TZ-International Corrosion Con.
Dipl. Ing. Norbert Tenzer
Beratender Ingenieur und unabhängiger Sachverständiger (ö.b.u.v)
Korrosionsprävention, Korrosionsrisikobewertungen und Schadensanalysen

Planungsbericht und Errichtungsspezifikation

Kathodischer Korrosionsschutz (KKS)

für

Umlegung DN 1200 St am Konfliktpunkt KP Nord

Trinkwasser-Transportleitung DN 1300 SpB

im Rahmen der geplanten Maßnahmen „Ortsumgehung Dornheim“

Rev. 01 / 13.04.2026

Auftraggeber:	Hessenwasser GmbH & Co. KG
Bestellnummer:	4500123677
Auftragsdatum:	16.07.2025
Erstellungsdatum:	13.04.2026
Dokumentnummer:	0125-015-P-001-Rev. 01

TZ-International Corrosion Con.
- Dipl. Ing. N. Tenzer -
Schiefe Hardt 9
D-58093 Hagen
Germany
Phone +49 2331 5910 32
Fax +49 2331 5910 31
E-Mail info@tz-icc.eu
WEB www.tz-icc.eu

Inhalt

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung 4
2 Informationen 5
2.1 Unterlagen 5
2.2 Regelwerke 5
2.3 Abkürzungen 6
3 Objektparameter 7
3.1 Parameter Stahlleitung DN 1200 7
3.2 Kathodisch zu schützender Rohrleitungsabschnitt 7
3.2.1 Isolierkupplungen 8
3.2.2 Außenbeschichtung Stahlrohrleitung 8
3.3 Nicht in den KKS einbezogene Rohrleitungsabschnitte (Stahl) 8
3.3.1 Übergangskupplung 8
3.3.2 Stahlrohrleitung im Bereich Übergangskupplung bis Isolierkupplung 10
3.4 Besonderheiten 10
3.4.1 Metallene Fremdobjekte / Trogbauwerk 10
3.4.2 Hochspannungsfreileitungen 10
3.5 Spezifischer Bodenwiderstand 11
4 Spezifische Maßnahmen zur Sicherstellung der Voraussetzungen zur Einrichtung eines KKS.. 13
5 KKS-Planung 14
5.1 Vorbemerkung 14
5.2 Schutzstrombedarf 14
5.3 KKS-System 15
5.4 KKS-Planungskonzept 15
5.4.1 KKS-Systembestandteile 15
6 Meßtechnische Kontrollen und Inbetriebnahmemessungen 18
6.1 Prüfungen zum Nachweis der ordnungsgemäßen KKS-Voraussetzungen 18
6.1.1 Präferierte Prüfmethode (ohne Rohrleitungsbefüllung) 18
6.1.2 Alternative Prüfmethode (mit Rohrleitungsbefüllung) 18
6.2 Schutzpotentialkriterium 19
6.3 Inbetriebnahme- und Wartungsmessungen 19
7 Dokumentation 20
8 Literaturverzeichnis 21

Anlagen

Anlage 1	Gesamtübersicht Großraum KP Nord mit Höhenprofil entlang gelber Linie
Anlage 2	Lageplan
Anlage 2.1	Details Nordseite: Einbindung, Festpunkt und Isolierkupplung
Anlage 2.2	Details Südseite: Einbindung, Festpunkt und Isolierkupplung
Anlage 3	Festpunkt
Anlage 4	Übergangskupplung - Baustellenseitige Zusatzbeschichtungen
Anlage 4.1	nicht kathodisch geschützte Stahlrohrleitung - Zusatzumhüllung
Anlage 5	KKS-System schematisch (MK=Messkontaktnummer, I=Isolierkupplung, Cu=Dauerbezugselektrode)
Anlage 6	Schilderpfahl MK1 u. MK2 - Auflege- und Anschlußschema (LA- und Messanschlüsse)

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Neubau der Bundesstraße B44 im Bereich der Ortsumgehung Dornheim hat zwei Querungen einer Bestandswasserleitung DN 1300 StB der Hessenwasser GmbH & Co. KG zur Folge. Hierdurch bedingt wird eine Umlegung der Trinkwassertransportleitung in den Kreuzungspunkten mit der B44 erforderlich.

Der für diese Planung relevante Konfliktpunkt Nord (KP Nord) befindet sich nord-westlich von Dornheim. Die räumliche Lage der Umlegungsstrecke im Bereich KP Nord ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Die Bestandsleitung DN 1300 SpB wird über eine Länge von ca. 130 m durch eine Stahlleitung DN 1200 ersetzt. Die Verlegung erfolgt in offener Bauweise ohne Mantelrohr. Im unmittelbaren Bereich der Bahnquerung wird die Rohrleitung in einem Trogbauwerk verlegt.

Für die neu zu errichtende Stahlleitung ist die Einrichtung eines kathodischen Korrosionsschutzes gefordert. Gegenstand der hier beschriebenen Leistungen ist dementsprechend die Planung des kathodischen Korrosionsschutzsystems für das neu zu errichtenden Stahlleitungsstück DN 1200 an KP Nord.

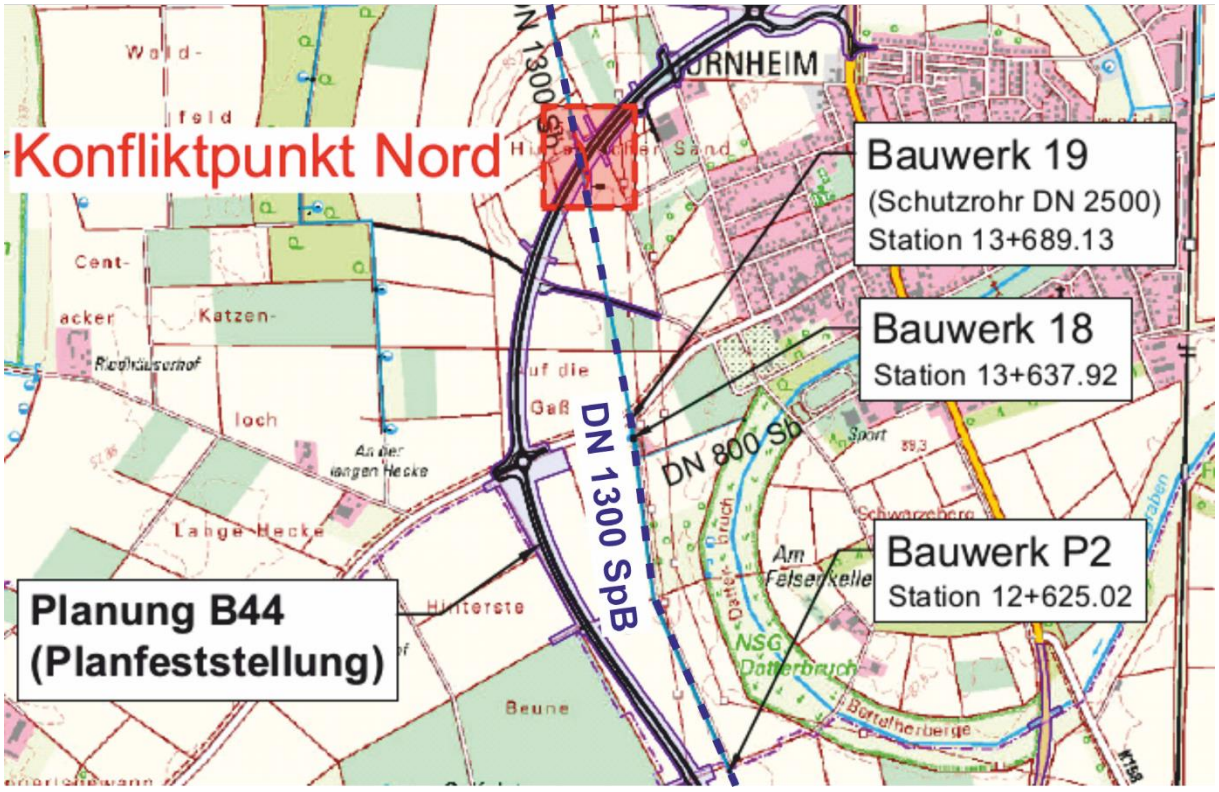


Bild 1: schematische Ansicht TWL-Verlauf im Bereich Dornheim, Markierung KP Nord

2 Informationen

Nachfolgend werden Informationen und Unterlagen aufgeführt, die bei der Planung berücksichtigt wurden.

2.1 Unterlagen

Folgende objektspezifische Unterlagen, die vom Projektplaner zur Verfügung gestellt wurden, wurden bei der Planung berücksichtigt:

a) Uebersichtskarte_M25T, B44 OU Dornheim, TWL DN 1300 Konfliktpunkt Nord/Süd, Vorabzug 31.10.2023
b) Lage-/Höhenplan, B44 OU Dornheim Sicherungsmaßnahme, TL DN 1300, KP Nord, Vorabzug 01.07.2025
c) Verlegeskizze, B44 OU Dornheim Sicherungsmaßnahme, TL DN 1300, KP Nord / KP Süd, Vorabzug 23.07.2025
d) Variante 2 Widerlager DN 1300, Festlager Rev 2, 23.10.2025
e) Verlegeskizze Vorabzug, 02.02.2026
f) Uebersichtskarte_M25T, B44 OU Dornheim, TL DN 1300 Konfliktpunkt Nord/Süd, 20.06.2025
g) Lage-/Höhenplan, BE gemäß B44, Vorabzug, Datei-Code: 10016-03_OU-DH_Blattschnitte, 07.02.2026

Sonstige berücksichtigte Unterlagen und Informationen:

- Entgegen den in den Planunterlagen nach Ziffer 2.1 Pos a) und Pos b) ausgewiesenen Angaben wird die Umlegung nicht in DN 1300 St sondern in DN 1200 St erfolgen. (Info S+I, 14.08.2025)
- Isolierkupplungen sind zu verwenden. (TEAMS-Abstimmung 27.10.2025)

2.2 Regelwerke

Bei der KKS-Planung wurde auf die nachfolgenden aufgeführten Regelwerke Bezug genommen:

- DIN EN ISO 15589-1, Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungssysteme - Teil 1: Rohrleitungen an Land
- DIN EN 12954, Grundlagen des kathodischen Korrosionsschutzes von metallischen Anlagen in Böden und Wässern
- DIN EN 50162, Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen
- DIN EN 50443, Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen
- DVGW Arbeitsblatt GW 10, Kathodischer Korrosionsschutz (KKS) erdüberdeckter Rohrleitungen, Rohrleitungen in komplexen Anlagen und Lagerbehälter aus Stahl - Planung, Einrichtung, Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung

- DVGW Arbeitsblatt GW22, Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen

2.3 Abkürzungen

Im Text werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet.

- CSE gesättigte Kupfer/Kupfersulfatelektrode (Potentialbezug E_{Cu} gem. DIN EN 13509)
- KKS kathodischer Korrosionsschutz
- KP Konfliktpunkt
- TWL Trinkwasserleitung

3 Objektparameter

Nachfolgend werden die wesentlichen Objektparameter aufgeführt, die für die KKS-Planung von Bedeutung sind. Das in Stahl ausgeführte neue Teilstück, das kathodisch zu schützen ist, zeigt Bild 2.

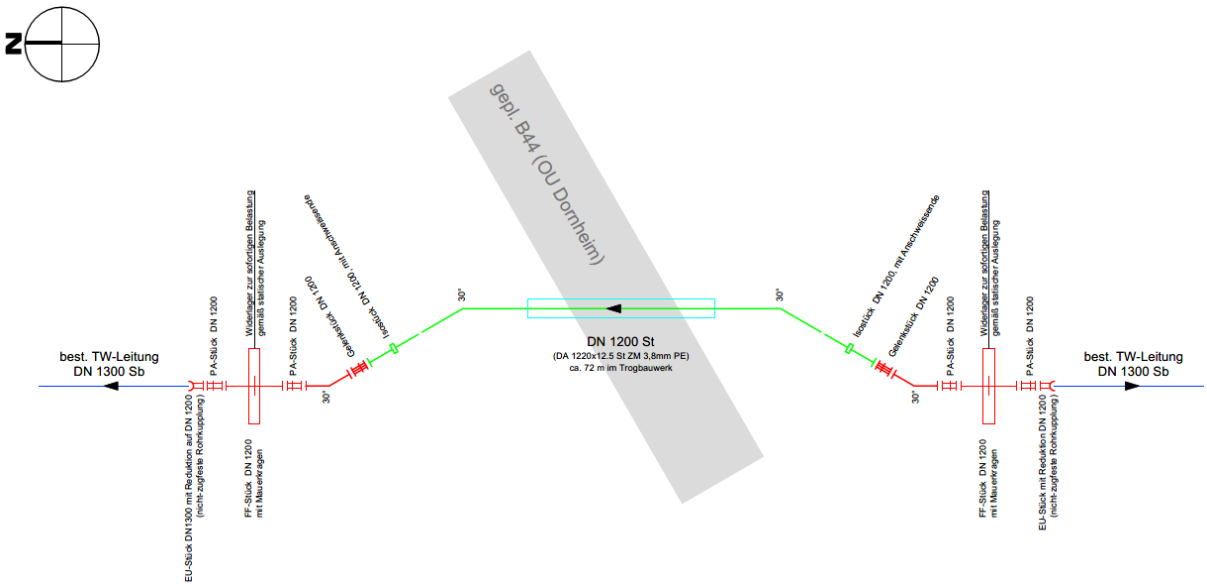


Bild 2: Verlegeskizze - auszutauschendes Rohrleitungsteilstück (Quelle: Auszug Zeichnung Ziffer 2.1 e) **)**

In Anlage 2 sind konstruktive Details des neu zu errichtenden Teilstücks aufgeführt.

3.1 Parameter Stahlleitung DN 1200

Die wesentlichen Kenndaten der kathodisch zu schützenden Rohrleitung sind nachfolgend aufgeführt:

- Gesamtlänge ca. 130 m
- Nennweite 1220 mm
- Wanddicke 12,5 mm
- Rohrwerkstoff Stahl
- Rohrumhüllung PE (DIN 30670 N-v)
- Rohrinnenauskleidung Zementmörtel (DIN 2880)
- Transportmedium Trinkwasser

3.2 Kathodisch zu schützender Rohrleitungsabschnitt

Wie aus Bild 2 ersichtlich, wird durch Installation von Isoliertrennstellen der kathodisch zu schützende Bereich der Stahlrohrleitung gegenüber den nicht in den KKS einbezogenen Rohrleitungsteilen elektrisch getrennt. Die Position der Isolierverbindungen resultiert aus

technischen Notwendigkeiten. Der kathodische Schutz ist begrenzt auf das Rohrleitungsstück zwischen den Isolierverbindungen.

3.2.1 Isolierkupplungen

Entsprechend Bild 2 sind 2 Isoliertrennstellen vorgesehen. Berücksichtigt wurden Isolierkupplungen DN 1200 mit einer Gesamtlänge von 4,5 m. Die Isolierkupplungen sind innen und außen mit einer hochwertigen, dauerhaft beständigen Beschichtung versehen.

3.2.2 Außenbeschichtung Stahlrohrleitung

Die Rohre sind auf der Außenseite mit einer Polyethylen-Werksumhüllung nach DIN 30670 oder äquivalent versehen. Es wird davon ausgegangen, dass die Umhüllung der Rundschweißnähte ebenfalls mit einer hochwertigen Kunststoffumhüllung nach DIN 30672 versehen werden, so dass insgesamt eine spezifischer Umhüllungswiderstand von 10^8 Ωm² erreicht wird.

3.3 Nicht in den KKS einbezogene Rohrleitungsabschnitte (Stahl)

Die Einbindung der neuen Stahlleitung DN 1200 in die Spannbeton-Bestandsleitung DN 1300 wird mit Übergangskupplungen entsprechend Ziffer 3.3.1 vorgenommen. Wie aus Bild 2 ersichtlich, wird auf jeder Seite hinter der Übergangskupplung jeweils ein Widerlager für die Stahlleitung vorgesehen und im dann folgenden Teil der Stahlleitung jeweils eine Isolierkupplung DN 1200 angeordnet.

Die Trägerelemente des Widerlagers werden in Beton gebettet. Da Stahl in Beton gegenüber Stahl im Erdboden ein elektropositiveres Potential annimmt, ist bei einer metallischen Verbindung aufgrund von Elementwirkung ein erhöhtes Korrosionsrisiko an dem nicht in den KKS einbezogenen Rohrstück zu rechnen. Die Elementwirkung kann vermieden werden, wenn das Widerlager gegen die Rohrleitung elektrisch isoliert wird.

3.3.1 Übergangskupplung

Die Einpassung der Stahlleitung in die Spannbetonrohrleitung wird durch Übergangsstücke realisiert. Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes noch keine Informationen zur Übergangskupplung vorlagen, wurden exemplarische Ansichten solcher Übergangsstücke in Bild 3 und Bild 4 dargestellt, wie sie bereits in anderen, vergleichbaren Projekten bei Hessenwasser verwendet wurden.

Für den KKS sind die Übergangskupplungen ohne Relevanz, da sie nicht im kathodisch geschützten Bereich angeordnet sind.

Empfehlung

Auch wenn die Übergangskupplungen nicht in den KKS einbezogen werden, wird aus Korrosionsschutzgründen empfohlen, dass die Übergangsstücke auf der Innen- und Außenseite jeweils mit einer min. 300 µm dicke Epoxidharzbeschichtung gemäß DIN EN ISO 12944-5 versehen werden sollten. Flansche, Verschraubungen etc. sollten nach der Installation vollumfänglich in Petrolatum eingebettet werden und zur Verbesserung der mechanischen Stabilität der Petrolatumschicht mit einer Vliesmatte umwickelt werden (Anlage 4).

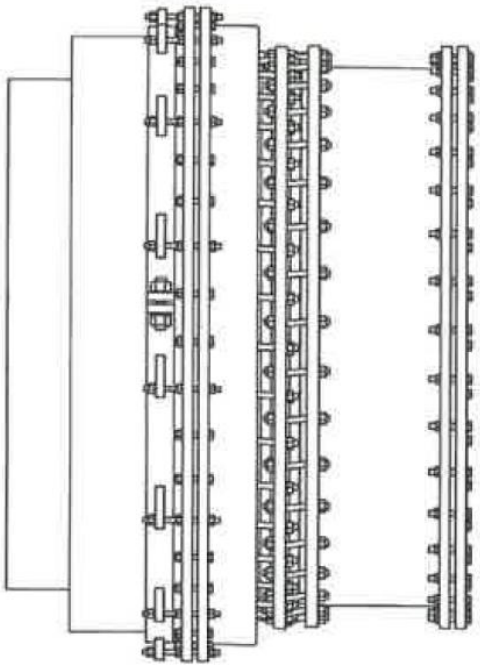


Bild 3: exemplarisch,
Übergangskupplung Spannbeton / Stahl

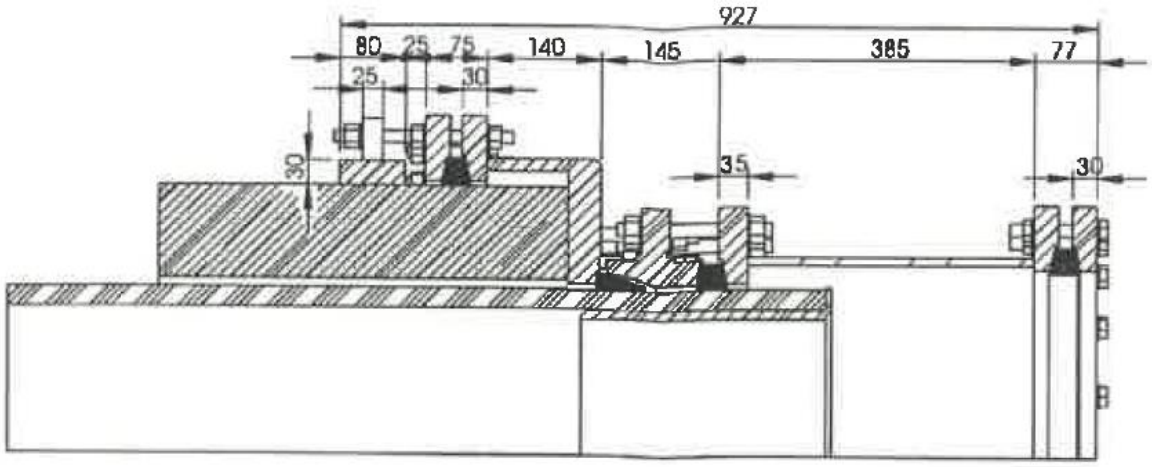


Bild 4: exemplarisch (Bemaßung nicht objektspezifisch), Schnitt Übergangskupplung Spannbeton / Stahl

3.3.2 Stahlrohrleitung im Bereich Übergangskupplung bis Isolierkupplung

Der Rohrleitungsbereich zwischen Übergangskupplung und Isolierkupplung ist nicht in den KKS einbezogen. Auch wenn bei den hochohmigen Bodenwiderständen eine hohe Korrosionsbelastung nicht anzunehmen ist, wird aus Korrosionsschutzgründen folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Intensiver Hochspannungstest zur Feststellung der vollständigen Freiheit von Umhüllungsverletzungen vor dem Absenken in den Rohrgraben. Jegliche Fehlstellen sind auszubessern, bis 100 %ige Fehlstellenfreiheit gewährleistet ist.
- Flansche, Verschraubungen etc. sollten nach der Installation vollumfänglich in Petrolatum eingebettet werden.
- Umwickeln der Rohrleitung im gesamten nicht in den KKS einbezogenen Bereich mit einer Vliesmatte, um die mechanische Beständigkeit der Rohrumhüllung gegen punktuellen Eindruck zu erhöhen.

3.4 Besonderheiten

Nachfolgend werden Besonderheiten aufgeführt, die für die Planung, den Bau und den Betrieb der kathodischen Korrosionsschutzanlage von Belang sind.

3.4.1 Trogbauwerk

Aus Anlage 2 ist ersichtlich, dass die TWL teilweise im niederohmig geerdeten Trogbauwerk verläuft. Elektrische Verbindungen zwischen Rohrleitung und Armierung des Trogbauwerks können somit Auswirkungen auf die Wirksamkeit des KKS haben. Erfahrungsgemäß müssen an folgenden Stellen besondere Vorkehrungen getroffen werden, so dass eine dauerhaft beständige elektrische Trennung zur Rohrleitung erhalten bleibt:

- Wanddurchführungen am Trogbauwerk müssen so ausgeführt werden, dass mit Sicherheit innerhalb der Nutzungsdauer keine galvanische Verbindung zwischen Rohrleitung und Armierung auftreten kann.
- Rohrleitungsunterstützungen innerhalb des Bauwerks sind so auszuführen, dass keine elektrische Verbindung zwischen Stützen und Rohrleitung auftritt, z.B. durch Zwischenlagen aus verschleißfestem Kunststoff.

3.4.2 Hochspannungsfreileitungen

Wie aus Bild 5 ersichtlich, wirken 2 Hochspannungsfreileitungen auf die Rohrleitung ein:

- 110 kV Höchstspannungsfreileitung Berkach-Goddelau (Mainzer Netze GmbH), mittlerer Abstand zur Rohrleitung 107 m, Winkel ca. 8°.
- 380 kV Hochspannungsfreileitung Bischofsheim-Griesheim (Amprion), mittlerer Abstand zur Rohrleitung 170 m, Winkel ca. 8°.

Unter Berücksichtigung der Näherung und der Länge der Parallelführung ist gemäß Bewertung nach DVGW GW22 bzw. Überschlagsberechnungen davon auszugehen, dass mit max. ca. 140 V im Fehlerfall der Hochspannungsfreileitungen keine unzulässige Hochspannungsbeeinflussung in Bezug auf Personengefährdung auf dem neu zu errichtenden Teilstück von ca. 130 m Länge zu berücksichtigen ist (zulässige Spannung 1000 V für 0,3 s gem. DIN EN 50443).

Im Regelbetrieb der Hochspannungsfreileitungen ist mit max. ca. 2,5 V induzierter Wechselspannung zu rechnen. Die Spannung ist unterhalb des zulässigen Grenzwertes von 60 V gemäß DIN EN 50443 in Bezug auf Personengefährdung.

Ein Wechselstromkorrosionsrisiko ist bei spez. Bodenwiderständen > 100 Ωm nicht zu erwarten (Ziffer 3.5).

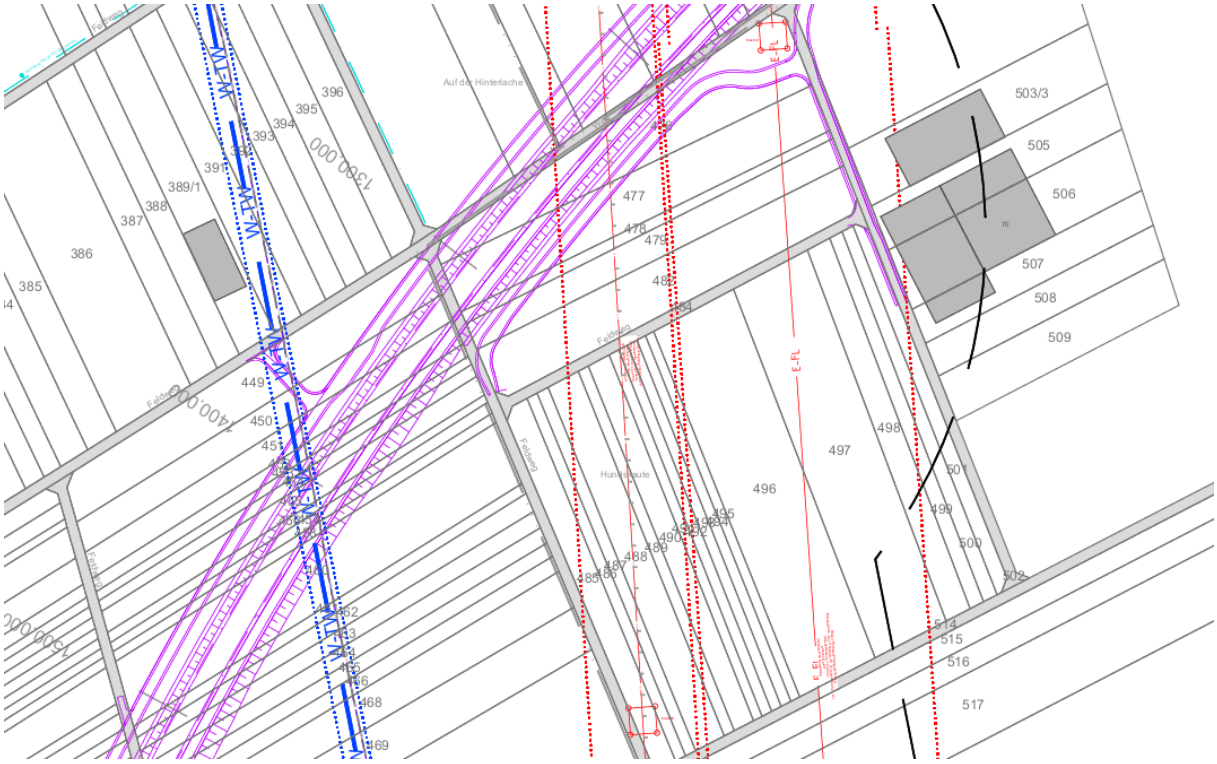


Bild 5: Näherung 110 kV Hochspannungsfreileitung und 380 kV Hochspannungsfreileitung (Auszug: Zeichnung-Nr. 15293-02 e 02-AV, Lageplan km 2.200 bis 4.700, Redundante Neuverlegung Riedleitung Mittel-Teil)

3.5 Spezifischer Bodenwiderstand

Es wurden Vor-Ort Bodenwiderstandmessungen nach dem Wenner bzw. Schlumberger Verfahren mit Elektrodenabständen von s1 = s2 = 0,8 m sowie s1 = 0,8 m und s2 = 1,6 m und s1 = 2,4 m und s2 = 4,8 m im Bereich KP Nord vorgenommen. Die Messungen ergaben einen mittleren spezifischen Bodenwiderstand von 141 Ωm für eine Tiefe bis 1,2 m, einen spezifischen Bodenwiderstand von 396 Ωm für eine Tiefe bis 2 m und 362 Ωm für eine Tiefe von 6 m.



Bild 6: Geländeansichten im Bereich KP Nord

Auch unter Berücksichtigung von jahreszeitlichen Schwankungen kann für die KKS-Planung unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten ein mittlerer spezifischer Bodenwiderstand von ca. 400 Ωm zugrunde gelegt werden.

4 Spezifische Maßnahmen zur Sicherstellung der Voraussetzungen zur Einrichtung eines KKS

Grundlegende Anforderungen, die bei der Konstruktion der Rohrleitung zu beachten sind, sind im Dokument (Stand 07.08.2025)

> **„Vorabinformation: Voraussetzungen für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) und allgemeine Hinweise, Projekt: B44 / Ortsumgehung Dornheim - Konfliktpunkte Nord + Süd“**

aufgeführt.

5 KKS-Planung

Anhand der unter Ziffer 3 aufgeführten Objektdaten wurde unter Zugrundelegung, dass die erforderlichen Maßnahmen nach Ziffer 4 berücksichtigt werden, die Planung zur Einrichtung eines kathodischen Korrosionsschutzes vorgenommen.

5.1 Vorbemerkung

Entsprechend den Gepflogenheiten des Betreibers der Trinkwasserleitungen (Hessenwasser GmbH & Co. KG) wird für kurze Umlegungsstrecken, wo ein separater KKS gefordert ist, der KKS als galvanisches System mittels Mg-Anoden realisiert. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass der Aufwand zu minimieren ist und Wegerechtsbeschaffungen für Standorte von Anoden- und Schutzanlagen sowie Kabelwege für Netzstromversorgung etc., die bei einem Fremdstromsystem erforderlich werden, zu vermeiden sind.

Hinweis: Bei Magnesiumanoden ist zu beachten, dass nach [1] *ab einer Wechselstromdichte von ca. 20 A/m² das Potential zu positiveren Werten verschoben wird und ab ca. 60 A/m² keine kathodische Schutzwirkung mehr erzielt werden kann. Bei Rohrleitungen, die einer Wechselspannungsbelastung unterliegen, muss daher berücksichtigt werden, dass die mögliche Wechselstromdichte an den Magnesiumanoden unter 20 A/m² gehalten wird.*

5.2 Schutzstrombedarf

Basierend auf der erdfühligen Oberfläche der Stahlleitung DN 1200 und einer Schutzstromdichte j_s von 10 µA/m², die bei werksmäßig mit Polyethylen umhüllten Rohrleitungen sowie entsprechender Gewährleistung der Verlegequalität als maximaler oberer Grenzwert angenommen werden kann, errechnet sich ein theoretischer Strombedarf I_{Schutz} für die Rohrleitungen wie folgt:

- **Stahlrohrleitung DN 800 (Außenschutz)**

  erdverlegte Länge L_{Erde} ca. 64 m, Rohrdurchmesser D = 1,22 m

$$I_{Schutz} = \pi * j_s * D_{Rohr} * L_{Erde} =$$

$$\pi * \frac{0{,}01 mA}{m^2} * 1{,}22m * 64m \approx 2{,}5\ mA$$

Da über das leitfähige Transportmedium ein innerer Stromfluss an den Isolierkupplungen auftritt, muss entsprechend dem Widerstand der Wassersäule ein zusätzlicher Stromfluss berücksichtigt werden. Für das Trinkwasser wird ein spezifischer Widerstand von 2500 Ωcm zugrunde gelegt.

- **Isolierkupplung DN 1200**

  Für eine Isolierkupplung kann der Widerstand der Wassersäule wie folgt berechnet werden:

Der Elektrolytwiderstand bei 4,5 m Isolierlänge ($L_{ISO-1200}$) bei einem Rohrinnendurchmesser von D_{I-1200} = 1200 mm errechnet sich zu

$$R_{Iso-1200} = \frac{4 * \rho * L_{Iso-1200}}{\pi * D_{I-1200}^2} = \frac{4 * 25\ \Omega\text{m} * 4{,}5\ m}{\pi * 1{,}22^2 m^2} = 96\ \Omega$$

Bei einer maximalen Spannungsdifferenz über die Isoliertrennstelle von ΔU = 0,8 V ergibt sich der maximale Ableitstrom $I_{Iso-1200}$ je Trennstelle DN 1200 zu

$$I_{Iso-1200} = \frac{\Delta U}{R_{Iso-800}} = \frac{0{,}8\ V}{96\ \Omega} = 0{,}0083\ A \ \triangleq 8{,}3\ mA$$

In Summe ergibt sich ein Mindest-Gesamtstrombedarf $I_{total-min}$ von

$I_{total-min} = I_{Schutz} + 2*I_{ISO-1200}$ = 2,5 mA + 2*8,3 mA = 19,1 mA,

der für die KKS-Planung zugrunde zu legen ist.

5.3 KKS-System

Unter Berücksichtigung des Schutzstrombedarfes nach Ziffer 5.2 und den Objektspezifika gemäß Ziffer 3 wird ein KKS-System mit galvanischen Mg-Anoden zugrunde gelegt, da hiermit auf eine externe Stromversorgung verzichtet werden kann (siehe auch Vorbemerkung Ziffer 5.1).

5.4 KKS-Planungskonzept

Basierend auf dem Schutzstrombedarf nach Ziffer 5.2 und den Objektspezifika gemäß Ziffer 3 wird die Systemauslegung für das zu berücksichtigende KKS-System vorgenommen.

5.4.1 KKS-Systembestandteile

Das KKS-System benötigt lediglich eine galvanische Anodenanlage zur Generierung des erforderlichen Schutzstromes und Messeinrichtungen zum Nachweis der kathodischen Wirksamkeit sowie der galvanischen Trennung von nicht in den KKS einbezogenen Objekten.

5.4.1.1 Anodenanlage

Potentiell stehen für erdverlegte Anlagen Magnesium (Mg) oder Zink (Zn) als Anodenmaterialien zur Verfügung. Aufgrund der deutlich höheren Treibspannung und einem unempfindlicheren Passivierungsverhalten von Magnesium gegenüber Zink werden Magnesium-Anoden zugrunde gelegt.

Mit der üblichen Treibspannung von 0,8 V bei Magnesiumanoden gegenüber Stahl im Erdboden (Bezug auf Schutzpotentialkriterium -0,85 V CSE) ist unter Berücksichtigung des erforderlichen Schutzstromes von 19,1 mA, entsprechend Ziffer 5.2, erforderlich, dass ein Kreiswiderstand R_K von

$$R_K \leq \frac{U_A}{I_A} = \frac{0{,}8\ V}{0{,}0191\ A} \approx 42\ \Omega$$

nicht überschritten wird. Da der maßgebliche Kreiswiderstand im vorliegenden Fall maßgeblich durch den Anoden-Ausbreitungswiderstand R_A gebildet wird, wird ein R_A von 42 Ω als ausreichend zugrunde gelegt.

Für die Planung werden Mg-Stabanoden mit einer Masse m von 4,1 kg zugrunde gelegt, die als Prepacked-Anoden, d.h. Mg-Anode im Jutesack mit Bettungsmaterial, verfügbar sind. Unter Bezug auf [2] kann der Ausbreitungswiderstand R_{Stab} einer Magnesium-Stabanode basierend auf dem spezifischen Bodenwiderstand ρ und der Anodenmasse m wie folgt abgeschätzt werden:

$$R_{Stab} = 0{,}5 * \frac{\rho}{m} = 0{,}5 \frac{kg}{m} \frac{400\ \Omega m}{4{,}1\ kg} = 49\ \Omega.$$

Unter Berücksichtigung von Sicherheiten gemäß den Ausführungen unter „Anmerkungen Ziffer 5.1“ wird die Parallelschaltung von 2 Mg-Stab-Anoden mit einer Masse von je 4,1 kg je Endpunkt der Rohrleitung geplant, so dass sich ein Gesamtausbreitungswiderstand $R_{A\text{-}ges}$ zu

$$R_{A-ges} = \frac{R_{Stab}}{4} = \frac{49\ \Omega}{4} \approx 12\ \Omega$$

ergibt. Eine mögliche Wechselstromdichte an der Anodenanlage kann damit in jedem Fall zu weniger als ca. 5 A/m² angenommen werden.

Die theoretische Nutzungsdauer t_{Nutz} der Anodenanlage mit der für Magnesium typischen Abtragsrate von 8 kg A^{-1} a^{-1} bei 50 % Ausnutzungsgrad von Magnesium errechnet sich unter Berücksichtigung der gesamten Anodenmasse m_{Mg} und des erforderlichen Schutzstromes I_{ges} zu

$$t_{Nutz} = \frac{0{,}125\ aA\ kg^{-1} * m_{Mg}}{I_{ges}} = \frac{0{,}125\ aA\ kg^{-1} * 4 * 4{,}1\ kg}{0{,}0191\ A} >> 20 \text{ Jahre}$$

5.4.1.2 Anodeninstallation

Um den Bauaufwand zu minimieren und/oder den Erwerb von Wegerechten zu vermeiden, bietet es sich an die Mg-Anoden unmittelbar im Rohrgraben zu installieren.

Von den gemäß Ziffer 5.4.1.1 geplanten 4 Anoden sind jeweils 2 Anode pro Endpunkt des Schutzbereiches an der DN 1200 Rohrleitung anzuordnen (siehe Anlage 5 bzw. 6).

Die Prepacked-Anoden sind vor dem Einbau entsprechend Herstellerangaben intensiv zu wässern. Die Anoden sind im Rohrgraben mit maximal möglichem Seitenabstand zur Rohraußenwand ca. 0,5 m unterhalb der Rohrsohle einzubauen. Im Anschluss ist der Aushubbereich, wo die Anoden eingebracht wurden, mit steinfreiem, ursprünglichem Aushubmaterial zu verfüllen. Nach dem Auffüllen des ist der verfüllte Bereich intensiv zu wässern.

Die Kabelverbindung zum elektrischen Anschluss der Anoden an die Rohrleitung ist über eine Messstelle herzustellen.

5.4.1.3 Überwachungseinrichtungen

Für die Überwachung des kathodischen Korrosionsschutzsystems auf ordnungsgemäße Funktion sind Messeinrichtungen gemäß den Anforderungen nach DIN EN ISO 15589-1 erforderlich.

Im vorliegenden Projekt können die Messanforderungen auf folgende Typen von Messstellen reduziert werden:

Typ	Meßstellenart	Funktion
LA	Leitungsanschluss	Rohrleitungsanschluss des Schutzstromerzeugers (Negativanschluss)
I	Isoliertrennstelle	Kontrolle der elektrischen Trennwirkung einer Isolierkupplung
Cu	Dauerbezugselektrode	Potentialkontrolle über Cu/$CuSO_4$-Dauerbezugselektrode

Tabelle 1: KKS-Messstellentypen

Je nach Notwendigkeit und Möglichkeit können die Messstellen-Typen entsprechend Tabelle 1 kombiniert werden.

Entsprechend den spezifischen Objektbelangen ist je Isolierverbindung eine Messstelle erforderlich. Die Meßstellenauslegung ist entsprechend Tabelle 2 vorzusehen.

km	Messkontakt	Typ	Funktion	Bemerkung
X1	**MK 1**	LA, I und Cu	Leitungsanschluss der Mg-Anoden und Isolierkupplung und Dauerbezugselektrode	Messpfahl
X2	**MK 2**	LA, I und Cu	Leitungsanschluss der Mg-Anoden und Isolierkupplung und Dauerbezugselektrode	Messpfahl

Tabelle 2: Messstellenanordnung (x1 = Isolierkupplung 1, x2 = Isolierkupplung 2)

Schematische Übersichten zur Position der Meßstellen etc. sind in Anlage 5 aufgeführt.

Anlage 6 zeigt den Messstellentyp und die entsprechende Kabelauflegung.

6 Meßtechnische Kontrollen und Inbetriebnahmemessungen

Um eine ordnungsgemäße Funktion des KKS sicherzustellen, sind messtechnische Prüfungen erforderlich. Es ist zu verifizieren, ob die für diese Planung angenommenen Voraussetzungen bei der Errichtung des Objektes erreicht wurden, so dass die Planungsansätze eine dauerhafte Wirksamkeit des KKS erwarten lassen. Weiterhin ist der Nachweis zu führen, dass mit der geplanten Anlage das Schutzpotentialkriterium gemäß den Regelwerksanforderungen erreicht wird, so dass die Wirksamkeit des KKS nachgewiesen wird.

6.1 Prüfungen zum Nachweis der ordnungsgemäßen KKS-Voraussetzungen

Wie unter Ziffer 5.2 ausgeführt, wurden für die KKS-Planung Annahmen getroffen, um den erforderlichen Schutzstrom bestimmen zu können. Eine wesentliche Voraussetzung ist dabei, dass die Umhüllungsqualität eine ausreichende Güte aufweist.

6.1.1 Präferierte Prüfmethode (ohne Rohrleitungsbefüllung)

Zum Nachweis, dass die angenommene Umhüllungsqualität erreicht wird, ist unmittelbar nach Verfüllung des Rohrgrabens und vor der Befüllung der Rohrleitung eine Schutzstromeinspeisung vorzunehmen. Hierzu ist an einem Rohrende temporär ein kathodischer Schutzstrom derart einzuspeisen, dass am gegenüberliegenden Rohrende ein Rohrleitungspotential von mindestens -0,75 V bezogen auf eine Cu/CuSO4-Referenzelektrode erreicht wird. Der hierfür erforderliche Schutzstrom darf ca. 5 mA nicht überschreiten, wobei erkennbar sein muss, dass die Stromaufnahme mit zunehmender Polarisation abnimmt, wenn die Stromaufnahme ca. 3 mA übersteigt.

Bei einer Schutzstromaufnahme von mehr als 5 mA ist die Ursache - z.B. mittels Potentialgradientenmessung - zu ermitteln und soweit möglich die Fehlerursache ist zu beheben.

Anmerkung: Nach Information des Planungsbüros besteht nur ein kleines Zeitfenster für die Durchführung der Rohrleitungseinbindung und Befüllung der Rohrleitung, so dass die vorgenannte präferierte Prüfmethode aus zeitlichen Gründen möglicherweise nicht durchführbar ist.

6.1.2 Alternative Prüfmethode (mit Rohrleitungsbefüllung)

Zum Nachweis, dass die angenommene Umhüllungsqualität erreicht wird, ist unmittelbar nach Verfüllung des Rohrgrabens eine Schutzstromeinspeisung vorzunehmen. Hierzu ist an einem Rohrende temporär ein kathodischer Schutzstrom derart einzuspeisen, dass am gegenüberliegenden Rohrende ein Rohrleitungspotential von mindestens -0,75 V bezogen auf eine Cu/CuSO4-Referenzelektrode erreicht wird und es muss dabei erkennbar sein, dass die anfängliche Schutzstromaufnahme mit zunehmender Polarisation über die Zeit kontinuierlich abnimmt. Wenn die Schutzstromaufnahme nach einer Polarisationszeit von 24 h weniger als ca. 30 mA beträgt, kann davon ausgegangen werden, dass mit zunehmender Zeit der in der Planung zugrunde gelegte Schutzstrom erreicht wird und somit keine unzulässigen Fehlstellen etc. vorliegen.

Werden die vorgenannten Kriterien nicht erreicht, so ist die Ursache z.B. mittels Potentialgradientenmessung zu ermitteln und die Fehlerursache ist zu beheben.

Anmerkung: Die aufgeführte Prüfmethode ist nur dann anzuwenden, wenn eine Prüfung nach Ziffer 6.1.1 nicht durchführbar ist.

6.2 Schutzpotentialkriterium

Entsprechend den Regelwerksanforderungen ist unter Bezug auf die örtlichen Bodenverhältnisse (spez. Bodenwiderstand > 100 Ωm) ein Schutzpotentialkriterium von -0,75 V bezogen auf eine Cu/CuSO4-Referenzelektrode nach DIN EN ISO 15589-1 als ausreichend anzunehmen, da keine anaeroben Bodenverhältnisse anzunehmen sind.

6.3 Inbetriebnahme- und Wartungsmessungen

Inbetriebnahme und Wartungsmessungen sind entsprechend den Anforderungen nach DINE EN ISO 15589-1 / DIN EN 12954 / GW 10 unter Berücksichtigung der Anforderungen nach DIN EN 13509 vorzunehmen.

Hierzu ist anzumerken, dass ein ausreichendes Schutzpotential u.U. erst nach einigen Tagen nach der Inbetriebnahme erreicht wird, da ein Stromfluss über die Wassersäule in der Rohrleitung zur SpB-Bestandsleitung die Polarisation verlangsamen kann. Dieser anfängliche Stromfluss kann auch die kalkulierte Stromaufnahme nach Ziffer 5.4 übersteigen, sollte aber mit zunehmender Polarisation nach einiger Zeit unterhalb des kalkulierten Maximalwertes liegen.

7 Dokumentation

Die Errichtung der KKS-Anlagen ist zu dokumentieren.

Alle Installationen sind mit vermassten Skizzen zu erfassen.

Die Installation der Mg-Anoden und die Lage der Kabelanschlüsse sind in einer Fotodokumentation festzuhalten.

Für alle Messungen sind entsprechende Messprotokolle zu erstellen und die Messwerte sind in Bezug auf Konformität zur Planung und in Bezug auf ein ausreichendes Schutzpotential zu bewerten.

Die Dokumentation ist in Papierform und auf elektronischem Datenträger zu übergeben.

8 Literaturverzeichnis

[1] G. Kraft und D. Funk, „Untersuchung des Wechselstromeinflusses auf Magnesiumanoden,“ *Werkstoffe und Korrosion,* April 1978.

[2] U. Bette und M. Büchler, Taschenbuch für den kathodischen Korrosionsschutz, Essen: Vulkan-Verlag GmbH, 2010.

ANLAGEN

zu

Planungsbericht und Errichtungsspezifikation

Kathodischer Korrosionsschutz (KKS)

für

Umlegung DN 1200 St am Konfliktpunkt KP Nord

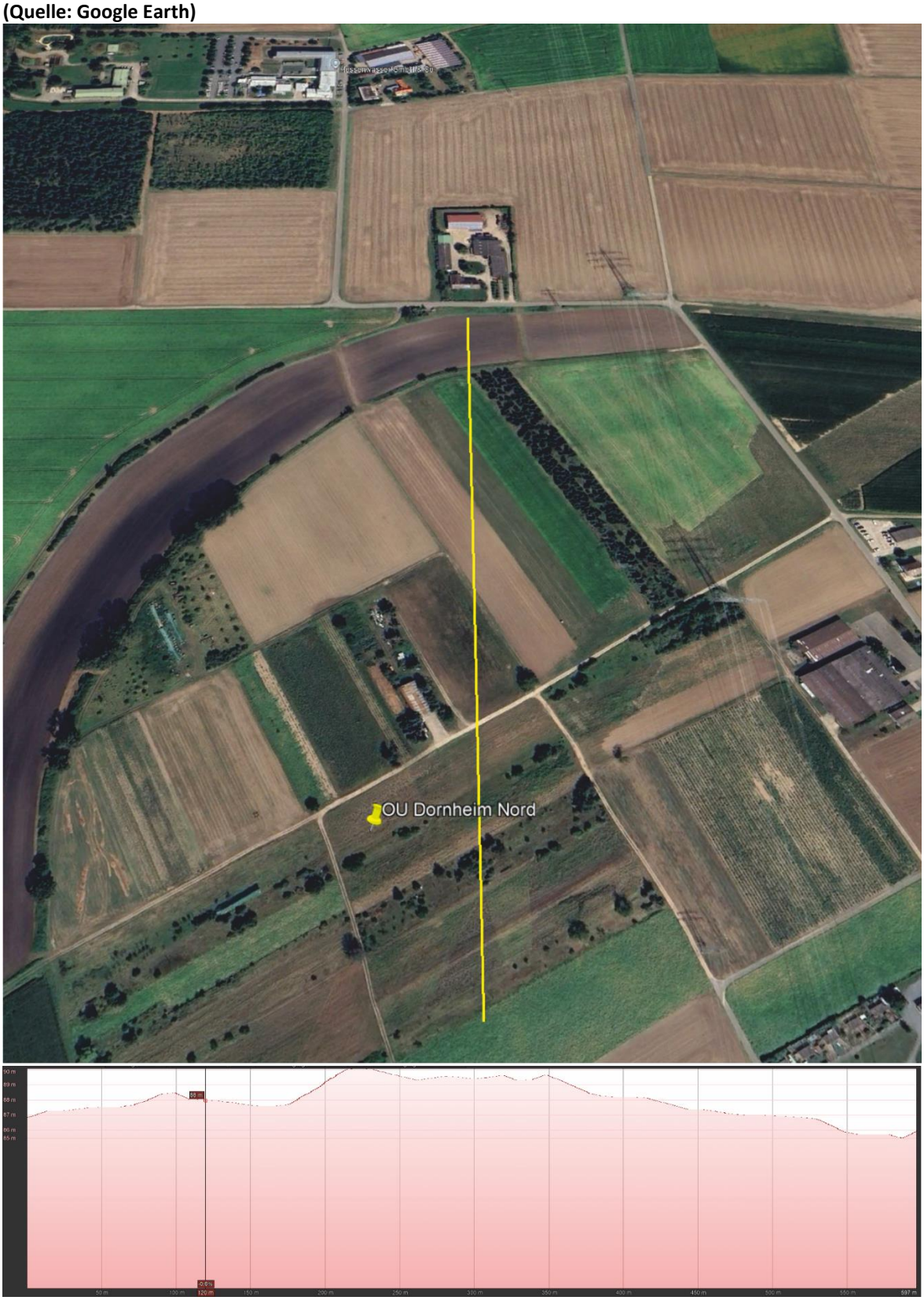
Trinkwasser-Transportleitung DN 1300 SpB

im Rahmen der geplanten Maßnahmen „Ortsumgehung Dornheim“

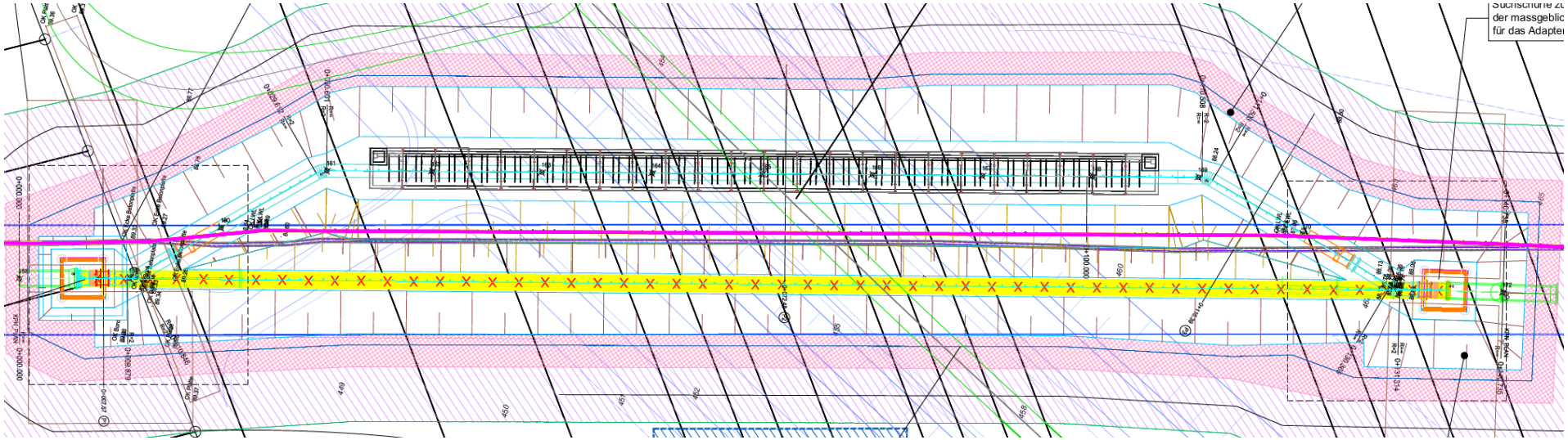
Rev. 01 / 13.04.2026

Anlage 1 – Gesamtübersicht Großraum KP Nord mit Höhenprofil entlang gelber Linie

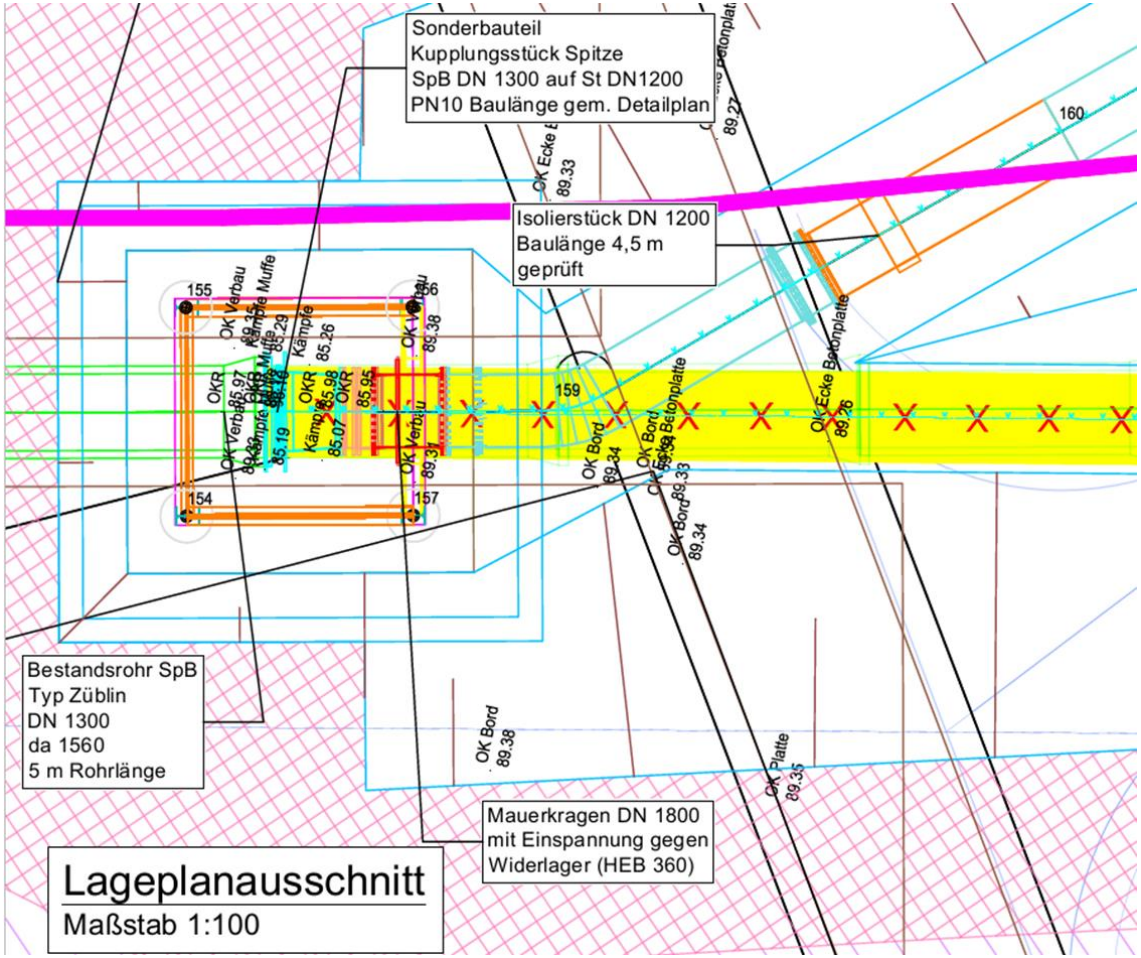
(Quelle: Google Earth)



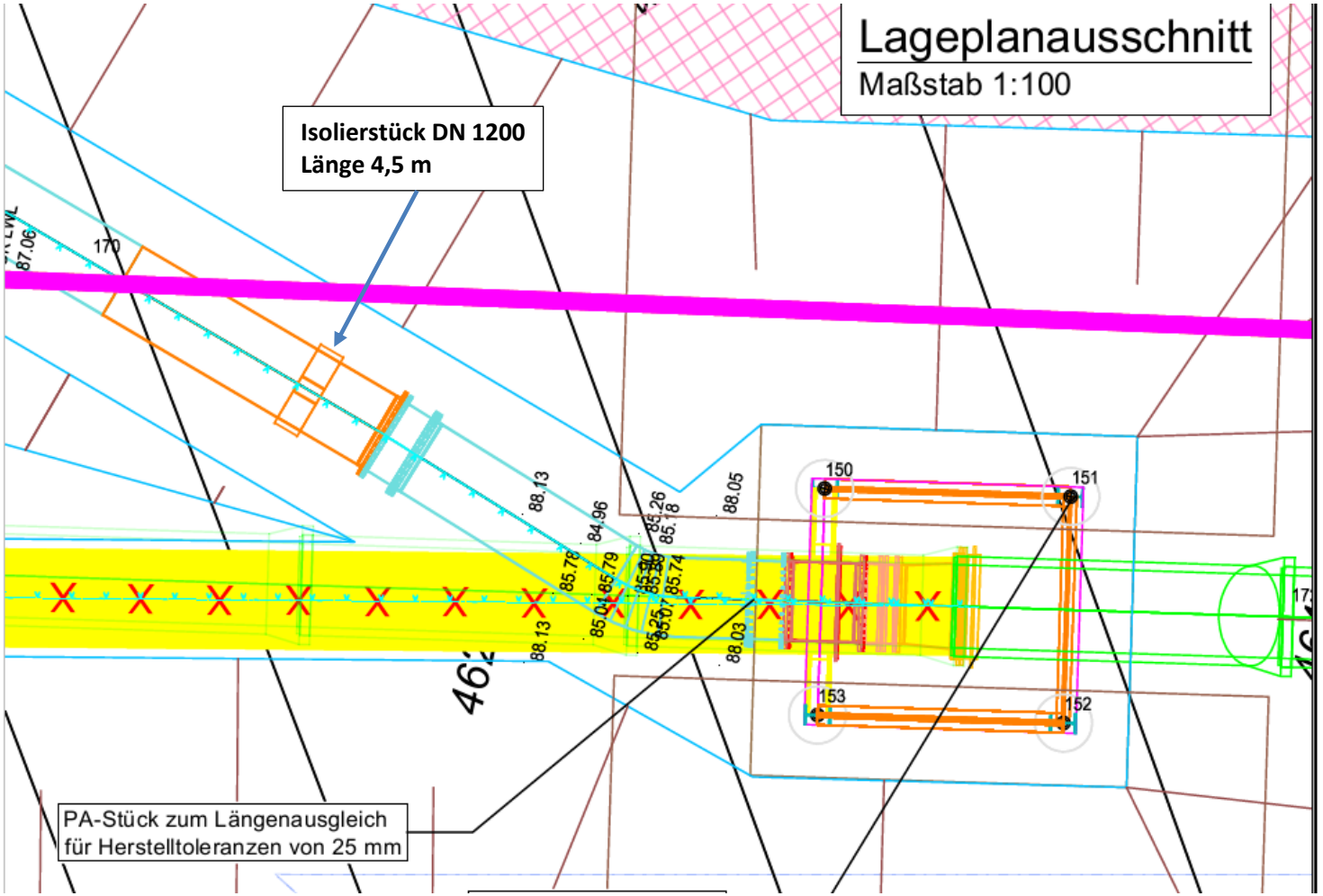
Anlage 2 – Lageplan (Auszug Zeichnung Ziffer 2.1 b))



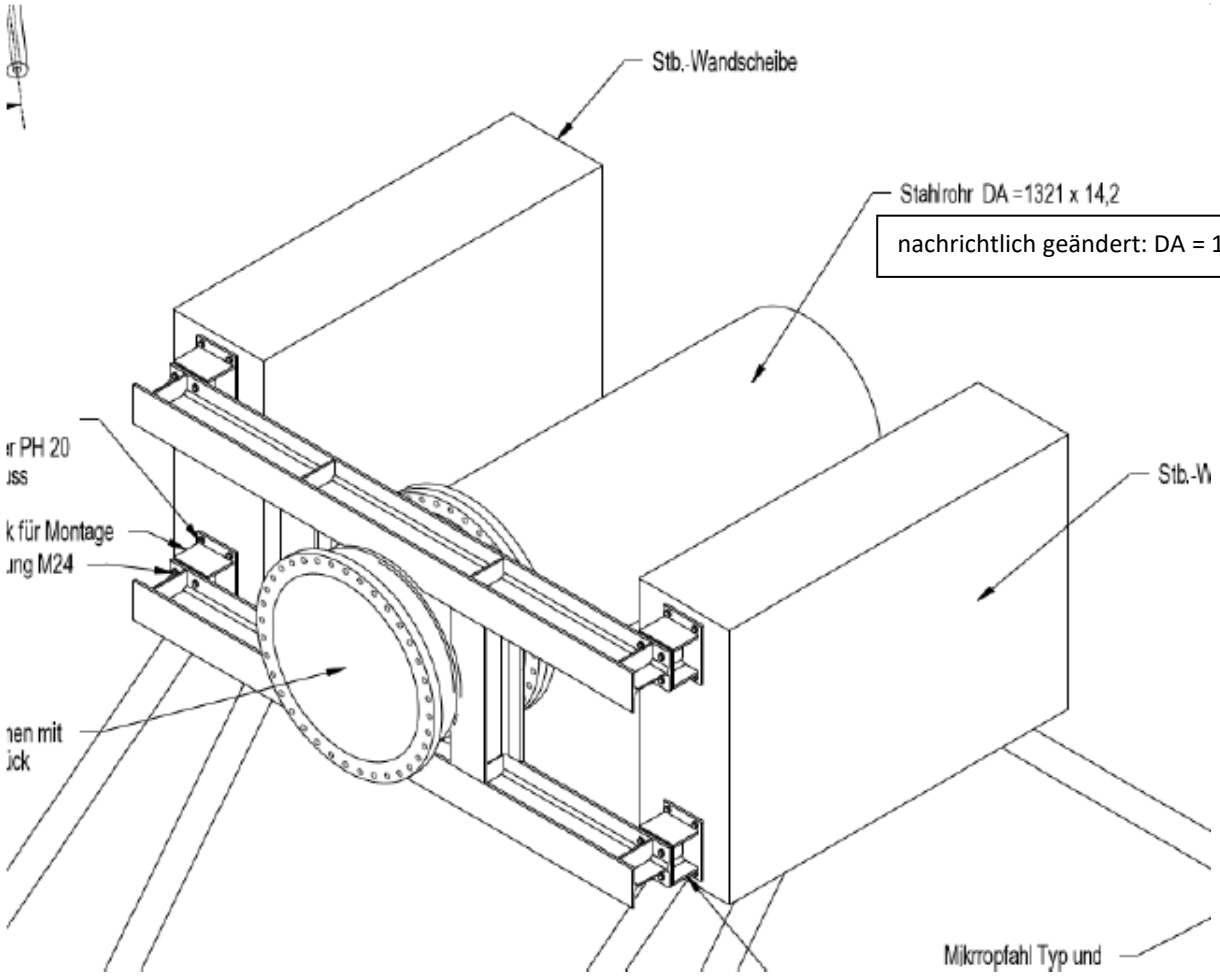
Anlage 2.1 Details Nordseite: Einbindung, Festpunkt und Isolierkupplung (Auszug Zeichnung Ziffer 2.1 b))



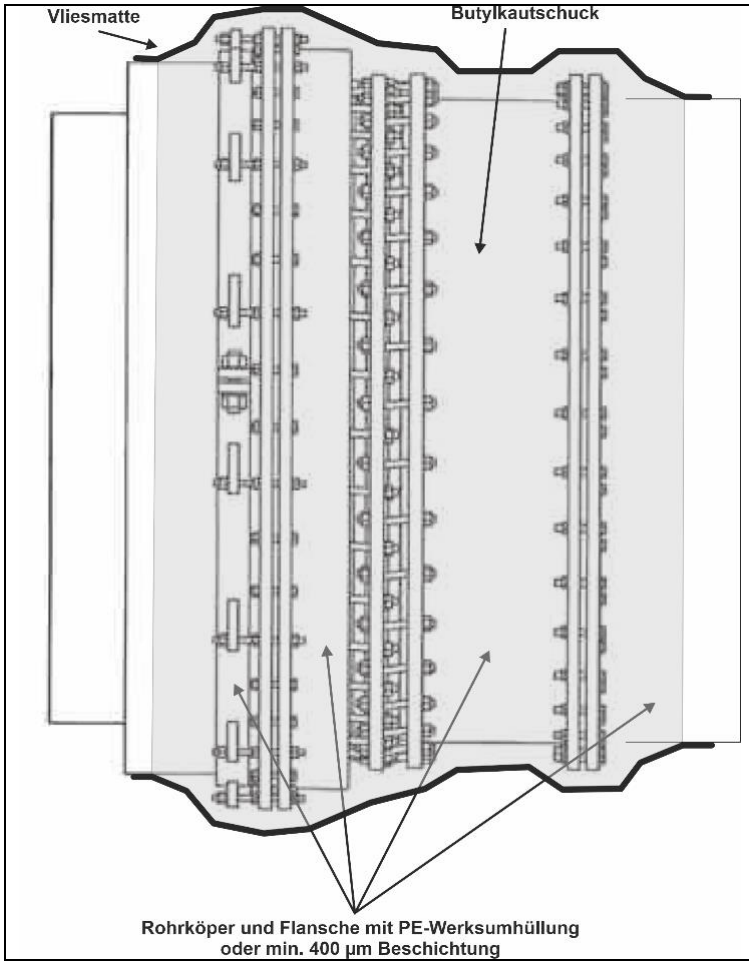
Anlage 2.2 Details Südseite: Einbindung, Festpunkt und Isolierkupplung (Auszug Zeichnung Ziffer 2.1 b))



Anlage 3 – Festpunkt (Auszug Zeichnung Ziffer 2.1 c))



Anlage 4 – Übergangskupplung - Baustellenseitige Zusatzbeschichtungen

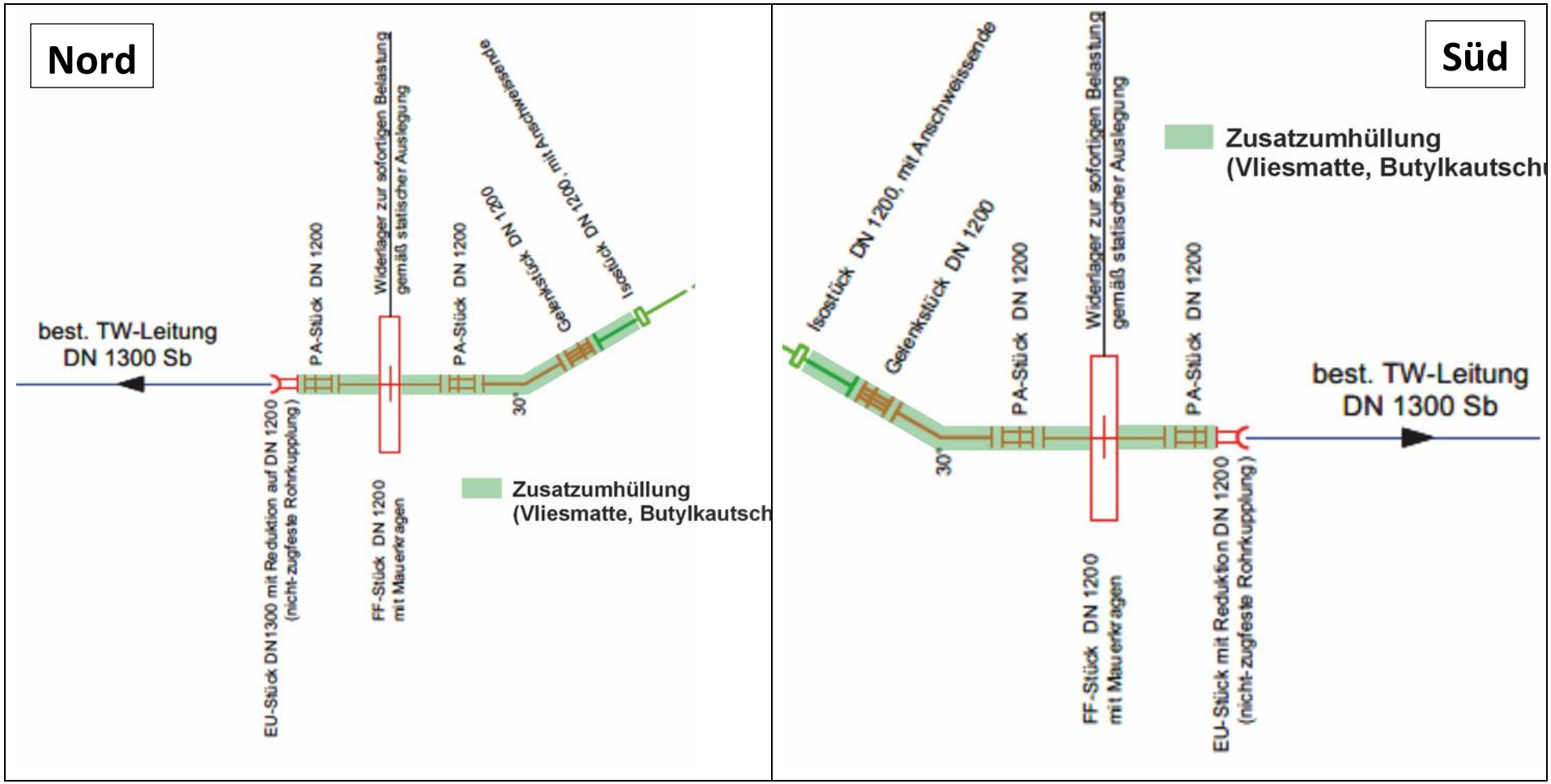


Jeder Bereich mit Umhüllungsbeschädigungen ist ausbessern.

Jedwede unbeschichtete Fläche ist wie nachfolgend exemplarisch aufgeführt, mit Petrolatum zu beschichten. Das Petrolatum ist mit einer min. 3 mm dicken Vliesmatte abzudecken:

- **Die Kupplungseinheiten einschließlich aller Bolzen, Muttern etc. sind vollständig in Butylkautschuk einzubetten.**
- **Zum mechanischen Schutz ist zusätzlich eine Außenwicklung mit einer Vliesmatte erforderlich.**

Anlage 4.1 – nicht kathodisch geschützte Stahlrohrleitung – Bereiche mit Zusatzumhüllung

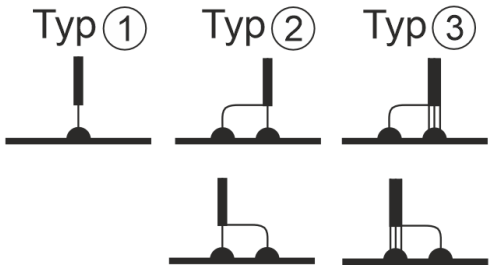


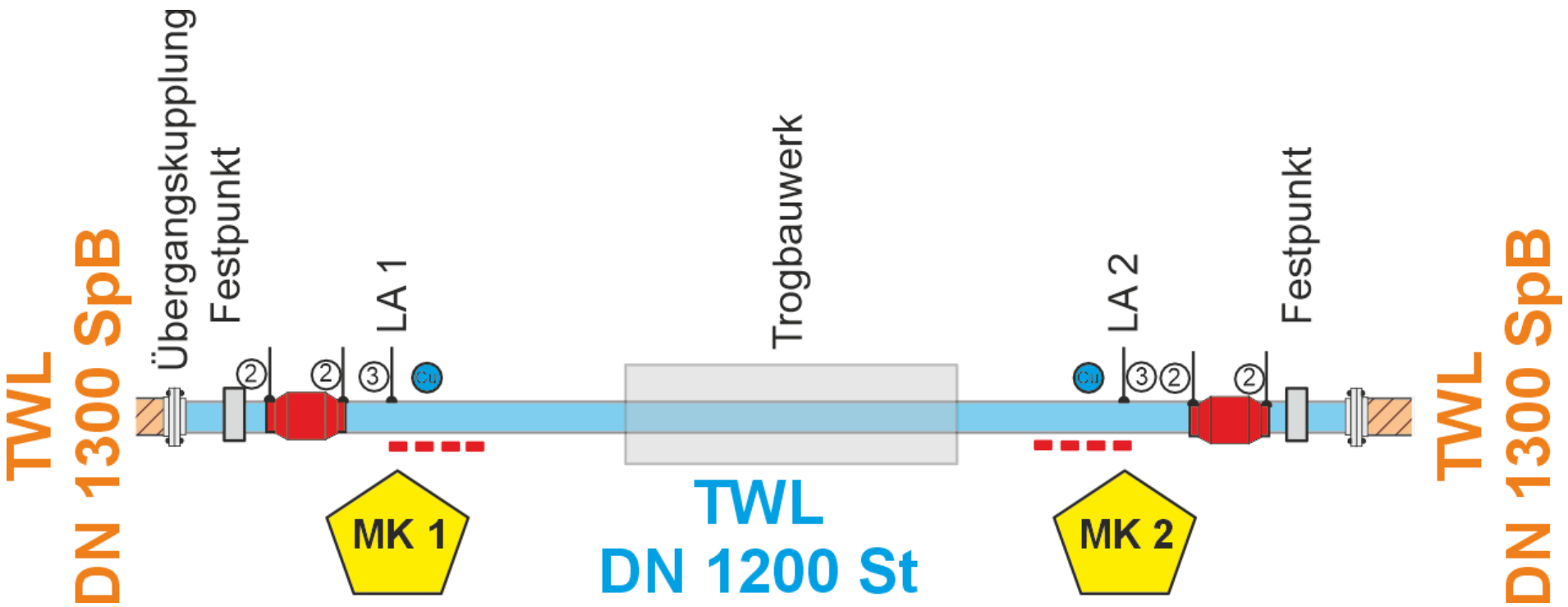
Anlage 5 – KKS-System schematisch (MK=Messkontaktnummer, I=Isolierstück, Cu=Dauerbezugselektrode)

Legende

- Kupplungselement St-SpB
- Wanddurchführung isoliert
- Isolierkupplung
- Gruppe Mg-Anoden (4 Stück)
- SpB-Rohrleitung
- St-Rohrleitung geschweißt mit KKS
- St-Rohrleitung geschweißt
- MK x KKS-Schilderpfahl
- Cu Dauerbezugselektrode Cu/CuSO4

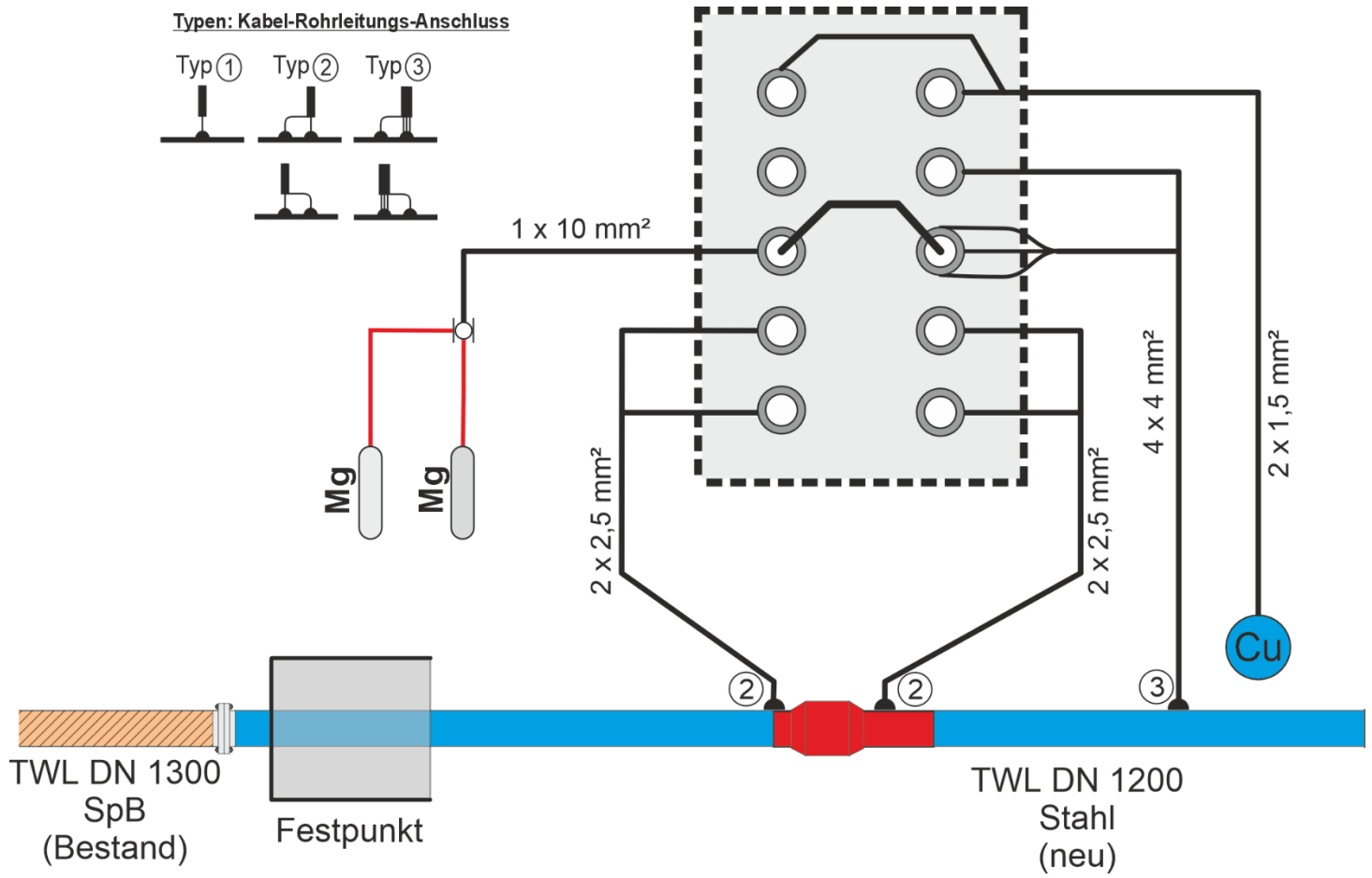
Typen: Kabel-Rohrleitungs-Anschluss



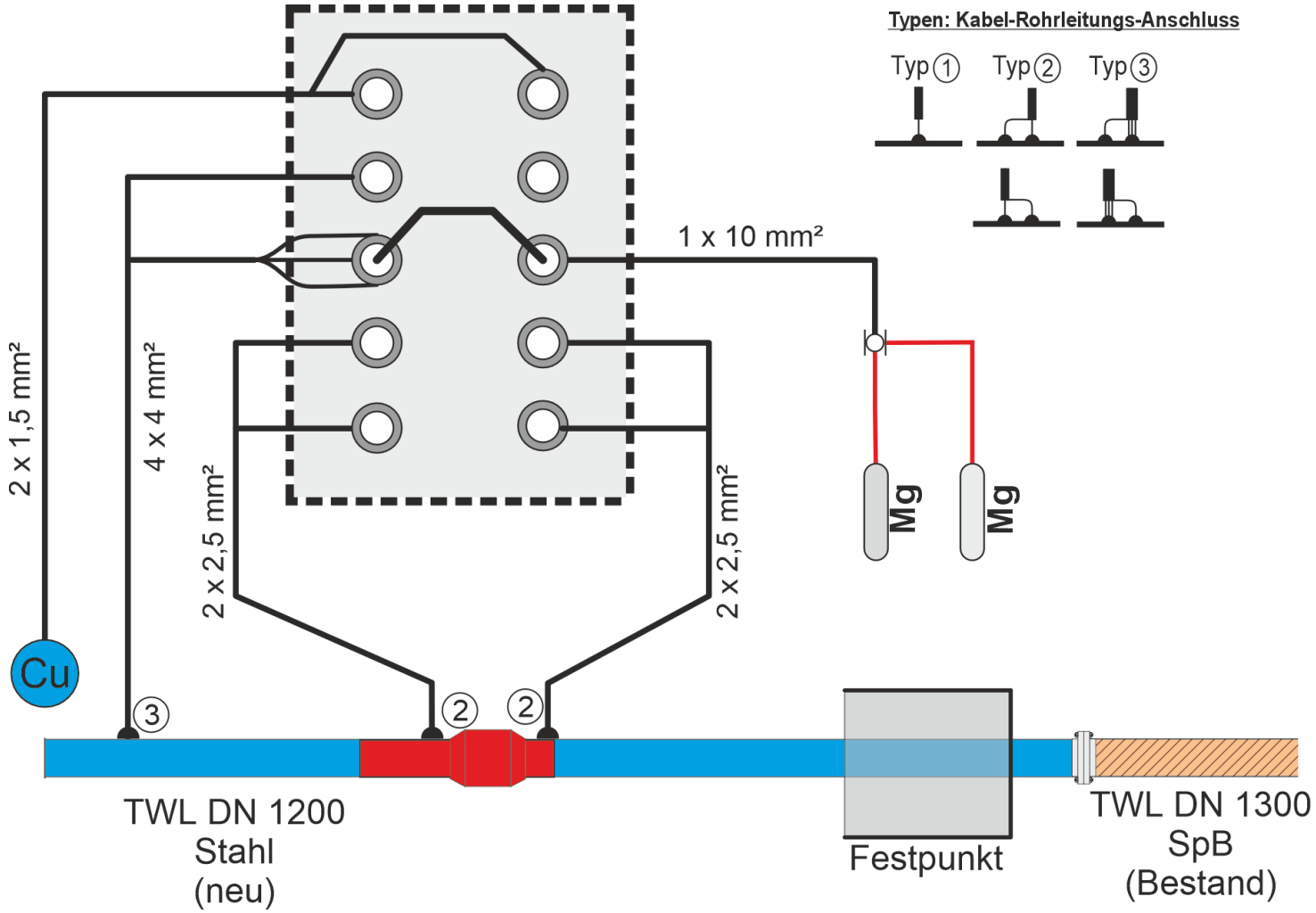

TWL
DN 1300 SpB
Übergangskupplung
Festpunkt
LA 1
Trogbauwerk
LA 2
Festpunkt
TWL
DN 1300 SpB
MK 1
TWL
DN 1200 St
MK 2

Anlage 6 – Schilderpfahl MK1 u. MK2 - Auflege- und Anschlußschema (LA- und Messanschlüsse)

MK 1



MK 2


Typen: Kabel-Rohrleitungs-Anschluss
Typ ①
Typ ②
Typ ③
1 x 10 mm²
2 x 1,5 mm²
4 x 4 mm²
2 x 2,5 mm²
2 x 2,5 mm²
Mg
Mg
Cu
③
②
②
TWL DN 1200
Stahl
(neu)
Festpunkt
TWL DN 1300
SpB
(Bestand)