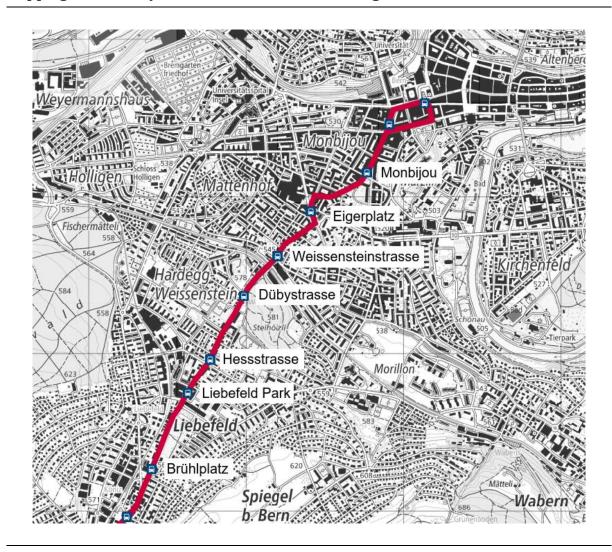




## Linie 10 Bern - Köniz

## Doppelgelenktrolleybus mit teilweiser Fahrleitung



# Plangenehmigungsverfahren

**156** 

Projektverfasser:



Staufferstrasse 4 3006 Bern Tel. 031 357 59 59 Nutzungsvereinbarung Spezialfundamente Unterführung Schwarzenburgstrasse

156\_L10\_33\_221130\_Nutzungsvereinbarung

	Kürzel	Datum
Erstellt	PF/LU	30.11.2022
Geprüft	PF/BA	30.11.2022
Freigegeben	BA	30.11.2022

## Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Verfasser	Änderungsbeschreibung

## Unterschriften

René Schmied
Direktor

BERNMOBIL

Christoph Roth
Projektleiter

Tiefbauamt Stadt Bern

Tiefoauamt ger/Stadt Bern
Stadtingenieur

Reto Zurbuchen
Stadtingenieur

Adrian Guggisberg
Projektleiter

Projektverfasser

smt ag, ingenieure + planer

Projektleiter, Fachbereichsleitung Tiefbau

Kai Lüthi

Sachbearbeiter

## Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Ziele für die Nutzung	4
1.1.	Gültigkeit und Abgrenzung	4
1.2.	Objektbeschreibung	4
1.3.	Grundlagen	4
1.4.	Nutzung	5
1.5.	Nutzlasten und Auflasten	5
2.	Umfeld und Drittanforderungen	8
2.1.	Angrenzende Bauten	8
2.2.	Altlasten	8
2.3.	Grundwasser	8
2.4.	Werkleitungen	8
2.5.	Baugrund	8
2.6.	Pfählung	9
3.	Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhalts	10
3.1.	Abdichtungen / Fugen	10
4.	Besondere Vorgaben der Bauherrschaft	11
4.1.	Verkehrsführung	11
5.	Schutzziele und Sonderrisiken	12
5.1.	Brand	12
5.2.	Erdbebenrisiko	12
5.3.	Rissbildung und Deformationen	12
5.4.	Schwingungen / Verformungen	12
5.5.	Nachbehandlung Beton	12
5.6.	Chemische Einwirkungen / Chloride	12
5.7.	Sonderrisiken	12

#### 1. Allgemeine Ziele für die Nutzung

Die Nutzungsvereinbarung beschreibt die Nutzung- und Schutzziele der Bauherrschaft sowie die grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung und Nutzung des Bauwerks. Sie dient als Dialog zwischen Bauherrn und Projektverfasser.

## 1.1. Gültigkeit und Abgrenzung

Die vorliegende Nutzungsvereinbarung bezieht sich auf den Neubau der Spezialfundamente bei der Unterführung entlang der Schwarzenburgstrasse im Bereich Weissenstein in Bern.

#### 1.2. Objektbeschreibung

#### 1.2.1. Ausgangslage

Die Buslinie Nr. 10 von BERNMOBIL soll ab Dezember 2025 mit elektrobetriebenen Doppelgelenktrolleybussen bedient werden. Aus diesem Grund muss die Strecke der Linie 10 mit Fahrleitungen ausgerüstet werden. Für diese müssen entlang des Projektperimeters Fahrleitungsmasten und deren Fundamente erstellt werden.

Die Mastfundamente werden im Regelfall mit den Standartfundamenten nach Angabe Bernmobil erstellt. Im Bereich der Unterführung Schwarzenburgstrasse, welche die BLS-Brücke unterquert, sind diese Standartfundamente nicht ausführbar. Die vorhandenen Platzverhältnisse sowie die Stützkonstruktionen aus den 1960er Jahren (Inbetriebnahme 1964) verunmöglichen den Bau.

Aus diesem Grund wurden verschiedene Varianten für Spezialfundamente überprüft.

Die verfügbaren Planunterlagen sind für die Beurteilung der statischen Funktion ungenügend. Aufgrund der teilweise vorhandenen Bewehrungspläne ist anzunehmen, dass die bestehenden Stützmauern nur auf die aktuelle Lastsituation ausgelegt sind. Deshalb muss ein statisch unabhängiges System für die Mastfundamente gewählt werden.

Aufgrund der Platzverhältnisse und den bestehenden Werkleitungen in diesem Abschnitt sind die Fundamente mit einer Tiefenfundation zu erstellen, um den Fundamentkörper möglichst klein auszugestalten. Dabei sind die Abmessungen der Fahrleitungsmasten, die Distanz zu der bestehenden Stützkonstruktion und die Fahrbahnbreiten des Rad- und Gehwegs zu berücksichtigen.

#### 1.2.2. Projekt

Die zu betrachtenden Mast-Fundationen betreffen den Bereich der Unterführung Schwarzenburgstrasse. Es ist geplant, je Strassenseite neun Fahrleitungsmaste im oberen Bereich der bestehenden Stützmauer mittels eines neu zu erstellenden Fundamentes abzustellen. Die Fundamente selbst werden mit Hilfe von Mikropfählen in den Baugrund tiefenfundiert. Die bestehende Stützmauer wird durch die Mast-Fundationen nicht beansprucht.

#### 1.3. Grundlagen

#### 1.3.1. Normen

SIA 260 (2013)	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
SIA 261 (2020)	Einwirkungen auf Tragwerke
SIA 261/1 (2020)	Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen
SIA 262 (2013)	Betonbau
SIA 262/1 (2019)	Betonbau – Ergänzende Festlegungen
SIA 263 (2013)	Stahlbau
SIA 263/1 (2020)	Stahlbau – Ergänzende Festlegung
SIA 267 (2013)	Geotechnik
SIA 267/1 (2013)	Geotechnik – Ergänzende Festlegungen

Während der Ausführungs- und Nutzungsphase gelten im Allgemeinen alle Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien. Verbindlich sind Weisungen und Richtlinien der zuständigen Bundesstellen (ASTRA, BAFU, etc.), kantonalen und kommunalen Behörden sowie die einschlägigen Regelwerke der Fachverbände (SIA,

VSS, VSA, etc.) und weitere Fachnormen. Falls Abweichungen von den Regelwerken unumgänglich sein sollten, ist in jedem Fall die Bauherrschaft zu informieren.

## 1.3.2. Projektbezogene Grundlagen

- [1] 103\_L10\_33\_221130\_Situation Fahrleitungen Teil 3
- [2] 104\_L10\_33\_221130\_Situation Fahrleitungen Teil 4
- [3] 154\_L10\_33\_221130\_Spez. Fundament Typ UNF
- [4] 155\_L10\_33\_221130\_Ansichten Spez. Fundament Typ UNF
- [5] 506\_L10\_333\_221130\_ Situation Werkleitungen Teil 6
- [6] 507\_L10\_333\_221130\_ Situation Werkleitungen Teil 7

## 1.4. Nutzung

#### 1.4.1. Nutzungsdauer/Restnutzungsdauer

Die Nutzungsdauer beschreibt die Zeitspanne, während welcher das Bauwerk der hier definierten Nutzung genügen soll. Diese wird für Betontragwerke und Stahlbauteile auf 50 Jahre festgelegt.

Durch regelmässige Unterhalts- und Sanierungsarbeiten kann die Nutzungsdauer erhöht werden.

## 1.5. Nutzlasten und Auflasten

#### 1.5.1. Geometrie

Allen Masten ist gemein, dass sich ihre Oberkante 10.5 m oberhalb der Fahrbahn befinden.

### 1.5.2. Einwirkungen

Die Einwirkungen auf die Maste, hervorgerufen durch die Fahrleitungen, werden seitens Kummler+Matter AG, Dällikon angegeben (Mail von Reto Müller, 23.02.2022):

Auszug aus genanntem Mail:

## Maste für Trennstelle (036-07-036 & 036-07-037; 037-07-001 & 037-07-002)

Höhe Oberkante Fund.	Spitzenzug ausgewählt / Spitzenzug gerechnet [kN]	Mast- höhe	Funda- ment- typ	Nutzbares Mastmo- ment	Max. resul- tierendes Mastmo- ment	Ungefähres Mast- gewicht
0m	26 kN (ger. 22.3 kN)	12.00 m	BEM 2	273'000 Nm	234'500 Nm	ca. 940 kg à ca. 1t
1.0m	22 kN (ger. 21.9 kN)	11.00 m	BEM 2	209'000 Nm	207'600 Nm	840kg (würde aber dasselbe rechnen wie oben)
2.4m	22 kN (ger. 20.0 kN)	10.00 m	BEM 1	187'000 Nm	169'900 Nm	840kg (würde aber dasselbe rechnen wie oben)

## **Restliche Maste Unterführung**

Höhe Oberkante Fund.	Spitzenzug ausgewählt / Spitzenzug gerechnet [kN]	Mast- höhe	Funda- ment- typ	Nutzbares Mastmo- ment	Max. resul- tierendes Mastmo- ment	Ungefähres Mast- gewicht
0m	18 kN (ger. 16.1 kN)	12.00 m	BEM 1	189'000 Nm	169'100 Nm	Keine Infos gefunden
2.8m	14 kN (ger. 13.8 kN)	9.50 m	BEM 1	112'000 Nm	110'000 Nm	Keine Infos gefunden

Gemäss Kummler+Matter AG sind für alle Einflussgrössen der jeweils obere Grenzwert gewählt worden. Diese Werte bilden jedoch ein charakteristisches Niveau ab; d.h. es sind noch keine Teilsicherheitsbeiwerte zusätzlich berücksichtigt worden.

 $Eingerechnet\ sind\ die\ Winkelzugkr\"{a}fte\ bei\ -\ 20°\ C\ und\ die\ Windlasten.\ Eisfall\ und\ Landungsanprall\ sind\ nicht\ eingerechnet.$ 

## 1.5.3. Bemessung der Mast - Fundationen

Seitens smt ag werden für die beiden Einspeise- Maste ein **Spitzenzug** von jeweils 26~kN und für die übrigen Maste in Höhe von 18~kN zugrunde gelegt.

Für die Ermittlung der Einwirkungen infolge Spitzenzug am Mast- Kopf auf den Fundamentkörper wird jeweils von einer Höhe der Mast- Spitze über der Fahrbahn von 10.5 m ausgegangen.

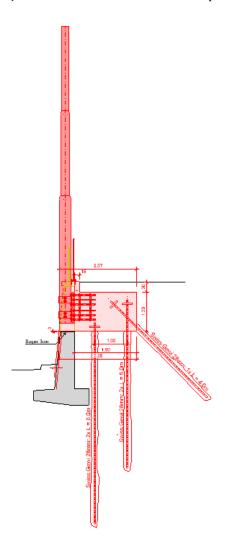


Abbildung 1: Schnitt durch Mast-Fundament inkl. Mast und best. Stützmauer

#### 1.5.4. Sicherheitsniveau der Einwirkungen

Im seitens Kummler+Matter AG angegebenen Spitzenzug- Wert sind sowohl ständige als veränderliche Last- Anteile beinhaltet. Diese Werte haben charakteristisches Niveau.

Die Bemessung der Mast- Fundation wird seitens smt ag für den Grenzzustand der Tragfähigkeit aus-geführt. Es liegt eine Bemessungssituation mit andauernden und vorübergehenden Einwirkungen vor, die seitens Kummler+Matter AG in den beschriebenen Spitzenzug- Werten resultieren.

Basierend auf der SIA 260:2013 "Grundlagen der Projektierung von Tragwerken" werden die angegebenen Spitzenzug- Werte seitens smt ag mit einem gemittelten Lastbeiwert in Höhe von 1.4 erhöht. Dieser setzt sich für den Grenzzustand Typ 2 aus dem Lastbeiwert  $\gamma_{G,sup}=1.35$  für ungünstig wirkende, ständige Einwirkungen sowie aus dem Lastbeiwert  $\gamma_Q=1.50$  für veränderliche Einwirkungen zusammen.

#### 2. Umfeld und Drittanforderungen

#### 2.1. Angrenzende Bauten

Die Fahrleitungsfundamente werden in die bestehende Stützkonstruktion integriert. Diese wird jedoch als statisch unabhängig System ausgelegt ohne konstruktive Verbindung zum Bestand ausgeführt.

#### 2.2. Altlasten

Das Projektareal ist nicht im Kataster der belasteten Standorte vermerkt. Altlastenrelevante Auswirkungen sind daher nicht zu erwarten.

#### 2.3. Grundwasser

Gemäss der geologischen Baugrunduntersuchung der Geotechnischen Institut AG, vom 14.09.2022 liegt der Projektstandort im Gewässerschutzbereich üB ("übriger Bereich). Ein Flächiges Grundwasservorkommen ist nicht vorhanden

#### 2.4. Werkleitungen

In der Projektierung sind die aktuellen Kataster und Werkpläne der jeweiligen Werkeigentümer berücksichtigt. Für die Ausführung sind diese als orientierend zu betrachten. Vor der Ausführung sind diese nach Absprache mit den Werkeigentümer zu sondieren oder durch diese abzustecken / anzuzeichnen.

#### 2.5. Baugrund

Das Baugrundrisiko trägt die Bauherrschaft.

Im Bereich der geplanten Mast- Fundation wurden Baugrunduntersuchungen durch das Geotechnische Institut in Bern vorgenommen. Der daraufhin erstellte Bericht datiert vom 14.09.2022.

Es wurden drei Rammkernbohrungen von je 15.0 m sowie SPT- Versuche vorgenommen.

Die mittels Mikropfählen zu gründenden Mast- Fundamente werden im oberen Bereich durch künstliche Auffüllungen (Schicht a) gefolgt von Felderschotter (Schicht b) und schliesslich Rückstausedimenten (Schicht c) flankiert. Dabei stellt sich je nach Aufschlussstelle die Mächtigkeit der Felder-schotter- Schicht als stark veränderlich dar.

Die Gründung der Mast- Fundamente wird komplett mittels Mikropfählen sichergestellt. Je Fundament werden fünf Mikropfähle eingebaut. Diese setzen sich aus je einem Paar auf Druck beanspruchten sowie einem Paar auf Zug beanspruchten Pfählen dar. Weiter ist ein einzelner, schräg einzubringender Mikropfahl für die Abtragung von horizontalen Kraftanteilen (Zug) zuständig.

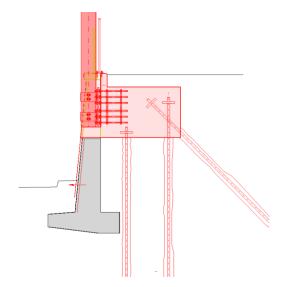


Abbildung 2: Schnitt durch Fundament

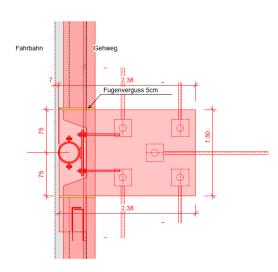


Abbildung 3: Grundriss - Darstellung

Die Mikropfähle werden allein auf Mantelreibung angesetzt. Je Bodenschicht wird die Mantelreibung wie folgt berücksichtigt:

Pfahltyp/Param	eter Selbstbohr-Mikropfahl, verpresst (D ≤ 300 mm)
Schicht	Mantelreibung q <sub>s,k</sub> [kN/m²]
a / künstliche Auffüllungen	-
b / Felderschotter	250
c / Rückstausedimente	220

Abbildung 4: charakteristische Mantelreibung der Mikropfähle für Selbstbohr-Mikropfähle

Schicht	Pfahltyp/Parameter	Verrohrt gebohrter Mikropfahl, verpresst (D ≤ 300 mm)  Mantelreibung q <sub>s,k</sub> [kN/m²]
a / künstliche	Auffüllungen	——————————————————————————————————————
b / Felderschotter		230
c / Rückstause	edimente	200

Abbildung 5: charakteristische Mantelreibung der Mikropfähle für verrohrt geobohrte-Mikropfähle

Für den äusseren axialen Pfahl- Tragwiderstand werden folgende Widerstandsbeiwerte und Umrechnungsfaktoren zugrunde gelegt:

Widerstandsbeiwert $\gamma_{M,a}$		
- für Druckpfähle	1.3	
- für Zugpfähle	1.6	
Umrechnungsfaktor ηa		
- bei Berechnung des Tragwiderstandes	0.7	

### 2.6. Pfählung

Es kommen selbstbohrende oder verrohrt zu bohrende Mikropfähle zur Anwendung.

Erforderlich ist ein Injektionskörper- Durchmesser von mindestens 170 mm. Für den Fall eines verrohrt zu bohrenden Mikropfahls kommen beispielsweise ein Swiss Gewi

 $\emptyset$  32 mm für ein Mast- Fundament eines Einspeisemastes bzw. ein Swiss Gewi  $\emptyset$  28 mm für ein Mast- Fundament eines übrigen Mastes zur Anwendung.

Die Mikropfähle sind konform der Schutzstufe 3a auszuführen um allfällig auftretenden Streuströmen entgegenzuwirken.

## 3. Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhalts

## 3.1. Abdichtungen / Fugen

Die Trennfugen zwischen der bestehenden Stützkonstruktion und dem Fahrleitungsfundament werden mit einer Trennschicht aus Sagex erstellt. Nach dem betonieren wird die Fuge ausgekratzt und mit einem elastischen Fugenmaterial versehen.

## 4. Besondere Vorgaben der Bauherrschaft

## 4.1. Verkehrsführung

Für die Arbeiten werden örtliche Verengungen der Fahrbahnen und Gehwege nötig sein. Der Verkehr wird wo möglich im bestehenden Strassenquerschnitt geführt. Es sind keine Verkehrsumleitungen in die angrenzenden Quartiere nötig. In den Abschnitten, in welchen Arbeiten ausgeführt werden, und den angrenzenden Quartieren wird mit flankierenden Massnahmen (u.a. Quartierschutz/Durchfahrtsverbote, Sicherung von Fussgänger und Velobeziehungen) die Verkehrssicherheit für sämtliche Verkehrsteilnehmende jederzeit sichergestellt.

Die Unterführung Schwarzenburgstrasse ist keine Ausnahmetransportroute.

## 5. Schutzziele und Sonderrisiken

## 5.1. Brand

Bezüglich der Fundamente nicht relevant.

#### 5.2. Erdbebenrisiko

Bezüglich der Fundamente nicht relevant.

## 5.3. Rissbildung und Deformationen

Bezüglich der Fundamente nicht relevant.

## 5.4. Schwingungen / Verformungen

Bezüglich der Fundamente nicht relevant.

## 5.5. Nachbehandlung Beton

Dies ist bei einer fachgerechten Ausführung zwingend.

## 5.6. Chemische Einwirkungen / Chloride

Diese sind bei der Wahl für die Expositionsklassen des Betons berücksichtigt.

#### 5.7. Sonderrisiken

Akzeptiert werden die folgenden Sonderrisiken: Unwetter inkl. Orkane, ungewöhnlich intensive Niederschläge Explosionen, mutwillige Beschädigungen, Transportunfälle mit Gefahrgut, Flugzeugabsturz u.a.