkeit des Betons sind gemäss dem SIA-Merkblatt 2042 von einer für diese Prüfungen akkreditierten Prüfstelle durchzuführen.



## Exposition

Für die Dauerhaftigkeit ist vor allem die Qualität des Überdeckungsbetons von Bedeutung. Die Anforderungen an diese (Frosttausalzbeständigkeit, Chloridwiderstand, etc.) werden durch die Exposition der Bauteile bestimmt.

Bauteil	Exposition	AAR-Präventionsklasse
Alle	XC4: Bauteil ist wechselnd nass trocken XD3: Teile von Stützmauern mit Spritzwasser XF4: hohe Wassersättigung mit Taumittel	P2

Tabelle 6: Beschrieb der Exposition der jeweiligen Bauteile

## Bewehrungsüberdeckungen

Die Bauteile werden mit folgenden Bewehrungsüberdeckungen geplant:

- Allgemein:  $c_{nom} = 55$  mm
- Sichtbeton beim Liftschacht (aufgrund geringer Bauteilstärken):  $c_{nom} = 30$  mm mit Armierung der KWK I gemäss SIA MB 2029

### 5.2.2 Abdichtung unter Terrain

#### Dichtigkeitsklasse

Die Betonkonstruktion wird der Dichtigkeitsklasse 2 gemäss SIA 272 zugewiesen. Die verwendeten Abdichtungen der Arbeitsetappen sind auf diese Anforderungen auszulegen. Bei den bestehenden Bauteilen, wie zum Beispiel dem Technikraum, wird die bestehende Situation bezüglich Dichtigkeit akzeptiert.

#### Sickerleitungen

Die Sickerleitungen üben die Funktion einer Spitzenbrecherdrainage aus und müssen jederzeit ihre Funktion ausüben können.

### 5.2.3 Bauwerksabdichtung

Sämtliche Bauwerksabdichtungen bestehen aus einer Grundierung, einer Abdichtung und einer Schutzschicht.

### 5.2.4 Korrosionsschutz

#### Oberflächenschutz Stahlkonstruktion

Die verwendeten Korrosionsschutzsysteme müssen der Korrosivitätskategorie C4 aussen entsprechen (duplexierte Systeme).

#### Anker und Befestigungen

Anker und Befestigungen müssen aus Edelstahl der Klasse III bestehen.



## 5.3 Massnahmen

### 5.3.1 Betontragstruktur

#### Bemessung / Nachweise

Neue Bauteile werden, auf die in Abschnitt 5.2 beschriebenen Anforderungen, bemessen.

#### Baustoffe

An der bestehenden Konstruktion und somit an der Bewehrung und am Beton können keine Veränderungen vorgenommen werden. Die bestehenden Bauteile sind teilweise nicht in der Lage die Anforderungen gemäss Abschnitt 5.2 zu erfüllen.

- Reprofilierungsmörtel: R4 Mörtel mit geringem Schwindmass und hoher Frosttausalz-Beständigkeit.

#### Schutzbeschichtung

Die zugänglichen Flächen werden mit einer dampfdurchlässigen hydrophobierenden Imprägnierung versehen, um die Wasseraufnahme und die damit verbundene Chloridkontamination zu reduzieren.

#### Bauausführung

Alle Bauteile werden der Nachbehandlungsklasse 4 gemäss SIA 262 zugeteilt. Die dazugehörigen Massnahmen bzw. Nachbehandlungsdauer werden umgesetzt.

### 5.3.2 Abdichtung unter Terrain

#### Dichtigkeitsmassnahmen Stahlbetonkonstruktion

- Abführen von Wasser durch die Drainagematten zwischen den Baugrubensicherungen und den neu erstellten Bauteilen.
- Abführen von Wasser durch die unter den Bodenplatten eingebauten Drainageschichten
- Abführen von Wasser mit den Sickerleitungen; neue Sickerleitungen aus HD-PE
- Abdichten der Arbeitsfugen mit Randbändern und nachinjizierbaren Injektionskanälen
- Abdichten von Anschlüssen an den Bestand mittels nachinjizierbaren Injektionskanälen und dem kraftschlüssigen Verbinden der Bauteile

### 5.3.3 Bauwerksabdichtung

Bauteil	Grundierung	Abdichtung	Schutzschicht	Bemerkung
Rampen / Bodenplatten	Epoxidharzgrundierung abgestreut	1 x PBD 5mm Klasse C1	Gussasphalt	Abgestreut mit Feinsplitt
Decken	Epoxidharzgrundierung abgestreut	1 x PBD 5mm Klasse C1	Gussasphalt	
Liftdach	Epoxidharzgrundierung abgestreut	2 x PBD 5 mm Klasse A1	Extensiv Begrünung	

Tabelle 7: Übersicht Bauwerksabdichtungen



## 5.4 Verformungsgrenzwerte

### 5.4.1 Baugrube

Die Baugrube wird hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit bezüglich folgenden Verformungsgrenzwerten bemessen:

- Maximale horizontale Verformungen quasi ständig:  $h/100$  (bei Einspannung  $2h/100$ ); angestrebt wird  $h/200$
- Effektiv max. absolute Verformung häufig:  $u \leq 50$  mm

### 5.4.2 Tragstruktur

#### Decken

Grenzzustand	Grenzwert	Kombination	Bemerkung
Aussehen	$w \leq l/300$	quasi-ständig	
Komfort	$w \leq l/350$	häufig	Infolge veränderlicher Einwirkung

Tabelle 8: Grenzwerte der Verformungen der Decken

#### Wände

Grenzzustand	Grenzwert	Kombination	Bemerkung
Aussehen	$u \leq h/250$	quasi-ständig	
Komfort	$u \leq h/200$	häufig	infolge veränderlicher Einwirkung

Tabelle 9: Grenzwerte der Verformungen der Decken

## 6 Tragwerksanalyse und Bemessung

### 6.1 Rechenwerte Material

#### 6.1.1 Beton / Mörtel

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte			
				$f_{cd}$	$\tau_{cd}$	$E_{c0}$	$\phi$
Bestand	B35/25	162 (1989)	B 35/25 FT-Beständig	$14.4N/mm^2$	$0.93N/mm^2$	$30MN/mm^2$	
Neubau	NPK G (T4)	SIA 262 (2013)	C30/37 XC4, XD3, XF4 $D_{max}$ 32, CI 0.10, C3, AARP2	$20N/mm^2$	$1.1N/mm^2$	$32MN/mm^2$	2.0

Tabelle 10: Betoneigenschaften

#### 6.1.2 Betonstahl

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte		
				$f_{sd}$	$\epsilon_{ud}$	$E_s$
Bestand	S500	162 (1989)		$435N/mm^2$	4.5‰	$205 MN/mm^2$
Neubau	B500B	SIA 262 (2013)	Duktilitätsklasse B	$435N/mm^2$	4.5‰	$205 MN/mm^2$

Tabelle 11: Eigenschaften Armierungsstahl



### 6.1.3 Baustahl

Bauteile	Sorte	Norm	Grundanforderungen	Akt. Baustoffkennwerte		
				$f_y$	$f_u$	$E_s$
Bestand	S 235	163(1989)		235N/mm <sup>2</sup>	360N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>
Neubau	S 235	SIA 263 (2013)		235N/mm <sup>2</sup>	360N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>
	S 355	SIA 263 (2013)		355N/mm <sup>2</sup>	510N/mm <sup>2</sup>	210 MN/mm <sup>2</sup>

Tabelle 12: Eigenschaften Baustahl

### 6.1.4 Baugrund

Für die Berechnung sind folgende Baugrundwerte verwendet worden. Dabei wurde der charakteristische Baugrundwert wie folgt festgelegt:

$$X_k = X_m - \alpha(X_m - X_{extr})$$

Wobei der Faktor der Zuverlässigkeit im Allgemeinen  $\alpha = 0.2$  verwendet wird. Für die Kohäsion wird dieser Wert auf  $\alpha = 0.4$  erhöht.

Der Baugrund ist im Projektperimeter wie folgt aufgebaut (von oben nach unten), vgl. (12) und (13).

Bodenschicht	Feuchtraum- gewicht [ $\gamma_{ek}$ ]	Reibungs- winkel [ $\phi_k$ ]	Kohäsion [ $c_k$ ]	M <sub>E</sub> -Wert	
				Erstbelastung M <sub>EK1</sub>	Wiederbel. M <sub>EK2</sub>
Foundationsschicht	21.2 kN/m <sup>3</sup> (Ø21, max 22)	37° (Ø37, min.35)	0 kN/m <sup>2</sup>	138 kN/m <sup>2</sup> (Ø150, min.90)	
Künstliche Auffüllung	19.2 kN/m <sup>3</sup> (Ø19, max 20)	28.8° (Ø29, min.28)	0 kN/m <sup>2</sup>	14 kN/m <sup>2</sup> (Ø15, min.10)	
Verschwemmte Moräne	19.2 kN/m <sup>3</sup> (Ø19, max 20)	30.6° (Ø31, min.29)	1.6 kN/m <sup>2</sup> (Ø2, min.1)	18 kN/m <sup>2</sup> (Ø20, min.10)	60 kN/m <sup>2</sup>
Moräne	21.2 kN/m <sup>3</sup> (Ø21, max 22)	32.6° (Ø33, min.31)	4.2 kN/m <sup>2</sup> (Ø5, min.3)	38 kN/m <sup>2</sup> (Ø40, min.30)	120 kN/m <sup>2</sup>
Obere Süswassermolasse	22.2 kN/m <sup>3</sup> (Ø22, max 23)	27.2° (Ø29, min.26)	8 kN/m <sup>2</sup> (Ø10, min.5)	56 kN/m <sup>2</sup> (Ø60, min.40)	180 kN/m <sup>2</sup>

Tabelle 13: Rechenwerte Baugrund

### 6.1.5 Bodenpressung

Die verwendete Bodenpressung auf Dimensionierungsniveau (auf eine Breite von 1.25 m) beträgt:

- Künstliche Auffüllung:  $\sigma_{BRd} = 250 \text{ kN/m}^2$
- Moräne:  $\sigma_{BRd} = 350 \text{ kN/m}^2$  (gemäss (12))



## 6.2 Einwirkungen

### 6.2.1 Ständige Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte	
Eigenlasten	Stahlbeton	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$
	Stahl	$\gamma_k = 78.5 \text{ kN/m}^3$
	Naturstein	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$
	Glas	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$
	Holz (Nadelholz z.T. verleimt)	$\gamma_k = 5 \text{ kN/m}^3$
Bodenlasten	Künstliche Auffüllung	$\gamma_k = 21.2 \text{ kN/m}^3$
	Moräne	$\gamma_k = 19.5 \text{ kN/m}^3$
	Schotter	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$
	Kiessand	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$
Gleis	Schienen	$\gamma_k = 0.5 \text{ kN/m}$
	Schwellen	$\gamma_k = 2.0 \text{ kN/Stk.}$
Belag	Walzasphalt	$\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$
	PBD	$\gamma_k = 0.02 \text{ kN/m}^2 \text{ pro Lage}$
	Gussasphalt	$\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$
	Naturstein	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$
Dachaufbau Lift	Extensiv Begrünung	$\gamma_k = 2 \text{ kN/m}^2$
Ausrüstung	Geländer	$\gamma_k = 1 \text{ kN/m}$
	Handlauf	$\gamma_k = 0.2 \text{ kN/m}$

Tabelle 14: Zusammenstellung ständige Einwirkungen

### 6.2.2 Baustoffeigenschaften

Einwirkung	Charakteristische Werte	
Schwinden	Schwindmass	Wird für Tragsicherheit nicht berücksichtigt
Kriechen	Kriechzahl	Wird für Tragsicherheit nicht berücksichtigt

Tabelle 15: Zusammenstellung Baustoffeigenschaften



### 6.2.3 Veränderliche Einwirkungen

Einwirkung	Bauteil	Lage	Last	Lasttyp
Schienenverkehr LM5 auf Gleis 1 $\alpha = 1.0$ $\phi = 1.39$ ( $\phi = 1.20 Q_{fat}$ ) $v = 65 \text{ km/h}$ (über PU) $R = \infty$	PU Mitte	Decke	$Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 50 \text{ kN/m}$ $Q_{Ak} = 213 \text{ kN}$ $Q_{Bk} = 178 \text{ kN}$ $Q_{Sk} = 60 \text{ kN}$ $Q_{Zk} = 0 \text{ kN}$ $q_{Zk} = 0 \text{ kN/m}$	Achslast Linienlast Anfahrkraft Bremskraft Schlingerkraft Zentrifugal Zentrifugal
	PU Mitte inkl. Zugänge / Zugang Welschloh	Wände / Brüstungen	$q_k = 25 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast für Erddruckberechnung
Nutzlast	Perron	Boden	$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 20 \text{ kN}$	Flächenlast Punktlast
	Dächer (Unterhalt) SIA 261 Kat. H	Dach	$q_k = 0.4 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 1 \text{ kN}$	Flächenlast Punktlast
Schneelasten	Dächer		$s_k = 1.43 \text{ kN/m}^2$ $h = 560 \text{ m ü.M.}$ $h_s = 0.5 \text{ m}$	
	PU, Rampen, Treppen		Wird für die Tragsicherheit nicht berücksichtigt	
Wind: Ortschaften $q_{p0} = 0.9 \text{ kN/m}^2$ $C_h = 0.85$ $C_{red} = 1.0$ $C_d = 1.0$ $q_p = 0.77 \text{ kN/m}^2$	Wartehalle Tab. 32 SIA 261	Quer zum Gleis Parallel zum Gleis: Vertikal:	$c_{f1} = 1.05$ $c_{f2} = 1.05$ $c_{f3} = -0.75$	
	Perrondach Tab 55/71 SIA 261	Quer ohne Schnee Quer mit Schnee Stütze	$c_{f1} = 1.3$ (mit $h_1$ ) $c_{f1} = 1.3$ (mit $h_1+h_s$ ) $c_{f1} = 2.0$ (Breite $b$ )	
	Lift Tab 32 SIA 261	Quer zum Gleis Parallel zum Gleis: Vertikal:	$c_{f1} = 1.05$ $c_{f2} = 1.05$ $c_{f3} = -0.75$	
Fahrleitungslasten	Zugang Welschloh Angaben KUMA	OK Decke	Siehe Abschnitt 9.1	
Temperatur	PU, Rampen, Treppen	Fahrbahn	Wird für die Tragsicherheit nicht berücksichtigt	

Tabelle 16: Veränderliche Einwirkungen

### 6.2.4 Einwirkungen aus dem Baugrund

Bauwerk	Überprüfung Bestand	Baugrube	Neue Rampenwände	Rechteckquerschnitte
Tragsicherheit				
Anteil aktiver Erddruck	75 %	75 %	50 %	50 %
Anteil Erddruckruhedruck	25 %	25 %	50 %	50 %
Min. Erddruck	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>	5 kN/m <sup>2</sup>
Erddruckverteilung	Dreieck	Rechteck	Dreieck	Rechteck
Gebrauchstauglichkeit				
Erddruckruhedruck	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabelle 17: Übersicht verwendete erhöhte Erddrücke



## 6.2.5 Wasserdruck

### Rühlwand

Für die Bemessung der Rühlwand ist folgender Ansatz gewählt worden:

- Die Rühlwand wird für das Verhindern von Wasserdrücken mit Löchern perforiert.

### PU Mitte (Bahnhof)

Im Bereich der PU Mitte sind in (12) Wasserstände zwischen 546.29 und 546.77 gemessen worden. OK bestehende Bodenplatte liegt etwa auf 546.30 m ü. M. und seitlich verlaufen ausserhalb der Personenunterführungen liegenden Sickerleitungen. Somit sollte kein Wasserdruck auf die Konstruktion wirken. Für die Bemessung der neuen Konstruktion wird ein Bemessungswasserspiegel von **546.80 m ü.M.** angenommen.

### Zugang Junkholz-Weschloh

Die Bodenplatte der PU Junkholz-Weschloh liegt im nördlichen Bereich auf einer Kote 542.20 m ü. M. Der Zugang Junkholz-Weschloh befindet sich auf einer Höhe von ca. 543.50 m ü. M. Aufgrund des deutlichen Höhenunterschieds und dass die bestehende Konstruktion mit Sickerleitungen und Geröllhinterfüllung entwässert ist, wird auf die Bemessung hinsichtlich Wasserdrucks verzichtet.

## 6.2.6 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte	
Erdbeben <sup>1</sup> BWK II	Perronwinkel	$q_a = 1.5$ ; Baugrundklasse E; Schwergewichtsmauer $S_{zul} = 200 a_{g,d} / g \times S$
	Wartehalle	Zone Z1a Verhaltensbeiwert $q = 2.0$ Baugrundklasse E
Anprall von Strassenfahrzeugen	Wird als Risiko akzeptiert	
Anprall von Schienenfahrzeugen auf das Perrondach	Wird als Risiko akzeptiert	
Entgleisung von Schienenfahrzeugen bei Zugang Junkholz-Weschloh	SIA 261 Tab. 19. Lastmodell 5; Entgleisungsmodell 1: $q_{Ed} = 35 \text{ kN/m}$ / $Q_{Ed} = 220 \text{ kN}$ Lastmodell 5; Entgleisungsmodell 2: $q_{Ed} = 80 \text{ kN/m} \times 1.4$	
Anprall von Schienenfahrzeugen auf Brüstungen PU Junkholz Weschloh	ABE EBV Anhang 3 Tabelle 12 $Q_{dx} = 2500 \text{ kN}$ ; $Q_{dy} = 1000 \text{ kN}$	

Tabelle 18: Zusammenstellung aussergewöhnliche Einwirkungen

<sup>1</sup> Das Bauwerk gehört zur Bauwerksklasse BWK II gemäss SIA 261, Art. 16.3.

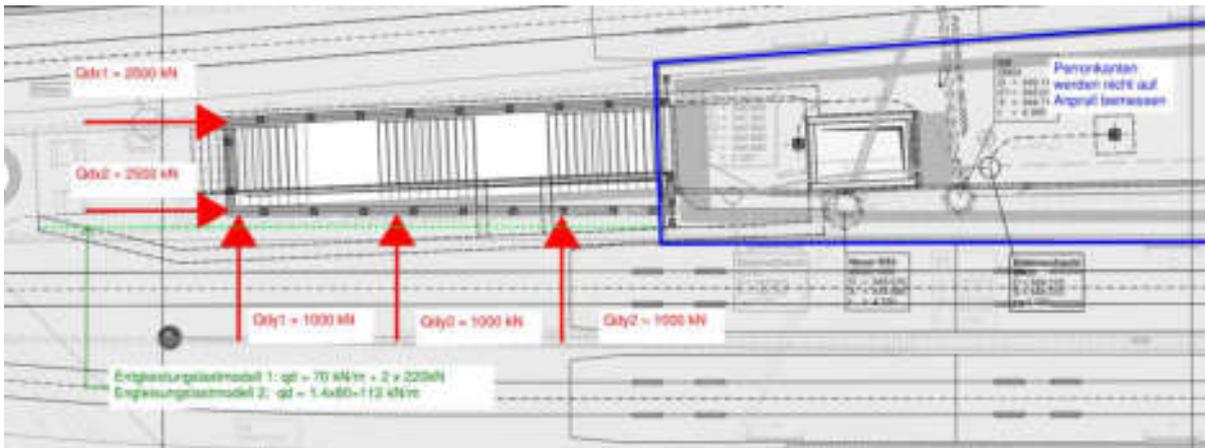


Tabelle 19: Anordnung aussergewöhnliche Lasten Zugang Junkholz Welschloh

## 7 Bemessungssituationen Tragsicherheit

Im Rahmen des Nachweises der Tragsicherheit sind folgende Grenzzustände von Bedeutung:

- Typ 1 Gesamtstabilität des Bauwerks
- Typ 2 Tragwiderstand des Tragwerks oder eines Bauteils
- Typ 3 Tragwiderstand des Baugrundes
- Typ 4 Widerstand des Tragwerks / Bauteils auf Ermüdungsbeanspruchung

### 7.1 Grenzzustand Typ 1: Gesamtstabilität des Tragwerks

Bemessungssituation	1 LM5	2 Nutzlast	5 (Acc) Anprall
Ständige Einwirkungen			
- Eigenlasten	1.1/0.9	1.1/0.9	1.0
- Auflasten	1.1/0.9	1.1/0.9	1.0
Veränderliche Einwirkungen			
- LM5	1.45	1.0	1.0
- Nutzlast	1.0	1.5	0
- Schnee	0.6	0.6	0
- Wind	0.8	0.8	0
- Temperatur	0.6	0.6	0
Einwirkungen aus dem Baugrund:			
- Erddruck	1.1/0.9	1.1/0.9	1.0
- Erdauflast	1.35/0.7	1.35/0.7	1.0
- Wasser	1.05/0.95	1.05/0.95	1.0

Tabelle 20: Übersicht Grenzzustände Typ 1



## 7.2 Grenzzustand Typ 2: Tragwiderstand des Tragwerks / Bauteils

Bemessungssituation	1 LM5	2 Nutzlast	3 Wind	4 Schnee	5 (Acc) Anprall
Ständige Einwirkungen					
– Eigenlasten	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.0
– Auflasten	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.0
Veränderliche Einwirkungen					
– LM5	1.45	1.0	1.0	1.0	1.0 <sup>2</sup>
– Nutzlast	1.0	1.5	1.0	1.0	0
– Schnee	0.6	0.6	0.6	1.5	0
– Wind	0.8	0.8	1.5	0.8	0
– Temperatur	0.6	0.6	0.6	0.6	0
Einwirkungen aus dem Baugrund:					
– Erddruck	1.35/0.7	1.35/0.7	1.35/0.7	1.35/0.7	1.0
– Erdauflast	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.0
– Wasser	1.2/0.9	1.2/0.9	1.2/0.9	1.2/0.919	1.0

Tabelle 21: Übersicht Grenzzustände Typ 2

## 7.3 Grenzzustand Typ 2a: Grundbruch

Bemessungssituation	1 LM5	2 Nutzlast	3 Wind	5 (Acc) Anprall
Ständige Einwirkungen				
– Eigenlasten	1.35/1.0	1.35/1.0	1.35/1.0	1.0
– Auflasten	1.35/1.0	1.35/1.0	1.35/1.0	1.0
Veränderliche Einwirkungen				
– LM5	1.45	1.0	1.0	1.0 <sup>3</sup>
– Nutzlast	1.0	1.5	1.0	0
– Schnee	0.6	0.6	0.6	0
– Wind	0.8	0.8	1.5	0
– Temperatur	0.6	0.6	0.6	0
Einwirkungen aus dem Baugrund:				
– Erddruck	1.35/0.7	1.35/0.7	1.35/0.7	1.0
– Erdauflast	1.35/0.8	1.35/0.8	1.35/0.8	1.0
– Wasser	1.2/0.9	1.2/0.9	1.2/0.9	1.0

Tabelle 22: Übersicht Grenzzustände Typ 2a Grundbruch

<sup>2</sup> Im Fall eines Anpralls wird parallel das Entgleisungslastmodell 1 oder 2 berücksichtigt

<sup>3</sup> Im Fall eines Anpralls wird parallel das Entgleisungslastmodell 1 oder 2 berücksichtigt



## 7.4 Grenzzustand Typ 3: Tragwiderstand des Baugrunds

Bemessungssituation	1 LM5
Ständige Einwirkungen	
Eigenlasten	1.0
Auflasten	1.0
Veränderliche Einwirkungen	
LM5	1.25
Nutzlast	1.0
Schnee	0.6
Wind	0.8
Temperatur	0.6
Einwirkungen aus dem Baugrund:	
Erddruck	1.0
Erdauflast	1.0
Wasser	1.0

Tabelle 23: Übersicht Grenzzustände Typ 3 Tragwiderstand Baugrund

## 7.5 Grenzzustand Typ 4: Ermüdung

Bemessungssituation	1 LM5
Ständige Einwirkungen	
– Eigenlasten	-
– Auflasten	-
Veränderliche Einwirkungen	
– LM5	1.0
– Nutzlast	-
– Schnee	-
– Wind	-
– Temperatur	-
Einwirkungen aus dem Baugrund:	
– Erddruck	-
– Erdauflast	-
– Wasser	-

Tabelle 24: Übersicht Grenzzustände Typ 4 Ermüdung

## 7.6 Weitere grundbautechnische Faktoren

### 7.6.1 Partialfaktoren für geotechnische Nachweise

Partialfaktoren		Partialfaktor
Raumlast des Bodens	$\gamma_e$	$\gamma_\gamma = 1.0$
Tangens des Winkels der inneren Reibung	$\tan \phi'$	$\gamma_\phi = 1.2$
Kohäsion drainiert	$c'$	$\gamma_c = 1.5$

Tabelle 25: Partialfaktoren geotechnische Nachweise

### 7.6.2 Flachfundationen (gemäss SIA 267 Art. 8)

Folgende Grenzzustände sind nachzuweisen

- Typ 1 Gesamtstabilität
- Typ 2 Tragsicherheit von Tragwerken
- Typ 3 Standsicherheit eines Tragwerkes

Widerstandsbeiwert für Erdwiderstand an der Stirnseite des Fundamentes:  $\gamma_M = 1.4$



## 8 Bemessungssituationen Gebrauchstauglichkeit

Im Rahmen des Nachweises der Gebrauchstauglichkeit sind folgende Grenzzustände von Bedeutung:

- Funktionstüchtigkeit
- Komfort
- Aussehen

Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit umfassen folgende Bereiche:

- Risse und Spannungsnachweise
- Verformungen
- Setzungen

Bemessungssituation	Nutzungszustand 1 selten (Funktion)	Nutzungszustand 2 häufig (Komfort)	Nutzungszustand 3 quasi ständig (aussehen)
Lastfall	LM 5 / Nutzlast	LM 5 / Nutzlast	LM 5 / Nutzlast
Ständige Einwirkungen			
– Eigenlasten	-	1.0	1.0
– Auflasten	-	1.0	1.0
Baustoffeigenschaften			
– Schwinden	-	1.0	1.0
– Kriechen	-	1.0	1.0
Veränderliche Einwirkungen			
– LM5	1.0	1.0	0
– Nutzlast	-	1.0	0.6
– Schnee	-	-	-
– Wind	-	-	-
– Temperatur	-	-	-
Einwirkungen aus dem Baugrund			
– Erddruck	-	-	0.7
– Erdauflast	-	-	0.7
– Wasser	-	-	0.7
Aussergewöhnliche Einwirkungen			
– Anprall	-	-	-

Tabelle 26: Übersicht Grenzwerte der Gebrauchstauglichkeit

### Änderungsverzeichnis

Rev. 0

Erstfassung

19. Juni 2023



## 9 Anhang

### 9.1 Schnittkräfte Fahrleitungsmast 4 (KUMA)



#### TELEFAX TO

**FIRMA:** CES Bauingenieur AG  
Herr Ender  
Rain 42  
  
5001 Aarau

**TELEFAX NO:** 064 / 22 20 13

No. of Pages:....3.....

#### BD BAHNHOF BERIKON - WIDEN

##### Wirkmomente am Fahrleitungsmast Nr. 4

Die Momentrichtungen (M1, M2, M3), bezüglich des Masten, ersehen Sie aus der Skizze.

Das Abfangmoment M1 von ca. 110'000 Nm wird durch den Masten und die Ankerstange (auf der Höhe von ca. 7,70m ab SOK) kompensiert. Die Momente M2 und M3 setzen sich aus den Angaben im Datenblatt zusammen, wobei M3 erst bei einem Leiterbruch wirkt.

Ich hoffe, Ihnen hiermit gedient zu haben und stehe Ihnen für weitere Fragen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

**From:** Kümmler und Matter AG  
Hohlstrasse 176  
8026 Zürich

Telefon Nr. 01-247 47 47  
Telefax Nr. 01-291 02 62

**Date:** 26.02.92

R. Hügli  
Fahrleitungstechnik



**MASTBERECHNUNG** VS

**BD** **Bremgarten-Dietikon Bahn**

BD Bahnhof Berikon-Widen Mast Nr.: 4 Kilometer: 0

Masthöhe: 11.75 m

---

**AUSGANGSWERTE**

	Sektion	Art	a(Axe)	Winkel	Drahtzug	Höhe	Dr-Zg	C(Spannw.)
Speiseleitung:	120mm <sup>2</sup>	Steif	+0.80m	11.00°	800 Kg	11.25m	Zug	42.50m
	120mm <sup>2</sup>	Steif	-0.80m	11.00°	900 Kg	11.25m	Zug	42.50m
Fahrdrabt:	107mm <sup>2</sup>	Fdr	-5.30m	1.00°	700 Kg	5.95m	Zug	42.50m
	107mm <sup>2</sup>	Fdr	+1.95m	1.00°	700 Kg	5.95m	Druck	42.50m
	107mm <sup>2</sup>	Fdr	+5.30m	7.50°	700 Kg	5.95m	Druck	42.50m
Tragsseil:	50mm <sup>2</sup>	Staku	-5.30m	1.00°	800 Kg	7.95m	Zug	42.50m
	50mm <sup>2</sup>	Staku	+1.95m	1.00°	800 Kg	7.95m	Druck	42.50m
	50mm <sup>2</sup>	Staku	+5.30m	7.50°	800 Kg	7.95m	Druck	42.50m
Erdseil:	95mm <sup>2</sup>	Steif	+0.10m	8.50°	600 Kg	7.50m	Zug	42.50m

**MOMENTE [N-m]**

	QUER				LÄNGS	
	Winkelzug	Drahtgewicht	Schneelast	Wind auf Draht	Drahtzug	
Speiseleitung:	+16919	+368	+378	2955	+4413	
	+16919	-368	-378	2955	+4413	
Fahrdrabt:	+713	-2063	-2366	1476	+2042	
	-713	+759	+871	1476	+2042	
	-5343	+2063	+2366	1476	+2042	
Tragsseil:	+1089	-906	-1617	1348	+3119	
	-1089	+333	+595	1348	+3119	
	-8158	+906	+1617	1348	+3119	
Erdseil:	+6541	+36	+42	1753	+2942	

Momente infolge Tragwerk : Vorne= +4745 Hinten= -4240

Momente infolge Wind auf Mast= 14082 N-m

Summe Positive Momente=+57259 N-m) Summe Negative Momente=-27241 N-m) Summe Wind Momente= 30216 N-m)	==> MAX. MOMENT=	Quer 60234 5126	Längs 41333 3518	N-m N
--	------------------	-----------------------	------------------------	----------

Durchbiegung:

f Quer=  $5126 \cdot 11750^3 / 3 \cdot 210000 = 112.6 \cdot 10^6 = 120 \text{ mm} < f_{Zul}(1.2\%) = 141 \text{ mm}$

f Längs=  $3518 \cdot 11750^3 / 3 \cdot 210000 = 39.2 \cdot 10^6 = 236 \text{ mm} > f_{Zul}(2.0\%) = 235 \text{ mm}$   
 Anzug: +60mm +0.5%

Material Beanspruchung:

Sigma Quer=  $60234 \cdot 10^3 / 938 \cdot 10^3 = 65 \text{ N/mm}^2 < \text{Sigma Zul} = 160 \text{ N/mm}^2$

Sigma Längs=  $41333 \cdot 10^3 / 327 \cdot 10^3 = 129 \text{ N/mm}^2 <$

**Wahl = HEB 240 manuell Bestimmt**

