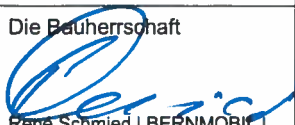




<b>Bericht genehmigt:</b>	
Bern, 11. März 2022	Bern, 11. März 2022
 Die Bauherrschaft René Schried   BERNMOBIL   Eigerplatz 3   3000 Bern	Der Projektverfasser Energie Wasser Bern Monbijoustrasse 11 Postfach Christian Schindler   Energie Wasser Bern   Stöckacker- strasse 33   3018 Bern

## Projekte Seftigenstrasse

### Auflageprojekt

# Tram Kleinwabern (SEFT 1)

## Technischer Bericht Gleichrichteranlagen

	Ver	Bemerkungen	Datum	vis
<b>Projektverfassende</b> Energie Wasser Bern Monbijoustrasse 11 3011 Bern				
<b>Gesamtprojektleitung</b>	<b>tbf</b> partner		TBF + Partner AG Schwanengasse 12 3011 Bern	

# Impressum

**Verfassende:** Energie Wasser Bern  
Christian Bieber / NP

**Auftraggebende:** Bauherrngemeinschaft Projekte Seftigenstrasse  
c/o BERNMOBIL  
Eigerplatz 3  
3000 Bern 14

## Referenzierte Dokumente

Ref.	Titel	Version	Datum	Ersteller
[1]	ECH-192.49-001.V1.0 Netzstudie für Speisekonzept	V2.0	03.07.20	ENOTRAC AG
[2]	Bauprojekt Gleichrichterstationen Tram Region Bern	V0200	30.1.13	ewb
[3]	BERNMOBIL, Schutzkonzept, Dachdokument, ECH-192.36-001	Version 1.0	05.09.17	ENOTRAC AG
[4]	Erdungs- und Rückleitungskonzept Tram- und Trolleybusnetz BERNMOBIL, Bericht zum Konzept, ECH-192.51-001	Version 1.0	08.04.21	ENOTRAC AG
[5]	Konzept Gleichrichteranlage, ECH- 192.51- 002.V1.0.Schemas_Erdungskonzept 08.04.2021	Version 1.0	08.04.21	ENOTRAC AG
[6]	Arbeitsanweisung Sicherheitskonzept Elektrizität		4.4.18	ewb

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Referenzierte Dokumente</b> .....	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Ausgangslage</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Begründung des Vorhabens</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Vorgesehene Massnahmen</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Projektbeschreibung</b> .....	<b>8</b>
4.1. Standorte .....	8
4.2. Schnittstellen .....	9
4.3. Aufbau einer Station .....	10
4.4. Schutzeinrichtung, Erdung .....	11
4.5. Kommunikation/Fernüberwachung .....	11
4.6. Werkleitungen .....	11
<b>5. Umweltbericht</b> .....	<b>13</b>
5.1. Lärm .....	13
5.2. NISV .....	13
5.3. Streustrom .....	13
<b>6. Sicherheitsbericht</b> .....	<b>14</b>
6.1. Risikoanalyse Bau .....	14
6.2. Risikoanalyse Betrieb .....	15
<b>7. Bauablauf</b> .....	<b>16</b>
<b>8. Kostenvoranschlag</b> .....	<b>17</b>
<b>9. Vertragliche Vereinbarungen</b> .....	<b>19</b>
<b>10. Ausführungsantrag</b> .....	<b>20</b>
<b>11. Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>21</b>
<b>Anhang I –Speisekonezpt</b> .....	<b>22</b>
<b>Anhang II –GR Bächtelen</b> .....	<b>23</b>
Situationsplan .....	23
Gebäudeplan .....	25
Speiseleitung Sektorenspeisung Wabern und Kleinwabern .....	27
Disposition .....	28
NISV Beurteilung .....	29

<b>Anhang III –GR Wendeschlaufe Kleinwabern .....</b>	<b>30</b>
Situationsplan .....	30
Speiseleitung Sektorenspeisung Kleinwabern .....	32
Disposition .....	33
NISV Beurteilung .....	34
<b>Anhang IV Erschliessung MS-Anlagen im Ring .....</b>	<b>35</b>
GR Bächtelen .....	35
GR Wendeschlaufe .....	35
<b>Anhang V –Prinzipschema GR Anlage .....</b>	<b>36</b>
<b>Anhang VI –Erdungsschema .....</b>	<b>37</b>
<b>Anhang VII Prinzipschema MS-Anlage .....</b>	<b>38</b>
<b>Anhang VIII –Signalkabel.....</b>	<b>39</b>
LWL Faserführungsschema .....	39

# 1. Ausgangslage

Das bereits projektierte Projekt «Tram Region Bern» wurde im Jahre 2014 von dem Stimmbürgerinnen und Stimmbürgern abgelehnt. Mit dem Ja zu einer separaten Auflage «Verlängerung der Tramlinie 9» von Bund, Kanton und Gemeinde Köniz sowie Könizer Bevölkerung besteht nun ein klarer politischer Auftrag das Projekt umzusetzen.

Die Tramlinie 9 wird von der heutigen Endhaltestelle «Wabern» um 1,4 Kilometer bis nach Kleinwabern verlängert. Dort entsteht westlich des Balsigerguts rechtwinklig zur Seftigenstrasse eine Wendeschleife mit der neuen Endhaltestelle «Kleinwabern». Dazwischen werden neu die beiden Haltestellen «Bächtelenacker» und «Lindenweg» eingerichtet. Gemäss heutiger Planung soll die verlängerte Tramlinie 2026 realisiert sein.

Der Stationsraum für die GR-Anlage Bächtelen wurde im Zusammenhang mit der Wohnüberbauung Bächtelen bereits realisiert und ein Dienstbarkeitsvertrag wurde erstellt.

Durch die aktualisierte Netzberechnung durch enotrac (Ref.[1]) wurde festgestellt, dass die Energieversorgung speziell im Fall n-1 mit einem zusätzlichen Gleichrichter nicht ausreichend ist. Aus diesem Grund wird bei der Endhaltestelle eine weitere Anlage geplant.

## 2. Begründung des Vorhabens

Für die sichere Traktionsstromversorgung des Linienschenkels Ostermundigen sind gemäss Netzberechnungen der Firma Enotrac (Ref.[1]) zwei neue Gleichrichterstationen notwendig.

Die im Bauprojekt „Tram Region Bern“ (Ref.[2]) bereits projektierte Gleichrichteranlage bei der Haltestelle Bächtelenacker ist unter Berücksichtigung von n-1-Speisesituationen nicht ausreichend. Bei Nichtverfügbarkeit der geplanten Gleichrichterstation entsteht eine sehr lange Stichspeisung von Sandrain bis nach Kleinwabern. Dadurch ist der Gleichrichter Sandrain überlastet.

Aus diesem Grund wurde der Bau einer zusätzlichen neuen Gleichrichteranlage geplant. Das aus der Studie empfohlene Speisekonzept mit zwei neuen Gleichrichterstationen, bei der Haltestelle Bächtelenacker und bei der Wendeschleife in Kleinwabern ist im Anhang 1 dargestellt.

### 3. Vorgesehene Massnahmen

Die Realisierung neuer Gleichrichterstationen umfasst im Wesentlichen folgende Arbeiten:

- Projekt-/Bauleitung und Projektcontrolling
- Einbringung und Montage aller Anlagenkomponenten (MS-Anlage, GR-Transformator, Gleichstromanlage, Fernwirkanlage, Lüftung, Eigenbedarf)
- Verkabelung der Anlagekomponenten im Stationsraum
- Einzug, Montage der Leitungsanlagen von der GR-Anlage zu den Aufstiegstrennern und den Anschlusskasten der Schiene
- Tests und Inbetriebsetzung der Anlage
- KS-Prüfungen und Betriebsaufnahme
- Abnahme und Enddokumentation

#### Leistungen von BKW im Auftrag von ewb

- Einbindung der benötigten MS-Anlagen in das BKW Netz
- Netzanschluss für die Niederspannungsversorgung

#### **Abgrenzungen**

#### Leistungen smt AG im Auftrag von der GPL TRAM Kleinwabern

- Bau des notwendigen Trassees für die Leitungsanlagen der Traktionsstromversorgung
- Bau des notwendigen Trassees für die LWL Anbindung aller GR Stationen
- Bau des notwendigen Trassees für die Einbindung der GR Anlagen in das MS- Netz der BKW
- Bau des notwendigen Trasses für die Erstellung eines Netzanschlusses pro Stationsraum
- Erstellung des Stationsraumes (Betonhülle) inkl. Bodentor für den Gleichrichter in der Wendeschlaufe
- Dienstbarkeitsverträge für den Stationsraum Wendeschlaufe und die benötigten Rohranlagen für beide Stationsräume

## 4. Projektbeschreibung

### 4.1. Standorte

#### **GR Bächtelen**

Der unterirdische Stationsraum wurde in einem Anbau am Gebäude Köniz-BBl.-Nr.10527 (Tiefgarage) bereits erstellt. Unmittelbar neben dem Gleichrichterstationsraum befindet sich eine Trafostation der BKW AG. Der Gleichrichterraum weist abgesehen von Lüftungschächten keine Aufbauten auf und ist von aussen nicht ersichtlich.

Der Zugang zum GR-Raum erfolgt über die Tiefgarage, welche vom Bächtelenweg her zugänglich ist. Die Einbringung der Anlageteile erfolgt ebenfalls über die Tiefgarage und die genügend breit dimensionierte Zugangstüre. Für die Belüftung der Anlage sind Lüftungschächte zum obliegenden Platz realisiert. Der Rohbau wurde im Jahr 2016 ohne Mängel abgenommen.

Die Anlage speist in die Sektoren Wabern / Kleinwabern (siehe Anhang II).

Standortsicherung:

Der Standort wurde in dem Dienstbarkeitsvertrag DBKV-Kö-2005\_Kleinwabern rechtlich gesichert.

#### **GR Wendeschlaufe Kleinwabern**

Es ist eine unterirdische Station in der neu geplanten Wendeschlaufe (Parzelle Nr. 292) vorgesehen. Der Zugang zum unterirdischen Raum erfolgt über einen Treppenabgang. Das Gebäude weist bis auf die Überdeckung des Treppenabgangs mittels Bodentor keine weiteren Aufbauten auf. So wird die Sichtbarkeit der Anlage nach den technischen Möglichkeiten auf ein Minimum reduziert.

Die Einbringung der Anlagenteile erfolgt ebenfalls über den genügend breit dimensionierten Abgang und die Zugangstüre. Für die aktive Belüftung sind Lüftungsschächte vorgesehen.

Die Anlage speist den Sektor Kleinwabern (siehe Anhang III).

Standortsicherung:

Der Standort ist im Projekt definiert. Die rechtliche Sicherung mit einem Dienstbarkeitsvertrag wird im Rahmen der generellen Landsicherungen durch das Gesamtprojekt Tram Kleinwabern realisiert.



## 4.2. Schnittstellen

Die Projektierung und Ausführung der kompletten Gleichrichteranlagen sowie der Leitungsanlagen für die Traktionsversorgung liegen in der Verantwortung von ewb (nach Beauftragung gemäss Leistungsvertrag „Infrastruktur Gleichrichteranlagen“ zwischen BERNMOBIL und ewb).

Die Projektierung und Erschliessung der MS-Schaltanlage und des Netzanschlusses liegt in der Verantwortung der BKW im Auftrag von ewb.

Die Erstellung der Gebäudehülle für die neu zu bauende unterirdische Gleichrichterstation sowie Tiefbauarbeiten und die Rohranlagen liegen in der Verantwortung der smt AG.

Der Aufstiegstrenner und die Verkabelung zur Fahrleitung liegen in der Verantwortung der FL-Planung.

Die für den Anschluss der Rückleiter notwendigen Gleisanschlusskästen sind in der Planung des Gleisbaus zu berücksichtigen.

Mit der Inbetriebnahme gehen die GR-Stationen (inkl. Leitungsanlagen der Traktionsversorgung) in das Eigentum von BERNMOBIL über. Einzig die Ringkabelfelder der MS-Anlage bleiben im Eigentum der BKW. Die Eigentumsgrenze auf der 0.4kV-Seite sind die Eingangsklemmen des Anschlussfeldes.

Die GR-Station wird durch ewb betrieben, überwacht und unterhalten (gemäss geltendem Leistungsvertrag „Betriebsführung und Überwachung, Pikett sowie Instandhaltung der GR-Anlagen“ zwischen BERNMOBIL und ewb). Für den Betrieb der Anlagen ist deshalb das Sicherheitskonzept Elektrizität von ewb massgebend. Dieses wurde im Zusammenhang mit dem Plangenehmigungsverfahren für den Neubau des GR Länggasse dem BAV bereits abgegeben.

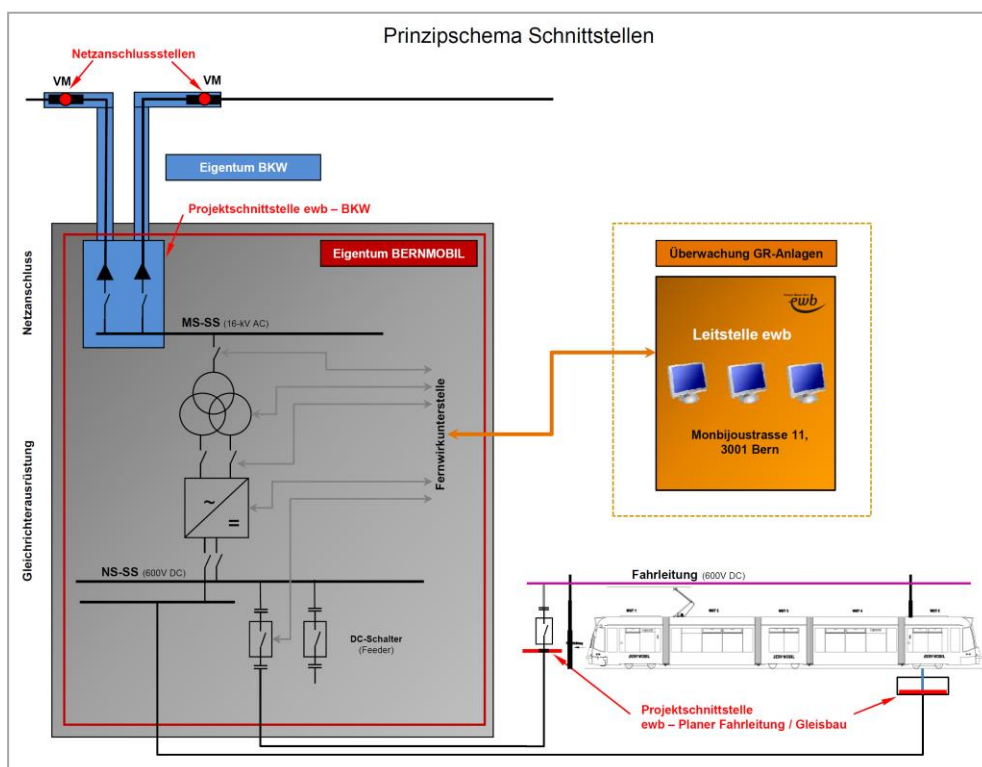


Abbildung 1: Prinzipschema Schnittstellen

### 4.3. Aufbau einer Station

Die MS-Versorgung der neuen GR-Stationen erfolgt über das 16kV MS-Netz der BKW. Die Versorgung der Stationen im Ring (siehe Anhang IV) gewährleistet eine hohe Versorgungssicherheit.

Über den Leistungsschalter (mit Schutzgerät), welcher in der SF6-Schaltanlage eingebaut ist wird der Transformator versorgt (s. Anhang VII),. Die Energiemessung erfolgt in einer separaten Zelle und ist als Lastgangmessung konzipiert. Alle Teile der 16-kV-Anlage sind gemäss der Spannungsreihe 24-kV isoliert.

Der 12-pulsige Gleichrichter wird durch einen 3-Wickel-Transformator versorgt. Der Transformator mit einer Leistung von 1000kVA ist in Giessharztechnik ausgeführt, womit sich die Massnahmen zum Schutz vor ausfliessendem Öl erübrigen.

Jeder an der DC-Sammelschiene angeschlossene Abgang kann mit einem Trenner auf die Umgehungssammelschiene (Überbrückung) geschaltet werden.

Die unbemannte Station wird von der zentralen ewb-Betriebsleitstelle Monbijou gesteuert und dauernd während 24 Stunden überwacht.

Eine GR-Anlage beinhaltet folgende Komponenten:

MS Schaltanlage	1 Stk.
Transformator 1'000 kVA	1 Stk.
Gleichrichter	1 Stk.
Einspeise- und Rückleiterfeld	1 Stk.
Streckenfelder	GR Bächtelen 2 Stk., GR Wendeschlaufe 1 Stk.
Fernwirkanlage/Steuerung	1 Stk.
Verteilung AC, DC	1 Stk.
Lüftung	1 Stk.

Die Anlagen bzw. der Auflagerahmen sind entsprechend vorbereitet, so dass nachträglich mind. ein weiterer Abgangsfeeder angebaut werden kann.

Der Aufbau und die Anordnung der Anlagen können dem Prinzipschema (s. Anhang V), dem Erdungsschema (s. Anhang VI) sowie den Dispositionen (s. Anhang II und III) entnommen werden.

#### Lüftung

Die neuen Gleichrichteranlagen werden mit Aussenluft gekühlt. Dazu wird an der Wand ein Lüftungsaggregat mit Filter und Ventilator aufgestellt werden. Der eingesetzte EC- Motor wird auf die erforderliche Luftmenge eingestellt. Die Aussenluft wird über ein Kanalnetz aus verzinktem Stahlblech zum Lüftungsgerät geführt. Damit das Ventilatorengeräusch in der Umgebung nicht stört, wird ein Schalldämpfer vorgesehen. Die Zuluft wird direkt in den Doppelboden eingeblasen. Die warme Abluft wird im Überdruck durch eine Wandöffnung über ein Wetterschutzgitter ins Freie bzw. in das Treppenhaus ausgeblasen. Die Anlage wird mit einer Temperatur- Regulierung in einem Schaltschrank angesteuert.

Die neu geplanten Gleichrichteranlagen werden auf der Grundlage folgender Dokumente projiziert:

- BERNMOBIL, Schutzkonzept, Dachdokument, ECH-192.36-001, Version 1.0 vom 05.09.2017
- Erdungs- und Rückleitungskonzept Tram- und Trolleybusnetz BERNMOBIL, Bericht zum Konzept, ECH-192.51-001, Version 1.0 vom 08.04.2021
- Konzept Gleichrichteranlage, ECH-192.51-002.V1.0.Schemas\_Erdungskonzept vom 08.04.2021

Die oben erwähnten Dokumente wurden im Rahmen von dem Plangenehmigungsverfahren Neubau GR Länggasse dem BAV bereits abgegeben.

#### 4.4. Schutzeinrichtung, Erdung

Das digitale Schutz- und Steuergerät in der MS-Leistungsschalterzelle überwacht Primär- und Sekundärkabel sowie die Transformator – Gleichrichter – Gruppe auf Kurzschluss und Überlast. Im Störfall wird durch das Schutzgerät der Mittelspannungsschalter ausgeschaltet. Der Transformator wird auf Kern- und Wicklungstemperatur, die Dioden auf Temperatur und Kurzschluss überwacht.

Die Streckenfelder der Gleichstromschaltanlage werden von einem digitalen Schutzgerät auf Kurzschluss und Überlast überwacht. Als Reserveschutz dient der elektromagnetische Auslöser des Leistungsschalters und übergeordnet das Schutzgerät auf der Mittelspannungsseite.

Die korrekte Einstellung und die zuverlässige Funktion der digitalen Schutzgeräte werden bei Inbetriebnahme geprüft und protokolliert.

Die gegenüber Stationserde isoliert aufgestellten Gleichstromgerüste werden mit einem kurzschlussfesten Shunt und daran angeschlossenen Überstromrelais auf Fehlerstrom überwacht. Bei Überschreiten des einstellbaren Schwellwertes, werden alle Leistungsschalter der Anlage ausgeschaltet.

Ein Spannungsrelais zwischen den beiden Erdungssystemen überwacht die zwei Potentiale auf gefährliche Berührungsspannungen. Bei Überschreiten der zulässigen Berührungsspannungen (Personenschutz), werden alle Leistungsschalter ausgeschaltet. Der Berührungsschutz des Transformators wird in Form eines feinmaschigen Gitters realisiert, welches den Transformator in sicherem Abstand umgibt

Alle Spannung führenden Teile sind gemäss Art. 34 der Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung SR 734.2) gegen Berührung gesichert.

Die Stationstür EI30 wird mit einem Panikschloss ausgerüstet, welches das Verlassen der Anlage ohne Schlüssel gewährleistet. Ferner befinden sich in der Station eine Apotheke und ein Plakat für Soforthilfe bei Unglücksfällen.

#### 4.5. Kommunikation/Fernüberwachung

Für die Fernüberwachung und –steuerung durch die ewb-Betriebsleitstelle Monbijou werden die neuen Gleichrichterstationen mit LWL erschlossen. Das Leitsystem muss entsprechend erweitert und angepasst werden.

#### 4.6. Werkleitungen

##### Trasse

Die notwendigen Rohrblöcke für die Leitungsanlagen von den neuen Gleichrichterstationen zu den Einspeisemasten, zu den Gleisanschlusskasten und dem Tramtrasse werden im Rahmen des Bau- und Ausführungsprojektes durch das TP SEFT1 und SEFT2 realisiert. Die Kosten für die Tiefbauarbeiten sowie Rohranlage sind in den jeweiligen Teilprojekten berechnet und in deren Kostenvoranschlag enthalten. Die geplante Rohranlage ist in den entsprechenden Werkleitungsplänen ersichtlich.

Für die GR-Station Bächtelen wird folgende Rohranlage realisiert:

2xPE120 Speiseleitung zum FLM

2xPE120 bzw. 4xPE80 Rückleitung zum Gleisanschluss

1xPE120 LWL Kommunikation

4xPE120 Reserve

Für die GR-Station Wendeschlaufe wird folgende Rohranlage realisiert:

2xPE150 MS-Erschliessung BKW  
 1xPE150 Netzanschluss (80A) BKW  
 2xPE120 Speiseleitung zum FLM  
 2xPE120 bzw. 4xPE80 Rückleitung zum Gleisanschluss  
 1xPE120 LWL Kommunikation  
 2xPE120 Reserve

### **Leitungsanlagen AC**

Die AC-Leitungsanlagen zu den Ringkabelfeldern der MS-Anlage werden durch die BKW realisiert. Ebenso der Netzanschluss 80A pro Station. Der Leitungsverlauf ist im Anhang IV ersichtlich. Die MS/NS Erschliessung der GR-Anlage Bächtelen erfolgt ab der angrenzenden Trafostation (TS Bächtelenweg 77) der BKW. Die MS/NS Erschliessung der GR-Anlage Wendeschlaufe erfolgt ab Trafostation (TS Seftigenstrasse 372a) der BKW.

### **Leitungsanlagen DC**

Die DC-Leitungsanlagen werden durch den Netzbau von ewb realisiert. Nachfolgend eine Zusammenstellung aller Einspeisepunkte und den daraus resultierenden Kabellängen. Den Verlauf der Leitungsanlagen ist in den Anhängen II und Anhängen III und den entsprechenden Werkleitungsplänen ersichtlich.

#### GR Bächtelen, Sektor «Wabern»

Speiseleitung 2x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt FLM, Länge ca. 80m  
 Rückleitung 2x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt Gleisanschlusskästen, Länge ca. 90m

#### GR Bächtelen, Sektor «Kleinwabern»

Speiseleitung 2x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt FLM, Länge ca. 80m  
 Rückleitung 2x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt Gleisanschlusskästen, Länge ca. 90m

#### GR Wendeschlaufe, Sektor «Kleinwabern»

Speiseleitung 2x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt FLM, Länge ca. 180m  
 Rückleitung 4x240 mm<sup>2</sup>, Anschlusspunkt Gleisanschlusskästen, Länge ca. 180m

### **Signalkabel**

Für die Erschliessung der neuen GR-Stationen wird ein PE120 Rohr mit einem LWL-Signalkabel (12FS LWL Mikrokabel) entlang des Tramtrasses bis auf den nächstgelegenen Einschlaufungspunkt des bestehenden LWL-Netzes von ewb geführt (s. Anhang VIII). Über einen Zugschacht werden die GR-Stationen jeweils eingeschlaucht.

Das PE120 Rohr wird mit Mikro-Rohren ausgerüstet.

## 5. Umweltbericht

### 5.1. Lärm

Die Umliegenden Gebäude beim Gleichrichter Bächtelen befinden sich, gemäss Lärmempfindlichkeitsstufenplan, in der Empfindlichkeitsstufe II bzw. die Erdgeschossnutzung in der Empfindlichkeitsstufe III. In der Stufe II sind Immissionsgrenzwerte von Tag: 55dBA und Nacht: 45dBA festgelegt. Die Gleichrichteranlage Wendeschlaufe befindet sich in der Empfindlichkeitsstufe III. In der Stufe III sind Immissionsgrenzwerte von Tag: 60dBA und Nacht: 50dBA festgelegt.

Die Lärmemissionen von Transformator und Lüftungsanlage werden durch entsprechende bauliche Massnahmen eingedämmt. Ausserhalb eines Stationsgebäudes treten kaum wahrnehmbare Lärmemissionen auf.

Die Lärmschutzverordnung kann zu jeder Zeit eingehalten werden.

Empfindlichkeitsstufe (ES)		Planungswert (PW) In dB(A)		Immissionsgrenzwert (IGW) In dB(A)		Alarmwert (AW) In dB(A)	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	Erholung	50	40	55	45	65	60
II	Wohnen	55	45	60	50	70	65
III	Wohnen/Gewerbe	60	50	65	55	70	65
IV	Industrie	65	55	70	60	75	70

Abbildung 2: Lärmempfindlichkeitsstufenplan

### 5.2. NISV

Für jeden GR-Standort wurde eine NISV-Untersuchung durchgeführt (siehe Beurteilungsblatt im Anhang II und Anhang III).

Beim Standort Bächtelen wird eine Berechnung beauftragt und der Nachweis erbracht, dass mit den entsprechenden Abschirmmassnahmen die Anlagengrenzwerte (AGW) eingehalten werden. Beim Standort Wendeschlaufe sind keine Massnahmen nötig.

Mit den geplanten Massnahmen wird die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) bei allen GR-Stationen eingehalten.

### 5.3. Streustrom

Die Bahnerde wird von der Stationserde und somit vom Erdreich isoliert (siehe Anhang VI). Dadurch wird eine Verminderung von Streuströmen erreicht.

## 6. Sicherheitsbericht

### 6.1. Risikoanalyse Bau

Risikofaktor	Wahrscheinlichkeit	Mögliches Schadensmass	Massnahmen
Beschädigung von nicht bekannten Werkleitungen oder Lage von Werkleitungen stimmt nicht mit Kataster überein	mittel	gering bis gross	Beschaffung aktueller Werkleitungspläne. Evt. Sondagen von kritischen Leitungen. Trassearbeiten werden in der Verantwortung von dem Gesamtprojekt Tram Kleinwabern durchgeführt.
Gefährdung von Personen im Baustellenbereich	gross	mittel	Klare Trennung Baustelle / Bereich der Passanten. Einhaltung der SUVA-Vorschriften. Klare Führung der Passanten Klare Signalisation und Anschrift
Bau des Stationsgebäudes	klein	gross	Planung und Ausführung durch erfahrene Architekten/Bauingenieure
Einbringung und Montage der Anlage	gering	mittel	Sicherheits-/SUVA-Vorschriften befolgen; Fachpersonal mit anlagespezifischer Erfahrung
Qualität und Sicherheit der Anlage bei der Inbetriebnahme	klein	mittel	Fortschrittskontrolle, Prüfungen und Abnahmen vor der ersten IBN; Lieferant vor Ort

## 6.2. Risikoanalyse Betrieb

Risikofaktor	Wahrscheinlichkeit	Mögliches Schadensmass	Massnahmen
Qualität und Sicherheit im Betrieb	klein	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkvertragsregelungen für Garantiarbeiten</li> <li>- Qualitätssicherung beim Betrieb durch regelmässige Wartungen gemäss IH-Vertrag</li> </ul>
Störfall (Kurzschluss o.ä.)	klein	Mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlage wird 24 h überwacht</li> <li>- Pikettorganisation garantiert kurze Reaktionszeiten im Falle eines notwendigen Einsatzes vor Ort</li> </ul>
Versorgungssicherheit	klein	klein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MS-Einspeisung im Ring; MS-Ausfall wird von Leitstelle registriert; Kontakt Leitstelle ewb / Leitstelle BKW</li> </ul>
Streustrom, NIS	klein	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzung der definierten Massnahmen zur maximalen Reduktion der beiden Grössen</li> </ul>

Die Analysen zeigen, dass für den Bau verantwortbare und für den Betrieb keine wesentlichen Risiken bestehen. Sowohl während dem Bau als auch im Betrieb werden sämtliche, geltenden Vorschriften, Normen und Bestimmungen eingehalten.

## 7. Bauablauf

Der Bauablauf richtet sich grundsätzlich nach der übergeordneten Planung vom Gesamtprojekt Tram Kleinwabern. Das neue Stationsgebäude könnten frühzeitig, in Koordination mit dem Gesamtprojekt Tram Kleinwabern gebaut werden. Für den Anlagenbau wird eine Staffelung angestrebt, damit alle Stationen durch ewb-Fachkräfte realisiert werden können.

Mit Kenntnis der Ausführungsplanung, bzw. der bautechnischen Schnittstellen und Abhängigkeiten kann ein erster konkreter Terminplan erstellt werden.



## 8. Kostenvoranschlag

Für jede GR-Station wurde eine separate Kostenschätzung (Genauigkeit von +/- 10%) durchgeführt. Die Preispositionen der nachfolgenden Kostenzusammenstellung beinhalten im Wesentlichen folgende Leistungen:

### Pos. 1 MS-Anlage

- MS-Schaltanlage inkl. Montage
- MS-Verbindung zum GR-Trafo
- Parametrierung und IBS

### Pos. 2 Leitungsanlagen AC

- Netzanschluss NS 80A
- Einschlaufung in den MS-Ring der BKW

### Pos. 3 Gleichstromanlage

- Trafo 1000 kVA, Gleichrichter
- Schaltanlage inkl. Engineering und Projektmanagement Lieferant
- Montage und Anlageverkabelung
- Tests und Inbetriebsetzung

### Pos. 4 Leitungsanlagen DC

- Speise- und Rückleitung inkl. Einzug
- Anschluss an GR-Anlage, Aufstiegstrenner und Gleisanschlusskasten

### Pos. 5 Eigenbedarf

- El. Planung und Installation
- Hauptverteilung
- Ladegleichrichter
- Lüftungsanlage
- Montage und Inbetriebsetzung der Anlageteile
- Ringerdung

### Pos. 6 Fernwirkanlage

- LWL Erschliessung GR Anlage
- Einbindung der Anlagen in das Leitsystem von ewb
- Datenpunkttests

### Pos. 7 Gebäude

- Bodenkonstruktion (Doppelboden)
- Malerarbeiten
- Metallbauarbeiten wie Türen, Abdeckungen, Lüftungsgitter, Auflagerahmen usw.

### Pos. 8 Projektleitung

- Ausführungsplanung
- Projekt- / Bauleitung
- Projektcontrolling
- Erarbeitung der Submissionunterlagen und Durchführung der Submission

### Pos. 9 Diverses

- Transporte
- Gebühren
- Reserve

### Pos. 10 Ersatzteile

<b>GR Wendeschleufe Kleinwabern</b>		
Pos.	Bezeichnung	Betrag CHF
1	MS-Anlage	97'584
2	Leitungsanlagen AC	208'935
3	Gleichstromanlage	437'200
4	Leitungsanlagen DC	79'285
5	Eigenbedarf	79'494
6	Fernwirkanlage	58'710
7	Gebäude	57'400
8	Projektleitung	171'130
9	Diverses	20'000
10	Ersatzteile	25'000
	<b>Total (exkl. MwSt)</b>	<b>1'234'738</b>

<b>GR Bächtelen</b>		
Pos.	Bezeichnung	Betrag CHF
1	MS-Anlage	97'584
2	Leitungsanlagen AC	161'595
3	Gleichstromanlage	512'200
4	Leitungsanlagen DC	46'164
5	Eigenbedarf	73'441
6	Fernwirkanlage	58'710
7	Gebäude	57'500
8	Projektleitung	171'130
9	Diverses	20'000
10	Ersatzteile	25'000
	<b>Total (exkl. MwSt)</b>	<b>1'223'324</b>

<b>Total (exkl. MwSt)</b>	<b>2'458'062</b>
---------------------------	------------------

Ergänzende Informationen zu einzelnen Positionen:

- Pos. 3 und 10: die Kosten wurden auf Basis der letztmaligen GR Ausschreibung geschätzt. Mit den Angeboten aus der neuen Ausschreibung werden genaue Zahlen vorliegen, welche von der aktuellen Schätzung abweichen können.
- Pos.4. Die Kosten für die Tiefbauarbeiten, Rohranlage sowie Zugschächte sind im Gesamtprojekt «Tram Kleinwabern» einkalkuliert und kein Bestandteil in diesem KV.
- Pos 7: Unter dieser Position sind die Kosten für Metallbauarbeiten wie z.B. die Stationstür, Doppelboden, Lüftungsgitter usw. einkalkuliert. Die Kosten für die Erstellung des Stationsraumes (Gebäudehülle) inkl. Bodentor sind nicht im KV enthalten.

Aufgrund der genannten Unsicherheiten ist der Kostenvoranschlag mit Ausarbeitung des Werkvertrages nochmals zu kontrollieren.

## 9. Vertragliche Vereinbarungen

Die kommerzielle Abwicklung des Projektes richtet sich nach dem zwischen ewb und BERNMOBIL vereinbarten Leistungsvertrag «Infrastruktur Gleichrichteranlagen» vom 29. Januar 2010.

## 10. Ausführungsantrag

Energie Wasser Bern beantragt die Ausführung der Arbeiten gemäss vorliegendem Bericht.

Bern,

*17.2.2022*

Energie Wasser Bern

  
Cornelia Meltenberger  
CEO

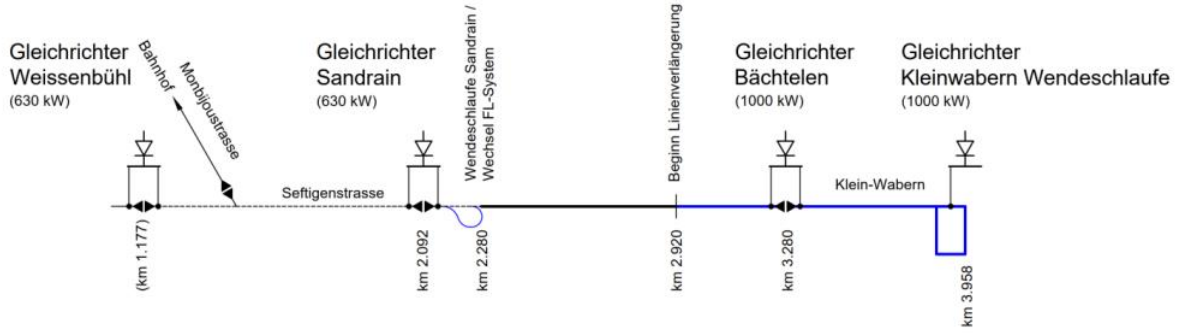


René Köstinger  
Key Account Manager

## 11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzipschema Schnittstellen .....	9
Abbildung 2: Lärmempfindlichkeitsstufenplan .....	13

# Anhang I –Speisekonezpt



# Anhang II –GR Bächtelen

## Situationsplan



**Titel**

Massstab 1:2 000  
Ersteller Bieber Christian (EWB/bieberc)  
Format 210x297mm (A4)  
Erstellungsdatum 21.08.2021



Energie Wasser Bern  
Monbijoustrasse 11  
3001 Bern  
www.ewb.ch

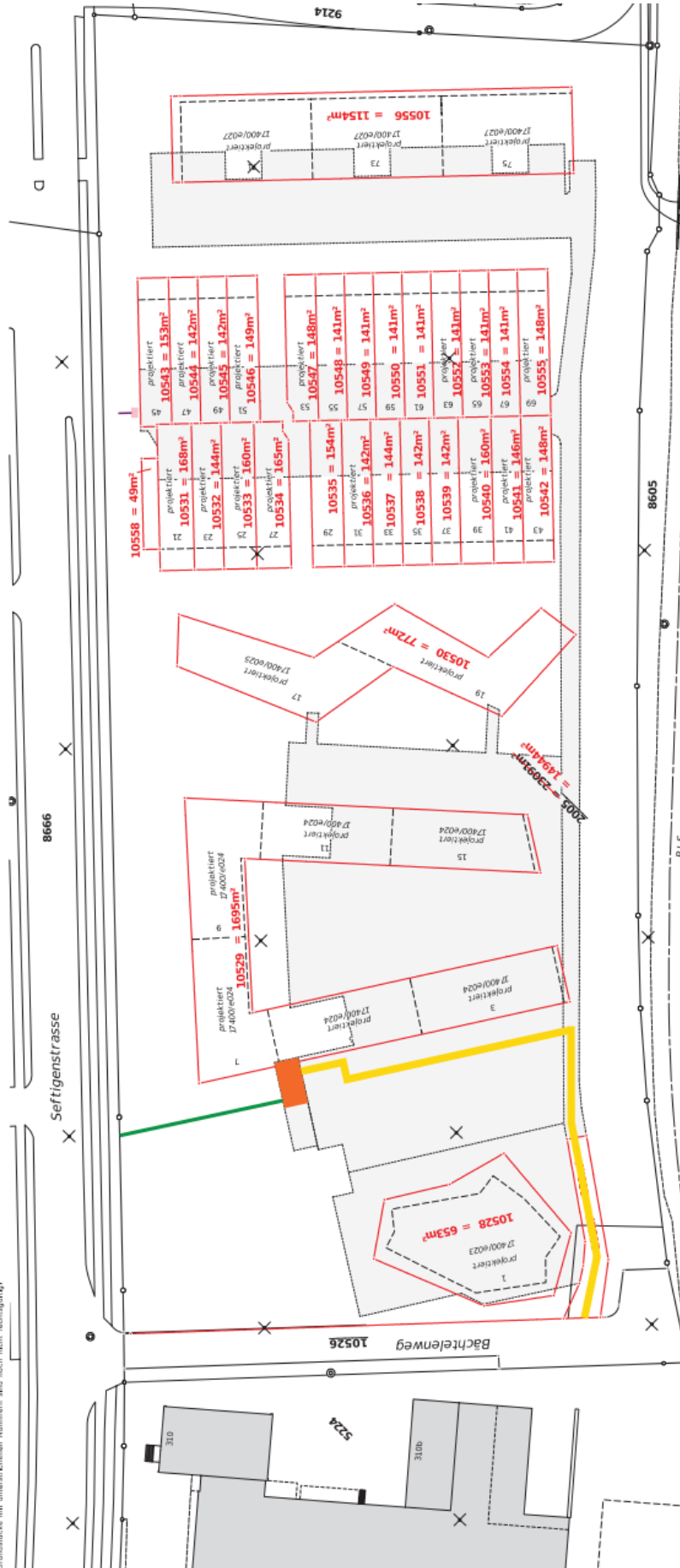
Dieser Plan hat rein informativen Charakter und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Messungen sind in jedem Fall der Quellenherkunft.  
Für Daten der Amtlichen Vermessung ist die Geoinformation Stadt Bern zuständig. ewb lehnt jegliche Haftung aus nicht nachgerevisiertem Gebrauch dieses Planes ab.

Situation Mst 1:500 / Dienstbarkeit 11.09.2015 scp

Bernmobil

- Gleichrichterraum
- Leitungstrasse Gleichrichter
- Zufahrt Gleichrichter

GEMEINDE KÖNIZ  
 Mutationsplan zu Messurkunde Nr. 355 2014 / 13  
Grundfläche mit unterschiedlichen Nummern sind nicht nutzbar!



Büchel Bügler partner ag - Vermessung geometrik  
 Ködnistrasse 161  
 3097 Ursolden  
 Tel. 051 976 90 90  
 www.geozoo.ch  
 info@geozoo.ch

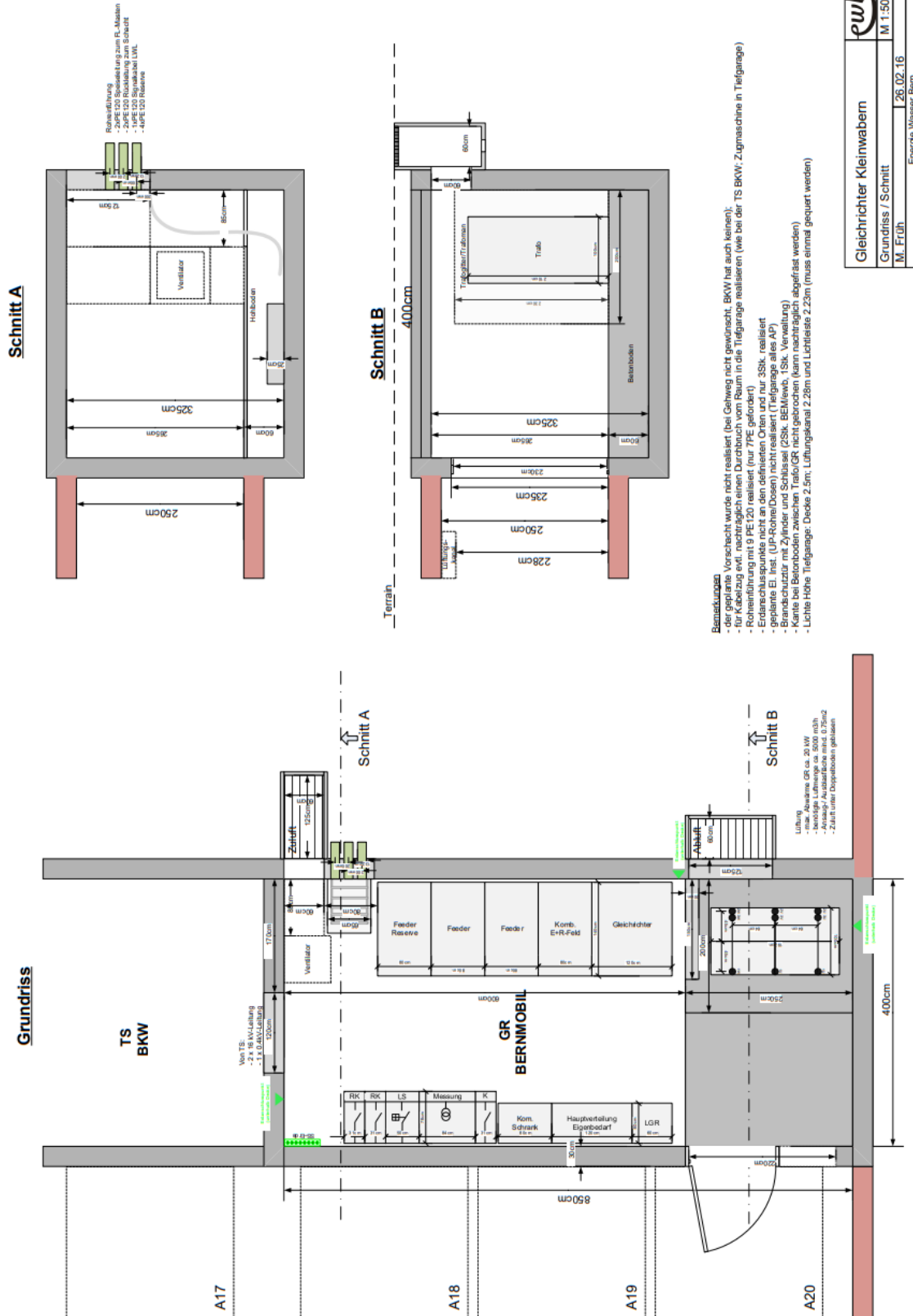
Für die Richtigkeit der Grundbesitzkarte  
 Der Nachbargemeinde: A. Bichsel  
 1:500

Ort, Datum  
 Ort, Datum  
 Der/Die Dienstbarkeitsgeber(in)  
 Der/Die Dienstbarkeitsnehmer(in)

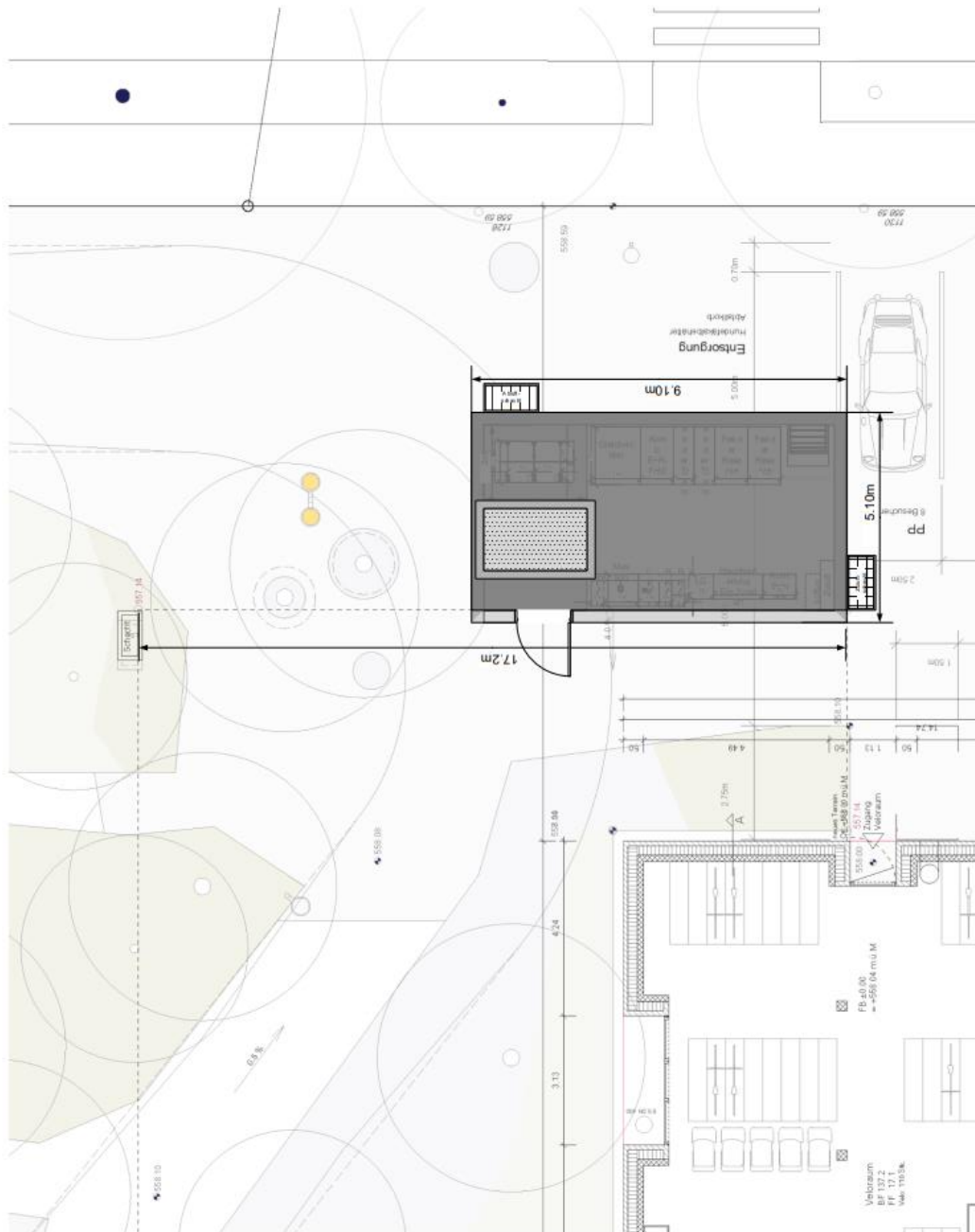




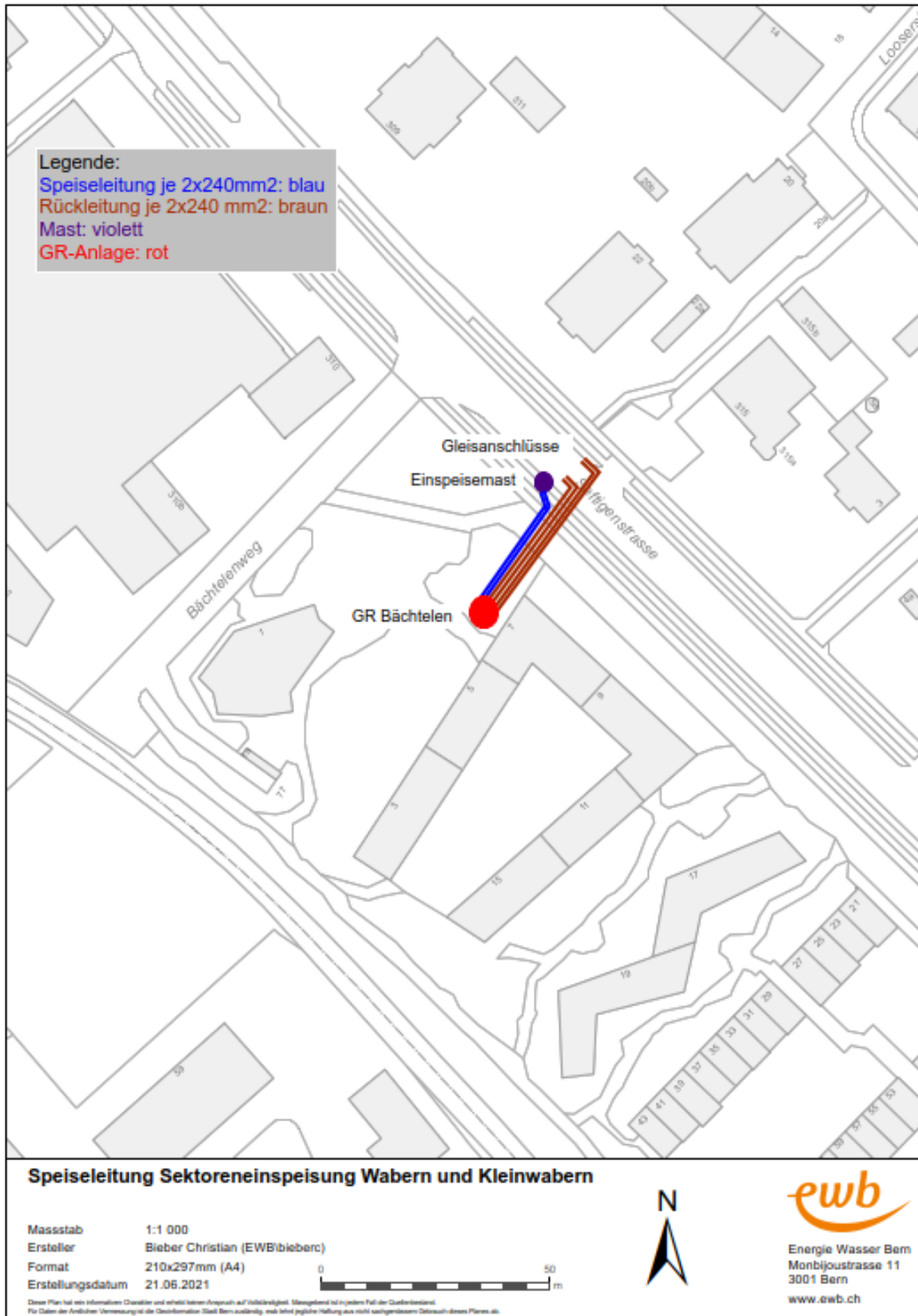
# Gebäudeplan



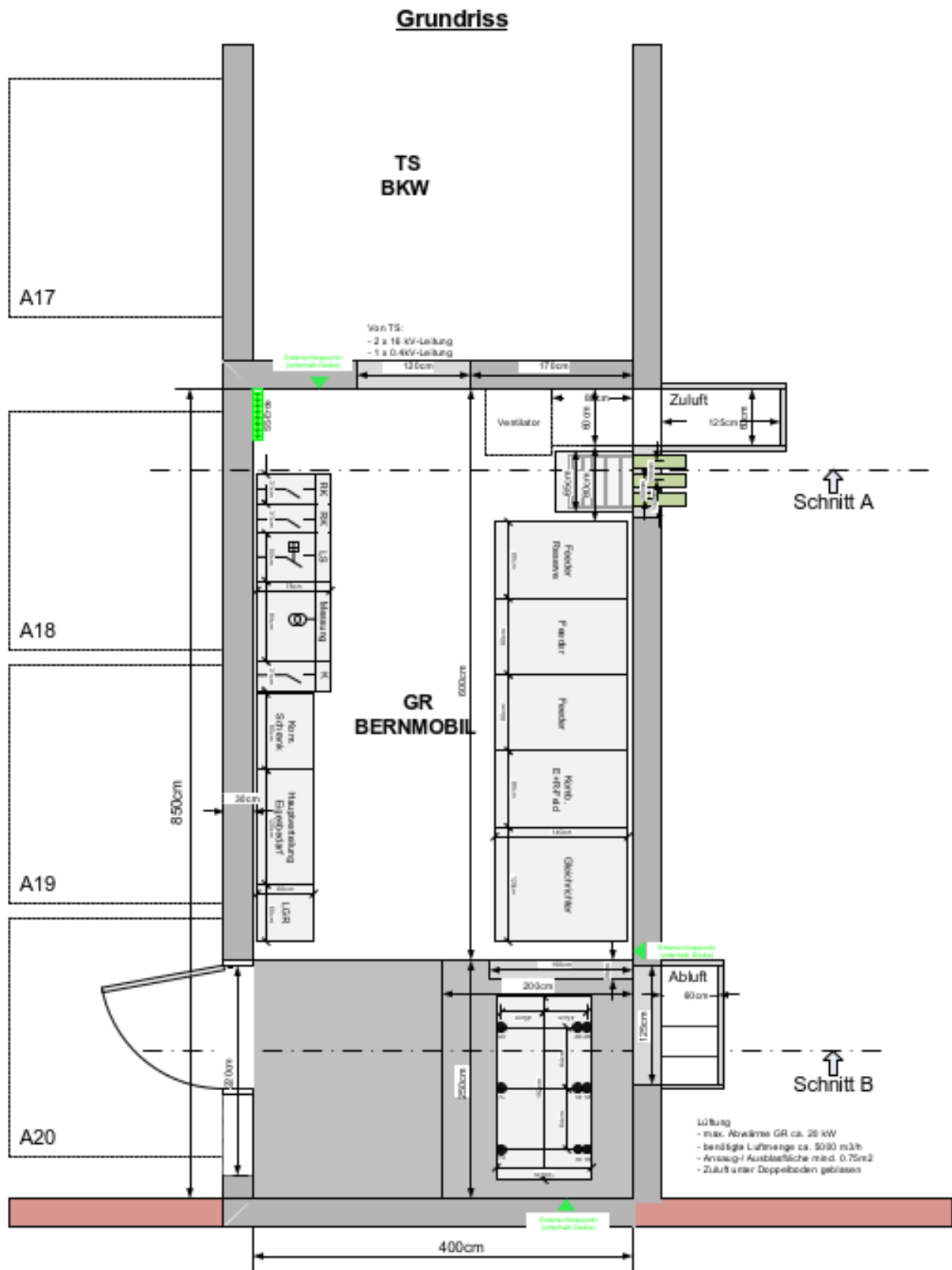
	
Gleichrichter Kleinwabern	M 1:50
Situation	06.09.12
M. Früh	Energie Wasser Bern



## Speiseleitung Sektorenspeisung Wabern und Kleinwabern



# Disposition



## NISV Beurteilung

PV-Vorlage Nr.

### NISV- Beurteilung (überschlagsmässig)

**Betriebsinhaber** Energie Wasser Bern, Monbijoustrasse 11, 3001 Bern  
**Ausgeführt durch** Christian Bieber  
**Für Transformatorenstation** Gleichrichterstation, Bächtelen

NISV nicht anwendbar, Arbeitshygienische Grenzwerte der SUVA (1903; bei 50 Hz-Anlagen, 500  $\mu$ T) eingehalten

#### 1. Stärkste Felder an dem für Menschen zugänglichen Ort (Immissionsgrenzwert; IGW, bei 50 Hz-Anlagen, 100 $\mu$ T)

- Ausserhalb der Transformatorenstation < 100  $\mu$ T (siehe Tabelle), NISV eingehalten  
 (Als innerhalb gilt eine Ausdehnung bis max. 20 cm von der Begrenzungsfläche (Wand, Decke, Boden) entfernt)
- An der Grenze oder überschritten (Detailberechnung notwendig)

#### 2. Orte mit empfindlicher Nutzung (Anlagegrenzwert; AGW, 1 $\mu$ T)

Der nächste Ort mit empfindlicher Nutzung ist mehr als 5 m entfernt.

Beschreibung dieses Ortes: Wohnhaus am Bächtelenweg 7

Die nächste Bauliniengrenze ist mehr als \_\_\_\_\_ m entfernt.

- Abstand ist grösser als nachstehende Tabelle aufzeigt, NISV eingehalten  
 Abstand ist kleiner als nachstehende Tabelle (Detailberechnung durchführen)

Anzahl Öl-Trafo	Grenzwert	kVA					
		250	400	630	1000	1250	1600
1	IGW seitlich	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
1	AGW seitlich	3.2	4.2	5.5	7	8	9
2 oder mehr	AGW seitlich	4	5	7	9	10	11
1	IGW oben	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
1	AGW oben	4.5	5.5	7.5	9.5	11	12.5
2 oder mehr	AGW oben	5.5	7.5	9.5	11	12.5	14

Abstand in Meter ab Trafo, NS-Verteilung und Leitungen (Trafo – NS-Verteilung)  
 Für Trockentransformatoren sind die Werte um 20% zu vergrössern

Allfällige Bemerkungen:

Vor der Inbetriebnahme sind die notwendigen Abschirmungsmassnahmen umgesetzt, so dass die Anlagegrenzwerte (AGW) auch beim nächstgelegenen Wohnhaus eingehalten werden.

Die Richtigkeit der Angaben bestätigt:

Ort  
Bern

Datum  
04.08.21

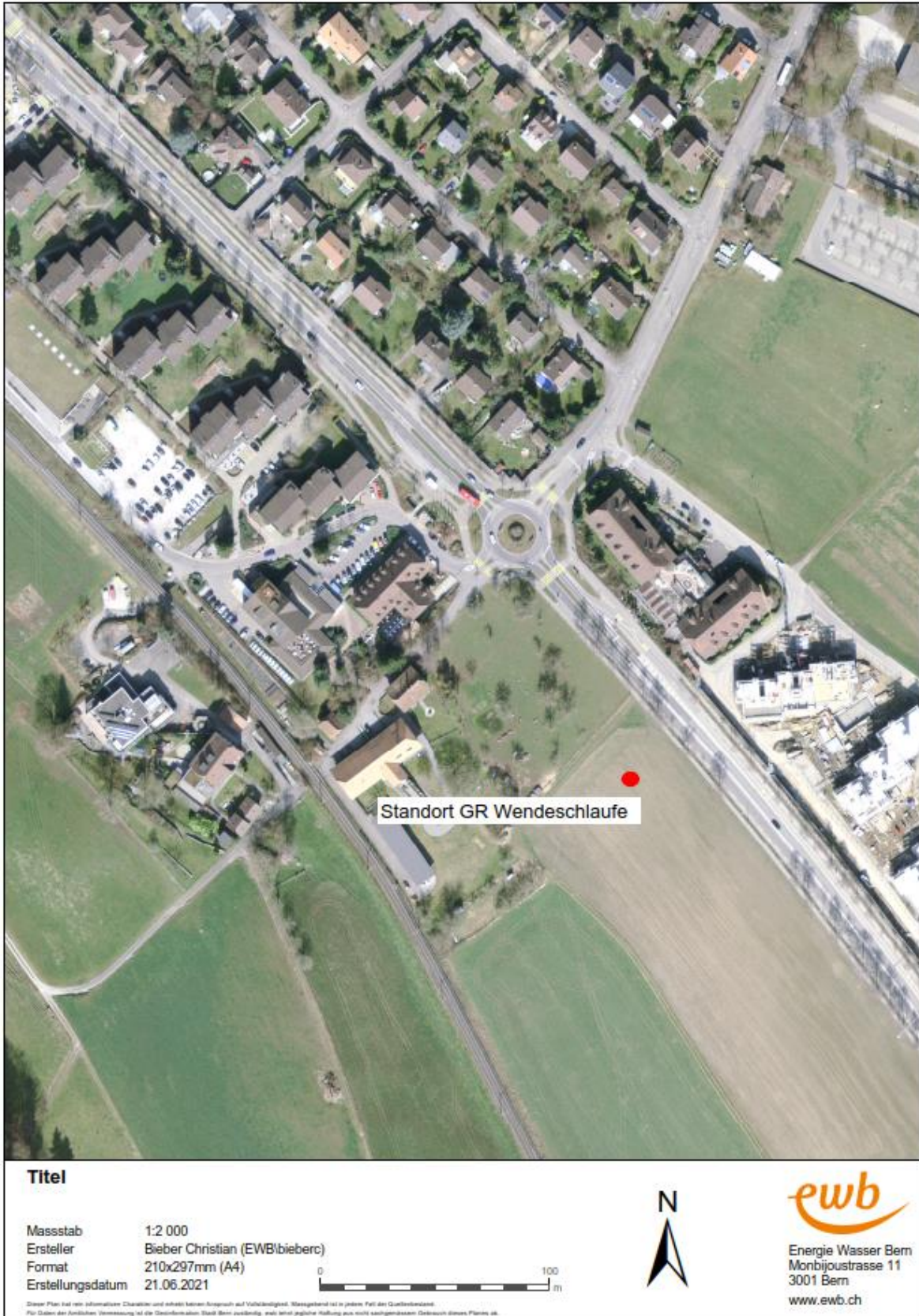
Firma/Unterschrift  
Energie Wasser Bern  
Monbijoustrasse 11  
Postfach  
3001 Bern

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI  
12-2007/PL, nbsd



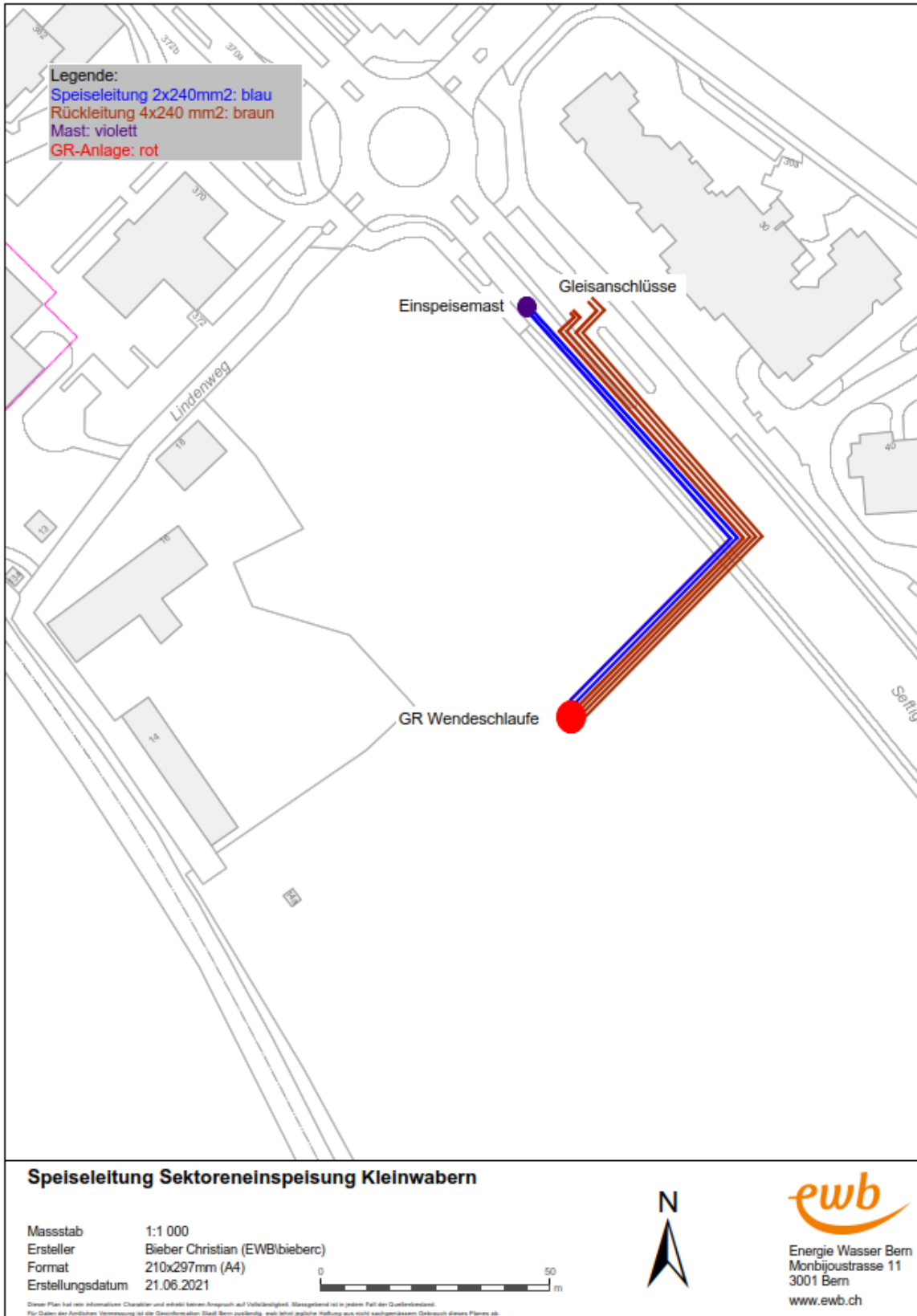
# Anhang III –GR Wendeschlaufe Kleinwabern

## Situationsplan



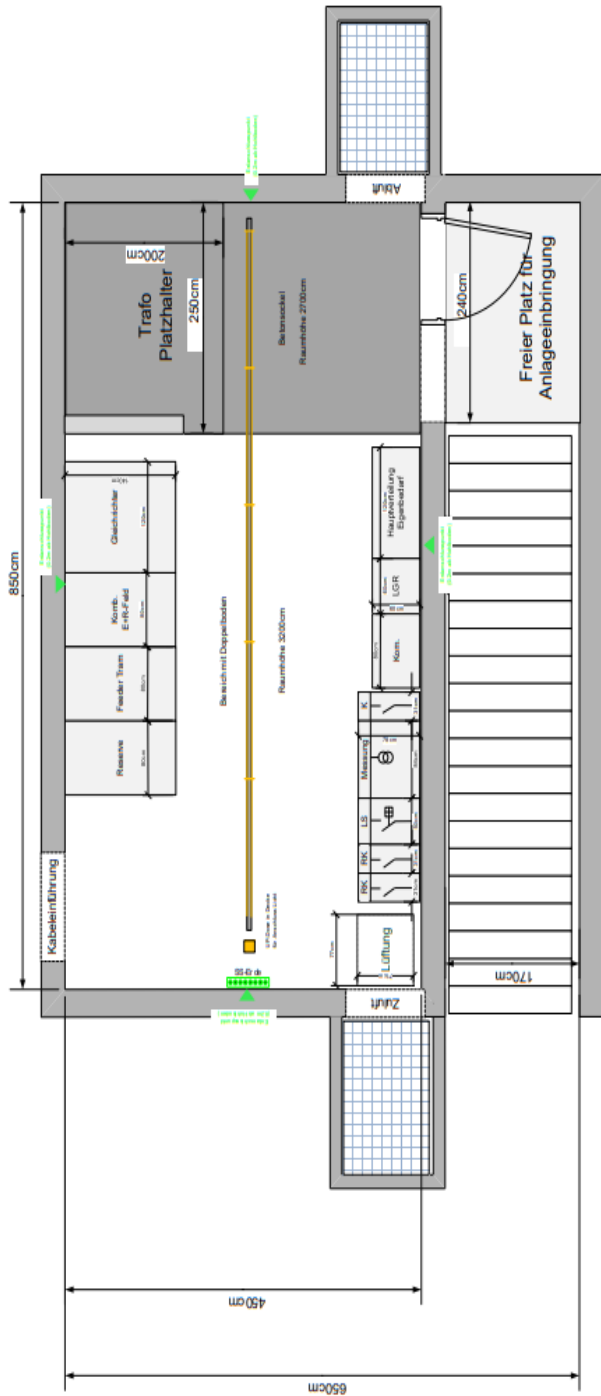


## Speiseleitung Sektorenspeisung Kleinwabern





# Disposition



<b>ewb</b>	
Gleichrichter Wendeschleufe	08.12.2021
unterirdisch V3	M 1:50
Grundriss	Energie Wäscher, Bern
C. Bieber	

## NISV Beurteilung

PV-Vorlage Nr.

### NISV- Beurteilung (überschlagsmässig)

**Betriebsinhaber** Energie Wasser Bern, Monbijoustrasse 11, 3001 Bern  
**Ausgeführt durch** Christian Bieber  
**Für Transformatorenstation** Gleichrichterstation, Wendeschlaufe

NISV nicht anwendbar, Arbeitshygienische Grenzwerte der SUVA (1903; bei 50 Hz-Anlagen, 500  $\mu$ T) eingehalten

#### 1. Stärkste Felder an dem für Menschen zugänglichen Ort (Immissionsgrenzwert; IGW, bei 50 Hz-Anlagen, 100 $\mu$ T)

- Ausserhalb der Transformatorenstation < 100  $\mu$ T (siehe Tabelle), NISV eingehalten  
 (Als innerhalb gilt eine Ausdehnung bis max. 20 cm von der Begrenzungsfläche (Wand, Decke, Boden) entfernt)
- An der Grenze oder überschritten (Detailberechnung notwendig)

#### 2. Orte mit empfindlicher Nutzung (Anlagegrenzwert; AGW, 1 $\mu$ T)

Der nächste Ort mit empfindlicher Nutzung ist mehr als 50 m entfernt.

Beschreibung dieses Ortes: Wohnhaus am Nesslerenweg 42

Die nächste Bauliniengrenze ist mehr als \_\_\_\_\_ m entfernt.

- Abstand ist grösser als nachstehende Tabelle aufzeigt, NISV eingehalten  
 Abstand ist kleiner als nachstehende Tabelle (Detailberechnung durchführen)

Anzahl Öl-Trafo	Grenzwert	kVA					
		250	400	630	1000	1250	1600
1	IGW seitlich	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
1	AGW seitlich	3.2	4.2	5.5	7	8	9
2 oder mehr	AGW seitlich	4	5	7	9	10	11
1	IGW oben	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
1	AGW oben	4.5	5.5	7.5	9.5	11	12.5
2 oder mehr	AGW oben	5.5	7.5	9.5	11	12.5	14

Abstand in Meter ab Trafo, NS-Verteilung und Leitungen (Trafo – NS-Verteilung)  
 Für Trockentransformatoren sind die Werte um 20% zu vergrössern


Allfällige Bemerkungen

Die Richtigkeit der Angaben bestätigt:

Ort  
Bern

Datum  
04.08.2021

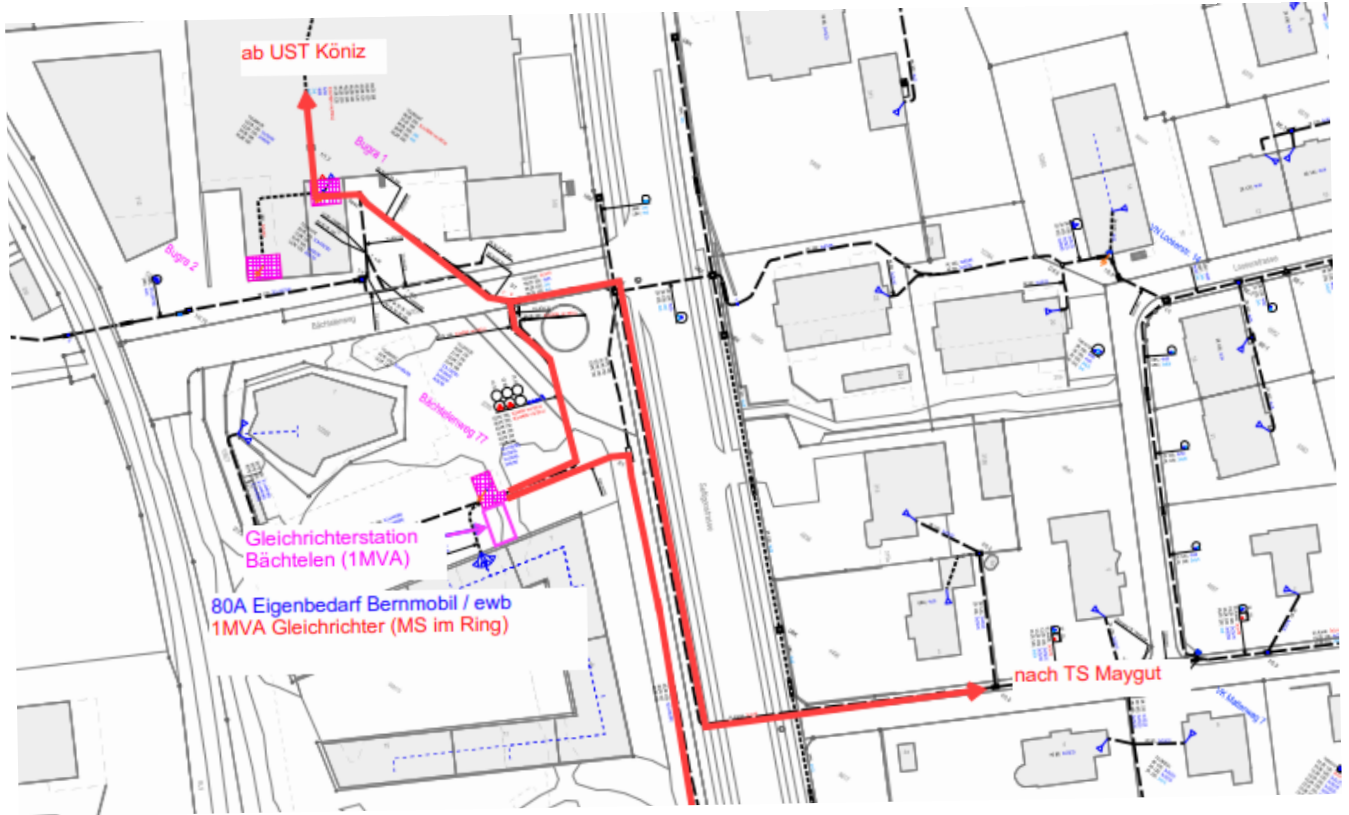
Firma/Unterschrift

  
Energie Wasser Bern  
Monbijoustrasse 11  
Postfach  
3001 Bern

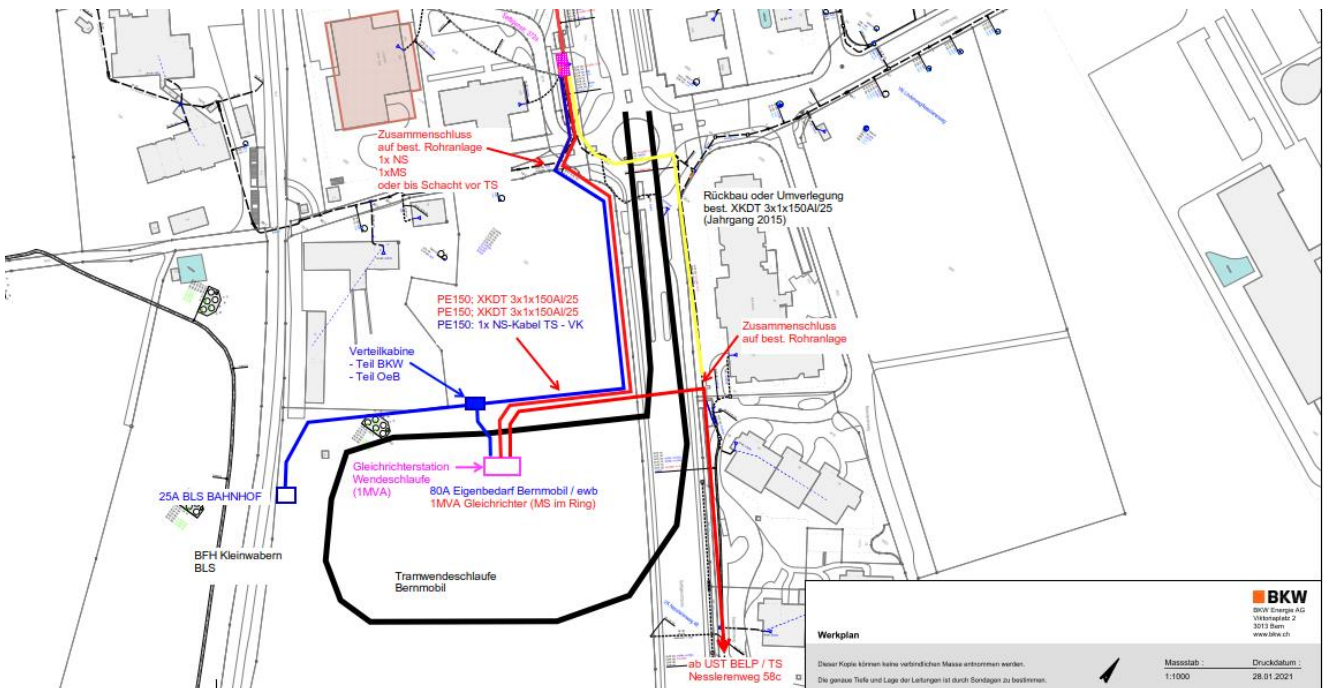
Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI  
12-2007/PL, nbsd

# Anhang IV Erschliessung MS-Anlagen im Ring

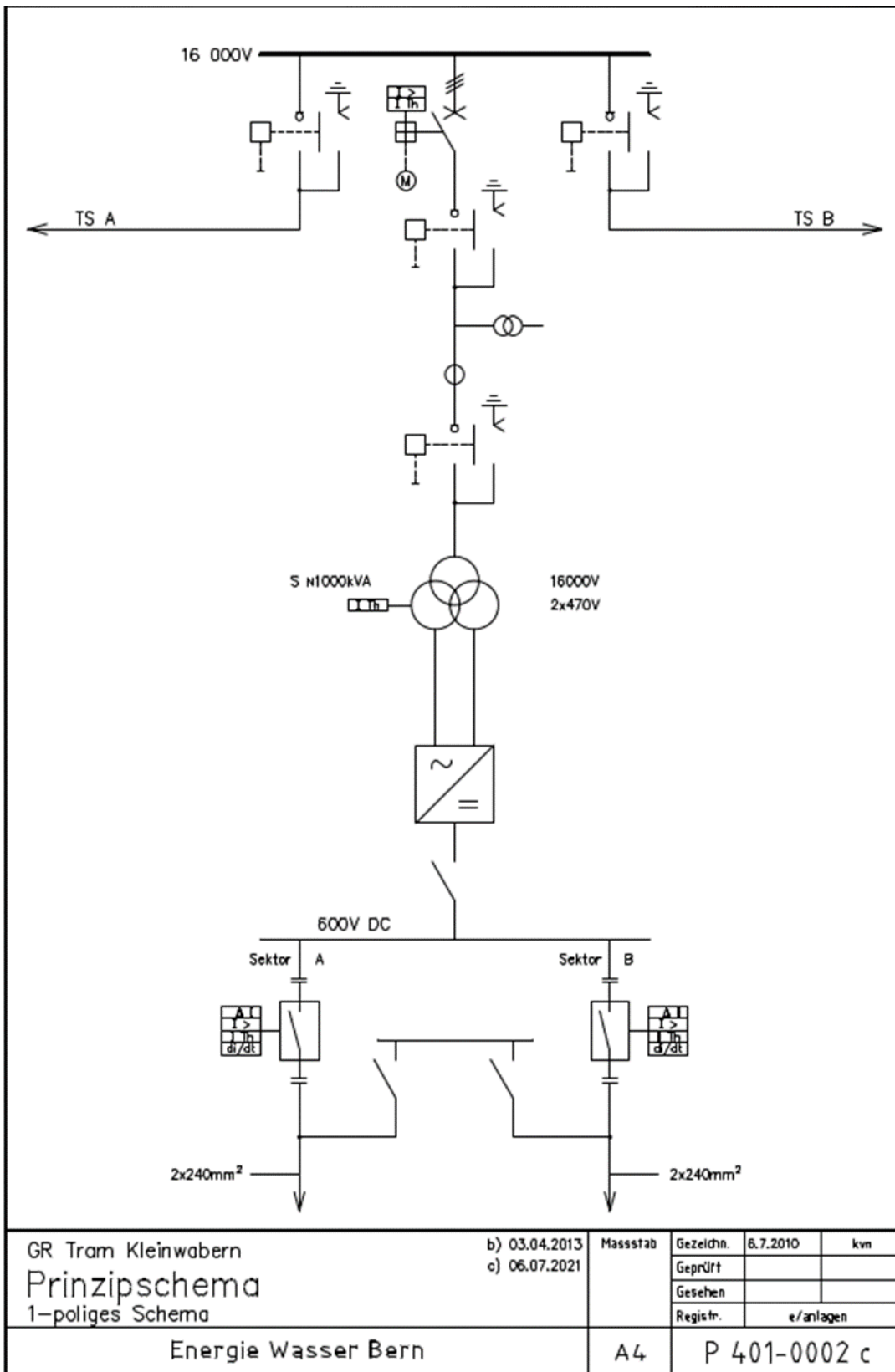
## GR Bächtelen



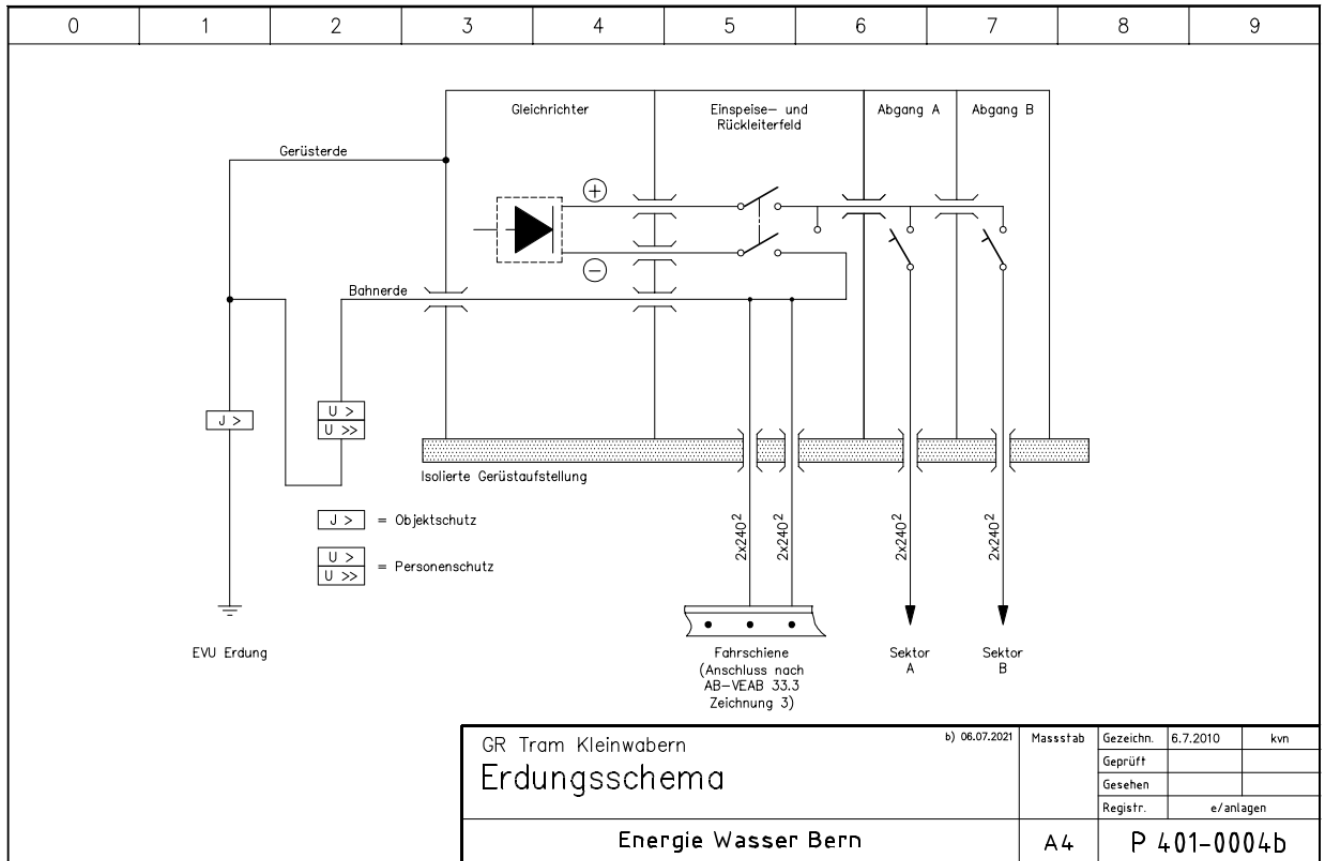
## GR Wendeschlaufe



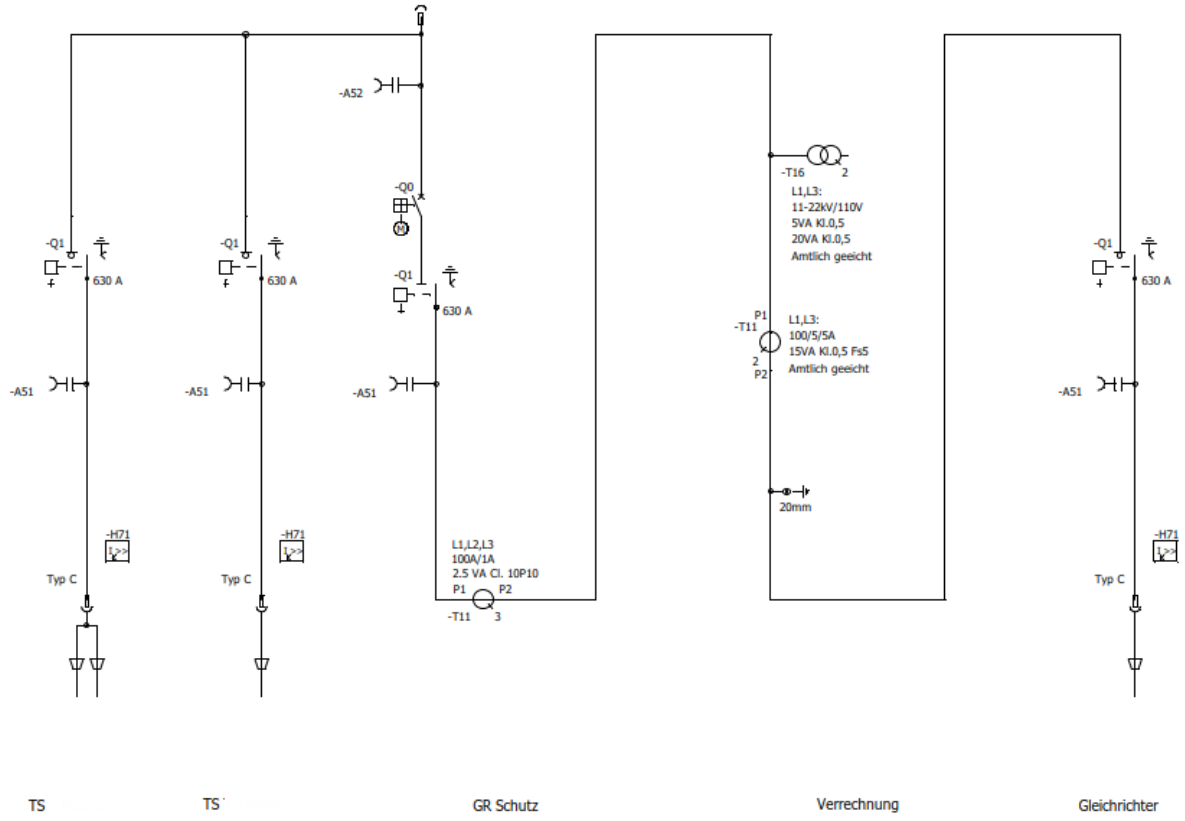
# Anhang V –Prinzipschema GR Anlage



# Anhang VI –Erdungsschema

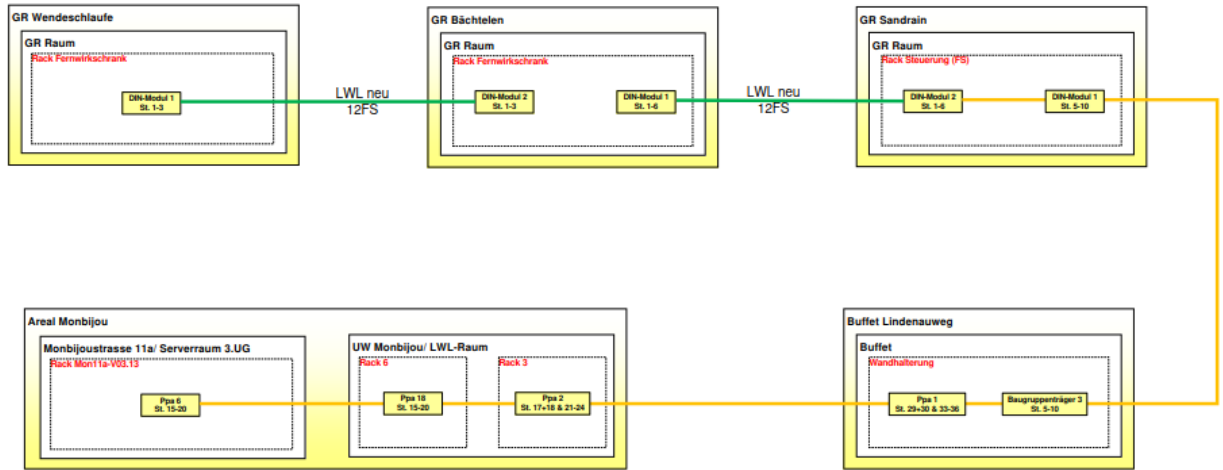


# Anhang VII Prinzipschema MS-Anlage



# Anhang VIII –Signalkabel

## LWL Faserführungsschema



<ul style="list-style-type: none"> <li>100Base-ER</li> <li>100Base-LR</li> <li>100Base-SR</li> <li>100Base-ZX</li> <li>100Base-LX</li> <li>100Base-SX</li> <li>100Base-T</li> <li>100Base-TX</li> <li>100Base-TX</li> <li>10Base-T</li> <li>Diverses</li> <li>Piping</li> </ul>		Bemerkungen:  <b>Ewb Intern 2021-013</b> Tram Kleinwabern LWL-Erschl. GR-Stationen Variante Sandrain	Energie Wasser Bern 	
			Datum: 03.02.2021 Version: 0.1 Seite: 1 / 1 Filename: Faserführungsschema.vsd	erstellt: gir geprüft: gir geändert: xxx