

**Strecke 240: Buchi-Manneberg
Gemeinden Moosseedorf und Bolligen, Kanton Bern
Leitungsumlegung Grauholz**

Technischer Bericht inkl. KKS-Konzept

25. Juli 2022 / 1-04



B+S AG
Weltpoststrasse 5 | Postfach
CH-3000 Bern 16 | +41 31 356 80 80
www.bs-ing.ch



Als Grundlage für die Umlegung der Erdgashochdruckleitung der Gasverbund Mittelland AG dient das Projekt IG EBA vom 18.03.2022 für den 8-Spurausbau der A1 zwischen Wankdorf und Schönbühl (siehe dazu Kapitel 2.2 Objektspezifische Unterlagen).

Für die Massnahmen im Autobahnbau ist das dazugehörige Auflagedossier massgebend und nicht das vorliegende Gasleitungsdossier.

Das vorliegende Umlegungsprojekt kommt nur zur Ausführung, wenn die A1 im oben genannten Abschnitt auf 8-Spuren ausgebaut wird.

Die Umweltauswirkungen werden im Umweltverträglichkeitsbericht 3. Stufe zum Gesamtprojekt dargestellt. Dieser ist im Dossier des Nationalstrassenprojektes N01 Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung zu finden (Mappe 4, Beilage i1).

Impressum

<i>Auftraggeber</i>	Gasverbund Mittelland AG
<i>Projektleiter</i>	Markus Jäggi
<i>Berichtsverfasser</i>	Markus Jäggi, Nicolas Jungo
<i>Projektnummer</i>	70.0334
<i>Dokument</i>	70.0334_20220725_Grauholz_TB ohne UVB_1-04.docx

Änderungsverzeichnis

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Verfasser</i>	<i>Bemerkungen</i>
0-01	23.10.2020	JM	Entwurf an B&H
0-02	22.01.2021	JM	Entwurf m2-Dossier ohne UVB
0-03	18.03.2022	JM	Abgabe m2-Dossier
0-04	25.07.2022	JM	Hochspannungsanlagen



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	6
1.1	Unternehmung und Gesuchsteller	6
1.2	Bauherr und Betreiber	6
1.3	Projektverfasser	6
1.4	Begründung des Bauvorhabens	6
1.5	Verfahren	7
2	Grundlagen	8
2.1	Allgemeines	8
2.2	Objektspezifische Unterlagen	8
3	Projektbeschreibung	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Linienführung	10
3.2.1	Bestehendes Trasse	10
3.2.2	Projektiertes Trasse	10
3.3	Bauvorgang	11
3.4	Installations- und Deponieplätze	12
3.5	Bereich Peugeot-Garage	13
3.6	Gewässerquerung "Moosmatte"	13
3.7	Verlegung in Unterhalts- / Waldweg	13
3.8	Querung Autobahn N01	14
3.9	Querung Grauholzstrasse	14
3.10	Drittleitungen	14
3.10.1	Kreuzung von Drittleitungen	14
3.10.2	Darstellung von Drittleitungen in den Streckenplänen	14
3.11	Nachweis nach Art. 17 Abs. 2 RLSV	14
3.12	Trassemarkierung	14
3.13	Bestehende Erdgasleitung	15
4	Technische Daten	16
4.1	Rohranlage	16
4.1.1	Leitung	16
4.1.2	Werkbögen	16
4.1.3	Kaltbögen	16
5	Fernmeldekabel (FmK)	17
6	Kathodischer Korrosionsschutz (KKS)	17
7	Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen	18
7.1	Bauzonen	18
7.2	Sicherheitsabstände	18
7.2.1	Begründung der Unterschreitung des Mindestabstands:	18



8	Geologie und Hydrogeologie	19
8.1	Geologie	19
8.2	Hydrogeologie	19
8.3	Baugrundkennwerte	19
9	Sonderbauwerke	22
9.1	Querung Autobahn N01	22
9.1.1	Vortriebskonzept	22
9.1.2	Start- und Zielschacht	22
9.1.3	Bauvorgang und Baulogistik	22
9.2	Querung Grauholzstrasse	23
9.2.1	Vortriebskonzept	23
9.2.2	Bauvorgang und Baulogistik	23
10	Abstimmung mit der Raumplanung	24
11	Ausnahmebewilligung	25
11.1	Verlegung innerhalb der Bauzone	25
11.2	Überschreiten der Sicherheitsabstände	25
11.3	Umweltrechtliche Ausnahmebewilligungen	25
12	Land und Rechte	26
13	Planungs- und Bauprogramm	26
14	Plangenehmigungsgesuch	26
	Anhänge	27
A	Orthofoto 1.1 – 1.3 mit bestehender und projektierter Erdgasleitung	27
B	Übersichtsplan mit Standorten bestehender Bohrungen inkl. dazugehörige Bohrprofile	31
C	Koordinierter Bauablauf Bereich Peugeot Garage	38
D	KKS-Konzept, Corroprot AG, Illnau	41
E	Merkblatt betreffend „die Bewilligung von Bauvorhaben und anderen Arbeiten im Bereich einer Ölleitung oder einer Gasleitung über 5 bar.“	44
F	Abklärung zur Starkstrombeeinflussung, Fachkommission für Hochspannungsanlagen	46



Inhaltsverzeichnis Auflagedossier

Berichte

- | | |
|-----------------------------------------|---------------|
| ▪ Technischer Bericht inkl. KKS-Konzept | B+S AG |
| ▪ Bericht zur Störfallvorsorge | Suisseplan AG |

Projektpläne

- | | | |
|--------------------------------------------------------|-----------|--------|
| ▪ Übersichtskarte 1:25'000 | 240.01.09 | B+S AG |
| ▪ Übersichtsplan 1:5'000 mit Bau- und Schutzзо-
nen | 240.01.08 | B+S AG |
| ▪ Streckenplan 1:1'000 | 240.02.08 | B+S AG |
| ▪ Streckenplan 1:1'000 | 240.02.09 | B+S AG |
| ▪ Streckenplan 1:1'000 | 240.02.10 | B+S AG |
| ▪ Streckenplan 1:1'000 | 240.02.12 | B+S AG |
| ▪ Längenprofil Verbindung Moosbühl 1:100 | 240.09.08 | B+S AG |
| ▪ Längenprofil Querung Grauholzstrasse 1:100 | 240.09.09 | B+S AG |
| ▪ Objektplan Querung Autobahn 1:100 | 240.07.12 | B+S AG |
| ▪ Querprofile entlang Autobahn 1:200 | 240.10.04 | B+S AG |
| ▪ Normplan Baustreifen – Profile 1:100 | 240.08.02 | B+S AG |
| ▪ Detailplan Kabelschacht Unterflur 1:25 | 240.34.01 | B+S AG |
| ▪ Ausschnitt mechanisches Schema | 240.04.01 | GVM AG |

Normpläne

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| ▪ Trassemarkierung | 000.93.16 | GVM AG |
| ▪ Grabenprofile und -verfüllung | 000-95-04-DE | Swissgas |
| ▪ Kreuzen von Strassen, Wege und Bahnen | 000-95-06-DE | Swissgas |
| ▪ Messstände KKS | 000-95-08-DE | Swissgas |
| ▪ Längsverlegung zu Strassen, Bahnen und
Hochspannungsleitungen | 000-95-09-DE | Swissgas |

1 Allgemeines

1.1 Unternehmung und Gesuchsteller

Gasverbund Mittelland AG mit Sitz in 4144 Arlesheim.

1.2 Bauherr und Betreiber

Gasverbund Mittelland AG mit Sitz in 4144 Arlesheim.

1.3 Projektverfasser

- Auflagedossier und Projektmanagement:
B+S AG mit Sitz in 3000 Bern 16
Verantwortlich: Markus Jäggi
- Berichtteil KKS-Konzept:
Corroprot AG mit Sitz in 8308 Illnau.
- Bericht zur Störfallvorsorge:
Suisseplan Ingenieure AG mit Sitz in 8050 Zürich

1.4 Begründung des Bauvorhabens

Im Rahmen des Programmes zur Engpassbeseitigung auf der Nationalstrasse N01 plant das Bundesamt für Strassen ASTRA folgende Kapazitätserweiterungen:

- (a) 6-Spur-Ausbau der Autobahn A6 im Abschnitt zwischen der Verzweigung Schönbühl und dem Anschluss Schönbühl
- (b) 8-Spur-Ausbau der Autobahn A1 im Abschnitt zwischen der Verzweigung Wankdorf und der Verzweigung Schönbühl

Die Vernehmlassung des Generellen Projekts (GP) / 2. UVB Stufe zu den Ausbauvorhaben fand beim Kanton Bern und den betroffenen Gemeinden im 2017 statt. Die Bundeskonsultation wurde im 2018 durchgeführt. Das GP wurde am 30. November 2018 vom Bundesrat genehmigt.

Die Gasverbund Mittelland AG betreibt die Erdgashochdruckleitung von Buchi nach Manneberg (Strecke 240). Die Rohrleitung verläuft sowohl im Bereich des 6-Spur-Ausbaus der Nationalstrasse N06 wie auch im Bereich des geplanten 8-Spur-Ausbaus der Nationalstrasse N01.

Infolge der Fahrstreifenergänzungen sind Umlegungen der Erdgashochdruckleitung notwendig. Folgende Leitungsabschnitte sind tangiert und werden mit dem Bundesamt für Strassen ASTRA koordiniert und entsprechend als m2-Dossiers (Beilage zum Ausführungsprojekt) in das Verfahren integriert:

- (a) nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand»: Verlegung auf einer Länge von ca. 26 m im Bereich der Trassemarkierung 240.79.1 in Moosseedorf
Hinweis: Die Gasverbund Mittelland AG hat bereits mit Brief vom 23. April 2018 dem Bundesamt für Energie BFE ein Plangenehmigungsgesuch für einen ca. 420 m langen Umlegungsabschnitt entlang der N06 eingereicht (Umlegung «Moosbühl», Plangenehmigungsverfahren Nr. R-PGV.066). Dieser Abschnitt musste im Zusammenhang mit der geplanten Erweiterung der Logistikplattform der Genossenschaft Migros Aare vorgezogen werden. Wegen der damals laufenden Planungen der Genossenschaft Migros Aare für eine neue Strassenüberführung und des Bundesamts für Strassen ASTRA zum Ausbauvorhaben im Bereich der SBB-Überführung «Im Sand» musste der Umlegungsabschnitt vorläufig rund 50 m nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand» enden.

- (b) südlich von der SBB-Überführung «Im Sand» bis Schlupfstrasse: Verlegung auf einer Länge von ca. 3'270 m zwischen der Trassemarkierung 240.81 in Moosseedorf und der Trassemarkierung 240.96.1 in Bolligen.



Abbildung 1 Übersichtskarte „N01.22-004, Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung“

1.5 Verfahren

Die Erdgashochdruckleitung Strecke 240 (Buchi – Manneberg) der Gasverbund Mittelland AG untersteht dem Rohrleitungsgesetz (RLG). Rohrleitungsanlagen im Sinne von Art. 1 des Rohrleitungsgesetzes dürfen gemäss Art. 2, Abs. 1 nur mit einer Plangenehmigung der Aufsichtsbehörde erstellt oder geändert werden. Gemäss Ziffer 22.1 im Anhang zur Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) muss zudem eine Umweltverträglichkeitsprüfung durch die zuständige Behörde durchgeführt werden.

Die erforderlichen Änderungen an der Rohrleitung (Umlegungen) werden in einem gemeinsamen Verfahren mit den Ausbauprojekten des Bundesamts für Strassen ASTRA koordiniert. Die Nationalstrassenverordnung (NSV) regelt, dass das Ausführungsprojekt (AP) dem UVEK zur Genehmigung einzureichen ist. Nach Art. 12, Abs. 1, Buchstabe «m» der NSV sind dem AP die Unterlagen für weitere Bewilligungen beizulegen, die in die Zuständigkeit des Bundes fallen. Die Änderungen an den Erdgas-Hochdruckanlagen sind demzufolge als sogenanntes m2-Dossier in das AP zu integrieren. Das vorliegende Dokument ist Bestandteil des m2-Dossiers zum AP des Bundesamts für Strassen ASTRA.



2 Grundlagen

2.1 Allgemeines

Die nachfolgend aufgeführten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien bilden in ihrer jeweils gültigen letzten Ausgabe die Grundlage des vorliegenden Gesuchs:

- Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (RLG).
- Rohrleitungsverordnung (RLV).
- Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV).
- Richtlinie für Planung und Bau von Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (ERI – Richtlinie 2003).
- Umweltschutzgesetz (USG) mit zugehörigen Verordnungen.
- Waldgesetz (WaG) mit zugehöriger Verordnung.
- Gewässerschutzgesetz (GSchG) mit zugehöriger Verordnung.
- Raumplanungsgesetz (RPG) mit zugehöriger Verordnung.

2.2 Objektspezifische Unterlagen

- Streckenplan 1:1'000, Plan Nr. 240.021 bis 024 der GVM AG
- Objektplan Kreuzung der SBB-Linie Bern – Zürich, Plan Nr. 240.07.10 der GVM AG
- Objektplan Kreuzung der Autobahn A1 Bern – Zürich, Plan Nr. 240.07.11 der GVM AG
- N01.22-004, Wankdorf – Schönbühl, Kapazitätserweiterung, Ausführungsprojekt (AP) vom 18.03.2022, IG EBA
- N01.22 PEB Wankdorf – Schönbühl, Geologisch-geotechnische Abklärungen, S105 SM Riedacher, GEOTEST
- N01.22 PEB Wankdorf – Schönbühl, Geologisch-geotechnische Abklärungen, Z04 UNF Sandstrasse, GEOTEST
- N01.22 PEB Wankdorf – Schönbühl, Geologisch-geotechnische Abklärungen, S08 UEF Forsthaus Grauholz, GEOTEST

3 Projektbeschreibung

Für die Erdgashochdruckleitung von Buchi nach Manneberg besteht ein erhebliches öffentliches Interesse, da sie die Versorgung der Stadt Bern als auch der Regionen um Burgdorf, Münsingen, Thun und Interlaken mit Erdgas sicherstellt. Die Versorgung der Grossräume Münsingen und Thun ist nicht redundant, daher muss ein Unterbruch der Versorgung über die Strecke 240 ausgeschlossen werden.

3.1 Allgemeines

Die Erdgashochdruckleitung von Buchi nach Manneberg (Strecke 240: 8", 64 bar, Baujahr 1967) untersteht dem Rohrleitungsgesetz (RLG, SR 746.1) mitsamt zugehöriger Verordnungen (RLV, SR 746.11 und RLSV, SR 746.12) und Richtlinien, seit April 2013 ist sie ausserdem der Störfallverordnung (StFV, SR 814.012) unterstellt.

Zwischen den beiden Ausbauprojekten des Bundesamts für Strassen ASTRA und der bestehenden Rohrleitung resultieren folgende Konflikte resp. Massnahmen, die eine Umlegung der bestehenden Rohrleitung begründen:

- Infolge der Fahrbahnerweiterungen (6-Spur- und 8-Spur-Ausbau) muss die Gewerbestrasse verlegt werden. Dies führt dazu, dass die vorgeschriebenen Abstände im Sinne von Artikel 13 der Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV), wonach bei der Parallelführung zu anderen Strassen mit Hartbelag [nicht Autobahnen, Autostrassen und Hauptstrassen] ein Sicherheitsabstand von mindestens 2 m zum Rand des Hartbelags einzuhalten ist, nicht mehr respektiert werden können, weshalb auch die Rohrleitung zu verlegen ist. In den kurzen Abschnitten ca. km 15.755 bis km 15.780 (nördlich SBB-Überführung «Im Sand») sowie ca. km 16.310 bis km 16.360 und ca. km 16.400 bis km 16.425 (jeweils östlich vom Denkmal), in welchen die bestehende Rohrleitung in den Bereich des Pannestreifens resp. der Böschung zu liegen kommt, ist gemäss Art. 13 RLSV ein Abstand von mindestens 5 m zum Rand des Hartbelags einzuhalten.
- Innerhalb der Unterführung «Im Sand für Pferde» ist unklar, ob die Mindestüberdeckung der Rohrleitung von 1.0 m (RLSV, Artikel 41) heute noch besteht. Würde die Rohrleitung in diesem Bereich belassen, wäre zu prüfen, ob eine Ausnahmegewilligung im Sinne von Art. 5 i.V.m. Art. 41 RLSV erforderlich ist. Mit dem aufgelegten Projekt und der Verlegung der Rohrleitung in diesem Bereich, sind diesbezüglich jedoch keine weiteren Abklärungen nötig.
- Ausgelöst durch das Ausbauprojekt der Nationalstrasse N01 und der damit zusammenhängenden Verbreiterung der Überführung "Tannacker Sederberg" würde - ohne die vorgesehene Umlegung - mindestens eine lokale Verlegung der bestehenden Rohrleitung mit permanenter Rodung des angrenzenden Waldes nötig. Da das Ausbauprojekt des ASTRA in diesem Bereich auch die Verlegung der bestehenden 132 kV Hochspannungsleitung der BKW vorsieht, gilt diese Hochspannungsleitung gegenüber der Rohrleitung als neue Anlage, welche die gesetzlichen Abstandsvorschriften gemäss RLSV einzuhalten hat. Die Einhaltung der nötigen Abstände zur Rohrleitung ist jedoch mit der geplanten Leitungsführung der 132 kV Hochspannungsleitung nicht möglich. Die Hochspannungsleitung müsste damit weiter nach Osten verlegt werden und käme in den Wald zu liegen, was wiederum eine grossflächige Rodung zur Folge hätte. Um dies zu vermeiden, kamen die Parteien im Rahmen der Projektentwicklung überein, dass es einfacher ist, die Rohrleitung anstatt der Hochspannungsleitung grossräumig zu verlegen.

Mit den vorgesehenen Umlegungen (nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand» und südlich von der SBB-Überführung «Im Sand» bis zur Schlupfstrasse) werden die Abstands- resp. Sicherheitsvorschriften der RSLV eingehalten und die Rohrleitung bleibt während der umfangreichen

Bauarbeiten für die Autobahnausbauten geschützt. Damit sind der ungestörte Betrieb der Rohrleitung sowie die Versorgungssicherheit langfristig gewährleistet.

Das Projekt für die Umlegung umfasst die folgenden Anlageteile:

- MOP 64 bar Stahlleitung mit 2.0 mm PE-Umhüllung und 10.0 mm FZM-Umhüllung
- Fernmeldekabel und Leerrohr für die künftige Überwachung und Kontrolle inkl. Kontrollschächte

Die Erdgasleitung liegt auf dem Gemeindegebiet von Moosseedorf und Bolligen im Kanton Bern.

3.2 Linienführung

3.2.1 Bestehendes Trasse

Aus nördlicher Richtung von Jeginstorf über Urtenen-Schönbühl kommend verläuft die bestehende Rohrleitung in der Gemeinde Moosseedorf zunächst entlang der Autobahn A6 (auf der süd-westlichen Seite der Autobahn). Südlich von der SBB-Überführung «Im Sand» verläuft die Leitung parallel zur Gewerbestrasse. Auf Höhe des Grauholzdenkmals befindet sie sich auf der westlichen Seite der Autobahn A1, die sie innerhalb der Unterführung «Im Sand für Pferde» quert. Anschliessend biegt die Rohrleitung in die Grauholzstrasse ein. Die Leitung folgt dem Verlauf der Grauholzstrasse (überwiegend auf der östlichen Seite der Grauholzstrasse, direkt neben dem Waldrand) bis sie in der Gemeinde Bolligen auf Höhe vom Forsthaus Grauholz auf die Schlupfstrasse trifft und von dort weiter in Richtung Ittigen verläuft.

3.2.2 Projektiertes Trasse

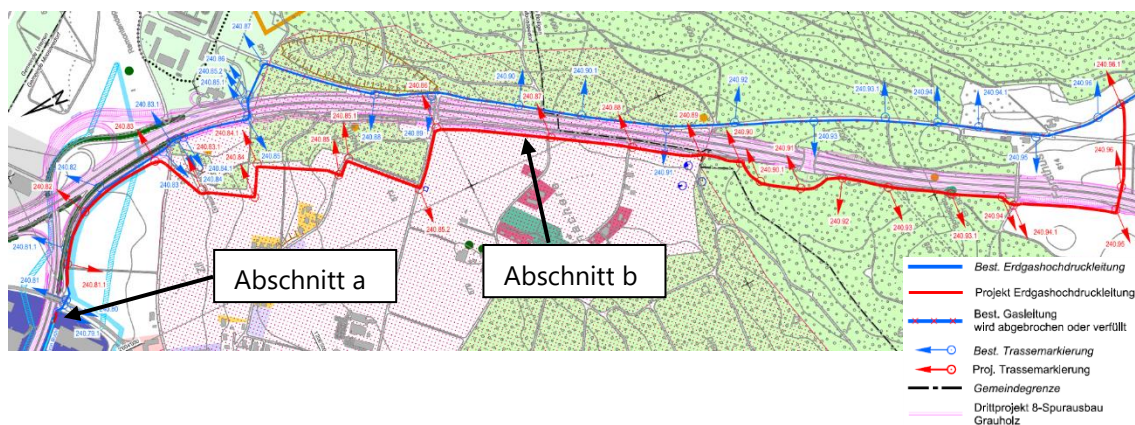


Abbildung 2 Übersichtskarte bestehende und projektierte Erdgasleitung GVM Strecke 240

Das Vorhaben setzt sich aus zwei Umlegungsabschnitten zusammen:

- (a) Nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand» in Moosseedorf, in Verlängerung zur Umlegung «Moosbühl».
- (b) Südlich von der SBB-Überführung «Im Sand» in Moosseedorf bis zur Schlupfstrasse in Bolligen wird die Rohrleitung auf einer Länge von ca. 3'250 m verlegt.

Abschnitt a

In der Verlängerung zur Umlegung «Moosbühl» (mit einer Länge von ca. 420 m, Plangenehmigungsverfahren Nr. R-PGV.066) ist nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand» in Moosseedorf eine ca. 26 m lange Umlegung der Rohrleitung erforderlich. Durch die Umlegung wird sichergestellt, dass die Rohrleitung auch nach dem 6-Spur-Ausbau ausserhalb des Pannenstreifens der Autobahn A6 verläuft.

Abschnitt b

Aus nördlicher Richtung kommend verläuft die neue Leitung zunächst westlich von der Gewerbestrasse, parallel zur Strasse und zur bestehenden Rohrleitung (um 2 – 10 m nach Westen versetzt, am Rand der landwirtschaftlichen Flächen).

Nördlich von der Sandstrasse biegt die Leitung in süd-westliche Richtung ab und umfährt anschliessend in südlicher Richtung sowohl das Grauholzdenkmal wie auch den Zilwald innerhalb von Landwirtschaftszonen.

Auf Höhe der Eichenstrasse verläuft die Rohrleitung ostwärts in Richtung Autobahn A1 (Bereich Überführung «Tannacker Sederberg»). Ab dort befindet sie sich neben dem Autobahnweg (mit Hartbelag), der im Zusammenhang mit dem 8-Spur-Ausbau verlegt wird.

Ab der Grenze zwischen den Gemeinden Moosseedorf und Bolligen durchquert sie den Allmitwald – grösstenteils neben dem neuen Weg entlang der Autobahn A1 (mit Hartbelag) oder innerhalb des bestehenden, unbefestigten Waldwegs (auf Höhe der Überführung «Wildtierquerung Grauholz»). Im Bereich «Bottisgrab» wird Waldboden neben der Autobahn A1 beansprucht (Länge ca. 140 m, eine Umlegung des bestehenden Waldwegs wird mit den Grundeigentümern geprüft).

Südlich von der Überführung «Forsthaus Grauholz» befindet sich die Rohrleitung auf einer Länge von knapp 250 m auf landwirtschaftlichem Gebiet.

Anschliessend unterquert sie die Autobahn A1 innerhalb eines Mantelrohrs (Beton DN 1000) und verläuft weiter ostwärts in Richtung Grauholzstrasse (Spülbohrung) und zur Schlupfstrasse über landwirtschaftliches Land (Einbindung in die bestehende Rohrleitung).

3.3 Bauvorgang

Sämtliche Bauarbeiten an der Gasleitung werden im Rahmen der Arbeiten Ausbauprojekt „N01.22-004, Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ in der Bauphase 1 (Bauarbeiten ausserhalb des Verkehrs auf der Autobahn) durchgeführt. Der Bau der neuen Erdgasleitung erfolgt ab der geplanten Baupiste. Die gesamte Umlegung wird in einem Zug realisiert. Nach der Fertigstellung der neuen Erdgasleitung erfolgen die Einbindungen Nord (Trassemarkierungen 240.79.1 und 240.81.1) und die Einbindung Süd (Trassemarkierung 240.96.1) in die bestehende Erdgasleitung. Provisorien sind keine vorgesehen.

Der vorgesehene Bauablauf für das Nationalstrassenprojekt ist:

- | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bauetappe 1: | <p>Baupiste und Gasleitung erstellen.</p> <p>Ausführen sämtlicher Arbeiten, welche ausserhalb des Verkehrs der Stammachse erfolgen können (Neubau der Überführungen, Verlängerung der Unterführungen, usw.).</p> <p>Endgestaltung inkl. Erschliessungsstrasse und Rückbau der Baupiste wo diese für den Ausbau der Nationalstrasse nicht benötigt wird.</p> |
| Bauetappe 2: | <p>Ausbau der Nationalstrasse</p> |

Es wird für die Verlegung der Erdgasleitung mit einer Bauzeit von ca. 12 Monaten gerechnet.

Generell wird folgender Bauvorgang für die Leitungsumlegung vorgesehen:

- Temp. Rodung inkl. entfernen von Wurzelstöcken.
- Erstellen der Baupiste und der Installationsplätze.
- Abstecken der Leitungsachse (bestehend – soweit notwendig - und neu).
- Entfernen von Hindernissen im vorgesehenen Bauperimeter (Zäune, bestehende Infrastrukturanlagen usw.)

- Werkleitungssondagen bzw. Anzeichnen der bestehenden Werkleitungen durch die Werkigentümer.
- Abtrag von Ober- und Unterboden, getrennt nach Material und Zwischendeponie innerhalb der Baustelle.
- Aushub des Leitungsgrabens mit seitlichem Auflad und Zwischendeponie im Bauperimeter. Abfuhr von überschüssigem und von ungeeignetem Aushubmaterial auf eine bewilligte Deponie.
- Anliefern der Rohre und Ausfahren der Rohre ab dem Rohrlagerplatz entlang dem Leitungsgraben.
- Verlegen der Rohre neben oder teilweise im Graben mit Ausrichten, Biegen, Schweissen, Kontrollieren (zerstörungsfreie Schweissnahtprüfung ZfP) der Schweissnähte und Nachisolieren.
- Absenken der Leitung auf die Grabensohle.
- Einmessen der Leitung in Lage und Höhe.
- Umhüllen der Leitung mit Sand.
- Einbau der Warngitter (dort wo geplant).
- Verlegen der PE-Kabelschutzrohre für das Fernmeldekabel und die künftige Überwachung und Kontrolle.
- Verlegen von Betonschutzplatten (dort wo geplant).
- Verlegen der Warnbänder auf der vorgeschriebenen Höhe.
- Schichtweises Eindecken mit entsprechender Verdichtung.
- Instandstellen von Kanalisations-, Drainage- oder anderen Werkleitungen im Grabenbereich.
- Aufstellen der neuen Trassemarkierungen und KKS Messstelle.
- Instandstellen des Bauperimeters soweit notwendig und Übergabe an die Projektleitung Nationalstrasse N01.

Nach dem Verlegen der neuen Erdgasleitung werden die neuen Leitungsabschnitte einer Druck- und Dichtheitsprüfung unterzogen. Die Druck- und Dichtheitsprüfung wird mit Wasser durchgeführt. Die benötigte Wassermenge von ca. 110 m³ wird entweder ab dem öffentlichen Wassernetz entnommen oder zugeführt. Die Ableitung erfolgt in die öffentliche Kanalisation.

Vor Einbindung der neuen Leitungsabschnitte wird mittels Einspeisemessung der Schutzstrombedarf ermittelt (vgl. KKS-Konzept im Anhang D).

Nach Abschluss der Wasserdruckprüfung erfolgt die Einbindung der neuen Leitungsabschnitte in die bestehende Strecke 240 der Gasverbund Mittelland AG.

3.4 Installations- und Deponieplätze

Vom Ausbauprojekt „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ sind entlang des Bauperimeters verschiedene Installationsplätze vorgesehen. Für den Bau der Erdgasleitung werden diese Installationsplätze ebenfalls genutzt. Im Bereich des Microtunnelings, der Spülbohrung sowie zwischen Ltg.-km 0.425 und 1.300 sowie 3.075 und 3.267 werden separate Installationsplätze erstellt.

3.8 Querung Autobahn N01

Die Autobahn N01 wird mittels Microtunneling gequert. Der Vortrieb erfolgt aus einem Startschacht ausserhalb des bestehenden Trassees der N01 (Fahrtrichtung Zürich). Dieser wird durch die Grauholzstrasse und einen Flurweg erschlossen. Der Zielschacht befindet sich im Bereich der bestehenden Böschung in Fahrtrichtung Bern. Vor der Erstellung des Zielschachtes muss hier ein Voraushub erstellt werden. Die Ausbildung des Start- und Zielschachtes erfolgt als Mikropfahlwand mit Spritzbetonausfachung und Stahlpriessungen.

Weitere Erläuterungen zur Querung der Autobahn N01 sind in Kapitel 9.1 aufgeführt.

3.9 Querung Grauholzstrasse

Die Grauholzstrasse wird in geschlossener Bauweise gequert. Die Querung wird mit einer Horizontalbohrung (Spülbohrverfahren) ausgeführt. Der Vortrieb erfolgt aus einer Startgrube auf der Ostseite der Grauholzstrasse. Sowohl die Start- als auch die Zielgrube sind über die Grauholzstrasse und einen Flurweg (Zielgrube) erschlossen. Die Baugrubensicherung erfolgt mittels Spritzbeton.

Weitere Erläuterungen zur Querung der Grauholzstrasse sind in Kapitel 9.2 aufgeführt.

3.10 Drittleitungen

3.10.1 Kreuzung von Drittleitungen

Durch den Einbau der neuen Rohrleitung werden bestehende querende Kanalisations-, Wasser-, Elektro- und Fernmeldeleitungen tangiert. Die neue Rohrleitung über- oder unterquert die bestehenden Fremdleitungen.

Die vertikalen Abstände gemäss ERI – Richtlinie, Kap. 3.2.14, werden eingehalten.

3.10.2 Darstellung von Drittleitungen in den Streckenplänen

Die betroffenen unterirdischen Drittleitungen sind in den Streckenplänen sowohl in der Situation und – soweit die Verlegehöhe im Querbereich mit der Rohrleitung bekannt ist – im Technischen Band dargestellt (Art. 12 Bst. k RLV).

Stromleitungen sind in den Streckenplänen mit "EL" bezeichnet und ihre Betriebsspannung ist ebenfalls angegeben (Art. 12 Bst. l RLV).

Sämtliche Werkleitungen werden vor dem Bau erhoben.

3.11 Nachweis nach Art. 17 Abs. 2 RLSV

Gemäss Art. 17 Abs. 2 RLSV wurde der Einfluss der Hochspannungsanlagen, welche sich im Umfeld von 30m zur neuen Rohrleitung befinden, durch die Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH) untersucht (siehe Beilage F). Die Empfehlungen der FKH im Kapitel 6.1 des Berichts vom 7. Juli 2022 werden rechtzeitig vor Baubeginn mit der FKH besprochen. Sie werden – soweit unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Überspannungsschutzelemente sinnvoll und notwendig – umgesetzt.

3.12 Trassemarkierung

Nach Art. 40 der Verordnung über die Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen ist die Rohrleitung im Gelände so zu markieren, dass ihr Verlauf sicher verfolgt werden kann. Massgebend sind die Vorschriften gemäss Kap. 3.2.20 der ERI-Richtlinie 2003.

Die Signale sind Bestandteil der Rohrleitungsanlage.



Die Standorte der bestehenden (blau), der neuen (rot) sowie der zu entfernenden (gelb) Trassemarkierungen sind in den Streckenplänen 1:1'000 ersichtlich.

3.13 Bestehende Erdgasleitung

Nach erfolgter Umlegung der Erdgasleitung Strecke 240 werden die ausser Betrieb genommenen Leitungsabschnitte mit Inertgas gespült und in regelmässigen Abständen verschlossen (vgl. dazu Kap. 15 der ERI-Richtlinie 2003). Das Entfernen der bestehenden Leitung im Verlegungsabschnitt (Perimeter Autobahnausbauprojekt) erfolgt erst im Zusammenhang mit den Arbeiten für die Autobahn und ist nicht Bestandteil dieses Berichts. Die im Boden verbleibenden Anlageteile werden im Ausführungsplan eingetragen.



4 Technische Daten

4.1 Rohranlage

Die gesamte Rohrleitung wird in Stahlrohren nach EN 10208-2 mit einer PE-Umhüllung gemäss DIN 30670 und einer Faserzementmörtel-Ummantelung (FZM) ausgeführt. Die Nachisolation erfolgt mit Binden gemäss DIN 30672. Die Schweissnähte werden vor der Nachisolation mit einem Strahlverfahren, Reinheitsgrad SA 2.5, gemäss ERI-Richtlinie gereinigt. Die Leitung wird molchbar ausgeführt.

4.1.1 Leitung

Beschrieb	Technische Daten
▪ Leitungslänge	L = 26 m + 3'271 m
▪ Durchmesser	
– Nennweite	8"
– Aussen	219.1 mm
▪ Wandstärke	6.3 mm
▪ Stahlqualität	L 360NE/ME
▪ Isolation	2.0 mm PE / 10.0 mm FZM
▪ Max. zulässiger Betriebsdruck (MOP)	64 bar
▪ Wasserdruckprüfung	90 % Streckgrenze
▪ Prüfung der Schweissnähte	100 % RT-Prüfung
▪ Überdeckung	1.20 m – 1.50 m

4.1.2 Werkbögen

Beschrieb	Technische Daten
▪ Durchmesser	
– Nennweite	8"
– Aussen	219.1 mm
▪ Wandstärke	6.3 mm
▪ Isolation	2.0 mm PE
▪ Stahlqualität	L 360NE/ME
▪ Radius	R = 7D _a

Werkbögen ohne PE-Isolation werden auf der Baustelle mit Korrosionsschutzbinden nach DIN 30 672 nachisoliert.

4.1.3 Kaltbögen

Die Geländekrümmer werden mit einer Biegemaschine kalt gebogen.



5 Fernmeldekabel (FmK)

Die geplante Leitung wird in das bereits bestehende Überwachungsnetz der Gasverbund Mittelland AG einbezogen. Dazu wird das neu zu verlegende FmK mit dem bestehenden FmK mit Spleisungen verbunden.

Die Betriebszustände der Nebenanlage werden in die Leitstelle Gasverbund Mittelland AG übertragen und dort dauernd überwacht. Die permanent besetzte Leitstelle ermöglicht eine 24-stündige Überwachung der in Betrieb stehenden Anlage.

Zum Einziehen des FmK wird ein Kabelschutzrohr, PE-HD / C+S / Ø 92/80 mm, parallel zur neuen Erdgasleitung gemäss Normplan 000-95-04-DE mitverlegt.

Damit im Umlegungsbereich künftig nicht mehr aufgedigelt werden muss, wird vorsorglich unmittelbar neben dem Kabelschutzrohr für das FmK ein Multirohr (erdverlegte Belegungsmultifachrohre: 4-fach 50, verstärkt) für spätere Kabel für Überwachungs- und Kontrollzwecke verlegt.

6 Kathodischer Korrosionsschutz (KKS)

Die umgelegte Leitungstrecke ist in den bestehenden kathodischen Korrosionsschutz der Strecke 240 integriert.

Das KKS-Konzept der Corroprot AG ist in Anhang D ersichtlich.

8 Geologie und Hydrogeologie

8.1 Geologie

Für die Leitungsverlegung wurden keine separaten Baugrunduntersuchungen gemacht. Nach der Sichtung bestehender Unterlagen (Anhang B) kann davon ausgegangen werden, dass die Leitung grösstenteils in siltig-sandigen Boden verlegt wird.

Für die Querung der Autobahn N01 dienen als Grundlage die im Rahmen der Kapazitätserweiterung (8-Spur Ausbau) durchgeführten Baugrunduntersuchungen der Objekte S08 UEF Forsthaus Grauholz und S105 SM Riedacher (KbS07-01/17), welche sich in unmittelbarer Nähe befinden. Gemäss diesen besteht der Baugrund oberflächennah aus **Auffüllmaterial** und **Deckschichten** (locker gelagerte Sande, siltig, leicht tonig, mit wechselndem Anteil an organischem Material). Darunter befinden sich bis in eine Tiefe von 5–10 m **fluvioglaziale Ablagerungen**. Es handelt sich dabei um eine Abfolge von randlich des Gletschers abgelagerten fluvialen Sanden und Silten. Je nachdem, ob das Material vom Gletscher überfahren worden ist oder nicht, weist es eine steife bis sehr harte Konsistenz auf resp. ist mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Unter den Deckschichten resp. teilweise den fluvioglazialen Ablagerungen ist eine mächtige Abfolge von **Moränenmaterial** anstehend. Hierbei handelt es sich um dicht bis sehr dicht gelagerten Kies, sandig, siltig sowie Sande mit wechselndem Silt- und Kiesgehalt. Die Bohrprofile der bestehenden Bohrungen in der näheren Umgebung, sind in Anhang B ersichtlich.

8.2 Hydrogeologie

Die Leitungsverlegung befindet sich ausserhalb von Gewässerschutzbereichen resp. befindet sich im Gewässerschutzbereich ÜB (übriger Bereich). Für diesen Bereich sind keine speziellen Auflagen vorgesehen.

Gemäss vorhandenen Bohrungen kann festgestellt werden, dass der Flurabstand des Grundwassers bis zu minimal 2.00 m betragen kann.

Im Bereich der Querung N01 ist Grundwasser, wenn überhaupt, nur in grösseren Tiefen (> 30 m) zu erwarten. Geringe Mengen Schichtwasser können jedoch auf den stauenden, tonigen Schichten nicht ausgeschlossen werden.

8.3 Baugrundkennwerte

Die charakteristischen Kennwerte der Lockergesteine (Abbildung 5) wurden aus dem geologisch-geotechnischen Bericht des Objekt S105 SM Riedacher übernommen.

Schichtbezeichnung	Material	USCS-Klassifikation	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]	M_{E1} [MN/m ²]	M_{E2} [MN/m ²]
R	Auffüllmaterial	Kies mit wechselndem Sand und Siltgehalt sowie Sand siltig, dicht bis sehr dicht	20 (19 – 21)	39 (36 – 42)	0	-	40* (10 – 60)	80* (30 – 120)
As1		sauberer bis siltiger Fein- bis Mittelsand, locker bis mitteldicht gelagert ¹	20 (19 – 21)	34 (33 – 36)	0	-	15 (12 – 25)	40 (30 – 50)
As2	Fluvioglaziale Ablagerungen	Sand, siltig, stark kiesig, sowie Kies sandig, mitteldicht gelagert ¹	21 (20,5 – 22)	37 (35 – 39)	0	-	45 (35 – 70)	90 (80 – 120)
As3		siltige Sande teilweise mit Kies, mitteldicht bis dicht gelagert ¹	21 (20 – 21,5)	36 (34 – 37)	0	-	30 (20 – 40)	80 (70 – 100)
As3.1		tonige Silte vereinzelt mit Sand und Kies, steif bis hart	21,5 (20,5 – 22)	31 (31 – 35)	5 (2 – 10)	80 (50 – 120)	20 (15 – 35)	60 (70 – 100)
M2	Moränenmaterial	Sand mit wechselndem Silt und Kiesgehalt, dicht gelagert	20,5 (20 – 22)	34 (31 – 36)	0 (0 – 2)	-	60 (50 – 80)	120 (80 – 150)
		Kies mit Sand und Silt, lagenweise leicht tonig, dicht bis sehr dicht gelagert ¹	21 (20 – 22)	38 (37 – 39)	0 (0 – 2)	-	70 (60 – 90)	140 (100 – 200)

Legende: **fett** geschätzte Erwartungswerte (wahrscheinliche Mittelwerte)
() geschätzte Extremwerte

γ Feuchtraumgewicht
 ϕ' innerer Reibungswinkel
 c' effektive Kohäsion
¹ In dieser Schicht wurden keine USCS-Klassifikationen im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen durchgeführt. Die Einteilung beruht auf Erfahrungswerten und Versuchsergebnissen in vergleichbarem Material.
 * Bei hohem Feinkornanteil sind die unteren Extremwerte zu verwenden.

M_{E1} Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung
 M_{E2} Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung
 c_u undrainerter Scherfestigkeit

Abbildung 5 Charakteristische geotechnische Kennwerte des Lockergesteines, S105 SM Riedacher



Für die Bemessung der Querung der N01 (Baugrubensicherung und Rohrstatik) wurden folgende Parameter verwendet:

Bezeichnung	γ [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	M_{E1} [MN/m ²]	M_{E2} [MN/m ²]
Fluvioglaziale Ablagerungen (As3.1)	21.5	31	5	20	60
Moränenmaterial (M2)	20.5	34	0	60	120

Tabelle 1 Verwendete Parameter für die Berechnung der Baugrubensicherung und der Rohrstatik

9 Sonderbauwerke

9.1 Querung Autobahn N01

9.1.1 Vortriebskonzept

Die Querung wird mittels Microtunneling realisiert. Die erforderliche Nennweite (DN) des Mantelrohrs aus Beton beträgt 1000 mm (gemäss ERI-Richtlinie sind Stahlmantelrohre nicht zugelassen, zudem ist für die Isolationskontrolle nach der Verlegung ein Freiraum von mindestens 700 mm notwendig). Der Vortrieb erfolgt aus einem Startschacht auf Seite Ost (Fahrtrichtung Zürich, ausserhalb des best. Trassees der N01), welcher durch einen Flurweg und die Grauholzstrasse erschlossen ist. Der Zielschacht befindet sich im Bereich der bestehenden Böschung in Fahrtrichtung Bern. Vor der Erstellung des Zielschachtes muss hier ein Voraushub erstellt werden. Der Vortrieb des ca. 45 m langen Microtunnels erfolgt fallend mit einer Neigung von ca. 3.5 %. Die Überdeckung (Abstand Oberkante Vortriebsrohr und Fahrbahnoberkante) beträgt $3 \cdot D_a \approx 4$ m.

9.1.2 Start- und Zielschacht

Die Start- und Zielschächte weisen eine Tiefe von ca. 5–6 m auf und werden als Mikrorühlwand ausgebildet. Als Rühlwandträger werden ROR-Profile des Typs ROR 168x12.5, N80 verwendet, welche in Abständen von 0.7–0.8 m mit einem Kleinbohrgerät erstellt werden. Die Baugruben weisen einen rechtwinkligen Grundriss auf mit Abmessungen von 8.0 x 4.0 m (Startschacht) resp. 5.30 x 2.50 m (Zielschacht). Die Abmessungen ergeben sich aus dem Pressrahmen (abhängig von der Länge der Vortriebsrohre) bzw. aus der Bergung der Vortriebsmaschine. Gemäss Kapitel 8.2 ist höchstens Schichtwasser zu erwarten. Die Wasserhaltung erfolgt über einen Pumpensumpf. Die horizontale Aussteifung der Baugruben erfolgt über je zwei Longarinen aus Stahl. Die Rühlwandträger werden auskragend ausgebildet und mit Hilfe von Stahlmatten wird ein Fallschutz ausgebildet.

9.1.3 Bauvorgang und Baulogistik

Zuerst werden die Start- und Zielschächte erstellt. Die Erschliessung des Startschachtes erfolgt via den Flurweg und die Grauholzstrasse. Der Voraushub des Zielschachtes erfolgt von Seiten der provisorischen Baustellenpiste, entlang der geplanten Gasleitung und über eine Rampe. Ein Zugang via Autobahn ist nicht möglich, da ein Spurabbau tagsüber auszuschliessen ist. Die Arbeiten erfolgen so ohne Beeinträchtigung der Autobahn. Auf dem Pannenstreifen wird eine temporäre Schutzeinrichtung (Vario Guard) installiert.

Anschliessend an die Erstellung der Start- und Zielschächte erfolgt der Vortrieb. Die Platzverhältnisse für die Installation sind grosszügig gewählt und führen zu keiner Beeinträchtigung der Autobahn N01. Für die Baustellenlogistik ist beim Startschacht ein Portalkran vorgesehen. Aufgrund der Nähe zur Hochspannungsfreileitung kann kein Turmdrehkran eingesetzt werden. Die lichte Höhe bis zum Schutzbereich der Hochspannungsfreileitung (132 KV) beträgt rund 24 m. Die notwendigen Logistiktransporte erfolgten via Grauholzstrasse. Die Bergung der Maschine im Zielschacht kann nachts während eines temporären Spurabbaus erfolgen.

Anschliessend wird die Erdgasleitung in Rohrlängen von 6 m ebenfalls vom Startschacht aus in Richtung Zielschacht eingebracht. Nach erfolgten Prüfungen wird das Mantelrohr mit einem hydraulischen Bindemittel (DOROFLOW R o. ä.) verfüllt und die Schächte aufgefüllt.

9.2 Querung Grauholzstrasse

9.2.1 Vortriebskonzept

Die Querung wird mittels Horizontalbohrung (Spülbohrung) realisiert. Der Vortrieb erfolgt aus der Startgrube auf der Ostseite der Grauholzstrasse. Sowohl für die Start- als auch die Zielgrube ist eine Baugrubensicherung vorzusehen (Spritzbeton).

Der Vortrieb der ca. 47m langen Spülbohrung erfolgt fallend. Im Bereich der Grauholzstrasse weist die Bohrung eine Überdeckung von ca. 2.20 m bis ca. 3.22 m auf.

9.2.2 Bauvorgang und Baulogistik

Im ersten Schritt wird eine gesteuerte Pilotbohrung erstellt. Dadurch ist eine zielgenaue Bohrung mit begrenzten Richtungsänderungen während der Richtbohrung möglich.

Nach der Fertigstellung der Pilotbohrung wird der Bohrkopf vom Bohrgestänge entfernt und ein spezieller Aufweitkopf angebracht, der durch Zieh- und Drehbewegungen den Bohrkanal auf den notwendigen Durchmesser aufweitet. Das Bohrloch wird mit einer Bentonitsuspension gestützt. Die vorgeschweisste Erdgasleitung wird nach dem letzten Durchziehen des Aufweitkopfs hinter diesem nachgeführt und eingezogen.

Die Rohre werden vor dem Rohreinzug auf der Seite der Zielgrube vorgeschweisst, zerstörungsfrei geprüft und einer Sichtdruckprüfung unterzogen. Nach dem Rohreinzug wird eine Potentialmessung durchgeführt, um den Zustand des eingezogenen Rohres zu bestimmen.

Mit der Erdgasleitung werden vier Rohre SN16 Ø 50 mm sowie ein Rohr SN16 Ø 90 mm eingezogen.

10 Abstimmung mit der Raumplanung

Aufgrund des Ausbauprojekts „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ ist eine Verschiebung der Leitung im Bereich Peugeot-Garage sowie nach der Bahnquerung SBB bis zu Ltg.-km 3.267 nötig.

Der geplante Umlegungsabschnitt im Bereich der Peugeot-Garage liegt innerhalb einer Bauzone. Die Verlegung innerhalb der Bauzone ist auf Grund der Lage der bestehenden Leitungen gegeben. Durch den Einbau von Betonschutzplatten kann die bestehende Bauzone mit dem geplanten Projekt weiterhin zonenkonform genutzt werden.

In den übrigen Bereichen besteht ausreichend Abstand zu den Bauzonen. Die neue Leitung wird grösstenteils am Rand von Landwirtschaftszonen resp. am Waldrand neben bestehenden oder neuen Strasseninfrastrukturen erstellt.

Da die neue Leitung eine Überdeckung von 1.20 m oder mehr aufweist, bleibt die Bodenfruchtbarkeit von Fruchtfolgeflächen erhalten.

Die Gefahrenkarte (Quelle: Geoportal des Kantons Bern) weist für die Umlegungsabschnitte keine Naturgefahren oder Gefahrenhinweise aus.

Die zu der Leitung notwendigen Abstände sind im Merkblatt betreffend "die Bewilligung von Bauvorhaben und anderen Arbeiten im Bereich einer Ölleitung oder einer Gasleitung über 5 bar." enthalten.

11 Ausnahmebewilligung

Die Gasverbund Mittelland AG beantragt folgende Ausnahmebewilligungen:

11.1 Verlegung innerhalb der Bauzone

Im Bereich der Peugeot-Garage (Zusammenschluss vor der SBB-Querung) wird die neue Erdgasleitung innerhalb der Bauzone verlegt.

Begründung:

- Die ca. 26 m lange Umlegung (Verschiebung um ca. 6 m) muss innerhalb einer Bauzone erfolgen, da die Anschlüsse der Umlegung bereits heute innerhalb der Bauzone liegen. Es gibt keine andere alternative Leitungsführung in der näheren Umgebung, durch welche eine Absenkung der Risikosummenkurve erreicht werden könnte.
- Die Summenkurve liegt knapp im Übergangsbereich.
- Das Leitungstrasse ist durch die bestehende Station Moossee bzw. durch die geplante DRM-Station Moosseedorf Plangenehmigungsverfahren R-PGV.066) und die bestehenden Querungen Ein- und Ausfahrt N06, RBS und SBB gegeben.

11.2 Unterschreiten der Sicherheitsabstände

Der gegenüber Rohrleitungsanlagen einzuhaltende Abstand beträgt 5.0 m zu Autobahnen (Art. 13 RLSV).

Im Bereich der Einbindung West (Zusammenschluss vor der SBB-Querung) wird der vorgeschriebene Abstand von 5.0 m zwischen Autobahn und neuer Erdgasleitung auf einer Länge von 6.60 m unterschritten (mind. Abstand 4.00 m).

Begründung:

- Die örtlichen Gegebenheiten erlauben keinen grösseren Abstand. Die Umlegung muss an die bestehende Querung der Gewerbestrasse und der SBB-Linie Olten–Bern anschliessen.
- Die bestehende Rohrleitung verläuft in Richtung der Gewerbestrasse mit vertikalen und horizontalen Bögen ab. Dadurch besteht erst wieder am Fuss des Bahndamms eine Möglichkeit, die neue Leitung einzubinden, was eine sehr tiefe Baugrube in einem mässig bis schlecht tragfähigen Baugrund (Seekreide) und im Grundwasser bedingt.
- Als zusätzliche Schutzmassnahmen im betroffenen Abschnitt werden 2 m breite, 20 cm dicke Betonschutzplatten oberhalb der Rohrleitung vorgesehen. Die Sicherheit gegenüber der jetzigen Situation wird dadurch verbessert.
- Die Bauarbeiten werden mit der Erstellung der neuen Leitmauer der Autobahn A6 koordiniert.

11.3 Umweltrechtliche Ausnahmebewilligungen

Die Details zu den umweltrechtlichen Ausnahmebewilligungen sind dem Umweltverträglichkeitsbericht (Dossier N01 Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung Mappe 4, Beilage i1) zu entnehmen. Wo nötig, wurden für die Ausnahmebewilligungen auch m-Dossiers (m5-m10) erarbeitet.

12 Land und Rechte

Mit der Leitungsumlegung werden neue Parzellen tangiert oder durchquert.

Die betroffenen Grundeigentümer werden von der Projektleitung des Projekts „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ über das gesamte Projekt inkl. Verlegung der Erdgasleitung sowie über die öffentliche Planauflage informiert.

Sämtliche Parzellen innerhalb des Perimeters „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ werden vor Baubeginn durch das ASTRA erworben.

Die Dienstbarkeiten auf privaten Parzellen werden ebenfalls im Rahmen des Projekts „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“ gesichert.

Der Landerwerbs- und Baulinienplan 1:1'000, sowie die Landerwerbsliste, sind Gegenstand des Autobahndossiers.

13 Planungs- und Bauprogramm

Sämtliche Termine sind abhängig vom Nationalstrassenprojekt „N01.22-004, Wankdorf–Schönbühl, Kapazitätserweiterung“.

14 Plangenehmigungsgesuch

Die Gasverbund Mittelland AG ersucht um die Durchführung des Plangenehmigungsverfahrens gemäss Rohrleitungsgesetz vom 4. Oktober 1963 (Stand 01. Januar 2021) Art. 21–23.

Gleichzeitig wird um die Genehmigung der Ausnahmegewilligungen ersucht.

Es wird beantragt, dass die Inbetriebnahme der Leitung in Absprache und mit Zustimmung des ERI erfolgen kann.

B+S AG

Markus Jäggi
Projektleiter



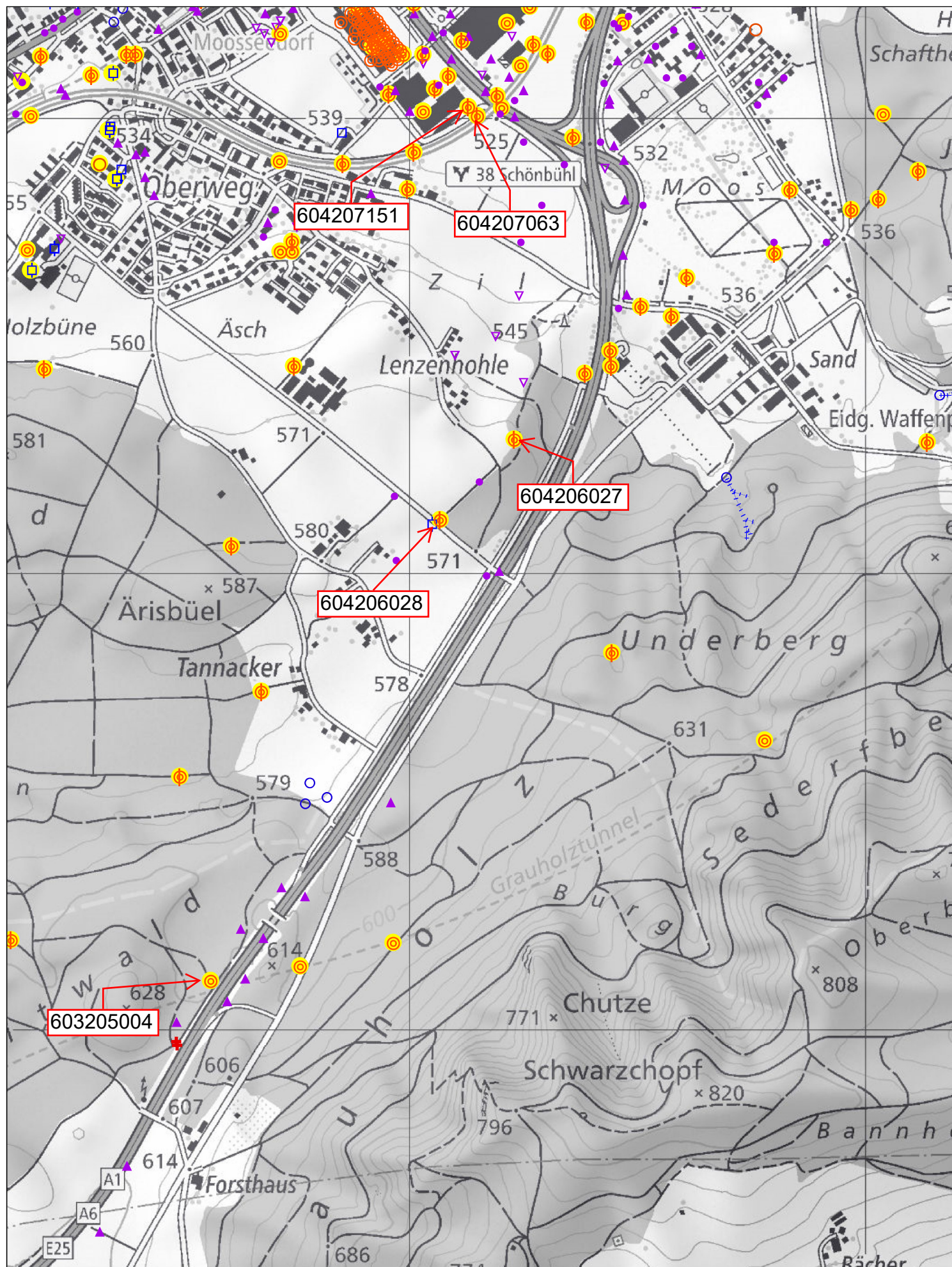
Anhänge

A Orthofoto 1.1 – 1.3 mit bestehender und projektierter Erdgasleitung





B Übersichtsplan mit Standorten bestehender Bohrungen inkl. dazugehörige Bohrprofile



Geologische Grundlagendaten im Kanton Bern

Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen
Kartenherr: Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern
Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo

Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:
https://www.map.apps.be.ch/pub/pubIdoku/geolog_de.pdf

Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherrn einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Massstab 1:7500
 Erstellungsdatum 13.05.2020

Datum : 16./17.5.2002		Auftrag Nr. : 02065.1		<div>GEOTEST</div> <div>GEOLOGEN INGENIEURE GEOPHYSIKER UMWELTFACHLEUTE</div> <div>Kernbohrung Kb 02-1</div> <div>1 : 100</div>	
Objekt : Moosseedorf, Werkstattgebäude Peugeot					
Unternehmung : Stump Bohr AG / Hr. Gonzales					
Bohrmethode : Drehschlagbohrung					
Anfangsdurchmesser : 203 mm Enddurchmesser : 146 mm					
Koordinaten : ca. 604 130 / 207 025					
Terrainkote : ca. 526.55 m ü. M. Pm : ca. 527.15 m ü. M.					
Pm. Wsp	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Bemerkungen, Versuche Überstand 0.60 m
<div>→</div> <div>30.5.02</div>	0.5			leicht siltiger Kies (kantig) mit Sand, grau Auffüllung	[R] Compactionit
	1.1			stark siltiger Feinsand, dunkelbraun-grau ab 0.8 m mit organischem Silt	I [T/U]
	1.8			stark siltiger Fein- bis Mittelsand, ab 1.55 m mit Siltklumpen, beige-grau	q _{up,mittel} = 120 kN/m ²
	2.2			toniger Silt, steif, dunkelgrau-braun	
	2.6			leicht toniger, leicht siltiger Feinsand, nass, grau-beige	q _{up,mittel} = 105 kN/m ²
	3.0			toniger Silt mit vereinzelt Holzfasern, steif, nass, beige-braun-grau	
	4.6			leicht siltiger Fein- bis Mittelsand, zum Teil stark siltig, grau-beige	
	6.55		27287	leicht siltiger Sand mit vereinzelt Kies, gelb-beige 5.2-5.3 m stark siltig 5.3-5.6 m wenig Kies 5.6-6.0 m vereinzelt Kies 6.0-6.55 m wenig Kies	II [Ad]
	8.0			magerer Ton, hart, grau	q _{up,mittel} = 270 kN/m ²
	8.6		27288	stark siltiger Sand, grau-beige	III [As?]
	11.8			magerer Ton, steif bis hart, grau-braun	SPT 6/9/10 n=19 q _{up,mittel} = 200 kN/m ² q _{up,mittel} = 95 kN/m ²
	12.9			siltiger Fein- bis Mittelsand mit vereinzelt Kies, gelb-grau	- 12.0 m - 12.4 m
	15.3			Fein-, Mittelsand mit wenig Feinkies, gelb-grau	SPT 9/15/27 N=42 IV [Ad] - 15.4 m
	17.6			leicht toniger Silt mit sehr feinem Sand, mittelsteif bis steif, beige-gelb	SPT 8/13/17 N=30 q _{up,mittel} = 124 kN/m ²
	19.0			stark siltiger Feinsand bis Silt mit sehr viel Feinsand, beige-gelb bis 18.1 m mit wenig Kies	
	20.0			Wechselagerung aus leicht siltigem Sand und leicht tonigem Silt, steif, beige-gelb	q _{up,mittel} = 250 kN/m ²
	21.5			Silt mit wenig Feinsand, gelb-beige	
	22.2			stark siltiger Feinsand, gelb-beige	
	22.4			Grobsand mit Siltklumpen	
	24.0			stark siltiger Fein- bis Mittelsand, gelb-beige	
				I - IV = Schichtbereiche gemäss Bericht [...] = Symbole gemäss SN 670009	Aufgenommen durch : Mn Kontr. : Ri AC01MnMa,Kb1dsf./11.6.02
					Anhang 2

Ausgeführt: 5. - 7. 2. 74	Firma: Stump Bohr AG	Auftrag MOOSSEEDORF Nr. 74011	Anhang
Koordinaten: 604 150/207 005	Terrainkote: ca. 526.90	Sondierart Rotationskernbohrung	6
Anfangsdurchmesser:		BOHRUNG Rb. 208	
Enddurchmesser: 604,207/63			
Doppelkernrohr ab		m Tiefe	
GEOTEST			

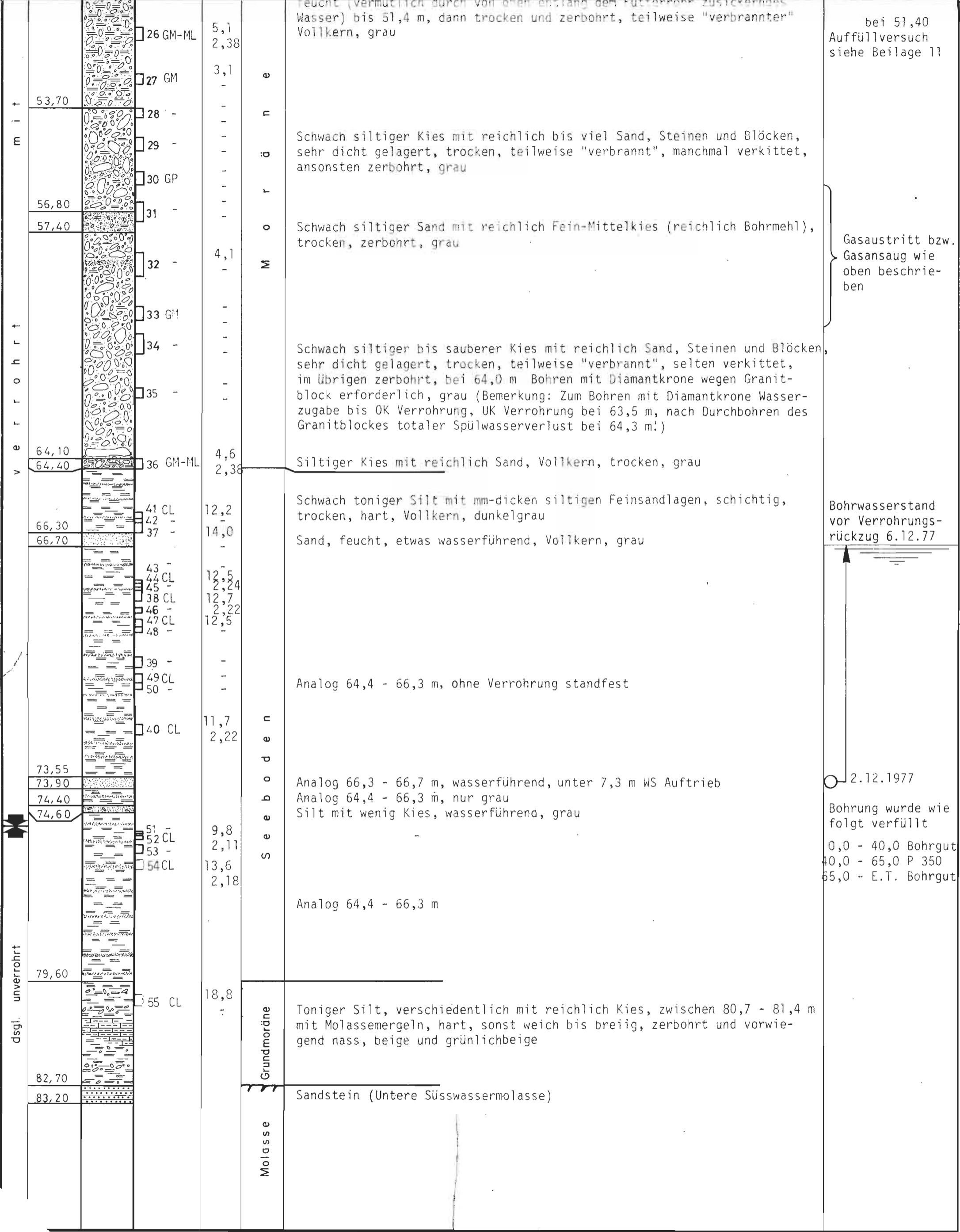
Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	ME Werte in kg/cm ²	Bemerkungen	P _m	SPT Versuch
-2.82	0.60			Humus, sandiger Silt mit Torf, dunkelgrau	ME = 40			
	1.20			Leicht siltiger Mittelsand, grünlich-grau				
	2.20			Leicht toniger Silt (weich) mit sandigen Zwischenlagen geschichtet, vereinzelt Pflanzenreste, grünlich-grau				
	2.60			Leicht siltiger Mittelsand, grünlich-grau				
15.2.74	3.60			Toniger Silt mit Feinsand, weich, wenig organische Beimengungen, grünlich-beige				
	5.60			Leicht siltiger Mittelsand mit wenig Feinkies, beige	ME = 150			5.15 5.45 N=14
	7.70			Toniger Silt, steif, z.T. mit Feinsand, beige	ME = 80			
	8.70			Siltiger Fein - Mittelsand, beige	ME = 150			
	9.60			Toniger Silt, weich, beige	ME = 50			
	11.20			Silt bis siltiger Feinsand, beige	ME = 70			

Geotechnisches Institut AG					Rotationsbohrung RB19/P		Masstab: 1 : 100		Beilage: 111				
Gartenstrasse 13 3007 Bern 031 / 25 57 33					Gt. Nr.: 1505A.4		Objekt: Grauholzlinie: Abschnitt Grauholztunnel 604.206/27(1147.3)						
					Höhe in m ü. M.: 571.85		Aufnahme: L. Ducommun		Bohrfirma: SIF-Groutbor				
					Koordinaten: 604 228/206 299		Datum: 30.6. - 26.7.82		Bohrmeister: Fort/Vouillamoz				
Verrohrung	Tiefe	Profil	Labor Nr. USCS	w % γ _t /m ³	Geologie	Geotechnische Beschreibung			Kernzug-länge	Bemerkung			
	0.95				Deck-schicht	Kulturerde mit reichlich Kies und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet, locker, erdfeucht, zerbohrt, braun bis rotbraun				4"-Piezometer			
	1.80					Schwach siltiger Feinmittelsand mit viel Kies und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet bis gerundet, locker bis mitteldicht, erdfeucht, zerbohrt, graubraun							
	4.00					Schwach siltiger bis siltiger Kies mit wenig bis viel Sand und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht bis dicht, sehr feucht, zerbohrt, beige							
	4.50					Sauberer Kies mit wenig bis reichlich Sand und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht, erdfeucht, zerbohrt, beige							
	5.65					Sauberer bis siltiger Kies mit wenig bis viel Sand, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht bis dicht, erdfeucht, zerbohrt, beige							
	7.10					Sauberer bis siltiger Kies mit wenig bis viel Sand, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht bis dicht, erdfeucht, zerbohrt, beige							
	7.60					Schwach siltiger bis siltiger Feinsand mit wenig bis reichlich Kies und vereinzelt Steinen bzw. Blöcken, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht, sehr feucht bis erdfeucht, zerbohrt, beige							
	8.00					Schwach siltiger Feinsand mit viel Kies und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet bis gerundet, mitteldicht gelagert, fast trocken, zerbohrt, hellgrau							
	12.00		263 GM	-	Obermoräne und gletschernehe Deltaablagerung	Siltiger Kies mit wenig bis reichlich Feinsand und vereinzelt Steinen, Korn kantengerundet bis gerundet, dicht gelagert, erdfeucht, zerbohrt, beige							
			264 GM-ML	-		Sauberer bis schwach siltiger Kies mit wenig bis reichlich Sand und Steinen bis sauberer bis schwach siltiger Sand mit wenig bis reichlich Kies, Korn kantengerundet bis gerundet, sehr schlecht abgestuft, sehr dicht gelagert, trocken, zerbohrt, grau							
			265 GM	-									
			266 GM	-									
			267 SM	7.5									
	31.70		268 GC GM	8.7		Schwach toniger und siltiger Kies mit reichlich Sand, Korn kantengerundet bis gerundet, sehr dicht gelagert, trocken, überwiegend Vollkern, graubeige							
	32.50		269 GM	-		Schwach siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand und vereinzelt Steinen, Korn angerundet, sehr dicht gelagert, trocken, grösstenteils zerbohrt, grau und beige							
			270 GM	4.2									
	36.00		271 GM	3.2									
			272 GM-ML	6.4		Moräne	Schwach toniger und siltiger Grobmittelkies mit wenig bis reichlich Sand und vereinzelt Steinen, Blöcke zwischen 36.40 - 36.60 und 37.00 - 37.30 m, Korn kantengerundet, sehr schlecht abgestuft, dicht gelagert, erdfeucht, zerbohrt, ab 37.00 m teilweise kompakte Kernbrocken, grau (Grundmoräne), übergehend in						
			273	-									
			274 GM-ML	5.7									
	41.70		275 GM	5.0			Schwach siltiger Kies (bis örtlich in Linsen siltiger Kies) und wenig bis reichlich Grobmittelsand, Korn kantengerundet, dicht gelagert, nass, grösstenteils zerbohrt, grau bis beige						
	50.00												
							- Wasserspiegel/Bohrlochtiefe (m ab OK Terrain): 18.8. 7h: trocken/38.1 11h: 39.8/? 18h: 40.0/44.0 19.8. 7h: 39.8/44.0 15h: 40.4/50.0						

Bohrmeister : Hr. Lochet

Verrohrung	Tiefe	Profil	Labor Nr. USCS	w % γ_t/m^3	Geologie	Geotechnische Beschreibung	Kernzulänge	Bemerkung
	0.10				Deckenschicht und künstlicher Auffüllungen	- Waldboden		<div><div>KANTON BERN WEA-GEOLOGIE</div><div>GEOLOGISCHE DOKUMENTATION</div><div>Dok. Nr. 441144/43/1/43</div><div>UP 1147.3</div><div>Hydrogeolog. Karte, Register</div><div>Nr. 604206/28</div></div>
	0.70					- Schwach siltiger Kies mit reichlich Sand und viel Steinen, erdfeucht, zerbohrt, grau (Strassenkoffer)		
	1.20					- Stark siltiger Sand mit reichlich Humus, feucht, zerbohrt, braunschwarz		
	2.00					- Silt mit reichlich Sand, Kies und Steinen, feucht, zerbohrt, braun (Auffüllung), übergehend in		
	6.80				Obermoräne und gleitschraube Deltaablagerung	- Siltigen Sand mit vereinzelt Feinkies, feucht, zerbohrt, braun (Auffüllung)		
	7.90					- Silt mit reichlich bis viel Sand und reichlich Kies, weich, zerbohrt, schwarzbraun (Auffüllung)		
	11.00					- Schwach siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand und wenig Steinen, Korn vorwiegend kantengerundet und gerundet, selten eckig, trocken zerbohrt, braungrau und grau		
	12.80					- Sand mit wenig Kies, Korn schwach kantengerundet, feucht, zerbohrt, braunbeige		
	13.10					- Silt mit cm-dicken Sandschichten, ab 13.0 m mit Feinmittelkies, kompakte, heterogen zusammengesetzte Kernbrocken, sonst zerbohrt und feucht, braunbeige		
	13.20					- Feinmittelkies mit reichlich Sand, Korn gerundet, trocken, grau		
	13.80					- Silt mit wenig Feinsand, schwach geschichtet, steif bis halbfest, Vollkern, beige		
	14.60					- Siltiger Feinsand, ab 14.20 m mit reichlich Kies, feucht, zerbohrt, beige		
	19.20	623 CM-ML	2.2			- Siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand sowie Steinen und Blöcken, Korn gerundet bis manchmal eckig, trocken, zerbohrt, grau (Moräne)		
	20.00					- Dsgl., nur sauber		
	20.60				- Stark siltiger Sand mit wenig Kies, Korn kantengerundet bis eckig, zerbohrt mit einzelnen kompakten Kernbrocken, trocken, beige-grau			
	22.00				- Siltiger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen, Korn vorwiegend kantengerundet, trocken, zerbohrt, grau			
	22.30				- Mittelgrobsand, feucht, zerbohrt, beige-grau			
	22.40				- Silt, Vollkern, halbfest, beige			
	35.80	624 CM	1.9		vorwiegend kiesige Moräne und vereinzelt Grundmoräne	- Siltiger Kies mit viel Sand und Steinen, Korn kantengerundet bis manchmal eckig, trocken, zerbohrt, teilweise mit Bohrmehl, grau (Moräne)		
	36.20							
	36.80							
	42.00	626 CM-ML	2.6			- Siltiger Kies analog 22.4 bis 35.8 m, verschiedentlich mit kompakten Kernbrocken (vermutlich durch Bohrvorgang verbrannt) (Moräne)		
	43.00					- Schwach siltiger bis sauberer Kies mit reichlich bis viel Sand, Feinanteil evtl. ausgewaschen, Korn kantengerundet bis eckig, nass, zerbohrt, grau		
	46.40	627 CM-ML	4.4			- Siltiger Kies mit reichlich Sand, Korn kantengerundet bis manchmal eckig, feucht, zerbohrt mit einigen kompakten (verbrannten?) Kernbrocken, letzte 40 cm Vollkern, Abschnitt 45.10 - 46.0 m nass und breiig durch Wassereintritt aus Schicht 42.0 - 43.0 m, grau (Moräne)		
	47.90					- Kies mit reichlich Sand und vereinzelt Steinen, Korn rund bis kantengerundet, selten eckig, nass, zerbohrt, grau		
	53.10					- Siltiger Kies mit reichlich Sand und wenig Steinen, Korn vorwiegend kantengerundet, mehrheitlich zerbohrt, stark feucht, auf einzelnen Schichten vermutlich wasserführend und zwar 48.2 - 48.5, 49.1 - 50.0 und 50.6 - 51.0 m, grau (Moräne)		
	53.50					- Dsgl., nur stärker siltig als kompakter Vollkern (Moräne)		
	55.00					- Silt mit wenig Sand und wenig bis reichlich Kies, Korn vorwiegend kantengerundet, sowie Mergelbrocken, hart, kompakter Vollkern, beige-grünlichgrau, bei 54.8 m schwarzgrau (Grundmoräne mit verschürfter Molasse)		
	56.00				- Molassemergel, bis 55.6 m zerbohrt und weich, dann hart und schichtig			
Bemerkungen:								
<div>- Bohrwasserspiegel / Bohrlochtiefe / Futterrohrlänge (in m ab OK Terrain): 25.4.84 16 h Grundwasser angebohrt bei 42.10, Anstieg auf 41.05 17 h 41.25 / 45.00 / 44.80 26.4.84 7 h 41.25 / 45.00 / 44.80 16 h 41.42 / 53.00 / 52.50</div> <div>- SPT-Versuche (Anzahl Schläge für 15 cm Eindringung): 10.00 - 10.45 m unt. T. 11 / 12 / 15 N = 27 16.00 - 16.21 m unt. T. 79 / 110 / - N = 110 22.00 - 22.18 m unt. T. 83 / 110 / - N = 110</div> <div>- Wasserdurchlässigkeitsversuch (in m ab OK Terrain): 46.35 - 48.25 Bohrlochpumpversuch siehe Beilage 52.6.84 - 54.33 Auswertung statisch $k = 8.0 \cdot 10^{-3} (m/s)$ 50.00 - 53.00 Bohrlochpumpversuch siehe Beilage 52.6.84 - 54.64 Auswertung statisch $k = 5.8 \cdot 10^{-3} (m/s)$</div> <div>- Ausbau der Bohrung mit Piezometer Ø 2" von oben nach unten: 41 m voll und 12 m gelocht; Abdeckung mit befahrbarem Schacht</div>								

Verrohrung	Tiefe	Profil	Labor Nr. USCS	w % γ_f / m^3	Geologie	Geotechnische Beschreibung	Bemerkung	
g e b o h r t	0,40				Deckschicht	Kieskoffer mit Ziegelresten	KANTON BERN WEA-GEOLOGIE GEOLOGISCHE DOKUMENTATION Dok. Nr. 14147/45/15 UP 11671 Hydrogeolog. Karte, Register Nr. 603.205/4	
	0,70					Toniger Silt mit wenig Kies und organischen Beimengungen, fauliger Geruch, weich, Vollkern, grau		
	1,40				1 -	21,2		Schwach toniger Silt mit Kies, weich, Vollkern, rötlichbraun
	1,70					Siltiger Sand, Vollkern, rötlichbraun		
	2,50				2 S'-ML	12,9		Schwach toniger bis toniger Silt mit wenig bis reichlich Sand, weich, Vollkern, braun
	3,15					Schwach siltiger Sand mit wenig Kies und vereinzelt Steinen, nass, zerbohrt, braun		
	3,90					2,05		Schwach siltiger Fein-Mittelsand, feucht, zerbohrt, grünlichgrau
	6,30				3 -	8,2		Silt mit wenig Sand und reichlich bis viel Kies, wenig Steine und vereinzelt Blöcke, steif bis halbfest, Vollkern und zerbohrt, braungrau (Moräne)
	7,80				4 GC-GM	6,6		Kies mit wenig Sand, viel Steine und Blöcke, trocken, teilw. "verbrannt", grau
	8,50					2,24		Stark siltiger Mittelkies mit wenig Feinsand bis Silt mit viel Mittelkies und wenig Feinsand, feucht, zerbohrt, beige
	8,90				5 -	3,6		Kies mit viel Sand, nass beige
	9,50					Silt mit viel Kies, steif bis halbfest, 9,1 - 9,2 m Sandlage, Vollkern, beige		
	10,20				6 GM-ML	5,9		Sand mit reichlich bis viel Kies, zerbohrt, beige, nach unten leicht siltig und übergehend in
	12,30					Siltiger Kies mit wenig Sand und vereinzelt Steine sowie Blöcke, trocken, zerbohrt, beige		
	12,90				7 -	3,6		Silt mit wenig Sand und wenig Feinkies, halbfest, trocken, schichtig, Vollkern, beige
	13,30					Schwach siltiger Sand mit reichlich bis viel Fein-Mittelkies, trocken, zerbohrt, beige		
	13,75				8 GM	2,3		Sand mit viel Kies, trocken, beige
	14,00					Sand mit vereinzelt Feinkies, trocken, beige		
	14,70				9 -	16,8		Sand mit reichlich Kies und Steinen, trocken, bis 14,2 m "verbrannt", beige
	15,00					Grobsand mit wenig Kies, grau		
	17,40				10 CL-ML	10,8		Schwach siltiger Kies mit wenig Sand, viel Steinen und Blöcken, bis 16 m trocken und teilweise "verbrannt", von 16 - 16,7 m feucht, dann nass und wasserführend, beige
	17,60							2,12
	19,20				11 -	16,6		Schwach toniger Silt mit reichlich bis viel Feinsand, schichtig, steif, nach unten halbfest, Vollkern, Sandgehalt in Schichten angereichert
t r o c k e n				12 CL	14,5	Do. jedoch teilweise "verbrannt" und grau		
					2,14			
	26,00			13 -	1,1	Do., hart, zerbohrt, und "verbrannt", ab 26,9 m mit vereinzelt Kies, grau		
	27,45							
	27,65			14 SM-ML	7,2	Kies mit viel Sand, trocken, grau		
	28,30				2,04	Schwach siltiger Sand mit reichlich Kies, sehr dicht gelagert, ab 28,0 m als Vollkern, trocken, grau		
	29,10			15 -	-	Sauberer Kies mit viel Grobsand, vorwiegend rundes Korn, trocken, grau		
	29,60					Grobsand mit wenig Kies, trocken, grau		
	29,65			16 GM	-	Schwach toniger Silt, schichtig, steif bis halbfest, Vollkern, beige		
	30,20					Sand mit wenig bis reichlich Feinmittelkies, zerbohrt, beige		
	33,00			17 -	-	Schwach siltiger bis sauberer Kies mit reichlich Sand, trocken, teilweise "verbrannt", grau		
	33,40					Mittelsand mit wenig Mittel-Grobsand, Korn rund, beige		
33,70			18 SC-CL	13,4	Grobsand mit Feinkies, grau			
33,80					Siltiger Sand mit wenig Kies, Vollkern, hellgrau			
34,00			19 -	15,6	Stark toniger Silt, schichtig, halbfest, Vollkern, beige			
					Schichtige Wechsellagerung (teilweise im 0,5 cm-Bereich) von tonigem Silt, siltigem Sand und Sand, Vollkern und zerbohrt, weich bis steif, sandige Schichten, nass, beige bis beige			
E i n f a c h g e b o h r t	37,80			20 CL	16,0			
					2,14			
				21 -	17,4	Wie vorher, jedoch Vorherrschen der tonig-siltigen Schichten, durchwegs Vollkern, steif bis halbfest, stellenweise sogar hart, grau, ab 44,7 m abwechselnd beige und grau		
	45,10			22 CL	18,2			
					2,14			
	46,70			23 -	14,2	Silt mit viel Sand und wenig bis reichlich Kies, weich und zerbohrt bis 46,20 m, dann trocken und Vollkern, grau		
46,80					Kies mit reichlich Sand, trocken, grau			
			24 GM-ML	8,6				
					Silt mit viel Sand und viel Kies bis stark siltiger Kies mit viel Sand und Steinen, bei 57,8 m mit Sandlage, vorwiegend zerbohrt und stark			





C Koordinierter Bauablauf Bereich Peugeot Garage

Km 0+085

[illegible]

Sicherheitsabstand GVM

2 m 2 m

530

525

520

GWS

best. Gasleitung GVM

Baseline

Grenze ASTRA

Bern / Zürich / Basel

5.75 1.00 75 3.00 2 3.00

[illegible][illegible][illegible]

Sicherheitsabstand GVM

2 m 2 m

530

Gasleitung GVM

2.7 m

Baulinie

best. GVM

Grenze ASTRA

525

~GWS

520

Baupiste

3.2 m

SUVA Abstand

1 m

Bern / Zürich / Basel

5.75 1.00 70 3.00 3.00 100.00

Bauphase 2b

- Leitmauer hinterfüllen, inkl. Verlegung des neuen BSA-Rohrblocks, Entwässerungsschächte einbauen und Baugrube auf Seite Autobahn auffüllen.

Bern / Zürich / Basel

Bauphase 3

- Strassenbau und Fertigstellungsarbeiten

Bern / Zürich / Basel

Bauphase 2b

- Leitmauer hinterfüllen, inkl. Verlegung des neuen BSA-Rohrblocks, Entwässerungsschächte einbauen und Baugrube auf Seite Autobahn auffüllen.

Bern / Zürich / Basel

Bauphase 3

- Strassenbau und Fertigstellungsarbeiten

Bern / Zürich / Basel

Tabelle 4. Variante 3 - Bauvorgang



D KKS-Konzept, Corroprot AG, Illnau

8308 Illnau	Kempttalstr. 111	Tel. 052 355 20 50	Fax. 052 355 20 60
2553 Safnern	Alpenstr. 60	Tel. 032 384 73 43	Fax. 032 355 38 36
1983 Evolène	Case postale 88	Tel. 027 203 75 75	Fax. 027 283 21 68
6930 Bedano	Via D'Argine 7a	Tel. 091 945 39 30	Fax. 091 945 50 65

**Umweltschutzanlagen
Rohrleitungsbau
Tankstellenbau
Leckwarngeräte
Flüssiggasanlagen
Kathodischer Korrosionsschutz**

Gasverbund Mittelland AG
Untertalweg 32
Postfach 360
4144 Arlesheim

Direktwahl: P. Weinmann 052 355 20 58

Illnau, 28. Mai 2019

Kathodischer Korrosionsschutz Bericht

1 Veranlassung

Die Gasverbund Mittelland AG (GVM) plant auf dem Gebiet der Gemeinden Moosseedorf / Bolligen eine Umlegung der Erdgas-Hochdruckleitung Strecke 240, infolge des 8-Streifen Ausbaus N01 Grauholz.

Dieser Bericht beschreibt diejenigen Punkte, welche im technischen Bericht (Plangenehmigungsgesuch m2-Dossier) nicht explizit beschrieben sind, aber für die korrekte Einbindung in den bestehenden Kathodenschutz bei der Neuverlegung der Stahlleitungen beachtet werden müssen.

2 Grundlagen

Grundsätzlich gilt die C1d „Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb des kathodischen Korrosionsschutzes von Rohrleitungen“ der SGK.

3 Massnahmen

Durch den 8-Streifen Ausbau der N01 Bereich Grauholz wird das Teilstück Strecke 240 umgelegt.

Die in den KKS einbezogenen, neuen Stahlrohre müssen längsleitfähig verschweisst werden. Die einzelnen Schweissstellen müssen mit einer gleichwertigen Aussenisolation nachisoliert und mit einem Isotestgerät auf Porenfreiheit überprüft werden.

Bei Unterquerungen mit Schutzrohren (Beton) ist mit einer Sichtkontrolle der Leitung innerhalb des Schutzrohrs eine eventuelle Verletzung der Aussenisolation, durch den Einzug des Stahlrohres zu lokalisieren. Die Zwischenräume „Schutzrohr / Mediumrohr“ müssen anschliessend mit einem Zementmörtel Doroflow der Firma Holcim oder einem ähnlichen Produkt vergossen werden.

Bei Spülbohrungen werden die Nachisolationen der einzelnen Schweissnähte vor der Anbringung der Zusatzumhüllung und vor dem Einzug des Rohres mit einem Isotestgerät auf Porenfreiheit überprüft. Nach dem Einzug des Stahlrohres in die Spülbohrung ist eine Einspeisemessung am ganzen eingezogenen Stahlrohr durchzuführen und dem ERI zur Auswertung einzureichen. Die beiden Leitungsenden müssen für diese Messung freigelegt und trocken sein.

Vor der Einbindung in die bestehende Leitung wird bei dem ganzen neuen Teilstück mittels einer Einspeisemessung der Schutzstrombedarf ermittelt. Dafür muss die Leitung mit Erdreich mindestens 24 Std. überdeckt sein. Die beiden Leitungsenden müssen für diese Messung freigelegt und trocken sein.

4 Schutzstrombedarf

Da sich die Leitungslänge gegenüber der bestehenden Leitung nur unwesentlich verlängert, dafür die Stahlleitungen der neuen Leitungsabschnitte mit einer PE-Umhüllung (Schutzstrombedarf gemäss Richtlinie C1 bei 5 - 15 $\mu\text{A}/\text{m}^2$) zur Anwendung gelangen, bleibt die Wirksamkeit des bestehenden KKS gewährleistet. Der Schutzstrombedarf wird sich mit den potenzialgeregelten Gleichrichtern nach der Wiederinbetriebnahme sogar reduzieren.

5 Messstellen

Um eine spätere Überprüfung der KKS-Anlage, ohne grössere Aufwendungen zu ermöglichen, werden neue Messstellen eingebaut (hingegen entfällt die bestehende Messstelle M 240-17).

Verbindung Moosbühl Strecke 240	Gewerbestrasse, Moosseedorf, 47°00'51.6"N 7°29'36.2"E Messstelle Nr.: M 240-17 Typ: M C1.10
Strecke 240	Eichenstr./Autobahnweg, Moosseedorf, 47°00'18.8"N 7°29'36.8"E Messstelle Nr.: M 240-17.1 Typ: M C1.10
Querung Autobahn Strecke 240	Feldweg, Bolligen, 46°59'32.3"N 7°28'55.9"E Messstelle Nr.: M 240-17.2 Typ: M C1.40 Zusätzliche Messprobe Mitte Querung, ohne Mantelrohranschluss
Querung Grauholzstr. Strecke 240	Spülbohrung, Bolligen, 46°59'30.6"N 7°29'00.4"E keine Messstelle, nur Einspeisemessung nach Rohreinzug

Die geplanten Standorte sind in den Auflageplänen ersichtlich.

6 Vorsichtsmassnahmen

Bei der Einbindung der neuen Leitungsabschnitte in die bestehenden Leitungen müssen vor den Schweisssarbeiten das Schutzstromgerät des KKS sowie eventuelle Wechselstromableiter von der Leitung jeweils abgetrennt werden.


CORROPROT AG
P. Weinmann



E Merkblatt betreffend „die Bewilligung von Bauvorhaben und anderen Arbeiten im Bereich einer Ölleitung oder einer Gasleitung über 5 bar.“

Anhang 13 Bauten im Bereich von Rohrleitungen

Merkblatt betreffend die Bewilligung von Bauvorhaben und anderen Arbeiten im Bereich einer Ölleitung oder einer Gasleitung über 5 bar

Vorwort

Das vorliegende Merkblatt fasst die Vorschriften summarisch zusammen. Es soll einen kurzen Überblick über die relevanten Bestimmungen geben, bestimmend sind aber die Vorgaben der konkreten Vorschriften.

Allgemeines

Pipelines gelten trotz der hohen Drücke als sicheres Transportmittel. Schäden an der Rohrleitung aus Unachtsamkeit bei Grab- und ähnlichen Arbeiten sind aber nicht ausgeschlossen. Sie sind die weitaus häufigste Unfallursache. Der Gesetzgeber hat deshalb die Arbeiten, welche eine Rohrleitung gefährden können, der Bewilligungspflicht unterstellt, damit die zum Schutz der Leitung nötigen Sicherheitsmassnahmen angeordnet werden können. Die Sicherheitsabstände sollen vor allem die Leitung vor Beschädigungen Dritter schützen. Ein Schutz der Umgebung könnte nur mit sehr viel grösseren Abständen wirksam erreicht werden. Nachstehend einige nicht abschliessende Hinweise.

Gesetz und Verordnungen können im Internet unter "www.admin.ch" herunter geladen werden.

Bewilligungspflichtige Bauvorhaben

Innerhalb eines Streifens vom 10 m beidseits einer Rohrleitung und innerhalb der Schutzzone einer Station (meistens 30 m), ist jegliche Bautätigkeit bewilligungspflichtig, die eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

- sie reicht tiefer als 40 cm in den Boden;
- sie bewirkt eine Änderung der Rohrleitungsüberdeckung;
- sie hat eine Änderung des Bodenaufbaus zur Folge oder zum Zweck;
- sie hat eine Änderung der Bodennutzung zur Folge oder zum Zweck;
- es wird ober- oder unterirdisch ein bleibendes Bauwerk erstellt.

Darüber hinaus sind alle Tätigkeiten bewilligungspflichtig, die die Rohrleitungsanlage in irgend einer Form gefährden können. Insbesondere bei Spreng- oder Rammarbeiten ist vorläufig abzuklären, ob eine Bewilligungspflicht vorliegt. Diese allgemeine Bewilligungspflicht gilt auch ausserhalb der 10m-Distanz.

Rein landwirtschaftliche Tätigkeiten sind, mit Ausnahme von Tiefenlockerungen, nicht bewilligungspflichtig.

Sicherheitsabstände zu Rohrleitungsanlagen

Im Rahmen des rohrleitungsrechtlichen Bewilligungsverfahrens können Drittbauten bewilligt werden, wenn die folgenden Abstände eingehalten werden:

Objekte	Minimalabstände
Bäume ab Stammumfang > 35 cm	2 m
Kreuzung mit allen Leitungsarten exkl. von stromführenden Kabeln mit offenem Graben	0,30 m
Stromführende Kabel mit offenem Graben	0,50 m
Parallelführung von Werkleitungen bei gleichzeitigem Bau bei nachträglichem Bau bei grabenlosen Bauverfahren	2 m 2 - 5 m, je nach Länge und Verlegetiefe 3 - 10 m, je nach Länge und Bauverfahren
Fundamente, Schächte, Masten ohne Erdungen	2 m
Gebäude ohne Personenbelegung	2 m
Gebäude mit Personenbelegung	10 m (5m bei Betriebsdruck \leq 25bar)
Autobahnen, Autostrassen und Hauptstrassen	5 m
Fahrbahnrand andere Strassen und Wege	2 m
Kreuzungen von Wegen und Strassen ohne Schutzbauwerke ohne Hartbelag mit Hartbelag	1,5 m 2 m
Baugruben bis 4 m Tiefe	2 m zum Grubenrand und Böschungswinkel 1:1
Weitere zwischen einer Rohrleitungsanlage und elektrischen Anlagen einzuhaltenden Abstände sind im Anhang 1 der Rohrleitungssicherheitsverordnung RLSV (SR 746.12) festgehalten.	

Für alle hier nicht speziell aufgeführten Fälle geben der Rohrleitungsbetreiber oder das Eidg. Rohrleitungsinspektorat gerne Auskunft.

Bewilligungsverfahren

Die Pflicht zur Einhaltung dieser Abstände obliegt jedermann. Auf Gesuch hin können Ausnahmebewilligungen erteilt werden, wenn die örtlichen Verhältnisse es erlauben oder die Umstände es erfordern.

Bei den Abstandsvorschriften handelt es sich um öffentlich rechtliche Eigentumsbeschränkungen, welche, sofern sie einer Enteignung gleichkommen, nach bundesgerichtlicher Praxis zu entschädigen sind.

Gesuche um Bewilligung von Bauvorhaben im Bereich einer Rohrleitung sind mit den nötigen Plänen (Situationen, Schnitte, Aufrisse, Ansichten, Längen- und Querprofile, etc.) in 2 Exemplaren dem Leitungsbetreiber zur Stellungnahme einzureichen. Dieser leitet 1 Exemplar des Gesuches dem Eidgenössischen Rohrleitungsinspektorat weiter. Für die Bearbeitung werden im Normalfall ca. 2 – 4 Wochen benötigt.

Die absichtliche oder fahrlässige Nichtbeachtung der Bewilligungsvorschriften wird durch die Aufsichtsbehörde strafrechtlich geahndet.

Auskunft zum Bewilligungsverfahren:	Technische Auskunft:
Bundesamt für Energie Sektion Recht und Rohrleitungen 3003 Bern Telefon: 031 322 56 11 Fax: 031 323 25 00 E-mail: contact@bfe.admin.ch	Eidg. Rohrleitungsinspektorat Richtistrasse 15 8304 Wallisellen Telefon: 044 877 62 79 Fax: 044 877 62 12 E-mail: eri@svti.ch



F Abklärung zur Starkstrombeeinflussung, Fachkommission für Hochspannungsanlagen



A22/113

**GVM, Strecke 240: Buchi-Manneberg, Abklärung
Starkstrombeeinflussung nach Leitungsumlegung Grauholz**

Auftraggeber: Gasverbund Mittelland AG, 4144 Arlesheim
Ausführungsdatum: 10. April - 7. Juli 2022
Beteiligte: GVM AG Harald Puchrucker, Lukas Haubner
BKW Energie AG Daniel Nyffeler
FKH Reinhold Bräunlich

Inhalt:

1	Zusammenfassung	2
2	Ausgangssituation, Veranlassung	2
3	Mechanismen der Starkstrombeeinflussungen, Festlegung der untersuchten Leitungen	3
4	Daten und technische Angaben über die Erdgas- und Starkstromleitungen, Modellierung	6
5	Berechnung der elektromagnetischen Beeinflussung im einpoligen Fehlerfall und im Betrieb	10
6	Schlussfolgerungen	12
7	Literaturnachweis	15

Anhänge

A: Kartenausschnitt mit den Trassen der Erdgas- und Starkstromleitungen
B: Graphische Berechnungsergebnisse
C: Nomogramm induzierte Längsspannungen durch Starkstrombeeinflussungen

Zürich, 7. Juli 2022

Dr. Reinhold Bräunlich
Projektleiter

Philippe Alff
Elektroingenieur

1 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Autobahnspurerweiterung zwischen den Autobahnverzweigungen Schönbühl und Wankdorf muss die Erdgashochdruckleitung Nr. 240 zwischen den Druckreduzier- und Messstationen (DRM) Moosseedorf und Manneberg der Gasverbunds Mittelland AG GVM zur Einhaltung des Mindestabstands von der Nationalstrasse auf einer Strecke von ca. 3 km neu verlegt werden.

Dadurch wird die Situation betreffend Starkstrombeeinflussungen durch die parallel verlaufende 132-kV-Leitung der BKW verändert und muss nach der Rohrleitungssicherheitsverordnung neu überprüft werden.

Die FKH wurde beauftragt, die prospektiven Beeinflussungsspannungen auf der betroffenen Erdgasleitung zu untersuchen.

Die Auswirkungen von Erd- und Kurzschlüssen an der Starkstromleitung auf die Gasleitung wurden mittels eines elektrischen Modells rechnerisch abgeschätzt.

Grundsätzlich werden die höchsten Rohrspannungen bei einem einpoligen Fehlerstrom auf der beeinflussenden Leitung erwartet - im vorliegenden Fall auf der 132-kV-Freileitung zwischen den Unterstationen Schönbühl und Habstetten der BKW.

Aufgrund der Berechnungen werden in diesem Fehlerfall hohe induzierte Spannungen von bis zu 3'500 V beidseits der Beeinflussungsstrecke erwartet. Diese nehmen mit zunehmender Distanz von der Beeinflussungsstrecke aufgrund der Längs- und Querimpedanzen der Rohrleitung ab. Die Spannungen treten im gesamten Abschnitt des kathodischen Schutzes von der DRM Buchi bis zur DRM Deisswil auf. Auf der Nordseite sind die Stationen Moosseedorf, Jegenstorf, Mülchi und Buchi betroffen, auf der Südseite; Manneberg und Deisswil. Mögliche Massnahmen werden in den Schlussfolgerungen, Abschnitt 6.1 angegeben.

Die induzierten Spannungen im Normalbetrieb der genannten Freileitung liegen im Bereich einiger Volt und stellen keine relevante Beeinträchtigung der Erdgasleitung dar. Ebenso werden die Einflüsse aller anderen Leitungen im Bereich der Umlegung als unproblematisch eingestuft. Eine Ohm'sche Beeinflussung infolge von Erdschlüssen an den Starkstromleitungen im Bereich der Umlegung kann aufgrund der ausreichenden Abstände von Tragwerken und Kabeln ebenfalls ausgeschlossen werden.

2 Ausgangssituation, Veranlassung

Zur Engpassbeseitigung plant das Bundesamt für Strassen ASTRA Spurerweiterungen an den Autobahnen A01 und A06 im Abschnitt zwischen den Verzweigungen Schönbühl und Wankdorf.

Die Erdgashochdruckleitung von Buchi nach Manneberg (Strecke 240: 8", 64 bar, Baujahr 1967) des Gasverbunds Mittelland AG GVM verläuft im Bereich der Spurerweiterungen parallel zu den betroffenen Autobahnen A01 und A06. Nach der Spurerweiterung liegt der Abstand vom aktuellen Rohrleitungstrasse zur Nationalstrasse unter 5 m und erfüllt damit die Bedingungen der RLSV [14] nicht mehr.

Eine Umverlegung ist in folgenden Abschnitten notwendig:

(a) nördlich von der SBB-Überführung «Im Sand»: Verlegung auf einer Länge von ca. 26 m im Bereich der Trassenmarkierung 240.79.1 in Moosseedorf

(b) südlich von der SBB-Überführung «Im Sand» bis Schlupfstrasse: Verlegung auf einer Länge von ca. 3'270 m zwischen der Trassenmarkierung 240.81 in Moosseedorf und der Trassenmarkierung 240.96.1 in Bolligen.

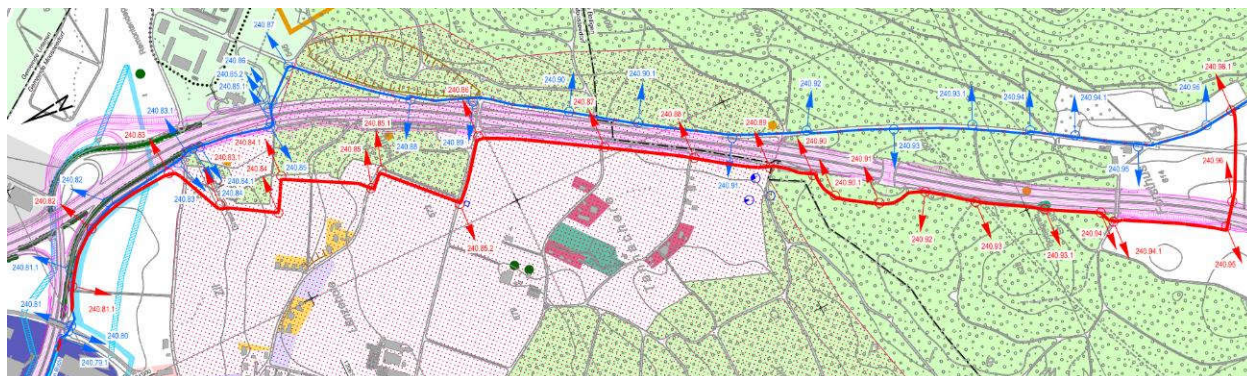


Abbildung 1 Übersichtskartenausschnitt mit bestehender (blau) und projektiierter Erdgasleitung (rot) GVM Strecke 240 aus [1]

Die Erdgashochdruckleitung Strecke 240 (Buchi – Manneberg) der Gasverbund Mittelland AG untersteht dem Rohrleitungsgesetz (RLG) bzw. der Rohrleitungssicherungsverordnung (RLSV [14]). Diese verlangt in Art. 17 für Näherungen an Starkstromleitungen unter 30 m eine Abklärung der Starkstrombeeinflussung, wobei die maximal möglichen induzierten Berührungsspannungen abzuklären sind.

3 Mechanismen der Starkstrombeeinflussungen, Festlegung der untersuchten Leitungen

Im Zusammenhang mit der Beurteilung von Parallelführungen von Rohrleitungen mit Starkstromleitungen sind folgende Auswirkungen der elektrischen Beeinflussung zu unterscheiden:

1. *Ohm'sche Beeinflussung durch eine Freileitung:* Beeinflussungen durch den Potentialtrichter eines Tragwerks im Falle eines Erdschlusses in der Nähe. Das Trichterpotential im Erdfehlerfall kann gegenüber der Rohrleitung einen so hohen Wert erreichen, dass die Rohrisolation an Schwachstellen durchschlägt. Beeinflussung der Rohrleitung im Fall herabfallenden Leiterseilen bei Querung der Rohrleitung
2. *Ohm'sche Beeinflussung durch eine Kabelleitung:* Beeinträchtigung der Rohrleitung durch einen lokalen Isolationsfehler des Kabels oder einer Muffe im Bereich der Näherung und in der Folge durch einen Potentialtrichter an der Fehlerstelle oder durch den Energieumsatz im Lichtbogen eines Kurzschlusses
3. *Induzierte Spannung auf der Rohrleitung aufgrund des Magnetfelds der Starkstromleitung:*
 - a. Im Fall eines einpoligen Fehlerstroms, der durch die Starkstromleitung fliesst, können in ungünstigen Fällen an der Rohrleitung unzulässig hohe Berührungsspannungen entstehen. Ausserdem können Isolationen oder Spannungsbegrenzende Schutzeinrichtungen überlastet werden.

- b. Die induzierten Spannungen im Normalbetrieb können Werte erreichen, welche trotz kathodischem Korrosionsschutz zu sogenannter Wechselstromkorrosion führen.

3.1 Auswirkungen durch Ohm'sche Beeinflussung bei einem Erdfehler im Bereich der Näherung zwischen Starkstromleitungen und Rohrleitung

Die Tragwerke der 132-kV-Freileitungen liegen in einem Abstand von 50 m und mehr entfernt von der Rohrleitung, eine Ohm'sche Beeinflussung der Rohrleitung stellt deshalb keine Gefahr dar.

Mittelspannungs- und Niederspannungs-Starkstromleitungen liegen innerhalb der gesamten Strecke in einem ausreichenden Abstand von mehreren Metern von der Erdgasleitung entfernt. Ohm'sche Beeinflussungen können deshalb ausgeschlossen werden.

Im Bereich der Kreuzung mit der 132-kV-Freileitung Worblauen/Wankdorf – Habstetten erfüllt die Rohrleitung mit einer Verlegetiefe von mehr als 1 m die Bedingung nach Art. 127 der Leitungsverordnung. Es ist immerhin darauf hinzuweisen, dass bei einem Herabfallen der Leiterseile ein Lichtbogen durch das Erdreich auf die Rohrleitung nicht ausgeschlossen werden kann. Die Freileitungsspannweite ist wegen der Überquerung der Autobahn an derselben Stelle allerdings mit Doppelisolatoren versehen, so dass ein Herabfallen sehr unwahrscheinlich ist.

3.2 Auswirkung von Spannungsinduktion durch das Magnetfeld von Betriebs- und Fehlerströmen

Bei isolierten, kathodisch geschützten Rohrleitungen hängen die induzierten Spannungen und Ströme in der Rohrleitung von folgenden Faktoren ab:

1. Art der Starkstromleitung, der Netz-Sternpunktbehandlung und Art des Fehlers
2. Behandlung von Erdseilen und Kabelschirmen, Erdungsrückleitungen
3. Fehlerstrom in der Starkstromleitung (proportional)
4. Beeinflussungslänge (proportional)
5. Abstand zwischen Starkstromleitung- und Rohrleitung
6. Rohrisolationswiderstand, sowie Rohrdurchmesser und Dicke der Rohrisolation (Kapazität)
7. Erdungswiderstände bei den Abgrenzeinheiten, Spannungsbegrenzern an den Schutzstromspeisungen und Überspannungsableitern an den Enden, bzw. Unterbrüchen der metallischen Rohre

Die induzierten Spannungen zwischen Rohr und Erde durch das Magnetfeld einer Starkstromleitung sind an beiden Enden der Beeinflussungsstrecke am höchsten. Sie bauen sich über einige Kilometer ausserhalb der Beeinflussungsstrecke auf der Gasrohrleitung allmählich ab. Die noch vorhandenen Spannungen an den Enden der Rohrleitung werden dort allenfalls durch die montierten Abgrenzeinheiten, Schutzstromspeisungen oder Überspannungsableiter begrenzt. Diese Spannungsbegrenzungseinrichtungen sind zwischen der Stationserdung und der isolierten Rohrleitung angebracht.

3.3 Näherungen, Auswahl der untersuchten Starkstromleitung

Für die Näherungen zur Gasleitungen Buchi – Deisswil fallen folgenden Starkstromleitungen in Betracht:

- 132-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten zwischen Mast M09 bis Mast M26
- 16-kV-Freileitung auf den Tragwerken der 132-kV-Leitung im Abschnitt Mast M09 bis M26

Kreuzungen:

- Freileitung 132 kV Worblaufen/Wankdorf – Habstetten bei der Autobahnquerung der Erdgasleitung
- 16-kV-Kabelleitung Mast M9 – Raststätte bei der Autobahnquerung der Erdgasleitung
- 16-kV-Freileitung abzweig über die Autobahn und die Erdgasleitung bei Mast M16 (TS Tannacheren)

Die weitergeführte 16-kV-Kabelleitung von Mast M9 in Richtung Raststätte wird abgesehen von der genannten Kreuzung aus den in Abschnitt 4.2 beschriebenen Gründen für induzierte Beeinflussungen nicht betrachtet.

Im vorliegenden Fall sind die höchsten induzierten Spannungen durch die 132-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten zu erwarten, welche in 50 bis 200 m Abstand über eine Distanz von ca. 2 km parallel geführt wird. Die Freileitung Worblaufen/Wankdorf – Habstetten überspannt die Erdgasleitung im Bereich, wo die Erdgasleitung die Autobahn unterquert, im schrägen Winkel. Aufgrund der Geometrie verursacht diese Leitung eine wesentlich geringere Beeinflussung. Sie wurde in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Zum Vergleich wurde aber die maximale Auswirkung der 16-kV-Freileitung vom UW Schönbühl in Richtung Raststätte Grauholz bis zum Mast M09 mitberücksichtigt.

Ein Ausschnitt der Landeskarte mit eingezeichneten Trasse-Verläufen der Erdgasleitung Nr. 240 und den Starkstromleitungen der BKW enthält Anhang A.

Auch die Bahnlinie durch den SBB-Grauholztunnel (in ca. 50 m Tiefe) dürfte die Erdgasleitung messbar beeinflussen (insbesondere im Fahrbetrieb). Aufgrund der schrägen Überkreuzung, der tieferen Betriebsfrequenz (vgl. Anhang C) und wegen der reduzierenden Wirkung durch mehrfache Rückleiter in Bahntunnels kann dieser Einfluss als untergeordnet eingestuft werden.

4 Daten und technische Angaben über die Erdgas- und Starkstromleitungen, Modellierung

4.1 Daten und Angaben Rohrleitung:

Der neu verlegte Leitungsabschnitt Leitung 240: Buchi – Manneberg besitzt folgende Eckdaten (aus Schriftverkehr und [1]):

Druck:	maximal 64 bar
Stahlrohr Ø:	8“ (ausser: 219.1 mm = Stahl 42)
Wandstärke:	6.3 mm
Stahlqualität:	L 360NE/ME
Umhüllung:	PE, Schichtdicke 2.0 mm
Faserzementhülle:	10 mm

Der kathodische Schutzabschnitt auf der Strecke 240 Buchi – Manneberg ist mit einem Teil der Strecke 241 bis Deisswil zusammengeschlossen.

In Buchi und Deisswil befindet sich je eine Speisung für den kathodischen Schutzstrom. Die Speiseeinheiten müssen allfällige induzierte Wechselströme auf die lokale Erdung ableiten.

Sowohl die Niederdruckleitungen (bis 5 bar) wie auch die Hochdruckleitungen (> 5 bar) sind von der Strecke 240 (inklusive dem Teilstück der Strecke 241 bis Deisswil) über Isolierflansche (i.d.R. bei Gebäudeeinführungen zur Abgrenzung von anderen ND- zu HD-Leitungen) oder Isolierkupplungen (Aussenverrohrung zur Abgrenzung von HD zu HD) elektrisch getrennt.

Für die Rohrleitung wurden im elektrischen Beeinflussungsmodell folgende Streckenabschnitte unterschieden [8], [9]:

1. Buchi – Schönbühl (Beginn der Umverlegung) ca. 17 km
2. Schönbühl - Manneberg (Umlegungsbereich mit Beeinflussungen) ca. 3 km
3. Manneberg - Deisswil: ca. 5 km

Die von der Starkstromfreileitung unbeeinflusste Streckenabschnitte von Schönbühl bis Buchi und von Manneberg bis Deisswil wurden im Modell durch Berücksichtigung der Längs- und Querimpedanzen eingerechnet.

Die zur elektrischen Modellierung der Rohrleitung verwendeten Parameter sind detaillierter in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Parameter für die elektrische Modellierung der Rohrleitung

Grösse	Wert	Einheit	Quelle
Frequenz	50	Hz	Netzfrequenz
Mittlerer spezifischer Bodenwiderstand entlang der Leitung	100	Ωm	[7] (mittlerer Wert aus Tabelle, S. 24)
Relative Permittivität des Erdbodens ϵ_r	10	[]	Literaturangaben
Spez. Widerstand Rohrstahl	$170 \cdot 10^{-9}$	Ωm	[24]
Relative magnetische Permeabilität des Rohrs μ_r	300	[]	[24], Literaturangaben
Aussenradius des Rohrs	0.1096	m	[1]
Dicke Rohrisolation	0.002	m	[1]
Spez. Widerstand Rohrisolation	$170 \cdot 10^{-9}$	Ωm	[7] ($17.1 \text{ k}\Omega\text{m}^2$) Bitumen/PE*):
AC-Widerstand der Schutzstromspeisung in Deisswil gegen Erde**)	18.68	$\text{k}\Omega$	[7]
Überdeckung der Rohrleitung	1.2 ... 1.5 Mittelwert : 1.35	m	[1]

*) Die umgelegte Rohrleitungsabschnitt (2) ist mit einer Polyethylen-Isolation geschützt. Wegen der kurzen Strecke von 3 km Länge und des Spannungsminimums in der Mitte der Beeinflussungsstrecke, kann der höhere Isolationswiderstand im neuen Teilstück vernachlässigt werden.

**) In der DRM Buchi wurde derselbe Widerstand angenommen.

4.2 Starkstromleitungen

4.2.1 132-kV- / 16-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten:

Die Freileitung wechselt im Bereich der Beeinflussungsstrecke die Leiteranaordnung an den Tragwerken. Dies führt im Normalbetrieb der Freileitung zu abschnittsweise leicht unterschiedlicher Spannungsinduktion pro Längeneinheit in der Rohrleitung. Für den massgebenden einpoligen Erdschlussstrom hat die Anordnung der Leiterseile keinen Einfluss. Für die gesamte Beeinflussungsstrecke wurde deshalb das häufigste Mastkopfbild gemäss Abbildung 2 verwendet.

Vom Unterwerk Schönbühl M26a (Abspannmast Schönbühl) bis zum Mast M09 wird auf den Masten ein 16-kV-System mitgeführt. Für die Simulation sind folgende Angaben ausschlaggebend:

Leiterseile:	1x 800 mm ² Aldrey
Erdseil:	266 mm ² E-Al/E-AlMgSi [12]
Erdseildurchmesser	21.95 mm
Gleichstromwiderstand des Erdseils bei 20°C	0.1264 Ω/km
Mittlere Höhe des untersten Leiterseils über Boden:	16 m

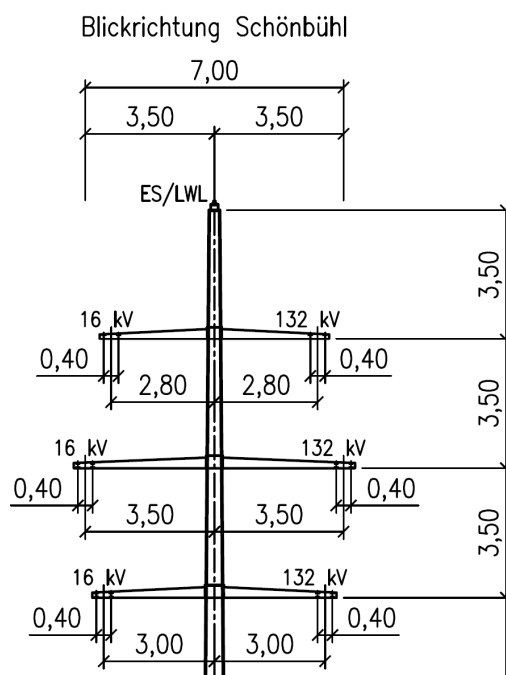


Abbildung 2 Mastkopfbild der Masten Nr. M10 - M12 der 132-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten mit einem 16-kV-System, welches vom UW Schönbühl bis zum Mast M09 mitgeführt wird, Das Mastbild wurde vereinfachender Weise für die Leitungslänge vom UW Schönbühl bis Mast M09 verwendet, wo die Freileitung sich von der Rohleitung entfernt.:

4.2.2 Kabelleitungen

Die Kabelstrecken tragen im vorliegenden Fall aus folgenden Gründen kaum zur Starkstrombeeinflussung der Rohrleitung bei (vgl. Abschnitt 3.33.2):

- Die Parallelführungen der Kabelstrecken liegen unter 1 km Länge
- Die Phasenabstände sind gering (maximal 200 mm bei den kurzen 132-kV-Hochspannungskabellängen, d.h. im Rohrblock mit 200-mm-Raster)
- Die Kabelschirme sind beidseitig an die Erdung angeschlossen oder mit Begleiterdleiter versehen, so dass ein Grossteil der Fehlerrückströme in den Kabelschirmen und Erdleiter fließt und das beeinflussende Magnetfeld kompensiert

Die Ausführung der Kabelverlegung in Bereich UW Schönbühl ist in Abbildung 3 dargestellt.

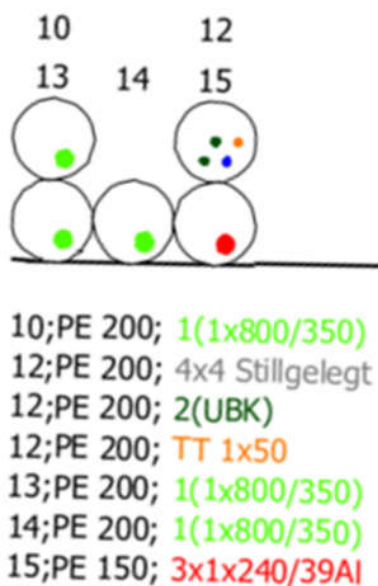


Abbildung 3 Verlegeart der Kabelleitungen: Polyethylenrohre mit Hochspannungs-, Mittelspannungs- und der Niederspannungsleitung

4.3 Maximale Betriebsströme und einpolige Erdschlussströme

Bei den Angaben der BKW AG über die maximalen Ströme handelt es sich um Designwerte, die bei heutigem Betrieb tiefer liegen können.

4.3.1 132-kV-Leitung:

Sternpunktbehandlung:	Starr geerdeter Sternpunkt
Erdungsbehandlung:	Die Erdseile von Freileitungen sind mit den Unterwerken beidseitig verbunden. Bei Kabelausleitungen wird der Schirm einseitig offen gelassen. Die Erdseileinführung erfolgt parallel zum Kabeleinführung.
Maximaler Betriebsstrom:	1'340 A (Kurzzeit-Notbetrieb)
Maximaler einpoliger Fehlerstrom:	21.7 kA
Fehlerrückschaltzeit	145 ms

→ Maximal zulässige Berührungsspannung nach StV Anhang 4: 500 V

4.3.2 16-kV-Leitungen

Sternpunktbehandlung:	isolierter Sternpunkt
Erdungsbehandlung bei Freileitungen:	kein eigenes Erdseil bzw. gemeinsames Erdseil mit höheren Spannungsebenen am selben Mast
Schirmbehandlung bei Kabeln:	zweiseitige Schirmerdung in allen Transformatorstationen
Maximaler Betriebsstrom:	548 A (Kurzzeit-Notbetrieb)

Maximaler einpoliger Fehlerstrom: 174 A

Fehlerrückschaltzeit 200 ms

→ Maximal zulässige Berührungsspannung nach StV Anhang 4 : 350 V

5 Berechnung der elektromagnetischen Beeinflussung im einpoligen Fehlerfall und im Betrieb

5.1 Modellierung

Für die Erdgasleitungsstrecke 240 und die 132-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten, welche das grösste Beeinflussungspotential besitzt, wurde ein geometrisches und elektrisches ComputermodeLL erstellt. Alle Berechnungen wurden mit dem Programm LFIP der FKH [26] basierend auf den Beziehungen in [22] bis [25] durchgeführt.

Anhang A zeigt die in das Programm eingelesenen Trassen der Erdgasleitung und der Freileitung in einem Ausschnitt der Landeskarte.

Tabelle 2 enthält die aus den Parametern der Tabelle 1 berechnete charakteristische Impedanz, bzw. Wellenimpedanz Z_{ch} und die Ausbreitungskonstante γ . Die charakteristische Rohrlänge gibt an, in welcher Entfernung eine lokal induzierte Spannung auf der Rohrleitung auf den 1/e-ten Teil (ca. 37%) abgeklungen ist.

Ausserdem enthält die Tabelle 2 die Impedanzen der im Modell nicht beeinflussten Endabschnitte (von Moosseedorf bis Buchi und von Manneberg bis Deisswil). Die Impedanzen dieser Streckenabschnitte (zweit- und drittletzte Spalte) bilden den Abschluss an den Enden des Modells der Beeinflussungsstrecke.

Die letzte Spalte zeigt das Verhältnis der induzierten Spannung am Rohrende U_2 in der DRM-Station zum Wert am Ende der modellierten Beeinflussungsstrecke U_1 . (an den Enden von Rohrleitungsabschnitt 2 vgl. Abschnitt 4.2).

Tabelle 2 Berechnete elektrische Parameter der Rohrleitung, sowie Impedanzen der Leitungsenden ausserhalb der Beeinflussungsstrecke und Spannungsdämpfung dieser Leitungsenden bis zum Ende des kathodischen Schutzabschnitts

Streckenabschnitt	Charakteristische Impedanz der Rohrleitung (Betrag)	Ausbreitungskonstante (Betrag)	Charakteristische Länge der Rohrleitung	Länge des Rohrs	Abschlussimpedanz Realteil	Abschlussimpedanz Imaginärteil	Resultierende Rohrendimpedanz (Betrag)	Resultierende Rohrendimpedanz (Realteil)	Resultierende Rohrendimpedanz (Imaginärteil)	Verhältnis Spannung am Rohrende zu Spannung am Rohrschnittstelle (Betrag)
	Z_{ch}	γ	$1/Re(\gamma)$	l	$Re(Z_2)$	$Im(Z_2)$	Z_{res}	$Re(Z_{res})$	$Im(Z_{res})$	U_2/U_1
	[Ω]	[m^{-1}]	[m]	[m]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[]
Buchi . Schönbühl	3.8E+0	150.3E-6	7'927	17'000	offen	0.0	3.684	3.157	1.898	0.237
Forsthaus - Deisswil	3.8E+0	150.3E-6	7'927	5'000	offen	0.0	5.501	5.455	0.705	0.879
Buchi . Schönbühl	3.8E+0	150.3E-6	7'927	17'000	18.7	0.0	3.707	3.164	1.932	0.201
Forsthaus - Deisswil	3.8E+0	150.3E-6	7'927	5'000	18.7	0.0	4.614	4.517	0.942	0.810

5.2 Ergebnisse der Beeinflussungsberechnung

Die berechneten Grössen für die Betriebs- und Fehlerfälle sind in im Anhang B in graphischer Form für verschiedene Berechnungsfälle dargestellt. Die wichtigsten Zahlenwerte dazu enthält Tabelle 3. Berechnungen für Betriebs- und Fehlersituationen stellen ungünstigste Fälle dar, wobei die höchstmöglichen Ströme entlang der gesamten Beeinflussungsstrecke angenommen wurden. Ausserdem wurde für den einpoligen Fehlerstrom jeweils die unterste Phase mit dem geringsten Abstand zur Rohrleitung gewählt.

Die weitaus höchsten induzierten Spannungen treten bei einem einpoligen Fehlerstrom auf der 132-kV-Hochspannungsfreileitung Schönbühl-Habstetten auf. Die Freileitung verläuft in einem Abstand zwischen 50 bis 200 m parallel zur Erdgasleitung 240, wodurch sich eine induzierte Längsspannung in der parallelen Rohrleitung von 3'500 V/km ergibt (vgl. auch Anhang C). Die Beeinflussungsstrecke umfasst etwas über 2 km.

Aufgrund der Berechnungen werden demnach induzierte Spannungen von bis zu 3'500 V beidseits der Beeinflussungsstrecke erwartet (mit einem Minimum in der Mitte). Mit zunehmender Distanz von der Beeinflussungsstrecke nimmt die Spannung am Rohr gegen Erde aufgrund der Längs- und Querimpedanzen der Rohrleitung ab.

Dieser Sachverhalt ist nicht nur dem hohen Wert des Fehlerstroms zuzuschreiben, sondern auch dem grossen Anteil des Rückstroms der z.T. in grosser Entfernung im Erdboden zur Quelle (speisender Transformator) zurückfliesst. Zwei- und dreipolige Fehler erzeugen bei gleichen Strömen geringere Spannungsbeeinflussungen¹.

Hohe Spannungen treten im gesamten Abschnitt des kathodischen Schutzes von Buchi bis Deisswil auf. Auf der Nordseite sind die Stationen Moosseedorf, Jegenstorf, Mülchi und Buchi betroffen, auf der Südseite, Manneberg und Deisswil. In der DRM Deisswil eine induzierte Spannung von ca. 3'000 V, in Buchi von ca. 700 V prognostiziert (vgl. Tabelle 3). Es ist allerdings festzuhalten, dass sich Bitumenisolation nichtlinear verhält. Bei Spannungen über ca. 1000 V treten an vielen Schwachstellen Entladungen durch die Isolation auf, die den Strom ins Erdreich abführen und so die Spannung begrenzen [24]

Im Normalbetrieb erzeugen die Starkstromleitungen nur kleine Spannungen auf der Rohrleitung. Diese hängen vom zeitlichen Verlauf der Lastströme ab und verursachen normalerweise keine Probleme. Sie werden in regelmässigen Abständen stichprobenweise gemessen [7].

In Deisswil treten entsprechend der Position der Beeinflussungsstrecke höhere Beeinflussungsspannungen auf als in Buchi. Dies zeigt sich auch bei den Messungen in [7] S. 25. Möglicherweise trug während der Messungen auch die 132-kV-Freileitung Schönbühl – Habstetten wesentlich zu den dabei festgestellten Spannungen bei.

Die letzte Zeile in Tabelle 3 zeigt den Berechnungsfall 2 mit maximalem einpoligen Fehlerstrom in der 132-kV-Freileitung. In diesem Fall sind die Rohrleitungen am Ende des Schutzabschnitts isoliert. Der AC-Widerstand gegen Erde entfällt. Die Berechnung zeigt, dass die relativ hochohmigen AC-Widerstände der Schutzstromspeisungen von 18.68 Ω wenig Auswirkungen zeigen. Dominant ist der Ableitstrom durch die Bitumenisolation entlang der ca. 25 km langen Rohrleitung.

¹ Im Gegensatz zu einpoligen Fehlerströmen entsteht bei Phasenschlüssen, wegen der Hin- und Rückleitung des Stroms in den Phasen ein magnetisches Dipolfeld, welches sehr rasch, nämlich quadratisch mit dem reziproken Wert des Abstands abklingt.

Selbstverständlich wird die Erdgasleitung Nr. 240 der GVM auch von anderen Starkstromleitungen und auch vom Betrieb der Bahnstrecken beeinflusst, wie die Messungen in [7] belegen.

Tabelle 3 Eingekoppelte Längsspannungen und eingekoppelte Ströme bei maximalem Betriebsstrom und bei verschiedenen Fehlerfällen beziehungsweise Fehlerströmen auf der Starkstromleitung, Abstand Rohrleitung – Starkstromleitung: 1 m

Fall	Zustand 132-kV-Leitung	Strom 132-kV-Leitung	Zustand 16-kV-Leitung	Strom 16-kV-Leitung	Induzierte Rohrlängsspannung ¹⁾	Maximale Rohrspannung Schönbühl ²⁾	Maximale Rohrspannung Forsthaus ²⁾	Maximaler Strom in der Rohrleitung	Maximale Rohrspannung in Buchi ³⁾	Maximale Rohrspannung in Deisswil ³⁾
		[A]		[A]	[V/km]	[V]	[V]	[A]	[V]	[V]
1	Betrieb	1'340	Betrieb	548	25	26	27	7.8	5.2	22.0
2	1-pol.Fehler	21'700	ausser Betrieb	0	3'100	3'590	3'750	1'040.0	720.0	3'040.0
3	ausser Betrieb	0	1-pol. Fehler	174	26	26	29	8.2	5.2	23.5
4	Betrieb	1'340	ausser Betrieb	0	17	18	19	2.6	3.6	15.4
5	ausser Betrieb	0	Betrieb	548	8	8	8	2.2	1.5	6.4
6	Betrieb	1'340	1-pol. Fehler	174	43	45	47	13.4	9.0	38.1
2a ⁴⁾	1-pol.Fehler	21'700	ausser Betrieb	0	3'100	3'400	3'900	1'010.0	690.0	3'170.0

1) 50 m westlich der Leitungsachse pro Länge

2) im Bereich Mast 26 Schönbühl

3) Unter Annahme von AC-Ableitimpedanzen nur in Buchi und Deisswil von je 18.68 Ω

4) Ohne AC-Ableitimpedanzen in Buchi und Deisswil (offene Rohrenden)

6 Schlussfolgerungen

Auswirkungen eines Isolationsfehlers mit Ohm'scher Beeinflussung der Erdgasleitung im Bereich der Näherung zu Starkstromleitungen

Die Tragwerke der 132-kV-Freileitungen, sowie alle Mittelspannungs- und Niederspannungskabelleitungen liegen in ausreichenden Abstand von der Rohrleitung entfernt, so dass auch im Falle eines lokalen Erdfehlers eine Beeinträchtigung der Erdgasleitung durch ohmsche Beeinflussung ausgeschlossen werden kann (vgl. Abschnitt 3).

Die Rohrleitung ist auf der ganzen Länge in einer Tiefe über 1 m verlegt, so dass auch bei Überkreuzungen mit Freileitungen die Leitungsverordnung [15], [17] eingehalten ist. Bei herabfallenden Leiterseilen unter Spannung in diesem Bereich können allerdings Schäden an der Rohrleitungsanlage nicht ausgeschlossen werden.

Induzierte Spannungen auf der Erdgasleitung durch Betriebs- und Fehlerströme

Bei dem von der BKW angegebenen maximalen einpoligen Fehlerstrom von 21.7 kA auf der 132-kV-Freileitung Schönbühl-Habstetten werden induzierte Längsspannungen in der parallelen Rohrleitung von 3'500 V/km erwartet. Die Beeinflussungsstrecke beträgt etwas über 2 km. Aufgrund der Berechnungen werden demnach induzierte Spannungen von bis zu 3'500 V beidseits der Beeinflussungsstrecke erwartet (Minimum in der Mitte), welche mit zunehmender Distanz von der Beeinflussungsstrecke aufgrund der Längs- und Querimpedanzen der Rohrleitung abnehmen. Die Spannungen treten im gesamten Abschnitt des kathodischen Schutzes von Buchi bis Deisswil auf. Auf der Nordseite sind die Stationen Moosseedorf, Jegenstorf, Mülchi und Buchi betroffen, auf der Südseite, Manneberg und Deisswil. In der DRM Deisswil wird eine induzierte Spannung von ca. 3'000 V, in Buchi von ca. 700 V prognostiziert. Durch das nichtlineare Verhalten der

Bitumenisolation ist allerdings ein Ansteigen der Spannung auf so hohe Werte unwahrscheinlich (vgl. Abschnitt 0).

Die induzierten Spannungen im Fall eines einpoligen Fehlerstroms können je nach Abgreifbarkeit der unterschiedlichen Potentiale durch Personen in den Nebenanlagen zu unzulässig hohen Berührungsspannungen führen.

Der Fehler wird in 145 ms abgeschaltet, womit nach Starkstromverordnung eine maximal zulässige Berührungsspannung von 500 V gilt.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass Schutzstromspeisungen, Abgrenzeinheiten und Überspannungsschutzelemente an Rohrleitungsisolationsstellen ausreichend dimensioniert werden müssen, damit sie durch die hohen Spannungen bzw. Ausgleichsströme im einpoligen Fehlerfall der Starkstromleitungen (bis 1000 A während der Fehlerdauer) nicht überlastet werden. Auch Isolierflansche könnten bei Versagen der Isolation dauerhaft beschädigt werden. Die Alterung insbesondere der Isolierstoffoberflächen und die Fremdschichtbelastung über die Jahrzehnte ist zu berücksichtigen.

Im Normalbetrieb liegen die berechneten induzierten Längsspannungen auf der Erdgasleitung im Bereich von einigen Volt. Die berechneten Werte sind für die Sicherheit der Rohrleitungsanlage nicht von Bedeutung. Bei Kontrollmessungen im Betrieb wurden induzierte Wechsellspannungen von deutlich unter 10 V gemessen, wodurch das Auftreten von Wechselstromkorrosion wenig wahrscheinlich ist.

Die tatsächlich abgreifbaren Spannungen und die genaue Auswirkung der Beeinflussung sowie allfällige notwendige Massnahmen (auch in technischer Hinsicht) hängen von folgenden Gegebenheiten ab:

- Spannungsabhängiges Verhalten der Rohrisolation
- AC-Widerstand zwischen den berührbaren metallischen Teilen und der Erdung in den Nebenanlagen: Mess-, Schieber- und Druckreduzieranlagen.
- Bodenbeschaffenheit und Abgreifbarkeit von Differenzspannungen durch Personen
- Erdungsimpedanzen in den DRM-Stationen
- Einsatz von Überspannungsschutzelementen
- Verhalten der Impedanz der kathodischen Schutzstromspeisung bei Überspannungen

6.1 Empfehlungen

Die Möglichkeit einer hohen Berührungsspannung im Falle eines einpoligen Fehlerstroms auf der Freileitung Schönbühl – Habstetten sollte berücksichtigt werden.

Zur Reduktion des Risikos, gefährliche Spannungen während allen Arbeiten an Rohrleitungen und in DRM-Stationen abzugreifen, kommen folgende Massnahmen in Frage:

- Warnhinweise
- Schaffen von isolierten Standorten und oder Berührungsflächen
- Tragen von isolierenden Schuhen und Handschuhen
- Erdungsverbindungen zwischen Objekten (und leitfähigen Standorten), die durch Induktion hohe Potentialdifferenzen aufweisen können. Dies kann erreicht werden:
 - *Temporär*: bei notwendigen Arbeiten durch Ausserbetriebsetzung des kathodischen Schutzes
 - *Permanent*: durch geeignete Spannungsbegrenzer, wie sie auch bei Erdungsverbindungen von Gleichstrombahnanlagen verwendet werden

Generell sind die Spannungsbegrenzenden Schutzelemente in den DRM-Stationen an den Einspeisungen des kathodischen Schutzstroms, den Abgrenzeinheiten und den Isolierflanschen auf eine mögliche Überlastung durch induzierte Ströme bei Fehlern im Hochspannungsnetz zu überprüfen.

Bereits bei den geplanten Verlege-Arbeiten der Rohrleitung im neuen Trasse muss der Möglichkeit einer hohen Induzierten Längsspannung auf dem Rohr Rechnung getragen werden¹. Eine lokale Erdung der Rohrleitung mit Erdungsspiessen ist nur wirksam, wenn die Rohrleitung an anderen Stellen nicht mit einer Leitung oder anderen Erdungsanlagen verbunden ist. Vor dem Verschweissen längerer Rohrabschnitte sollten diese elektrisch miteinander verbunden werden. Beim Auftrennen von Rohrleitungen ist mit Funkenbildung zu rechnen.

Nach der geplanten Leitungsverlegung wird eine Kontrolle der induzierten Spannungen im Betrieb empfohlen.

¹ Für die Diskussion eines allfälligen Sicherheitsleitfadens steht die FKH zur Verfügung.

7 Literaturnachweis

7.1 Projektdaten

- [1] B+S Ingenieure und Planer, «Strecke 240: Buchi-Manneberg, Gemeinden Moosseedorf und Bolligen, Kanton Bern, Leitungsumlegung Grauholz, Technischer Bericht inkl. KKS-Konzept, 18. März 2022 / 1-03
- [2] Streckenplan Nr. 240.02.08, Massstab 1:1'000, GVM, B+S, Ingenieure und Planer, 18.03.2022
- [3] Streckenplan Nr. 240.02.09, Massstab 1:1'000, GVM, B+S, Ingenieure und Planer, 18.03.2022
- [4] Streckenplan Nr. 240.02.10, Massstab 1:1'000, GVM, B+S, Ingenieure und Planer, 18.03.2022
- [5] Streckenplan Nr. 240.02.12, Massstab 1:1'000, GVM, B+S, Ingenieure und Planer, 18.03.2022
- [6] Streckenplan Nr. 240.07.12, Massstab 1:1'00, GVM, B+S, Ingenieure und Planer, 18.03.2022
- [7] Kontrollbericht Nr. P09-007/2019, Wirkungskontrolle Kathodischer Korrosionsschutz, Gasverbund Mittelland, Strecken: - 230-232/238/239-233 - 250-252-251-253 - 240-341-241-245-246-243-244- 283
ERI, Kontrolldatum: April - Mai 2019
- [8] Strecke 240: Buchi – Manneberg, Ausschnitt aus Übersichtskarte, Massstab 1:75'000, GVM 18.06.2023
- [9] Schemaplan Nr. 240.04.01 Strecke 240: Buchi . Manneberg, Grauholz: 8-Spur-Umbau / Umlegung Erdgasleitung, GVM 18.03.2022
- [10] 132-kV-Leitung Habstetten – Schönbühl Situation Mast Nr. 8 – 17, Massstab 1:1'000 Zeichnung Nr. 7.02206 LA 00159 C, BKW, 06.04.2020
- [11] 132-kV-Leitung Habstetten – Schönbühl Situation Mast Nr. 17 – UST Schönbühl, Massstab 1:1'000 Zeichnung Nr. 7.02206 LA 00151 C, BKW, 06.04.2020
- [12] Datenblatt, Erdseil OPGW AlMgSi 266 2C / AAAC 266 2C, Lumpi Berndorf, 10.01.2014
- [13] Sammlung Mastbilder, 132-kV-Freileitung Schönbühl - Habstetten: „bestehend“ und „neu angepasst“ Nr. M1 – M26 BKW

7.2 Verordnungen, Richtlinien, Normen

- [14] Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV) vom 4. Juni 2021 AS 2021 348
- [15] Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV) vom 30. März 1994 (Stand am 1. Juli 2021) SR 734.31
- [16] ESTI Nr. 507.1087 d Version 0113 d Weisung: Elektrische Schutzmassnahmen an Rohrleitungsanlagen (WeR) (2013)
- [17] Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung) vom 30. März 1994 SR 734.2 (Stand am 1. Juni 2019)

- [18] SfB, TE7 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einfluss-bereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“, Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen SfB, Deutsche Bahn AG, Deutsche Telekom AG, Verband der Elektrizitätswirtschaft VDEW e.V., TE7 Oktober 2006, textgleich mit AfK-Empfehlung Nr. 3, Arbeitsgemeinschaft DVGW/VDE für Korrosionsfragen (AfK), DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. 53123 Köln, Josef–Wirmer–Strasse 1-3
- [19] SN EN 50443 (2011) Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen
- [20] SNG 483755, „Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen Erläuterungen zu den Artikeln 53 – 61 der Starkstromverordnung SR 734.2“, Electrosuisse, Fehraltorf, Ausgabe: 2022-03
- [21] SNG 481000, „Erläuterungen für den Schwachstrom-Netzbau“, CES TK Erdungen, Arbeitsgruppe Schwachstrom-Netzbau, Electrosuisse, Fehraltorf Version: 1.1, November 2013

7.3 Technische Literatur

- [22] „Erdungen in Starkstromnetzen“, 3. Auflage, VWEW-Verlag, Frankfurt am Main 1992
- [23] Dietrich Oeding, Bernd Rüdiger Oswald, „Elektrische Kraftwerke und Netze“, Springer Verlag, Auflage 8, 2017
- [24] Cigré Report No 95, Guide on the influence of high voltage AC power systems on metallic pipelines, Working Group 36.02, 1995
- [25] ITU International Telecommunication Union, CCITT The international telegraph and telephone consultative committee, “Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines” Volume II, “Calculating induced voltages and currents in practical cases”, Geneva, 1989
- [26] LFIP: „Low Frequency Interference Program“, FKH-Programm zur Berechnung von elektromagnetischer Beeinflussungen durch Starkstromleitungen

Anhang A

Ausschnitt der Landeskarte mit Trasse-Verläufen der Gas- und Starkstromleitungen, welche für die Berechnung verwendet wurden

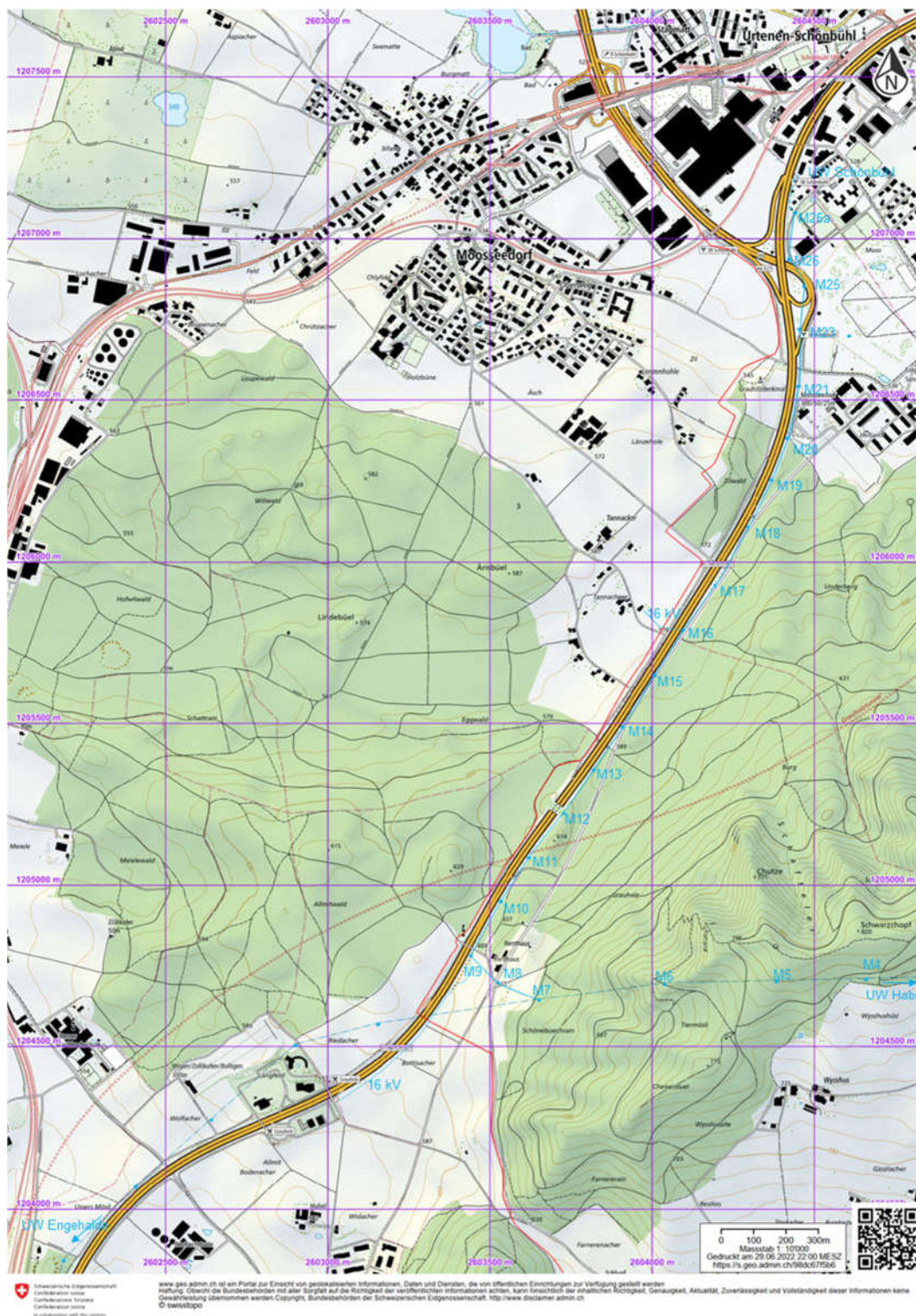


Abbildung 4 Ausschnitt Landeskarte mit neu verlegter Erdgasleitung Nr. 240 der GVM (rot) und Verlauf der 132-kV-Freileitungen der BKW, nach [2] bis [8] und [10] / [11]

Anhang B

Induzierte Spannungen und Ströme auf der Erdgasleitung

Die folgenden Abbildungen enthalten die Berechnungsergebnisse mit dem Programm LFIP [26] für verschiedene Betriebsfälle mit maximalem Strom und für einpolige Fehlerströme im Hochspannungs- und Mittelspannungs-Freileitungssystem.

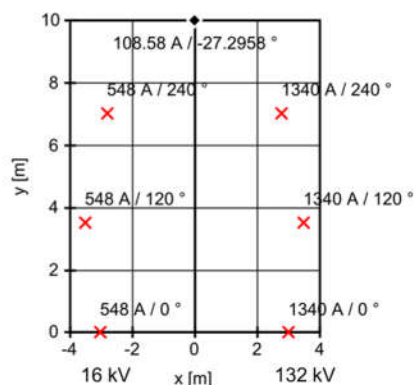
Auf jeweils einer Seite pro Berechnungsfall sind folgende Grafiken abgebildet:

- Oben: Geometrie der Starkstromleitung mit den Phasen- und Schirmströmen.
- Mitte: Querprofile der induzierten Spannung pro km auf der parallel verlaufenden Rohrleitung in Funktion des Abstands von der Starkstromkabelleitung
- Unten: Spannungsprofil auf der Rohrleitung gegen Erde im Bereich der modellierten Beeinflussungsstrecke

Der Kartenausschnitt mit den Trassenverläufen ist in Anhang A abgebildet

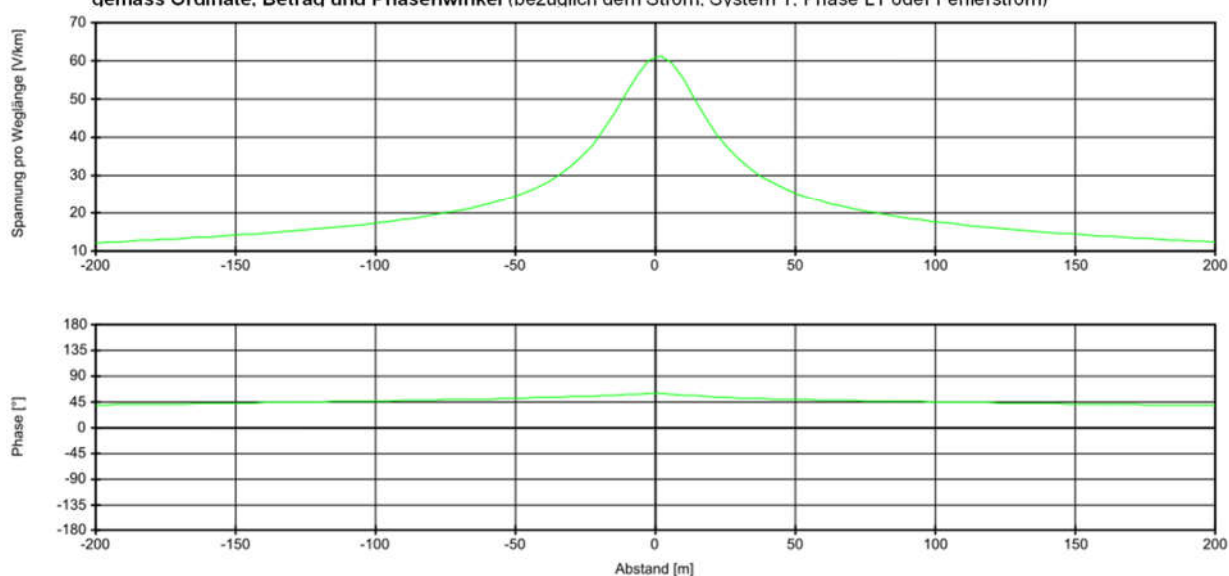
Berechnungsfall 1

132-kV-Hochspannungssystem in Betrieb
16-kV-System in Betrieb
Maximalströme



Mastbild mit
Leiterströmen
und induziertem
Erdseilstrom

Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungssachse
gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom. System 1. Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

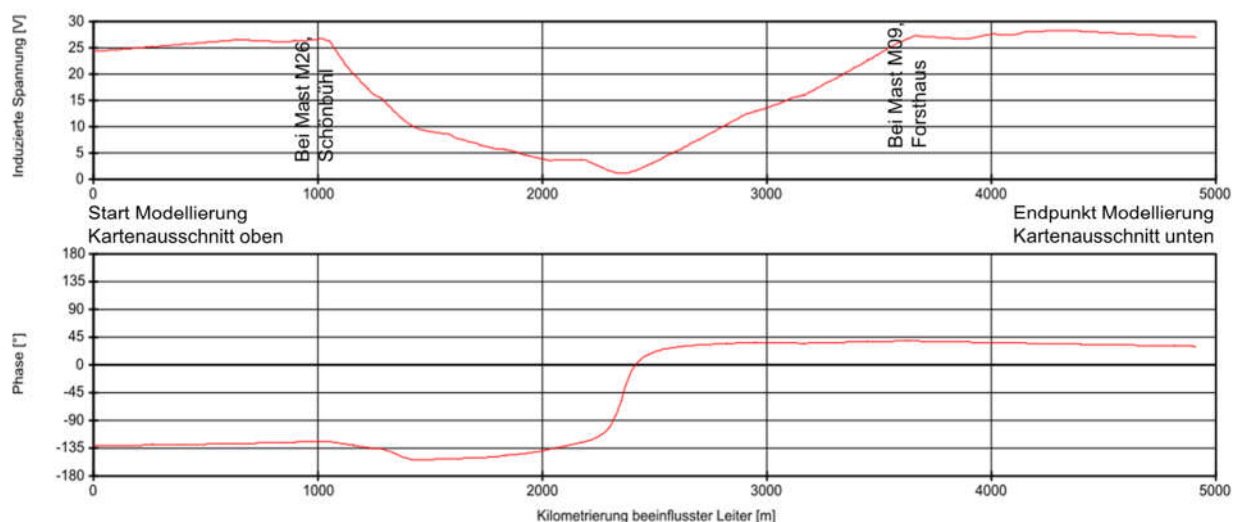


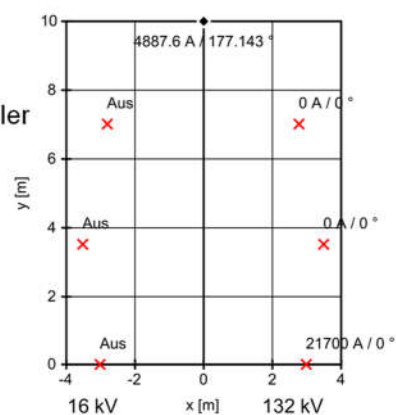
Abbildung 5

Berechnungsfall 2

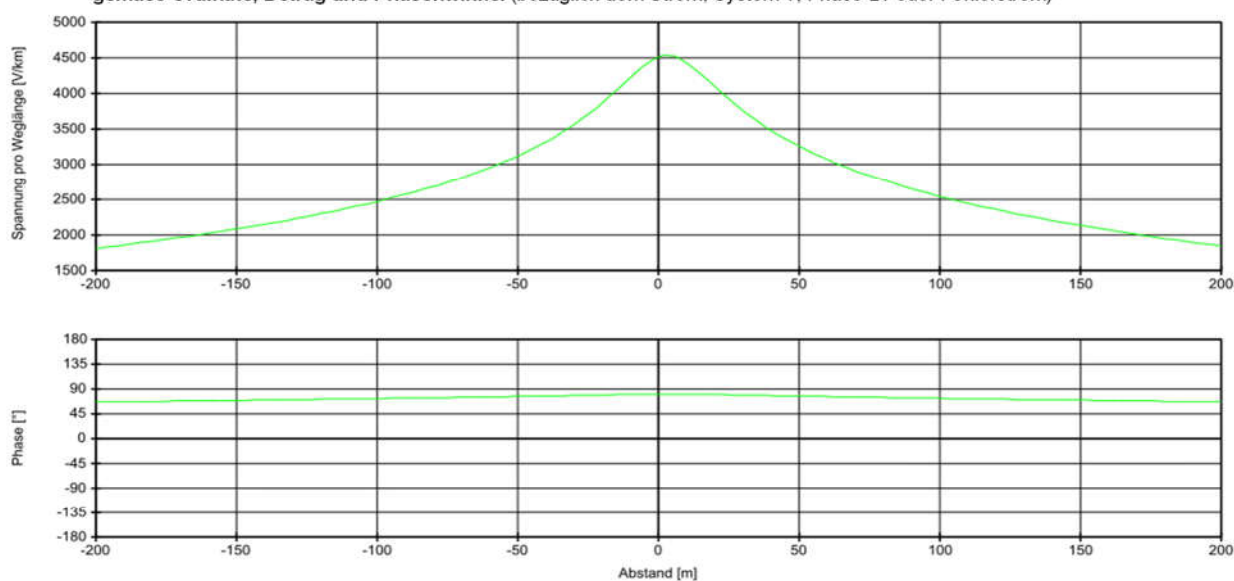
132-kV-Hochspannungssystem: einpoliger Fehler

16-kV-System ausser Betrieb

Maximalströme



Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungsachse gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

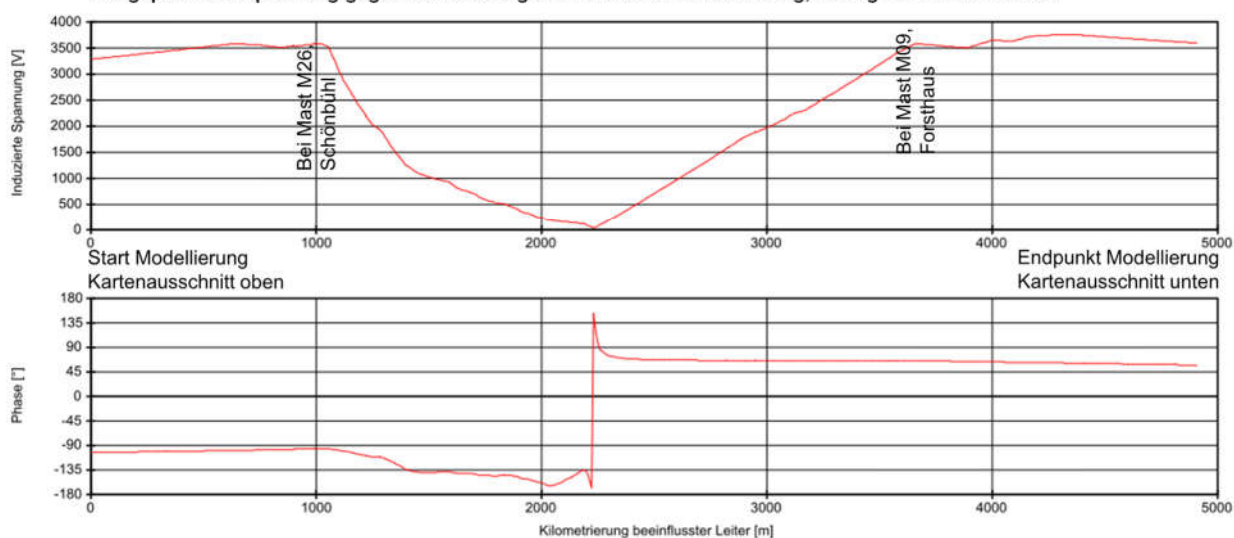
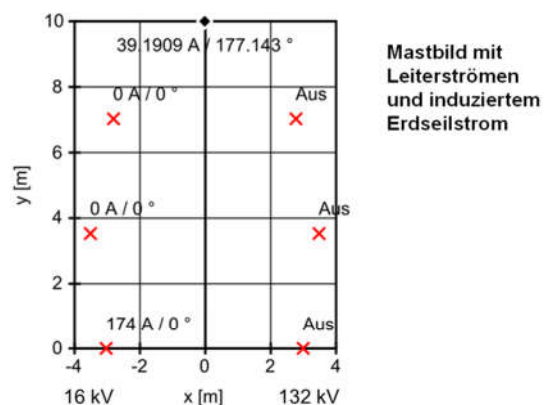


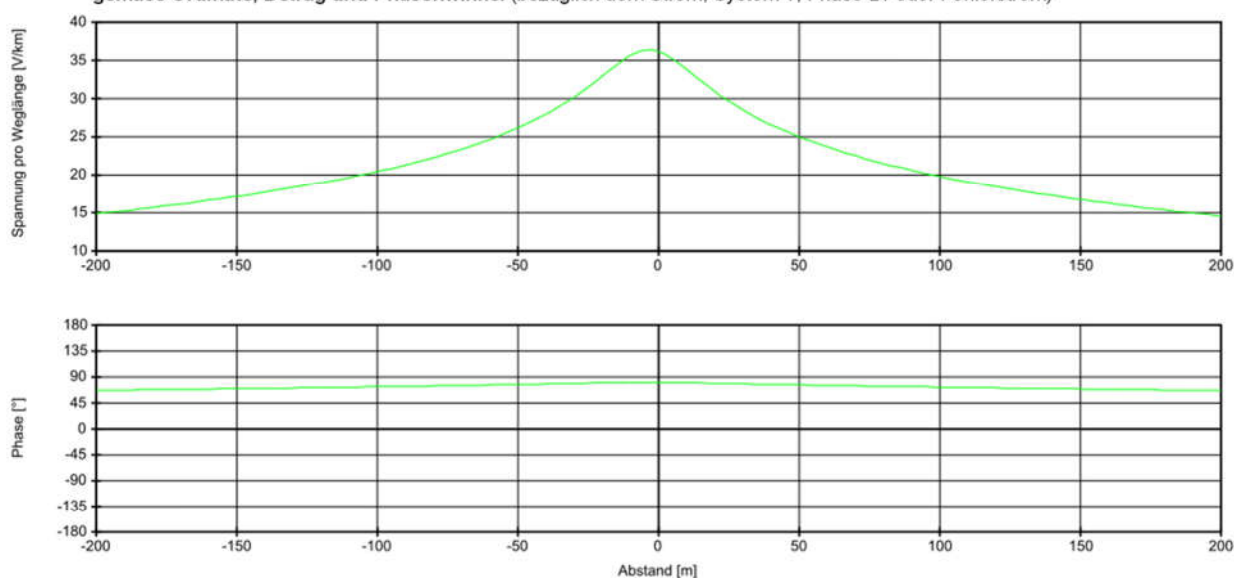
Abbildung 6

Berechnungsfall 3

132-kV-Hochspannungssystem ausser Betrieb
 16-kV-System: einpoliger Erdfehler
 Maximalströme



Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungssachse gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

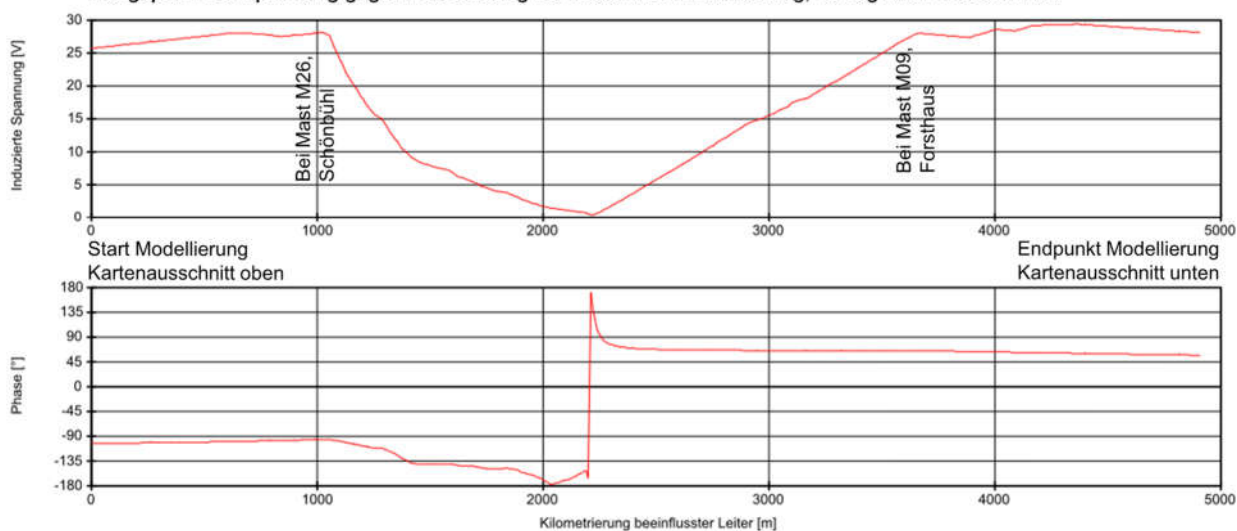
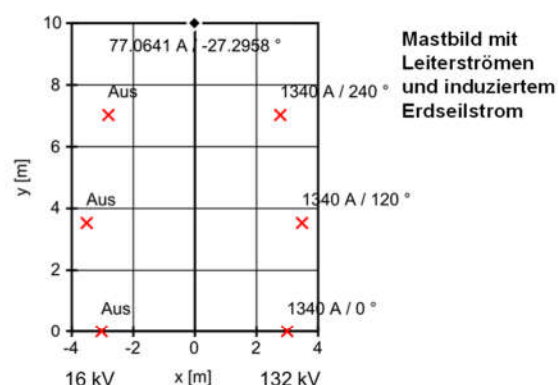


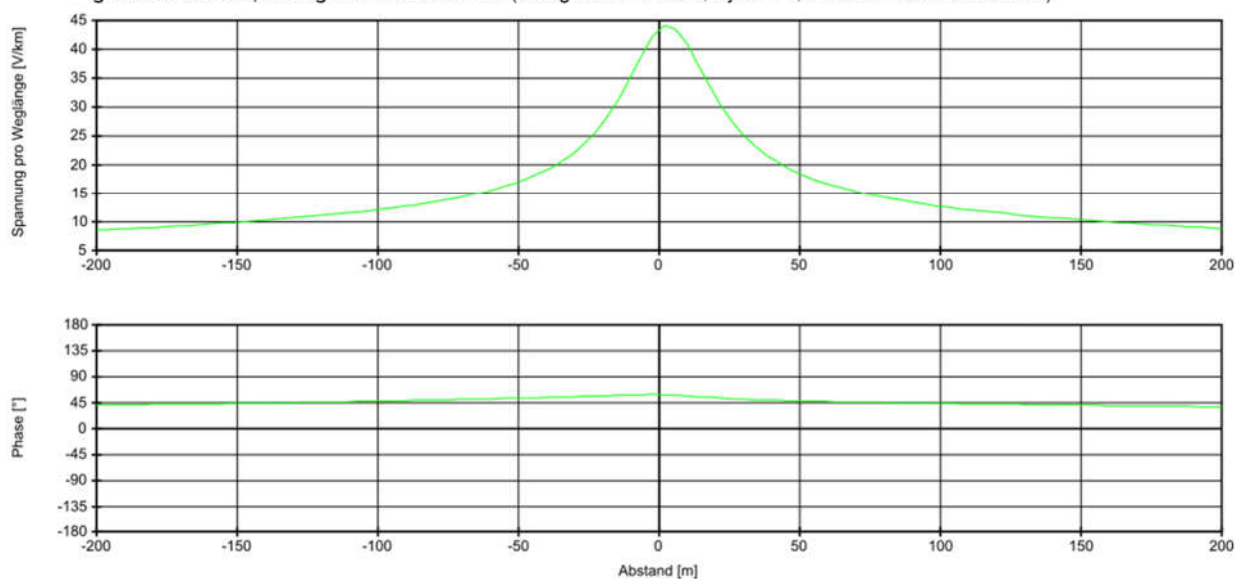
Abbildung 7

Berechnungsfall 4

132-kV-Hochspannungssystem in Betrieb,
16-kV-System ausser Betrieb
Maximalströme



Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungsachse gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

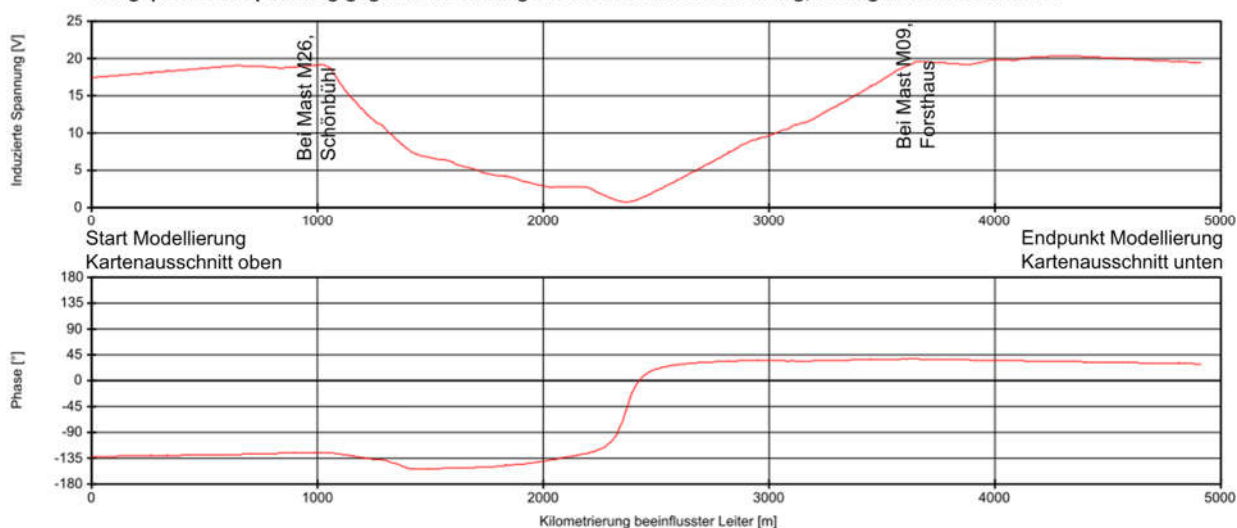
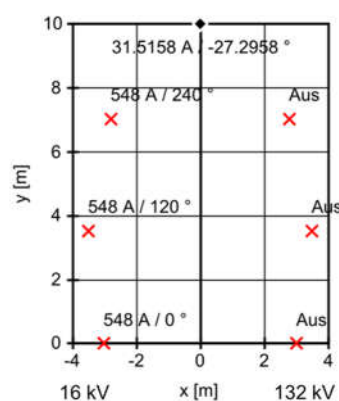


Abbildung 8

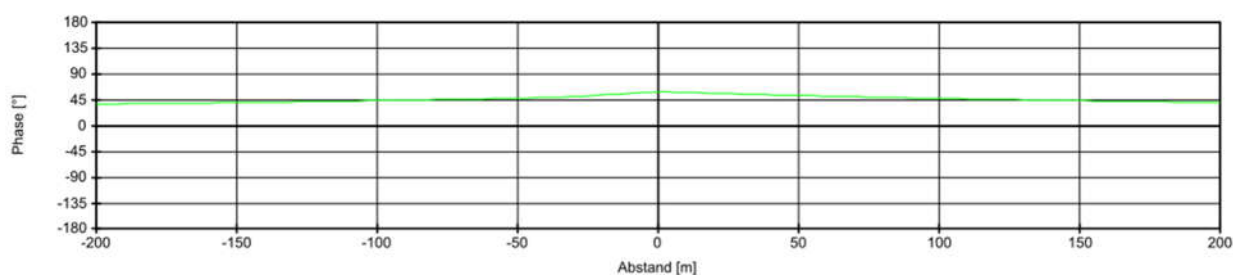
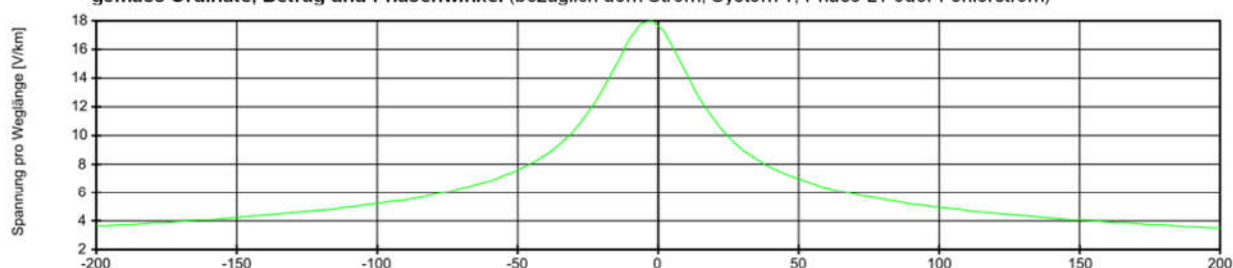
Berechnungsfall 5

132-kV-Hochspannungssystem ausser Betrieb
16-kV-System in Betrieb
Maximalströme



Mastbild mit
Leiterströmen
und induziertem
Erdseilstrom

Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungsachse gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

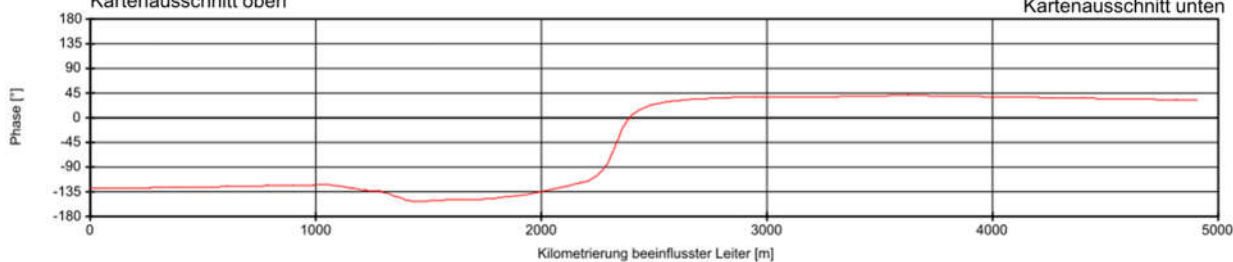
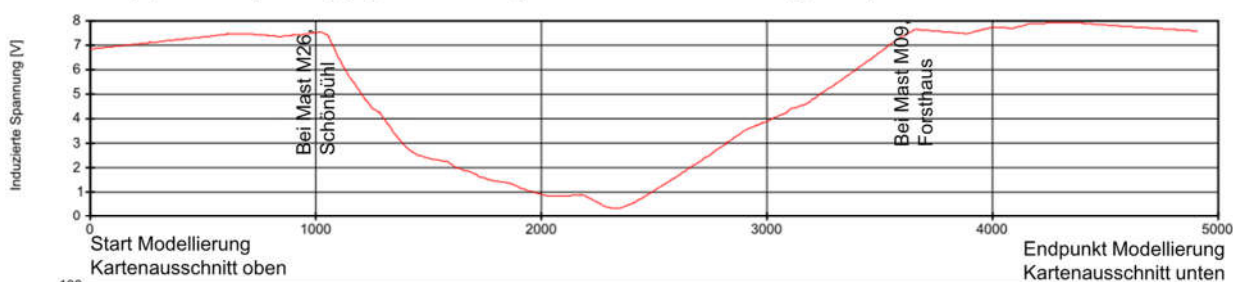
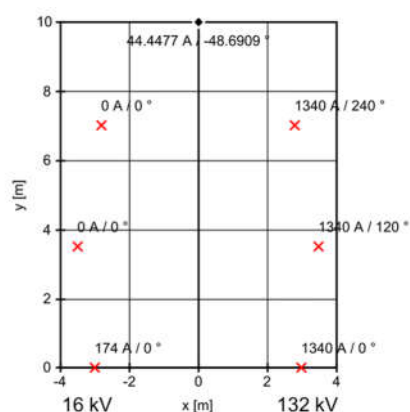


Abbildung 9

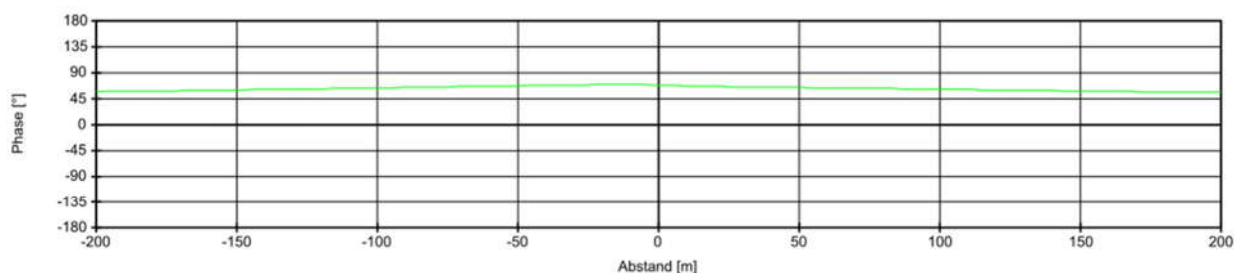
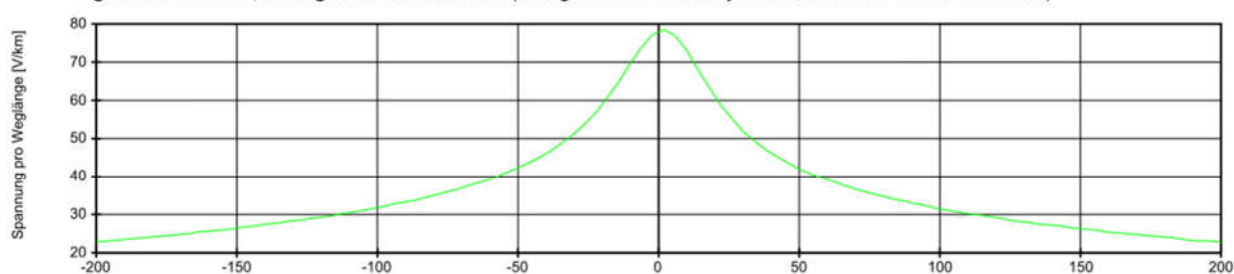
Berechnungsfall 6

132-kV-Hochspannungssystem in Betrieb
 16-kV-System: einpoliger Erdfehler
 Maximalströme



Mastbild mit
 Leiterströmen
 und induziertem
 Erdseilstrom

Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungsachse
 gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

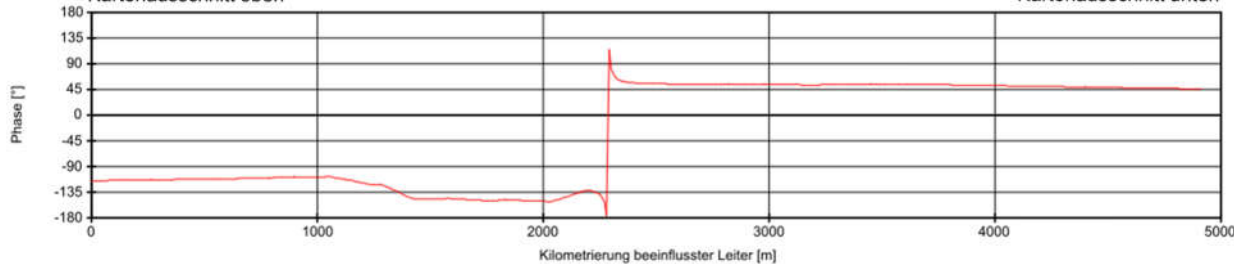
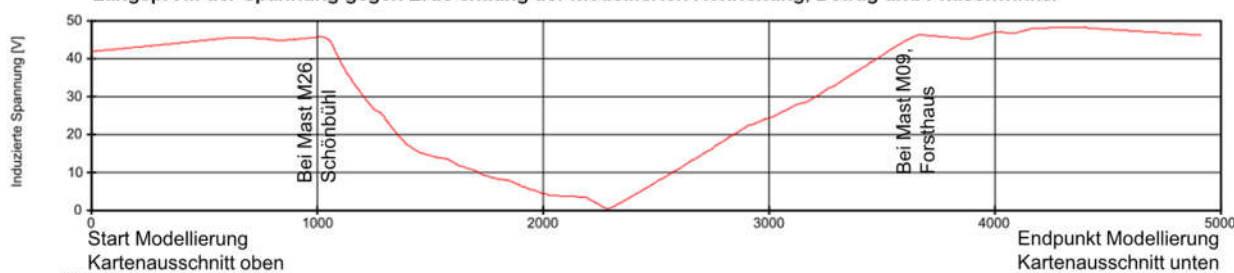


Abbildung 10

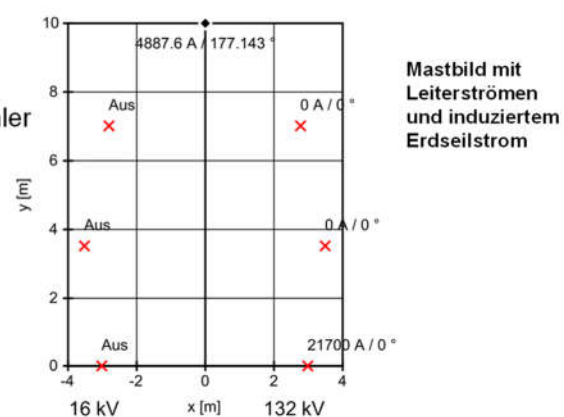
Berechnungsfall 2a

132-kV-Hochspannungssystem: einpoliger Fehler

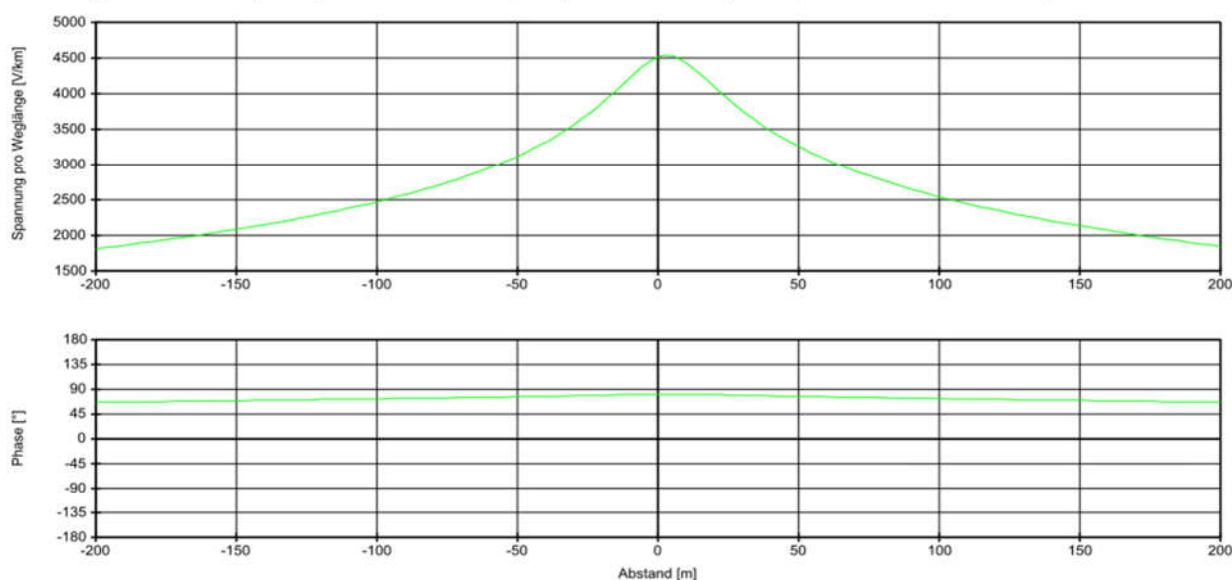
16-kV-System ausser Betrieb

Maximalströme

Rohrenden in Buchi und in Deisswil offen



Querprofil der induzierten Spannung pro km in einen parallelen Leiter mit Abstand von der Starkstromleitungsachse gemäss Ordinate, Betrag und Phasenwinkel (bezüglich dem Strom, System 1, Phase L1 oder Fehlerstrom)



Längsprofil der Spannung gegen Erde entlang der modellierten Rohrleitung, Betrag und Phasenwinkel

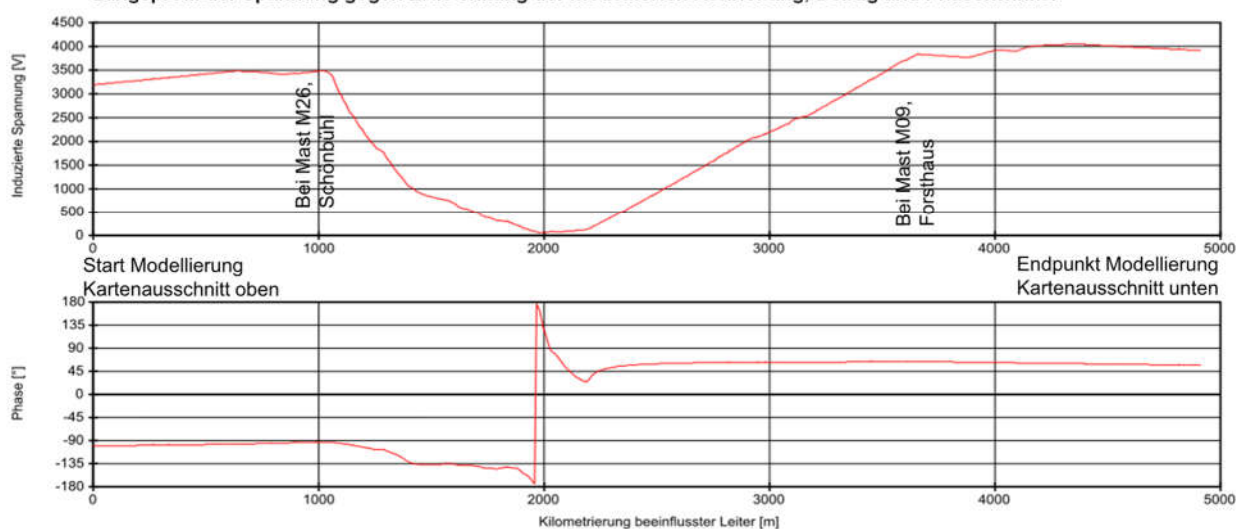


Abbildung 11

Anhang C

Nomogramm zur groben Abschätzung von induzierten Längsspannungen in Rohrleitungen durch einen einpoligen Fehlerstrom in einer parallelverlaufenden Starkstromleitung

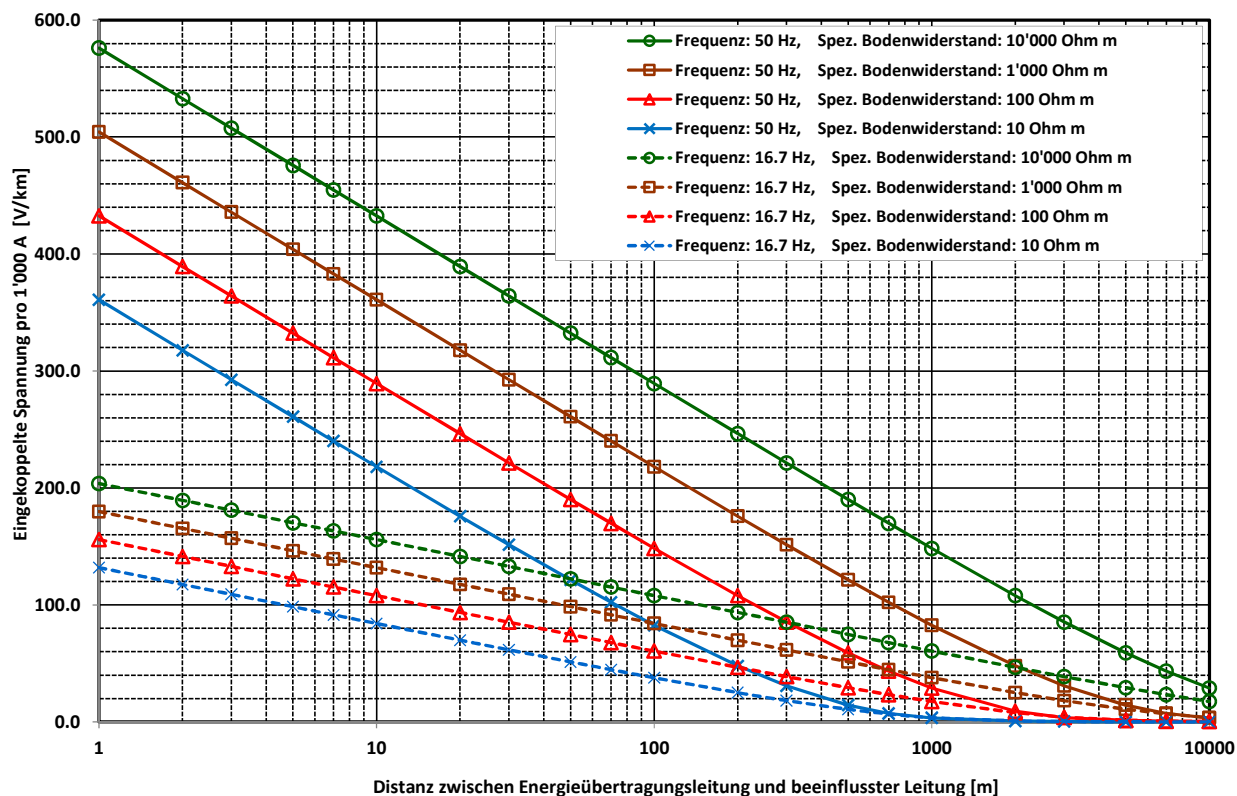


Abbildung 12 Induzierte Längsspannungen in einer isolierten Rohrleitung pro Längeneinheit bei einem einpoligen Fehlerstrom von 1000 A in einer parallelverlaufenden Starkstromleitung. Reduktionsfaktoren durch Erdseile und Kabelschirme sind nicht berücksichtigt. Die Längsspannungen sind für die Frequenzen 50 HZ und 16,7 Hz angegeben. (Siehe [21], erweiterte Darstellung)