

**Bericht**  
**zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)**  
**im Bereich der geplanten Elektrifizierung**  
**der Staudenbahn**

Auftraggeber: Bahntechnik Maurer-Hirsch  
Kreuznacher Weg 60a  
**55595 Roxheim**

Aufgestellt von: **Gerhard Maier**  
Sachverständiger für EMV und Blitzschutz  
Reuteweg 12  
73760 Ostfildern  
Tel: 07158 65012  
Mobil: 0178 2174623  
gmaier@sv-maier.de

## Änderungsübersicht

Ausgabe	Datum	Bearbeiter(in)	Beschreibung
01	13.01.2025	Maier	Erstausgabe
02	05.02.2025	Maier	Ergänzung

---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung	3
2. Grundlagen des Gutachtens	3
3. Untersuchungen	5
3.1 Variationen der Lage möglicher Rückleiterseile (RLS) als Kompensationsleiter	5
3.2 Bewertung der Berechnungsergebnisse	5
3.3 Vergleich mit den Störfestigkeitsgrenzwerten für allgemeine technische Anlagen und Geräte	6
4. Zusammenfassung und Empfehlungen	7
Abkürzungen	10

## 1. Veranlassung

Die bestehende, meist 1-gleisige Eisenbahntrasse von Gessertshausen bis Langen-neufnach soll mit 15kV, 16,7 Hz elektrifiziert werden. 2-gleisige Streckenabschnitte gibt es als Ausweichstellen bei Bahnhöfen (siehe Streckenband Anlage).

Da die Trasse teilweise in unmittelbarer Nähe zu bebauten Bereichen liegt, sollte untersucht werden, ob für diese Bereiche mit einer elektromagnetischen Beeinflussung von Geräten und Anlagen gerechnet werden muss.

Dazu wurden vom AG 5 Querprofile (siehe Anlage) genannt, bei welchen eine Beeinflussung für möglich gehalten wird.

Die Strecke wird durchgehend mit einer Speiseleitung versehen, welche teilweise erdverlegt und teilweise als Freileitung ausgeführt wird.

Als Traktionsstrom wird 650A angegeben, welcher sich gleichmäßig auf die Oberleitung (OLA) und die Speiseleitung (SL) verteilen soll.

Im Bereich der kritischen Querprofile wird die SL generell als Freileitung geführt.

## 2. Grundlagen des Gutachtens

Folgende Unterlagen und Informationen standen zur Verfügung:

- Zu untersuchende Querprofile: siehe Anlage
- Beide Schienen sind geerdet; d.h. es werden keine isolierten Schienen verwendet

- 
- EPL-Oberleitungslagepläne (15 Blatt, Anlage)
  - Simulationswerte für die Ströme:
    - o Es wurde nur die allgemeine Angabe zum Betriebsstrom von 650A gemacht, welcher sich gleichmäßig auf OLA und SL verteilen soll.
  - Gesetzliche Vorgaben: 26. Bundes Immissions Schutz Verordnung (26.BImSchV, 2013) für den Personenschutz
  - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26.BImSchV (26.BImSchVVwV)
  - DB-Richtlinien 997.02 ff und 804
  - DIN/VDE- und EN-Normen in den aktuellen Fassungen, hier insbesondere
    - o DIN EN 50121-2
    - o EN\_55035-2017 Störfestigkeit von Multimediasgeräten
    - o EN 50082-1: Störfestigkeit von Geräten und Anlagen im privaten Bereich
    - o EN 61000-6-2-2019: Störfestigkeit von Geräten und Anlagen im industriellen Bereich

### 3. Untersuchungen

Für die Untersuchungen wurden für verschiedene Konfigurationen der an der Stromleitung beteiligten Leiter (Oberleitung, Schienen, Speiseleitungen, Reduktionsleiter, Erdrückleitung) mit den angenommenen Simulationsströmen die magnetischen Felder berechnet. Dazu wurde ein seit Jahren bewährtes Rechnerprogramm verwendet, welches die Kopplung der verschiedenen Leiter untereinander und die resultierenden Ströme berechnet. Daraus wird nach Biot-Savart das magnetische Feld in einer wählbaren Umgebung berechnet und grafisch dargestellt.

Die magnetischen Felder wurden als Induktionswerte (B), meist gemessen in  $\mu\text{T}$ , dargestellt. Das magnetische Feld (H), gemessen in  $\text{A/m}$ , ergibt sich nach folgender Beziehung:

$$H = B / \mu_0 = B / 1,256E-06.$$

---

3.1 Die 5 zu untersuchenden Querprofile wurden mit verschiedenen Lagen möglicher Rückleiterseile (RLS) als Kompensationsleiter untersucht:

Trassen-querprofil	Grafik des magnetischen Feldes	
	ohne RLS bzw. mit 1 RLS	mit RLS bzw. mit 2 RLS
01-09	A4+1RLS-01-09	A4+2xRLS-01-09
03-09	A4-RLS-03-09	A4+RLS-03-09
08-04	A4-RLS-08-04	A4+RLS-08-04
08-12	A4-RLS-08-12	A4+2xRLS-08-12
13-11	A4-RLS-13-11	A4+RLS-13-11

Wenn es sich bei ersten Berechnungen bereits herausstellt, dass Konfigurationen ohne zusätzliche RLS zu nicht akzeptabel hohen magnetischen Feldern in den benachbarten Gebäuden ( $> 5 \mu\text{T}$ ) führt, wurden diese Fälle nicht mehr weiterverfolgt.

Die zu dieses 5 Querprofile gehörenden 10 Magnetfelddiagramme sind in den Anlagen enthalten.

3.2 Bewertung der Berechnungsergebnisse:

Bei allen Varianten wird der Personenschutzwert von  $300 \mu\text{T}$  bei  $16,7 \text{ Hz}$  nach der 26.BImSchV im Bereich der vorhandenen Gebäude sicher nicht erreicht oder überschritten. Eine Personengefährdung entspr. der 26.BImSchV ist deshalb nicht zu erwarten.

Die Magnetfelddiagramme zeigen, dass bei allen untersuchten Querprofilen mindestens ein RLS, in 2 Fällen (01-09 und 08-12) sogar zwei RLS notwendig sind, um im Gebäudebereich sicher Induktionen  $< 5 \mu\text{T}$  zu erreichen.

---

Für die RLS werden folgende Installationsbereiche empfohlen:

Trassenquerprofil	von km	bis km
01-09	1,0	1,3
03-09	3,0	3,35
08-04	7,6	8,45
08-12	8,45	8,1
13-11	13,1	13,5

### 3.3 Vergleich mit den Störfestigkeitsanforderungen nach der Normung:

In den Richtlinien der DB AG sind keine Grenzwerte für den Geräte- und Anlagenschutz enthalten.

In allen Normen (siehe Abschnitt 2) sind Grenzwerte für die Störfestigkeit von Geräten und Anlagen enthalten, allerdings generell nur für die technischen Frequenzen 50 / 60 Hz, nicht jedoch für die Bahnfrequenz von 16,7 Hz.

Meist wird von einer Störfestigkeit von 1  $\mu$ T ausgegangen. Dieser Wert soll als Richtschnur für die weiteren Betrachtungen verwendet werden.

Da wie bereits erwähnt keine Angaben zu magnetischen Feldern bei der Bahnfrequenz 16,7 Hz vorhanden sind, kann der 1  $\mu$ T-Grenzwert nicht direkt auf den vorliegenden Fall angewandt werden. Geht man von einer induktiven Beeinflussung von technischen Anlagen aus, so müsste der Grenzwert für  $F = 16,7$  Hz bei mindestens 3  $\mu$ T (50 / 16,7 = Faktor 3) liegen.

Nach der EN 61000-4-8 (2010) liegt der Grenzwert der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen für den Prüfschärfegrad 1 (empfindlichste Gerätetyp) bei 1,25  $\mu$ T bei 50 Hz. Dabei entspricht der Prüfschärfegrad 1 einer „*Umgebung, in der empfindliche Geräte, die mit Elektronenstrahlung arbeiten, betrieben werden können. Kathodenstrahlröhren-Monitore, Elektronenmikroskope usw. sind repräsentativ für diese Geräte.*“ Diese Definition trifft vermutlich nicht auf die in den Gebäuden vorhandenen Geräte zu (keine Röhren-Monitore mehr!). Rechnet man diesen Wert auf  $F = 16,7$  Hz um, so erhält man einen Wert von 3,75  $\mu$ T.

Der Prüfschärfegrad 2 trifft für „*Wohnung, Büro, geschützte Bereiche in Krankenhäusern, weit entfernt von den Schutzerdeanschlüssen, Bereiche von industriellen Anlagen und Hochspannungsschaltanlagen können als repräsentativ für diese Umgebung angesehen werden.*“ Für diese Bereiche gilt bereits ein Feld von 3,8  $\mu$ T bei 50 Hz als

noch störfest.

Geht man auch hier vom Faktor 3 für die Umrechnung auf 16,7 Hz aus, so ergibt sich ein magnetisches Feld von  $11,2 \mu\text{T}$ .

Da in diesem Fall von einer Nutzung technischer Geräte im Privat- oder Bürobereich ausgegangen werden kann, erscheint ein Grenzwert von  $5\mu\text{T}$  bei  $F = 16,7 \text{ Hz}$  als Richtwert für die Störfestigkeit von Geräten und Anlagen in Gebäuden sinnvoll zu sein.

#### 4. Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Berechnungen haben ergeben, dass

- ohne zusätzliche RLS die Richtwert-Induktion im Gebäude zu hoch werden kann.
- durch einen oder auch 2 zusätzliche RLS werden Richtwert-Induktionen erreicht, die deutlich unter  $5\mu\text{T}$  liegen, sodass keine Gerätestörungen zu erwarten sind.

Bei der Bewertung wird davon ausgegangen, dass in den untersuchten Gebäudebereichen keine besonders empfindlichen Geräte und Anlagen installiert sind oder installiert werden. Dazu gehören z.B. medizinische Geräte (EEG).

Bei der Installation von Rückleiterseilen oder anderen Kompensationsleitern müssen diese mindestens 3 Mastfelder länger sein als der kritische Bebauungsbereich, damit der Kompensationsstrom aus den Schienen und dem Erdreich ausreichend in die Rückleiter (Schienen, RLS) ausgekoppelt wird.

Aufgestellt

Ostfildern, 13.01.2025  
Ergänzt 05.02.2025

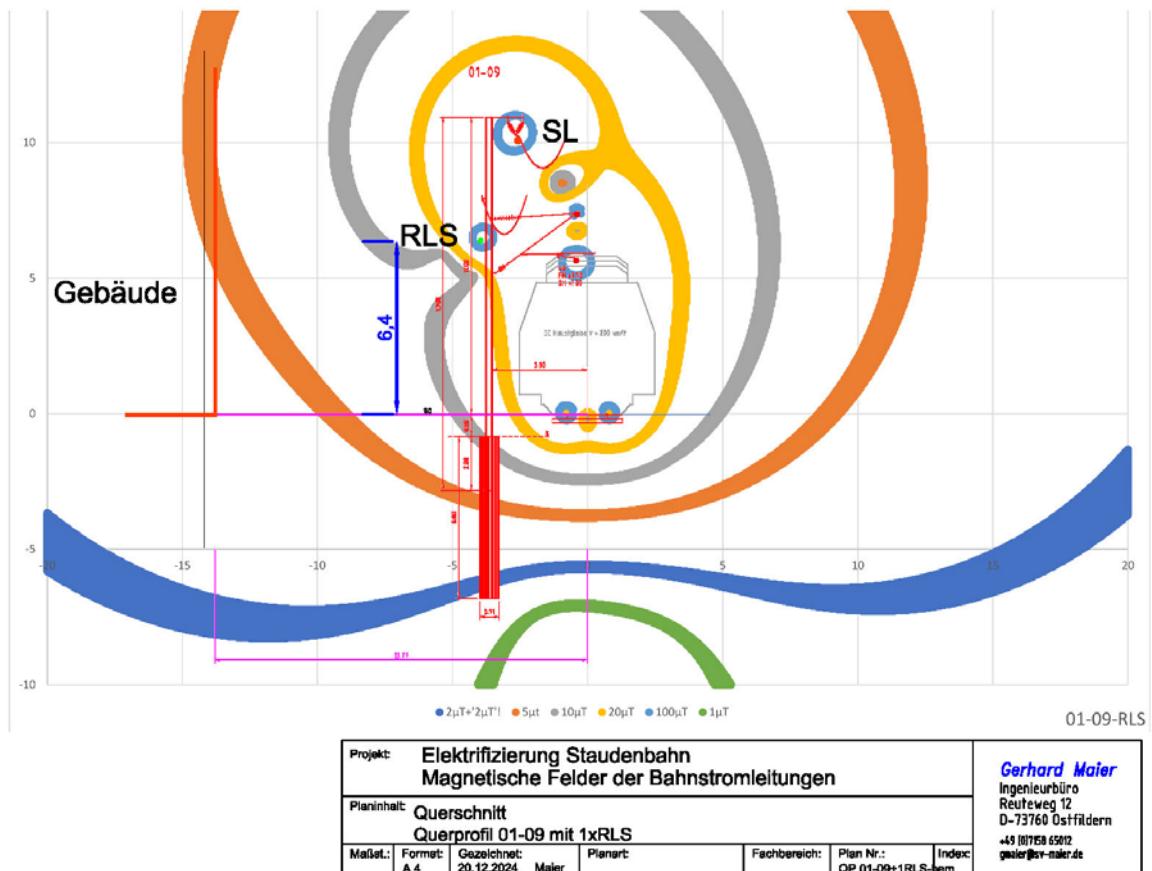
Gerhard Maier



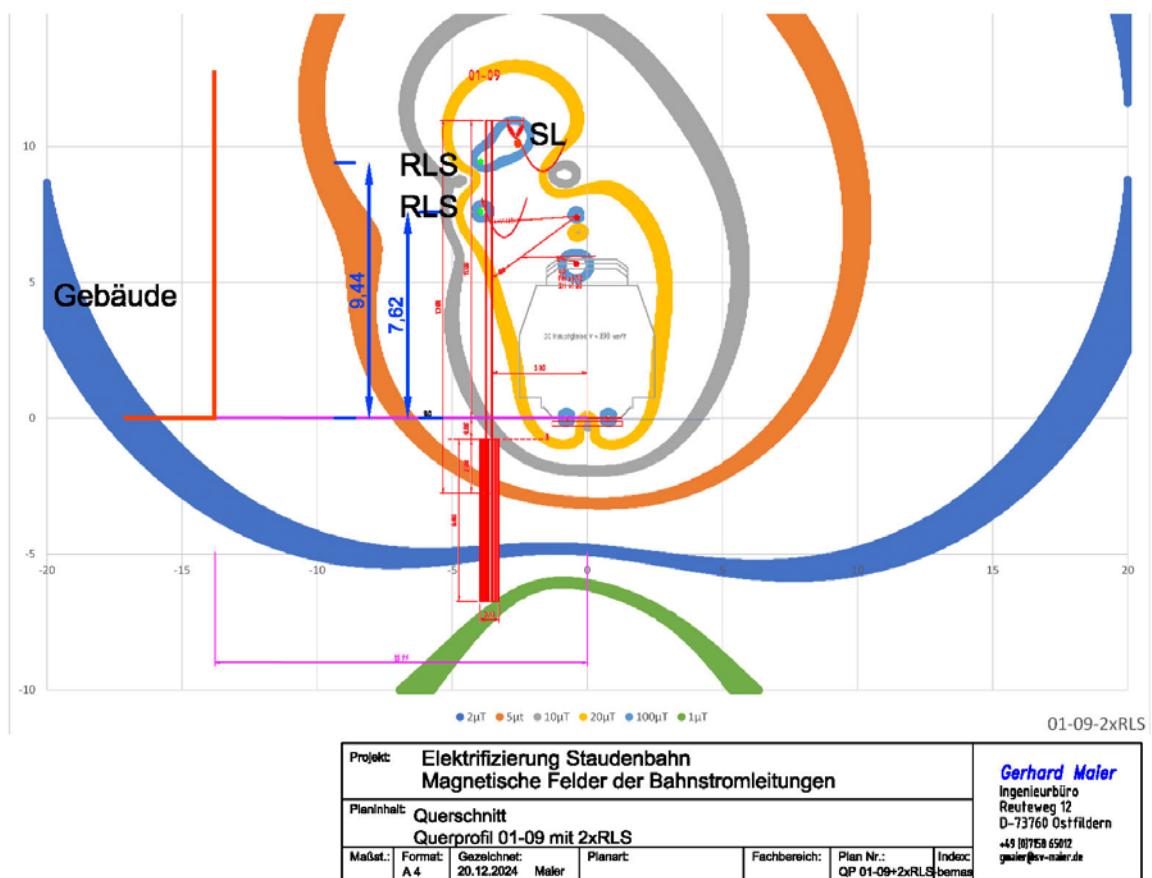
**Anlagen:**

## 10 Magnetfelddiagramme:

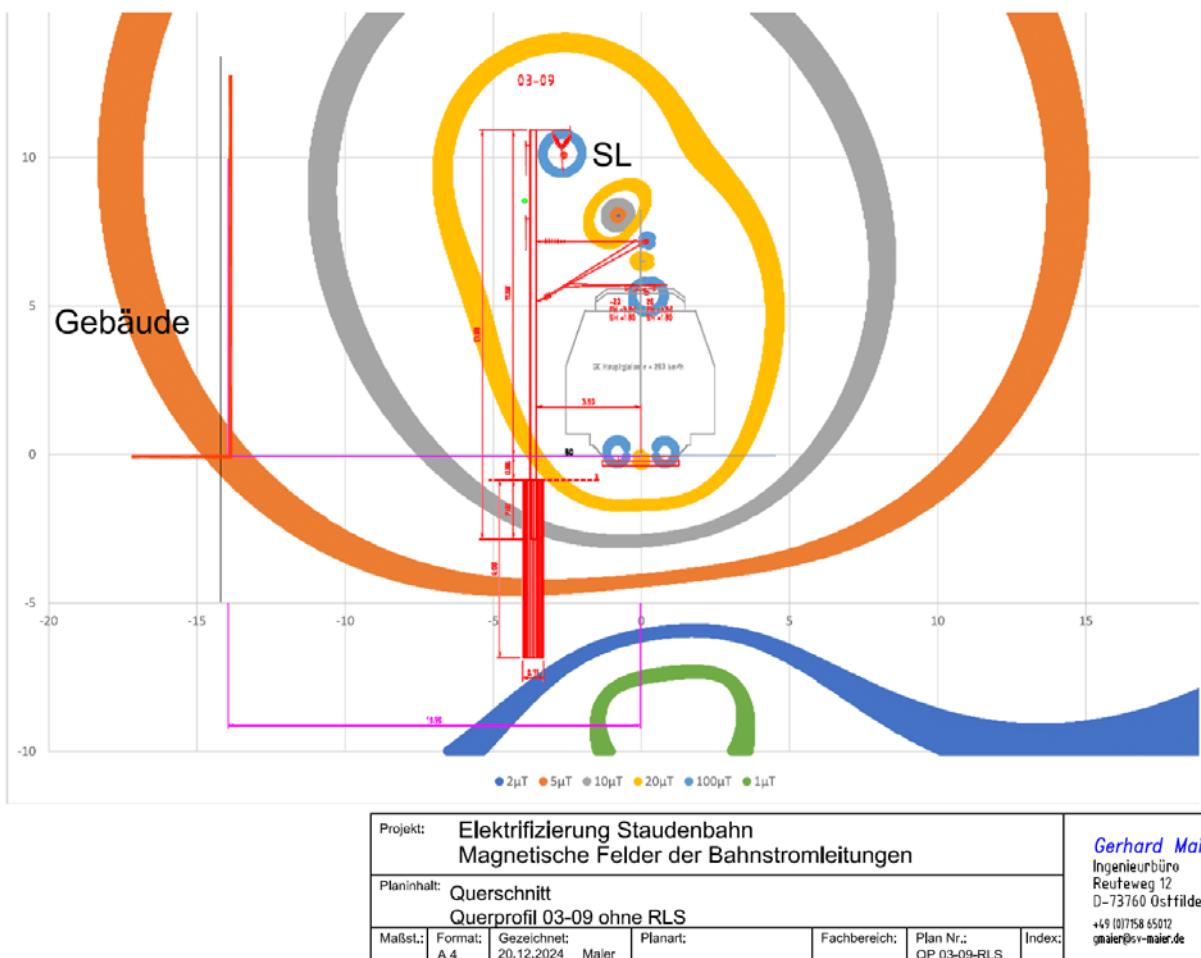
A4+1RLS-0109:



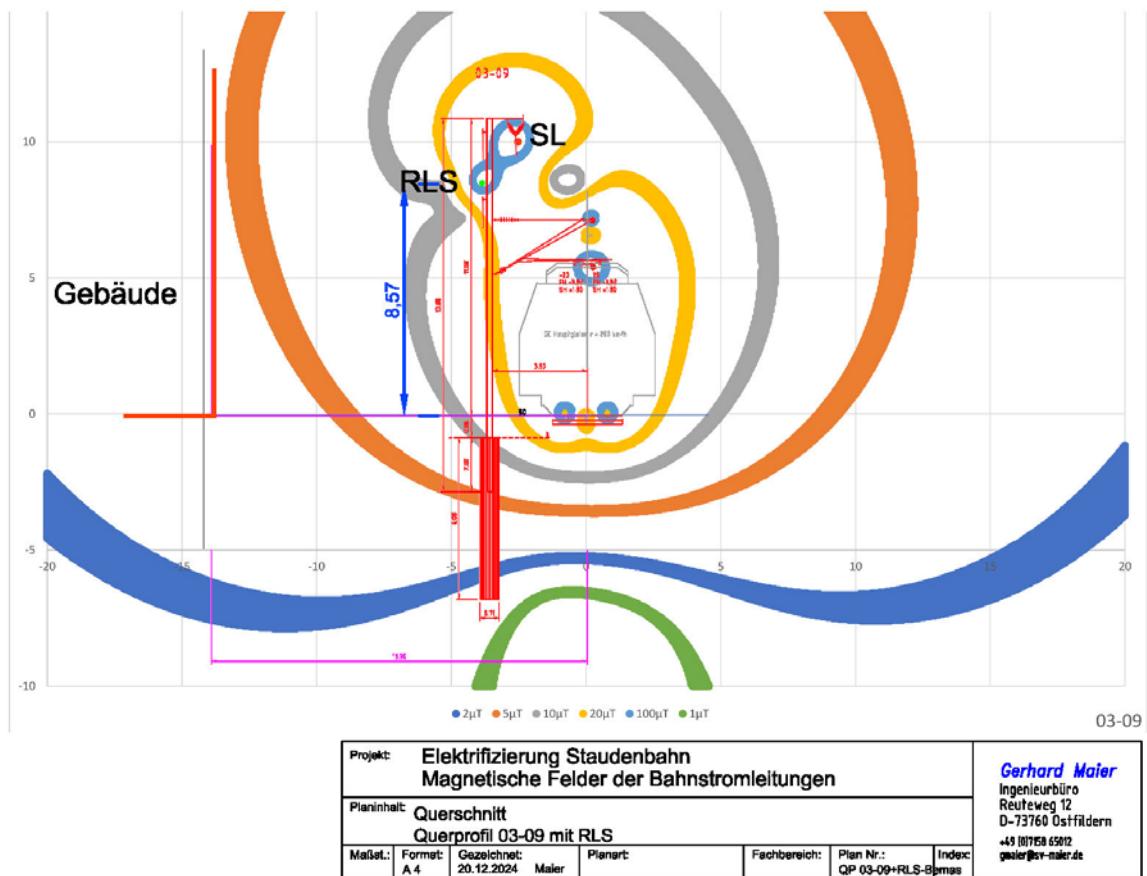
A4+2xRLS-01-09:



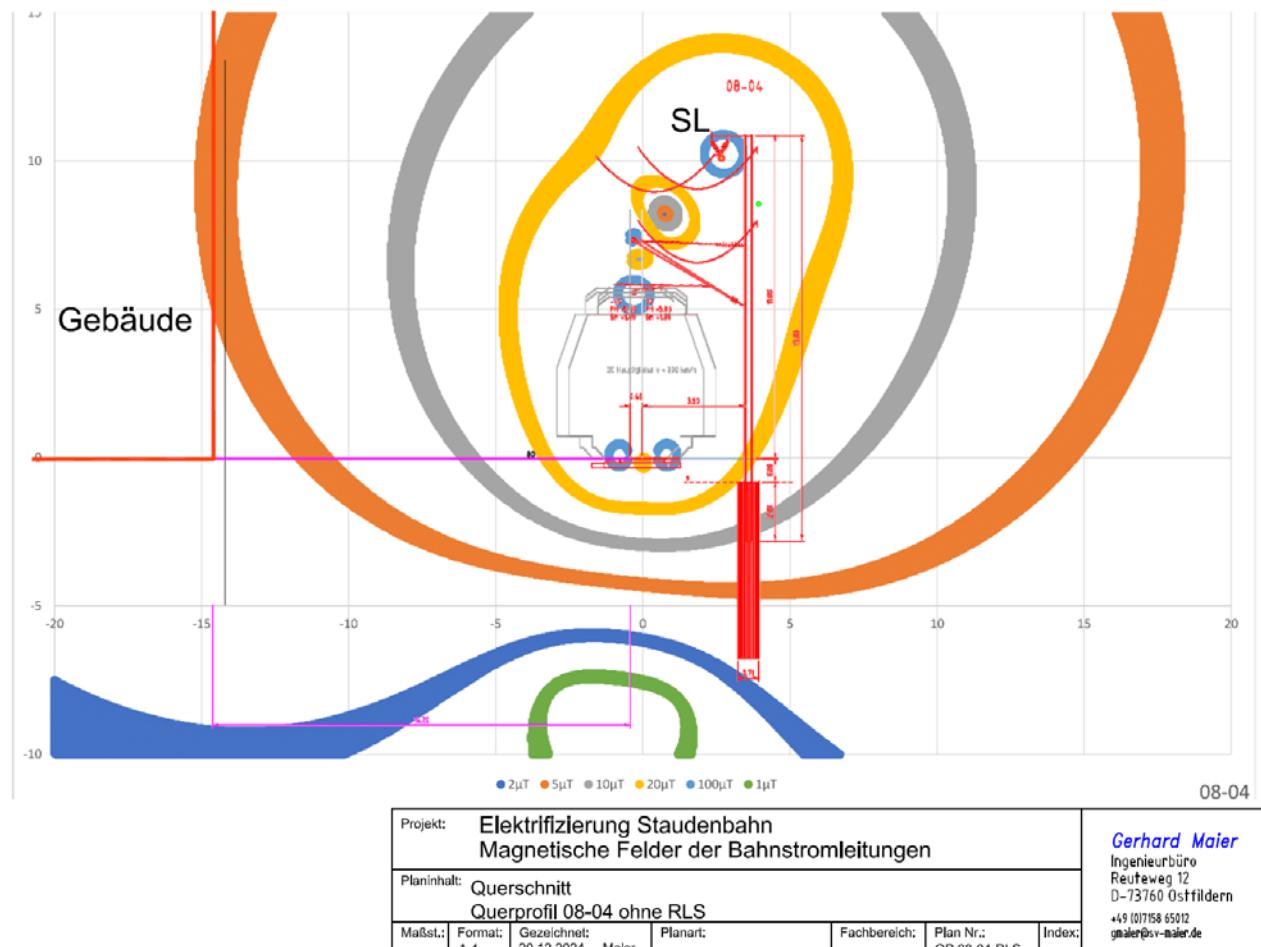
A4-RLS-03-09:



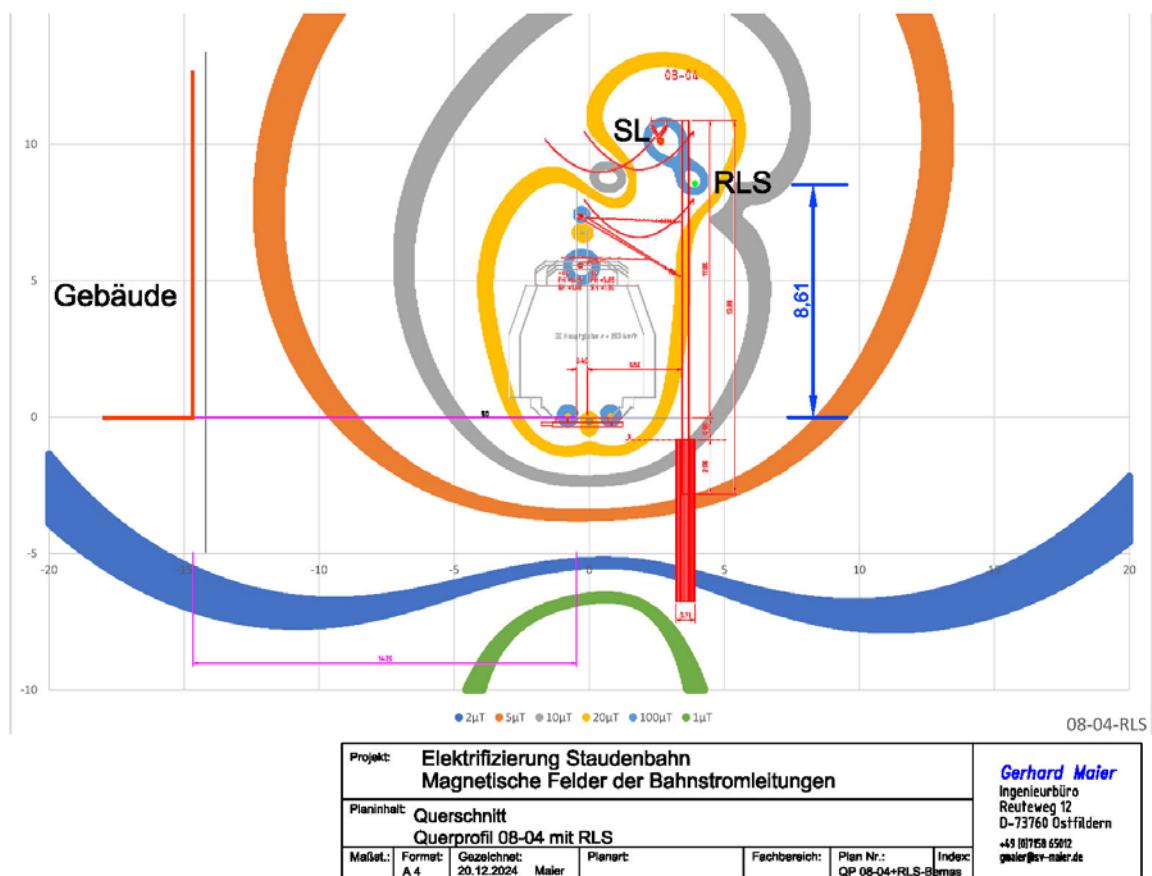
A4+RLS-03-09:



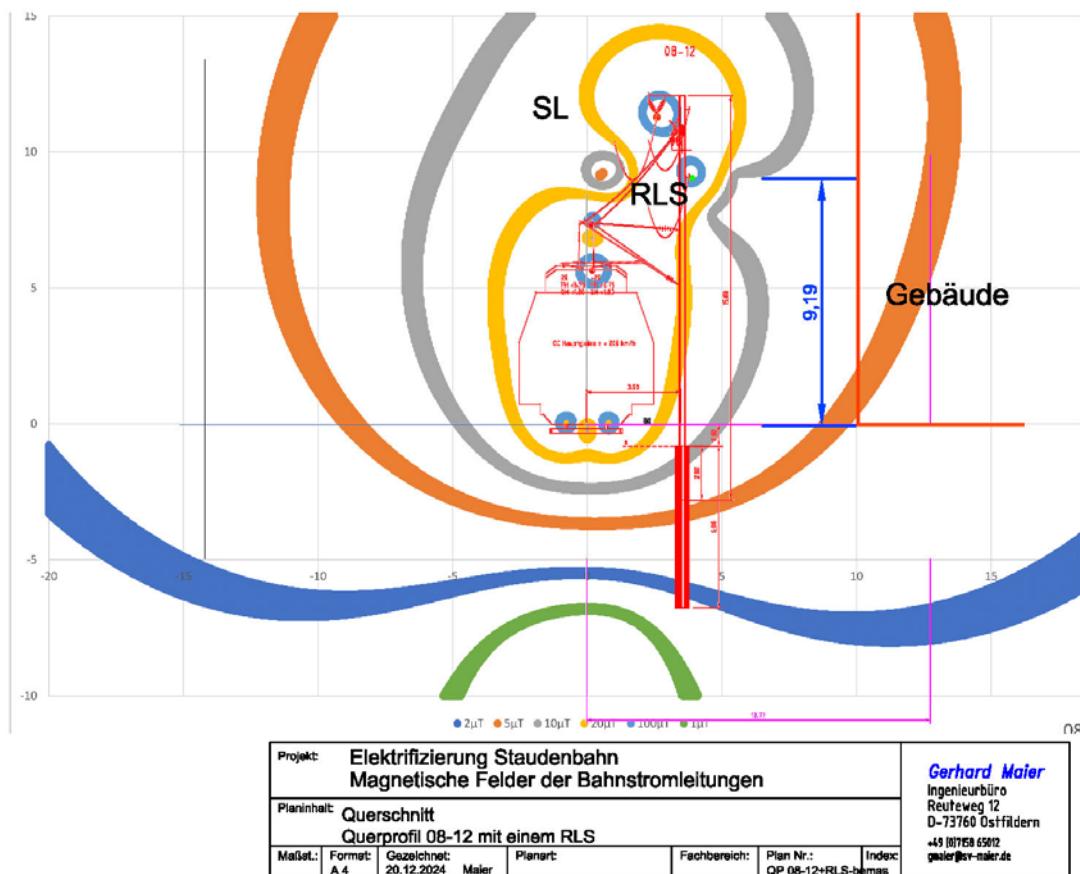
A4-RLS-08-04:



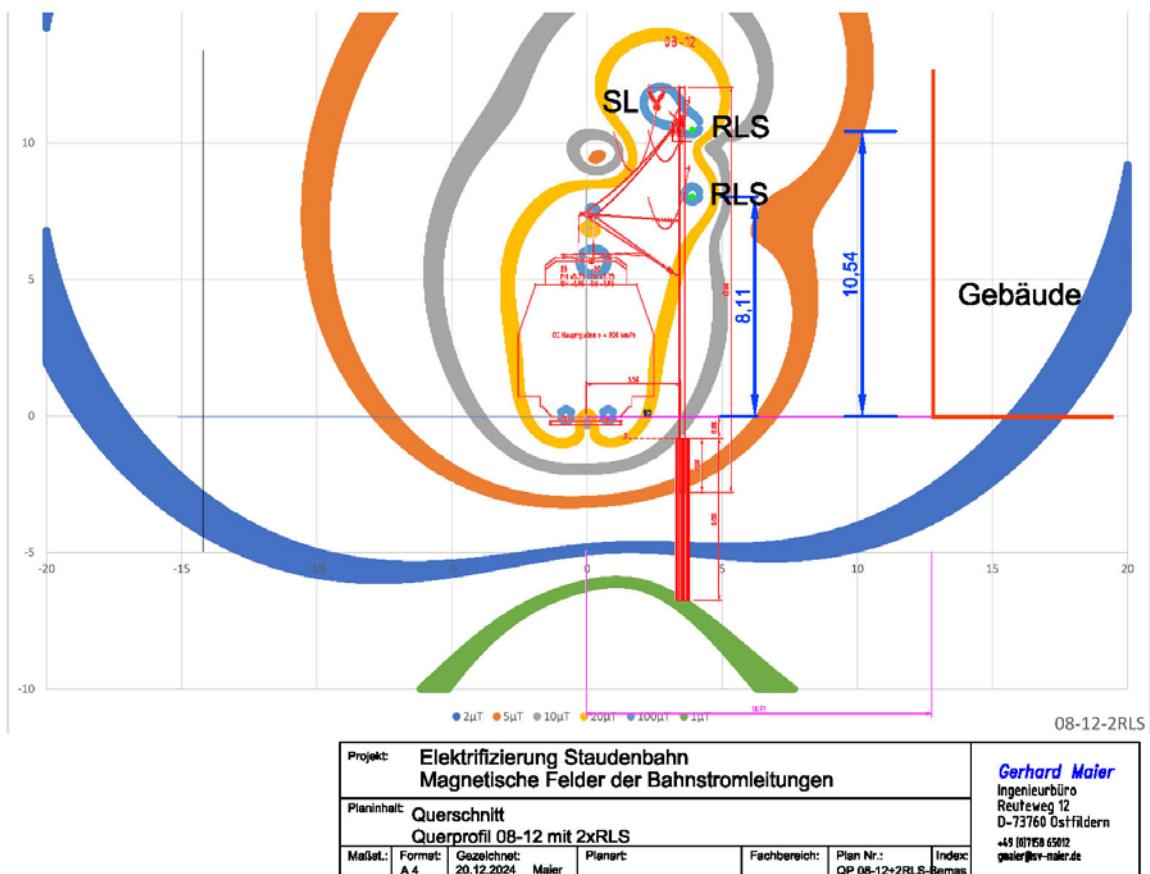
A4+RLS-08-04:



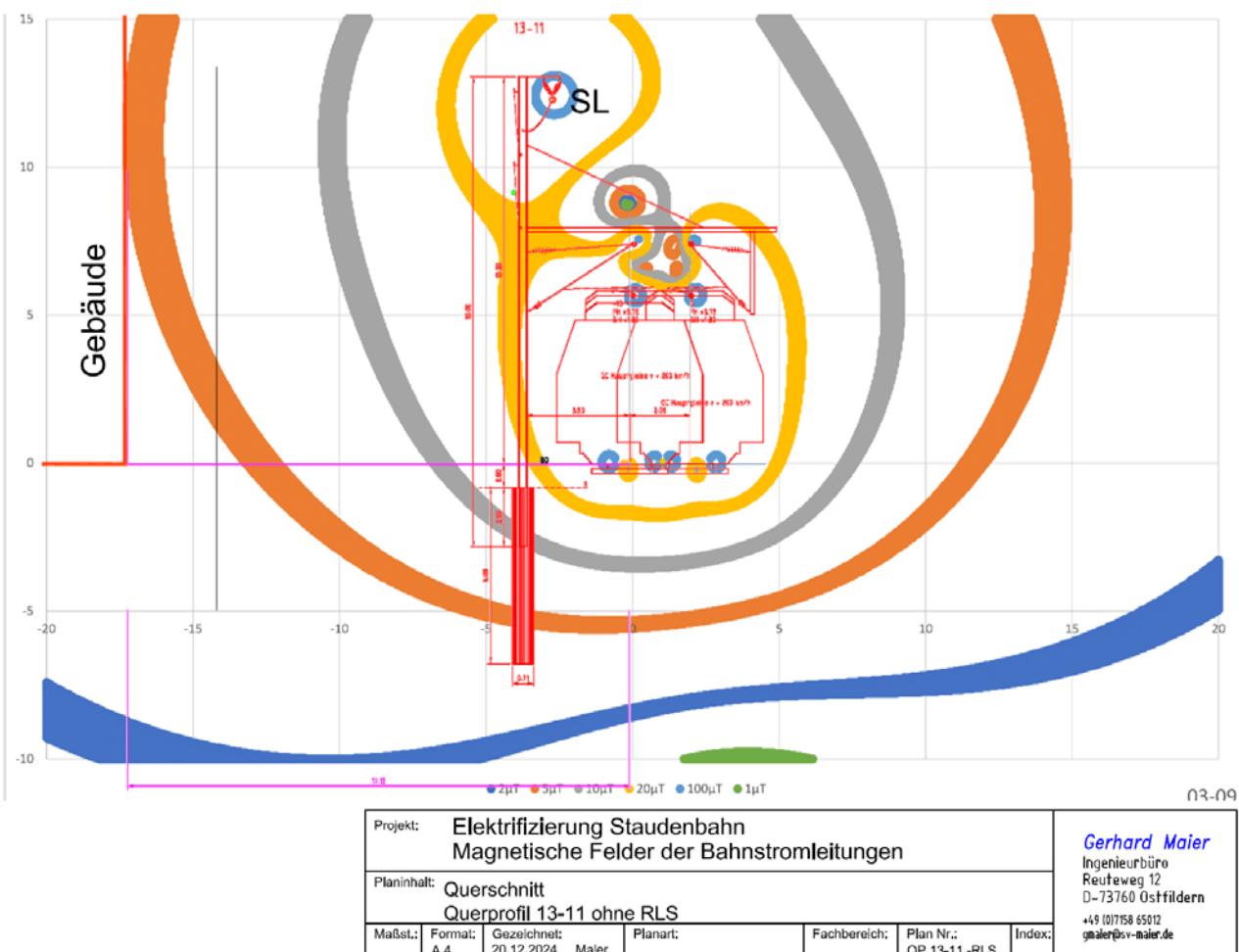
A4+RLS-08-12:



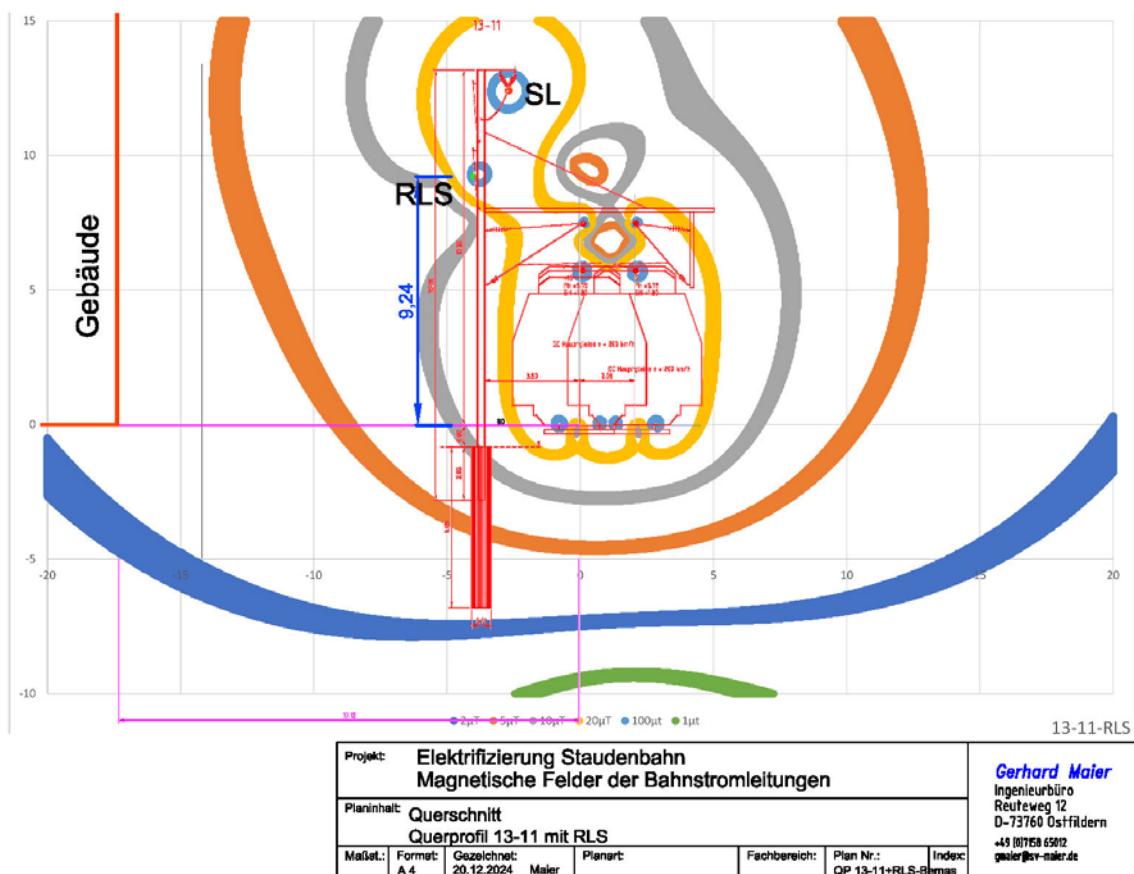
A4+2xRLS-08-12:



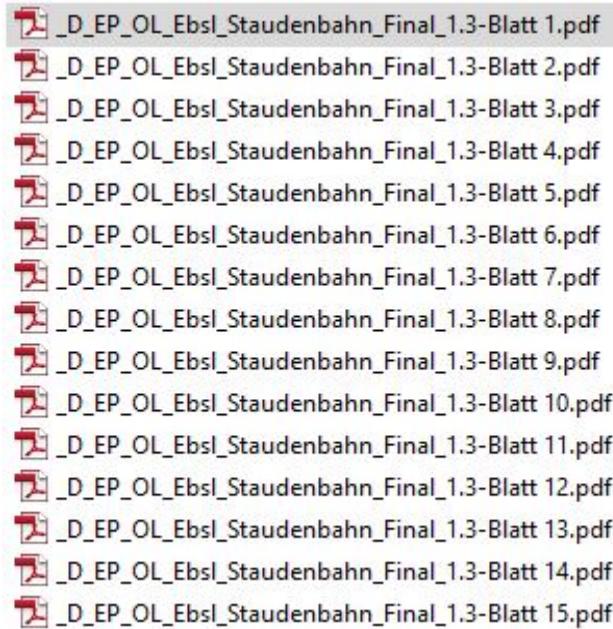
A4-RLS-13-11:



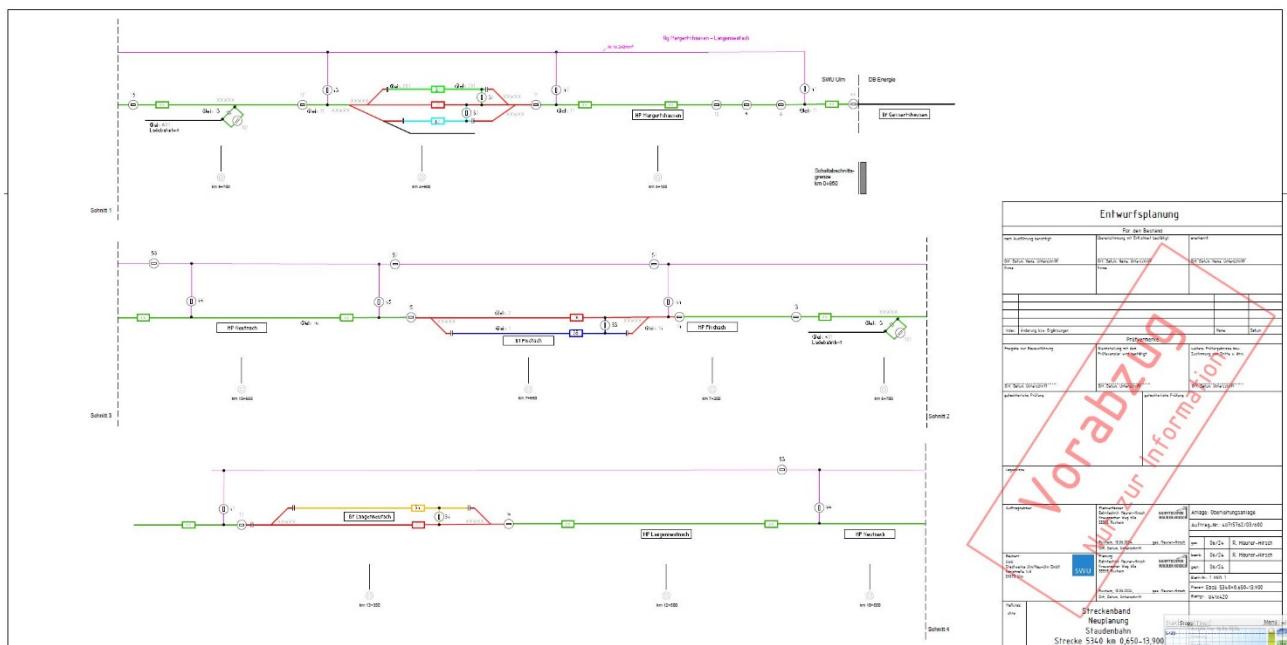
A4+RLS-13-11:



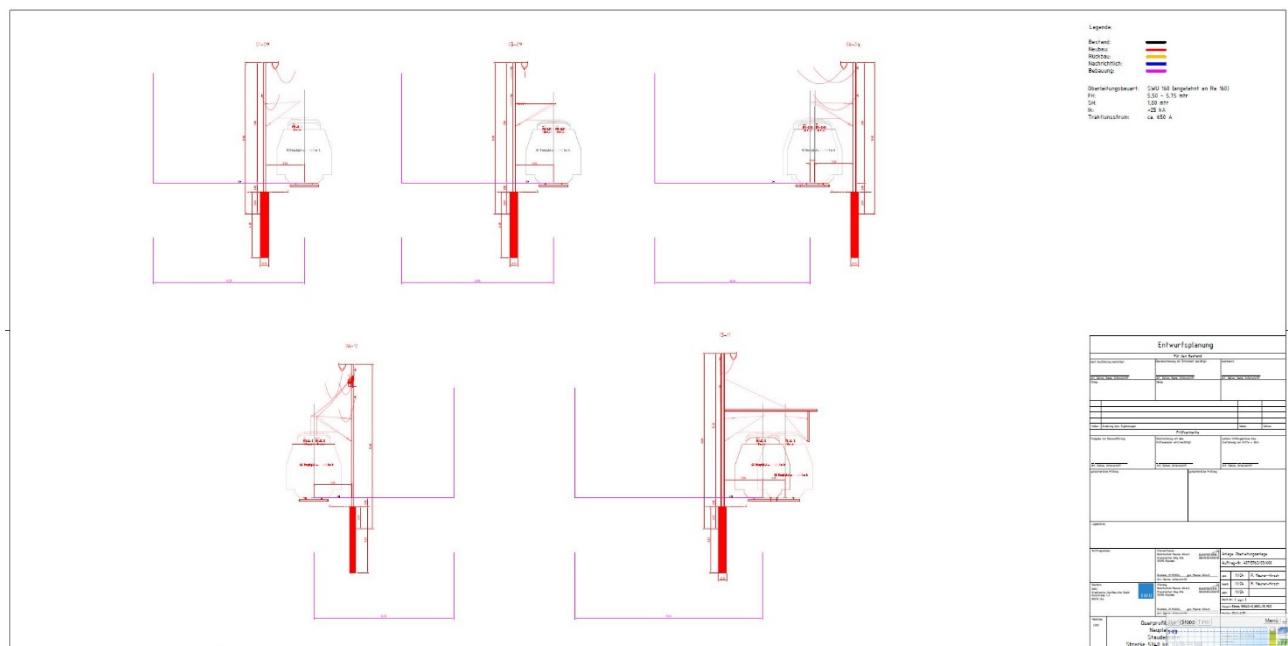
## **EPL-Oberleitungslagepläne:**



## Anlage: Streckenband



## Anlage: zu untersuchende Querprofile



## Abkürzungen

EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
SL	Speiseleitung
OL	Oberleitung
OLA	Oberleitungsanlage
RLS	Rückleiterseil
$\mu_0$	magnetische Feldkonstante
EEG	Elektroenzephalografie