

<p>Technisches Komitee für Beeinflussungsfragen</p> <p>Technische Empfehlung TE 30 (Ersatz für Ausgabe April 1987)</p>	<p>TKB</p>
--	-------------------

**Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb
von Rohrleitungen und Starkstromanlagen mit
Nennspannungen über 1 kV zur Vermeidung
unzulässiger Beeinflussung**

Inhalt

1. Anwendungsbereich	4	5.1.2 Potentialsteuerung und Isolierung des Standorts	27
2. Begriffe	5	5.1.3 Isolierung von zugänglichen Teilen der Rohrleitungsanlage	28
3. Richtlinien für die Projektierung	6	5.1.4 Elektrische Trennstellen	28
3.1 Grundsätze	6	5.2 Maßnahmen in Rohrleitungsstationen	28
3.2 Abstände zwischen Rohrleitungsanlagen und Starkstromanlagen	6	5.2.1 Station mit der Rohrleitung elektrisch leitend verbunden	28
3.2.1 Anzustrebende Regelabstände	7	5.2.2 Station von der Rohrleitung elektrisch getrennt	29
3.2.2 Mindestabstände zwischen Rohrleitungen und Starkstromanlagen	8	5.3 Maßnahmen an Armaturen und Leitungszubehör	29
3.2.3 Mindestabstände zwischen Rohrleitungsstationen, oberirdisch zugänglichen Armaturen und Starkstromanlagen	10	5.3.1 Ausblaseleitungen, Wassertöpfe, handbetätigte Armaturen und ähnliches Rohrleitungszubehör	29
3.2.4 Mindestabstände zwischen Ausblaseleitungen und Freileitungen	10	5.3.2 Elektrische Armaturentriebe	30
3.2.5 Mindestabstände zwischen Anlagen für den kathodischen Korrosionsschutz und Starkstromanlagen	11	5.3.3 Kathodische Korrosionsschutzanlagen	30
4. Prüfung der Beeinflussungsmöglichkeiten	11	5.3.4 Messstellen	30
4.1 Beeinflussungsabstand	11	5.4 Maßnahmen im Bereich von Erdungsanlagen und Freileitungsmasten	30
4.2 Bedingungen unter denen Untersuchungen entfallen können	13	5.4.1 Näherungen	30
4.2.1 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit isoliertem Sternpunkt	13	5.4.2 Einführungen in Kraftwerke, Schalt- und Umspannanlagen	31
4.2.2 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit Erdschlusskompensation	13	6. Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb von Rohrleitungen	33
4.2.2.1 Nennspannungen bis einschließlich 30 kV	13	6.1 Generelle Maßnahmen	33
4.2.2.2 Nennspannung über 30 kV bis einschließlich 110 kV	13	6.1.1 Gegenseitige Verständigung	33
4.2.3 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung	15	6.1.2 Verhalten bei der Annäherung an Leitungen	33
4.2.4 Wechselstrom-Bahnanlagen mit 16,7 Hz	17	6.1.3 Trennung von Rohrleitungs- und Hochspannungsanlagen	34
4.2.5 Nicht erdverlegte oder in Bau befindliche Rohrleitungen	20	6.1.4 Verhalten bei Gewitter	34
4.2.5.1 Kapazitive Beeinflussung	20	6.1.5 Verhalten bei fühlbaren Berührungsspannungen	34
4.2.5.2 Induktive Beeinflussung	21	6.2 Maßnahmen beim Überschreiten der Grenzwerte für das Rohrleitungspotential	35
4.3 Untersuchung der Beeinflussung	23	6.2.1 Unterweisung	35
4.4 Kriterien zur Beurteilung der Beeinflussungsspannungen	23	6.2.2 Rohrleitungspotential bei Langzeitbeeinflussung über 60 V bzw. bei Kurzzeitbeeinflussung über 1500 V	35
4.4.1 Beeinflussungsspannungen an Rohrleitungsanlagen	23	6.3 Maßnahmen für in Bau befindliche Rohrleitungen	35
4.4.2 Rohrleitungsanlagen im Potentialtrichter von Hochspannungserdungsanlagen	25	6.3.1 Maßnahmen beim Überschreiten von Grenzlängen	35
4.5 Beeinflussungsspannungen an Fernmeldeanlagen	26	6.3.2 Maßnahmen beim Verbinden oder Trennen von Rohrleitungsabschnitten	36
5. Konstruktive Maßnahmen zur Herabsetzung der Beeinflussungsspannungen	26	6.4 Maßnahmen gegen Beeinflussung bei Arbeiten an Rohrleitungseinführungen in Kraftwerken, Schalt- und Umspannanlagen	36
5.1 Maßnahmen an Rohrleitungen	26	7. Literaturverzeichnis	38
5.1.1 Anschluss von Erdern	26		

Vorwort

Nach der Erstausgabe der TE 30 im Jahr 1968 und einer ersten Überarbeitung im Jahr 1987 war es infolge der Übernahme der ÖVE/ÖNORM EN 50443 in das österreichische Normenwerk erforderlich, die TE 30 an die geänderte Situation anzupassen.

Die ÖVE/ÖNORM EN 50443 enthält grundlegende Anforderungen gegen Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und Hochspannungsdrehstromanlagen auf Rohrleitungen. Inhalte, die gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50443 national geregelt werden können, werden weiterhin in der TE 30 behandelt.

1. Anwendungsbereich

Die vorliegende Technische Empfehlung ergänzt praxisnah die ÖVE/ÖNORM EN 50443 [1] mit Richtlinien und Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Beeinflussungen infolge Näherungen und Kreuzungen zwischen metallischen Rohrleitungen und Starkstromanlagen über 1 kV. Es wird unter anderem von der in der ÖVE/ÖNORM EN 50443 vorgesehenen Möglichkeit Gebrauch gemacht, die in Österreich anzuwendenden Beeinflussungsabstände in dieser Empfehlung festzulegen.

Die Empfehlung gilt wie die ÖVE/ÖNORM EN 50443 für

- **Hochspannungs-Drehstromanlagen**
(Freileitungen, Kabel, Kraftwerke, Umspan- und Schaltanlagen),
- **Wechselstrom-Bahnanlagen**
(Oberleitungsanlagen, Bahnstromfreileitungen, Bahnstromkabel, Kraft-, Umformer-, Unterwerke und Schaltanlagen) und
- **metallene Rohrleitungen**
(blank, bitumen- oder kunststoffumhüllt und dazugehörige sonstige Anlagen, wie z. B. Gasdruckregelanlagen, Schieber- oder Molchstationen)

bei Errichtung und Betrieb von neuen Anlagen sowie bei bestehenden Anlagen bei Änderung wesentlicher Beeinflussungsparameter.

Die Themenbereiche Wechselstromkorrosion sowie die Beeinflussung durch Gleichstrombahnen werden in dieser Technischen Empfehlung nicht behandelt.

2. Begriffe

Zusätzlich zu den Begriffen der ÖVE/ÖNORM EN 50443 werden in dieser Empfehlung folgende Begriffe verwendet:

Rechenwert der Umhüllung

Der Rechenwert der Umhüllung ist vom Aufbau und der Stärke der Umhüllung der Rohrleitung bestimmt. Nach den Herstellerangaben haben die Materialien der gegebenenfalls vorhandenen Werksumhüllung und die Materialien für eine nachträgliche Umhüllung eine bestimmte Spannungsfestigkeit für 1 mm Materialstärke. Der Rechenwert der Umhüllung in kV ergibt sich je nach Aufbau der Rohrumhüllung als Summe der einzelnen Rechenwerte in kV aus Spannungsfestigkeit in kV/mm der für diese Rohrumhüllung verwendeten Materialien multipliziert mit ihrer Stärke in mm.

Anmerkung 1: Für werksbeschichtete Stahlrohrleitungen sind die Anforderungen in ÖNORM EN 10288 [2] bzw. DIN 30670 [3] festgelegt.

Anmerkung 2: Nachträgliche Umhüllungen können z. B. in Form eines mehrlagigen überlappenden Aufbaus ausgeführt werden.

Rohrleitungsstationen

Unter Rohrleitungsstationen versteht man Druckregelanlagen, Pump- und Kompressorstationen, Verteilerstationen sowie Schieberstationen.

Oberirdisch zugängliche Armaturen

Unter oberirdisch zugänglichen Armaturen der Rohrleitung sind beispielsweise Schieber, Wassertöpfe und Hydranten zu verstehen.

Langzeitbeeinflussung

Die Langzeitbeeinflussung ist eine dauernd auftretende Einwirkung durch die Betriebsströme im Normalbetrieb oder eine häufig auftretende Einwirkung durch die Betriebsströme in Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen im Normalbetrieb, die in Abhängigkeit vom Ort und von der Zeit veränderlich ist, oder eine seltene Einwirkung längerer, jedoch begrenzter Dauer im Fehlerfall, wie sie bei einem Einfacherdschluss in Netzen mit Erdschlusskompensation beziehungsweise bei unterwerksfernen Erdkurzschlüssen in Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen auftreten können.

Kurzzeitbeeinflussung

Die Kurzzeitbeeinflussung ist eine seltene Einwirkung sehr kurzer Dauer im Fehlerfall bei Erdkurzschlüssen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung oder in Netzen mit kurzzeitig niederohmiger Sternpunktterdung.

Rohrleitungspotential

Das Rohrleitungspotential U_R ist die zwischen einer Rohrleitung und der fernen Erde (Bezugserde) auftretende Wechselspannung.

Nennspannung U_n

In dieser Technischen Empfehlung werden die normativ festgelegten Nennspannungen (U_n) zur Kategorisierung herangezogen. Den Nennspannungen sind höchste zulässige Betriebsspannungen zugeordnet. Z. B. beinhaltet die Nennspannung von 30 kV Anlagen mit einer höchsten zulässigen Betriebsspannung bis 36 kV.

3. Richtlinien für die Projektierung

3.1 Grundsätze

Bei der Projektierung neuer Anlagen sind die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und anerkannten technischen Regeln zu beachten. Grundsätzlich ist anzustreben, dass der Abstand zwischen Hochspannungs-Drehstromanlagen bzw. Wechselstrombahnanlagen und Rohrleitungsanlagen entsprechend groß ist und Kreuzungen nach Möglichkeit vermieden werden, um elektrische Beeinflussungen bei Errichtung und Betrieb möglichst gering zu halten. Im Allgemeinen werden Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Beeinflussung an den beeinflussten Rohrleitungsanlagen vorgenommen. Daneben kann bei der Projektierung von Hochspannungsanlagen berücksichtigt werden, dass insbesondere bei engen Näherungen die elektrische Beeinflussung über die technische Ausführung der Hochspannungsanlage – beispielsweise der Leiternordnung – verringert werden kann. Dabei ist eine optimale wirtschaftliche und technische Gesamtlösung anzustreben.

Auch bei Einhaltung der im Abschnitt 3.2 angegebenen Abstände ist die elektrische Beeinflussung nach Abschnitt 4 in jedem Fall zu beurteilen. Eventuell erforderliche Maßnahmen gegen unzulässige Beeinflussung sind in den Abschnitten 5 und 6 beschrieben.

3.2 Abstände zwischen Rohrleitungsanlagen und Starkstromanlagen

Es wird zwischen anzustrebenden Regelabständen und Mindestabständen unterschieden.

Können diese Abstände nicht eingehalten werden, so ist schon im Projektstadium das Einvernehmen zwischen den einzelnen Partnern hinsichtlich geeigneter Maßnahmen herzustellen.

3.2.1 Anzustrebende Regelabstände

Die anzustrebenden Regelabstände sind als Hilfestellung für die Planung der Leitungsführung gedacht. So können elektrische Beeinflussungen bei Errichtung und Wartung sowie die damit verbundenen Maßnahmen im Allgemeinen gering gehalten werden.

Für die anzustrebenden Regelabstände zwischen Starkstromanlagen und Rohrleitungsanlagen gelten die Werte nach Tabelle 3-1. Als Parameter für den anzustrebenden Regelabstand wird die Nennspannung (U_n) herangezogen.

Starkstromanlage	Anzustrebende Regelabstände in m		
	$1 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$	$30 \text{ kV} < U_n \leq 110 \text{ kV}$	$U_n > 110 \text{ kV}$
Hochspannungsfreileitungen	5	20 ¹⁾	30
Hochspannungskabel	5		
Kraftwerke, Umspann- und Schaltanlagen	10		
Oberleitungsanlagen	12 ²⁾	–	–

1) Für Bahnstromfreileitungen gelten 25 m.

2) Abstand gemessen von der Gleisachse des äußersten Gleises.

Tabelle 3-1: Anzustrebende Regelabstände

Bei Hochspannungsfreileitungen wird der anzustrebende Regelabstand gemäß Abbildung 3-1 als Abstand zum Mastmittelpunkt bzw. zur Leitungssache festgelegt.

Bei Unterschreitung des anzustrebenden Regelabstands zu Masten von Hochspannungsfreileitungen mit Nennspannungen über 30 kV ist üblicherweise eine Rohrumhüllung mit einem Rechenwert von mindestens 100 kV erforderlich. In Ausnahmefällen kann unter Berücksichtigung der Abstände zur Erdungsanlage zwischen Rohrleitungsbetreiber und Freileitungsbetreiber eine andere Vorgehensweise vereinbart werden.

Auch bei Einhaltung des anzustrebenden Regelabstands ist der Abstand zwischen Mastender bzw. Anlagenerder und Rohrleitung im Hinblick auf Einhaltung des Mindestabstands laut Tabelle 3-2 zu prüfen.

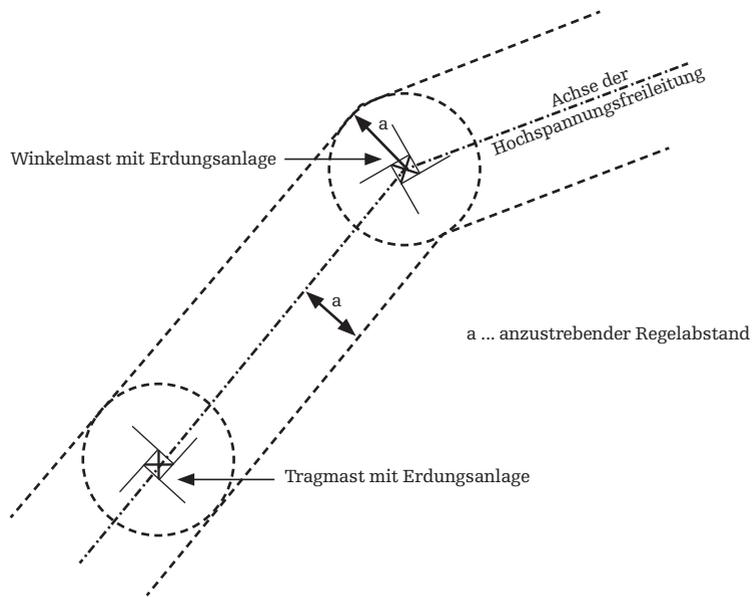


Abbildung 3-1: Beispiel für anzustrebende Regelabstände bei einer Hochspannungsfreileitung (im Spannungsfeld sowie bei Masten)

3.2.2 Mindestabstände zwischen Rohrleitungen und Starkstromanlagen

Um Beschädigungen an Rohrleitungen und Starkstromanlagen bei Errichtung, Betrieb und Instandhaltung zu vermeiden, die Übertragungskapazität von Kabelanlagen nicht einzuschränken und einen ausreichenden Arbeitsraum zu gewährleisten, sind entsprechende Abstände zwischen Rohrleitungen und Starkstromanlagen erforderlich. Eine Übersicht über die Mindestabstände zwischen Starkstromanlagen und Rohrleitungen gibt Tabelle 3-2.

Starkstromanlagen	Anlagenteil bzw. Art der Näherung	Rohrumschließung	Mindestabstände in m		
			$1 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$	$30 \text{ kV} < U_n \leq 110 \text{ kV}$	$U_n > 110 \text{ kV}$
Freileitung	Masterdungsanlage – Mastfundament	blank	5	10	
		bitumenummhüllt	5	10	
		kunststoffummhüllt	$2^{7) / 0,5^{8)}$		
	Mastaußenkante		Mindestabstand ergibt sich aus der statischen Beurteilung		
Kabelleitungen mit / ohne Begleiterder	Parallelführung	blank	$0,3 / 0,4^{1) / 0,5^{5)}$	$0,5^{9)}$	
		bitumenummhüllt ²⁾			
		kunststoffummhüllt			
	Kreuzung	blank	0,3	$0,5^{9)}$	
		bitumenummhüllt			
		kunststoffummhüllt			
Transformatorstationen im Kabelnetz	Erdungsanlage	blank	0,5		
		bitumenummhüllt	0,5		
		kunststoffummhüllt	0,3		
Transformatorstationen im Freileitungsnetz bzw. gemischten Netz	Erdungsanlage (maximal 20 m um die Station)	blank	$10 / 0,5^{3)}$		
		bitumenummhüllt	$10 / 0,5^{3)}$		
		kunststoffummhüllt	$2 / 0,3^{3)}$		
Oberleitungsanlagen	Parallelführung zur äußeren Gleisachse	blank	12		
		bitumenummhüllt	6		
		kunststoffummhüllt	6		
Unterirdische Kreuzung der Gleise		blank	$1,5 / 3,0^{4)}$		
		bitumenummhüllt			
		kunststoffummhüllt			
Kraftwerke, Umspann- und Schaltanlagen (ausgenommen Transformatorstationen $U_n \leq 30 \text{ kV}$)	Erdungsanlage	blank	$10 / 0,5^{3) 6)}$		
		bitumenummhüllt	$10 / 0,5^{3) 6)}$		
		kunststoffummhüllt	$2 / 0,5^{3) 6)}$		

Tabelle 3-2: Mindestabstände (m) zwischen Starkstromanlagen und erdverlegten Rohrleitungen

- 1) Bei Gasleitungen DN ≥ 250 mm mindestens 0,4 m.
- 2) Aufgrund der vergleichsweise geringen mechanischen Belastbarkeit der Bitumenummhüllung soll ein Abstand von 1,5 m angestrebt werden.
- 3) Dieser Mindestabstand gilt unter einer der folgenden Voraussetzungen:
 - Globales Erdungssystem (gem. ÖVE/ÖNORM EN 50522 [4] z. B. Stadtgebiet) oder
 - Erdungsspannung im Fehlerfall ≤ 60 V in Netzen mit isoliertem Sternpunkt oder Erdschlusskompensation

- Erdungsspannung im Fehlerfall ≤ 1500 V in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung
 - Rechenwert der Umhüllung beträgt mindestens 100 kV
- 4) Lichter Abstand zwischen Rohrleitung und Schwellenoberkante, der höhere Wert gilt für verordnete Hochleistungsstrecken.
 - 5) für Fernheiz-, Dampf-, Warmluft- und Warmwasserleitungen
 - 6) Diese Abstände sind nur mit zusätzlichen Maßnahmen möglich, wie zum Beispiel durch Zwischenlegen von Schalen bzw. Platten aus elektrisch isolierendem Werkstoff.
 - 7) Innerhalb des anzustrebenden Regelabstands zum Mastmittelpunkt gemäß 3.2.1 ist bei Nennspannung über 30 kV mindestens eine Umhüllung mit einem Rechenwert von 100 kV erforderlich.
 - 8) bei Nennspannungen ≤ 30 kV gilt dies für einen Rechenwert von 100 kV. für Nennspannungen > 30 kV gilt dies für einen Rechenwert der Umhüllung von 200 kV, wodurch das Risiko einer Beschädigung der Rohrleitung bei Blitzschlag in den Mast der Hochspannungsleitung gering gehalten werden soll.
 - 9) Auch bei Einhaltung dieser Abstände ist schon im Projektstadium das Einvernehmen zwischen den einzelnen Partnern hinsichtlich notwendiger Maßnahmen herzustellen. Diese zusätzlichen Maßnahmen können zum Beispiel das Zwischenlegen von Isolierplatten oder -schalen oder ähnliches sein.

Bei kathodisch geschützten Rohrleitungen wird empfohlen im Kreuzungsbereich, einen eventuell vorhandenen Kabelbegleiter der isoliert (z. B. in einem Kabelschutzrohr) zu verlegen, um das Risiko einer Streustromkorrosion gering zu halten.

3.2.3 Mindestabstände zwischen Rohrleitungsstationen, oberirdisch zugänglichen Armaturen und Starkstromanlagen

Folgende Mindestabstände zwischen Rohrleitungsstationen sowie oberirdisch zugänglichen Armaturen der Rohrleitung und der Außenkante von Freileitungsmasten müssen eingehalten werden:

- Freileitungen mit Nennspannungen unter 110 kV 3 m
- Freileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber 10 m

Bei Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen gilt ein Abstand von 12 m zur äußersten Gleisachse.

Ein Unterschreiten dieser Abstände ist nur im Einvernehmen zwischen den Betreibern der Leitungsanlagen möglich. Zusätzliche Maßnahmen können dabei erforderlich sein.

3.2.4 Mindestabstände zwischen Ausblaseleitungen und Freileitungen

Soweit bei Rohrleitungsstationen Ausblaseleitungen vorhanden sind, sind zwischen den Ausblaseleitungen und benachbarten ausgeschwungenen Leiterseilen (der vertikalen Projektion des äußeren Leiterseils) oder anderen spannungs-

führenden Anlagenteilen folgende Mindestabstände einzuhalten:

- Freileitungen mit Nennspannungen unter 110 kV 4 m
- Freileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber 10 m

Bei geringen Ausblasmengen (z. B. Sicherheits-Ausblaseeinrichtungen), deren Zündung die Freileitung nachweislich nicht gefährden, sind kleinere Abstände im Einvernehmen zwischen den Leitungsbetreibern möglich.

3.2.5 Mindestabstände zwischen Anlagen für den kathodischen Korrosionsschutz und Starkstromanlagen

Die Anoden von Anlagen für den kathodischen Korrosionsschutz müssen bei Freileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber mindestens 20 m von den Mastfundamenten bzw. Mastern entfernt sein, um eine Beeinträchtigung durch atmosphärische Einwirkungen über die Hochspannungsfreileitung oder durch Erdkurzschlüsse zu vermeiden.

Anmerkung: Bezüglich der Gleichstrombeeinflussung wird auf [5] verwiesen.

4. Prüfung der Beeinflussungsmöglichkeiten

Es ist unter Beachtung von Punkt 4.1 und 4.2 zu prüfen, ob eine Untersuchung der induktiven Beeinflussung auf unzulässig hohe Berührungsspannungen und die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung bei erdverlegten Rohrleitungen durch Hochspannungsfreileitungen, Hochspannungskabel, Hochspannungsanlagen oder durch Oberleitungsanlagen von Bahnanlagen nach Punkt 4.3 notwendig ist. Hinsichtlich nicht erdverlegter oder in Bau befindlicher Rohrleitungen ist auch Punkt 4.2.5 zu beachten.

4.1 Beeinflussungsabstand

In der ÖVE/ÖNORM EN 50443 wird die Möglichkeit gegeben, die Beeinflussungsabstände auf Basis nationaler Richtlinien und Empfehlungen festzulegen.

Die in Tabelle 4-1 angegebenen Beeinflussungsabstände begrenzen grundsätzlich jenen Bereich zwischen einer Starkstromanlage und einer Rohrleitungsanlage, für den eine Beurteilung der Beeinflussung erforderlich ist. Maßgebend für diese Abstände ist im Allgemeinen die induktive Beeinflussung.

	Beeinflussungsabstand	
	ländlicher Bereich	städtischer Bereich
Hochspannungsdrehstromfreileitungen und Hochspannungsdrehstromkabelleitungen in Netzen mit Erdschlusskompensation mit $U_n \leq 30$ kV	–	–
Hochspannungsdrehstromfreileitungen in Netzen mit Erdschlusskompensation mit $30 \text{ kV} < U_n \leq 110$ kV	1000 m / 700 m ¹⁾	100 m / 20 m ¹⁾³⁾
Hochspannungsdrehstromfreileitungen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung	2000 m / 1000 m ²⁾	300 m
Hochspannungsdrehstromkabelleitungen in Netzen mit Erdschlusskompensation mit $30 \text{ kV} < U_n \leq 110$ kV	5 m	5 m
Hochspannungsdrehstromkabelleitungen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung	100 m	50 m
Bahnstromfreileitungen	400 m	–
110-kV-Hochspannungsbahnstromkabel	5 m	5 m
Oberleitungsanlagen	2000 m	700 m

Tabelle 4-1: Beeinflussungsabstände

- 1) Bei Leitungen ohne Erdseil, mit Stahlerdseil oder bei Leitungen mit Zweierbündel gilt der größere Wert.
- 2) Bei spezifischen Bodenwiderständen $\leq 200 \Omega\text{m}$ kann der Abstand auf 1000 m verringert werden.
- 3) Im städtischen Bereich ist nur eine allfällige ohmsche Beeinflussung zu berücksichtigen.

Anmerkung: Die Erdrückströme für die induktive Rohrleitungsbeeinflussung fließen in Tiefen bis zu mehreren 100 m. Daher sind Messmethoden zur Bestimmung des spezifischen Bodenwiderstands, die nur oberflächennahe Bodenschichten berücksichtigen, zur Ermittlung des für die Beurteilung der induktiven Beeinflussung zu berücksichtigenden spezifischen Bodenwiderstands nicht geeignet. In Österreich kann häufig von spezifischen Bodenwiderständen $\leq 200 \Omega\text{m}$ ausgegangen werden.

4.2 Bedingungen unter denen Untersuchungen entfallen können

Unter den in den Punkten 4.2.1 bis 4.2.4 angeführten Bedingungen können Untersuchungen für erdverlegte Rohrleitungen entfallen. Für nicht erdverlegte oder in Bau befindliche Rohrleitungen ist Punkt 4.2.5 zu beachten.

4.2.1 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit isoliertem Sternpunkt

Eine Untersuchung der induktiven und die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch Drehstromleitungen und -anlagen in Netzen mit isoliertem Sternpunkt kann entfallen.

4.2.2 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit Erdschlusskompensation

4.2.2.1 Nennspannungen bis einschließlich 30 kV

Eine Untersuchung der induktiven Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch Drehstromleitungen und -anlagen in Netzen mit Erdschlusskompensation kann bei Nennspannungen bis einschließlich 30 kV entfallen.

Die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung kann bei Näherungen an Kraftwerke sowie Leitungsanlagen entfallen, wenn die Abstände nach Tabelle 3-1 eingehalten werden bzw. die Erdschlussströme keine höhere Erdungsspannung als die Grenze der Beeinflussungsspannung von 60 V nach [1] bewirken.

Bei Transformatorstationen kann eine Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung entfallen, ausgenommen bei getrennter Hochspannungsschutz- und Niederspannungsbetriebserde wenn ein Abstand von 10 m zwischen Rohrleitung und Transformatorstation bzw. deren Erdungsanlage unterschritten wird.

4.2.2.2 Nennspannung über 30 kV bis einschließlich 110 kV

Eine Untersuchung der induktiven Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch Drehstromleitungen und -anlagen in Netzen mit Erdschlusskompensation kann bei diesem Nennspannungsbereich in folgenden Fällen entfallen:

- a) Parallelführungen mit Hochspannungs-Drehstromfreileitungen
 - im ländlichen Bereich in Abhängigkeit vom Abstand a nach Abbildung 4-1, wenn die Parallelführungslänge geringer als die Grenzlänge L_{Gr1} bzw. L_{Gr2} ist. L_{Gr1} gilt für Freileitungen ohne Erdseil oder mit einem Stahlerd-

seil sowie für Leitungen mit Bündelleitern (z. B. Zweierbündel). L_{Gr2} gilt für die übrigen Freileitungen.

- im städtischen Bereich

b) Parallelführungen mit Hochspannungs-Drehstromkabeln

- bei Abständen größer als 5 m ohne Längenbegrenzung,
- innerhalb eines Abstands von 5 m, wenn die Länge der Parallelführung geringer als 10 km ist.

Die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung kann entfallen bei:

a) Näherungen an Kraft-, Schalt-, Umspannanlagen

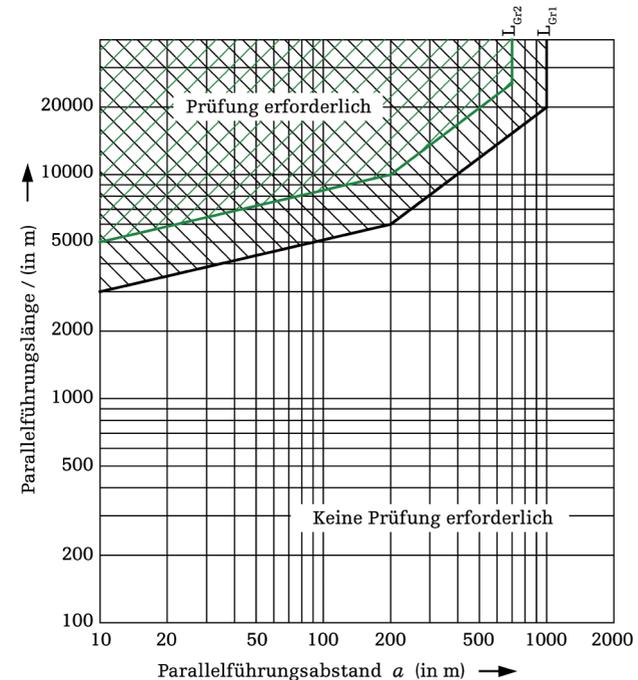
- bei denen die Regelabstände nach Tabelle 3-1 eingehalten werden oder
- in Netzen, in denen die Erdschlussströme keine höhere Erdungsspannung als die Grenze der Beeinflussungsspannung von 60 V nach [1] bewirken.

b) Näherungen an Maste von Freileitungen mit durchgehendem Erdseil, bei denen die Abstände nach Tabelle 3-1 eingehalten werden.

c) Näherungen an Maste von Freileitungen ohne Erdseil (z. B. Lyrmastleitungen)

- bei Einhaltung eines Abstands von größer als 100 m zum Mastmittelpunkt oder
- bei isolierten Rohrleitungen, bei denen keine zugänglichen mit der Rohrleitung verbundene Einbauten innerhalb eines Abstands von 100 m zum Mastmittelpunkt bestehen

d) Näherungen an Erdungsanlagen von Kabelanlagen zugeordneten Bauwerken, z. B. Muffenbauwerke oder Düker, bei Abständen größer als 20 m.



L_{Gr1} für Freileitungen ohne Erdseil oder mit einem Stahlerdseil sowie für Leitungen mit Bündelleitern (z. B. Zweierbündel)

L_{Gr2} für die übrigen Freileitungen

Abbildung 4-1: Grenzlängen L_{Gr} für Hochspannungs-Drehstromfreileitungen in Netzen mit Erdschlusskompensation mit $30 \text{ kV} < U_n \leq 110 \text{ kV}$

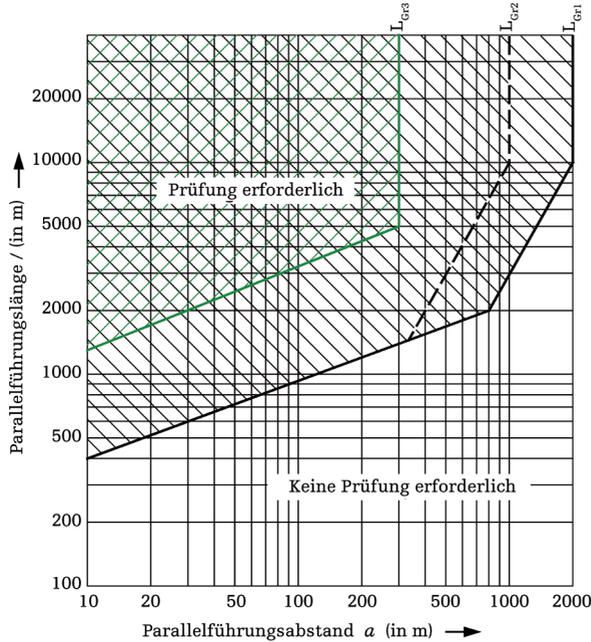
4.2.3 Hochspannungs-Drehstromanlagen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung

Eine Untersuchung der induktiven Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch Drehstromleitungen und -anlagen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung kann in folgenden Fällen entfallen:

- a) Parallelführungen mit Hochspannungs-Drehstromfreileitungen in Abhängigkeit vom Abstand a und der Parallelführungslänge l nach Abbildung 4-2
- Für spezifische Bodenwiderstände über $200 \Omega\text{m}$ begrenzt der mit L_{Gr1}

bezeichnete Linienzug jenen Bereich in dem die Notwendigkeit einer Beeinflussungsuntersuchung besteht.

- Für spezifische Bodenwiderstände bis einschließlich 200 Ωm begrenzt der mit L_{Gr2} bezeichnete Linienzug jenen Bereich in dem die Notwendigkeit einer Beeinflussungsuntersuchung besteht.
- Für den städtischen Bereich begrenzt der mit L_{Gr3} bezeichnete Linienzug jenen Bereich, in dem die Notwendigkeit einer Beeinflussungsuntersuchung besteht.



L_{Gr1} für Bodenwiderstände größer als 200 Ωm

L_{Gr2} für Bodenwiderstände bis einschließlich 200 Ωm

L_{Gr3} für städtischen Bereich

Abbildung 4-2: Grenzlängen für Hochspannungs-Drehstromfreileitungen in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung

- b) Kreuzungen mit Hochspannungs-Drehstromfreileitungen
 - bei Kreuzungswinkeln größer als 55°
- c) Näherungen an Hochspannungs-Drehstromkabel
 - im ländlichen Bereich bei Abständen größer als 100 m ohne

Längenbegrenzung; innerhalb eines Abstands von 100 m, wenn die Länge der Parallelführung geringer als 15 km ist.

- im städtischen Bereich bei Abständen größer als 50 m ohne Längenbegrenzung

Die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung kann entfallen bei:

- a) Näherungen an Erdungsanlagen von Kraft-, Schalt- und Umspannanlagen
 - wenn ein globales Erdungssystem vorliegt (gem. ÖVE/ÖNORM EN 50522 [4] z. B. im Stadtgebiet) oder
 - wenn der Abstand zur Umzäunung größer als 150 m ist oder
 - wenn Erdkurzschlussströme keine höhere Erdungsspannung als 1500 V bewirken.
- b) Näherungen an Maste von Freileitungen
 - bei Einhaltung eines Abstands von größer als 100 m zum Mastmittelpunkt oder
 - bei isolierten Rohrleitungen, bei denen keine zugänglichen mit der Rohrleitung verbundenen Einbauten innerhalb eines Abstands von 100 m zum Mastmittelpunkt bestehen.
- c) Näherungen an Erdungsanlagen von Kabelanlagen zugeordneten Bauwerken, z. B. Muffenbauwerke oder Düker, bei Abständen größer als 20 m.

4.2.4 Wechselstrom-Bahnanlagen mit 16,7 Hz

Eine Untersuchung der induktiven Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch Wechselstrom-Bahnanlagen kann in folgenden Fällen entfallen:

- a) Parallelführungen mit 110-kV-Bahnstromfreileitungen
 - Parallelführungen mit Bahnstromfreileitungen in Abhängigkeit vom Abstand a und der Parallelführungslänge l nach Abbildung 4-3.
 - bei Abständen über 400 m ohne Längenbegrenzung,
 - bei Parallelführungslängen bis einschließlich 8 km ohne Abstandsbeschränkung
- b) Parallelführungen mit 110-kV-Bahnstromkabeln
 - bei Abständen über 5 m ohne Längenbegrenzung,
 - innerhalb eines Abstands von 5 m, wenn die Länge der Parallelführung geringer als 10 km ist
- c) Parallelführungen mit Oberleitungsanlagen
 - Parallelführungen mit Oberleitungsanlagen in Abhängigkeit vom

Abstand a und der Parallelführungslänge l nach Abbildung 4-4.

- bei Abständen über 2000 m ohne Längenbegrenzung,
- bei Parallelführungslängen bis einschließlich 1500 m ohne Abstands-

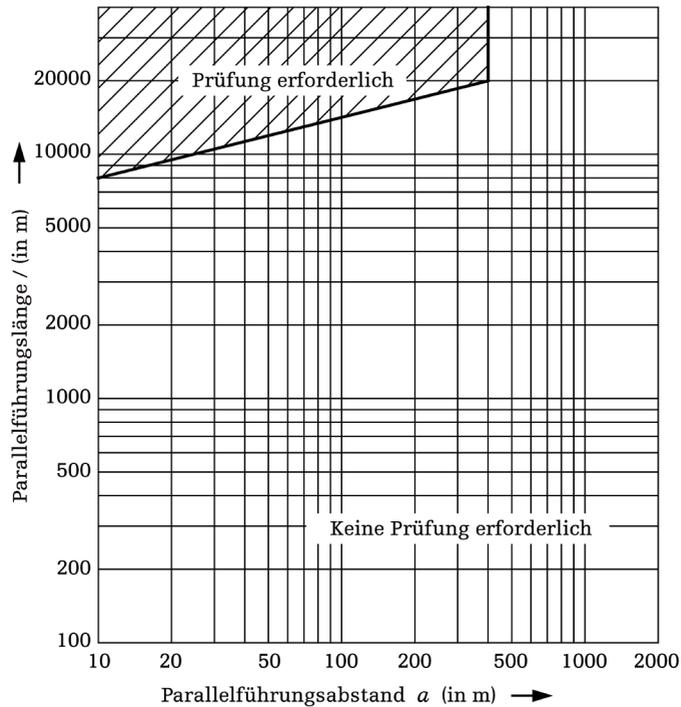
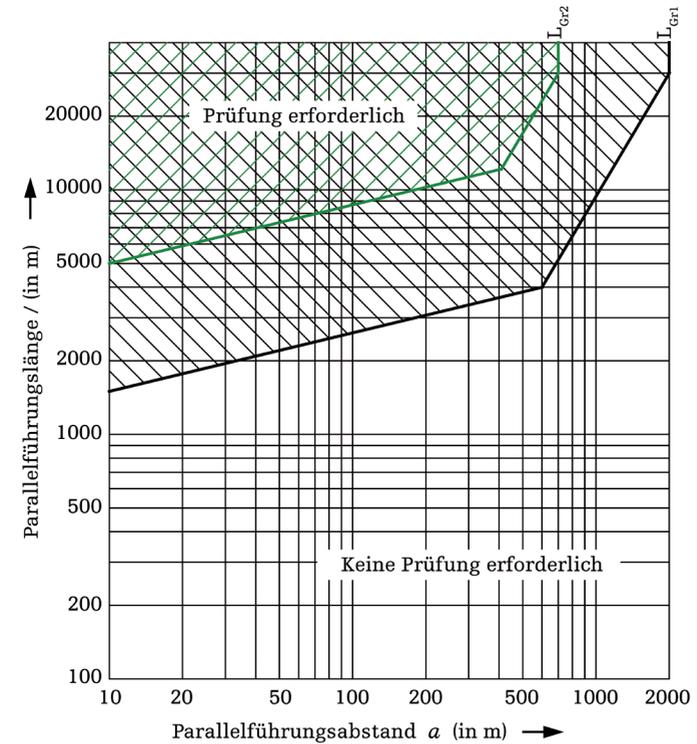


Abbildung 4-3: Grenzlängen für 110-kV-Bahnstromfreileitungen mit 16,7 Hz



l_{Gr1} für ländlichen Bereich

l_{Gr2} für städtischen Bereich

Abbildung 4-4: Grenzlängen für Oberleitungsanlagen

Die Berücksichtigung der ohmschen Beeinflussung kann entfallen:

- bei Abständen über 150 m zu Umzäunungen von Bahnkraft- und Unterwerken,
- bei Abständen über 5 m zu an der Schiene geerdeten Einbauten oder bei Abständen über 15 m zur äußersten Gleisachse, womit die an der Schiene geerdeten Einbauten bei Regelbauweise berücksichtigt werden,
- Näherungen an Erdungsanlagen von Kabelanlagen zugeordneten Bauwerken, z. B. Muffenbauwerke oder Düker, bei Abständen größer als 20 m.

4.2.5 Nicht erdverlegte oder in Bau befindliche Rohrleitungen

Verschweißte Rohrstränge, die oberirdisch, z. B. auf Hölzern, gelagert werden, stellen von Erde isolierte Leiter dar. Sie können im Nahbereich von Hochspannungsfreileitungen kapazitiv und induktiv beeinflusst werden.

4.2.5.1 Kapazitive Beeinflussung

Keine Maßnahmen sind erforderlich bei:

- Drehstromfreileitungen mit Nennspannungen unter 110 kV
- Oberleitungsanlagen
- Drehstromfreileitungen mit Nennspannungen ab 110 kV bei Abständen bis einschließlich 10 m zum äußersten Leiterseil und einer Parallelführungslänge bis höchstens 200 m. Bei Abständen über 10 m zum äußersten Leiterseil, wenn die Grenzlänge der Parallelführung bei kapazitiver Beeinflussung aus Abbildung 4-5 nicht überschritten wird.
- 110-kV-Bahnstromleitungen bei Abständen bis einschließlich 10 m zum äußersten Leiterseil und einer Parallelführungslänge bis höchstens 1000 m. Bei Abständen über 10 m sind die Grenzlängen bei kapazitiver Beeinflussung das 5-fache der Werte nach Abbildung 4-5.

In allen anderen Fällen sind Maßnahmen entsprechend Punkt 6.3 erforderlich. Diese für in Bau befindliche Leitungen vorgesehenen Maßnahmen gelten sinngemäß auch für oberirdisch geführte, von Erde isolierte Rohrleitungen.

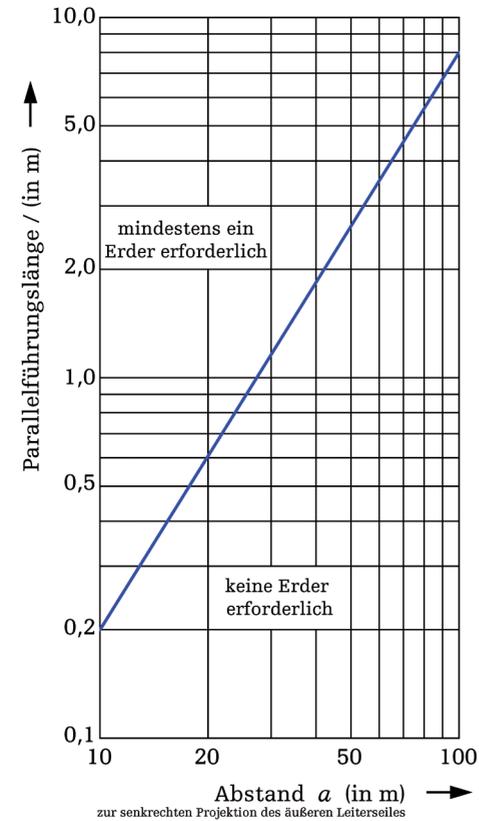


Abbildung 4-5: Grenzlänge L_{Gr} für die Notwendigkeit von Maßnahmen an einem isoliert gelagerten Rohrstrang bei kapazitiver Beeinflussung durch Drehstrom-Freileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber

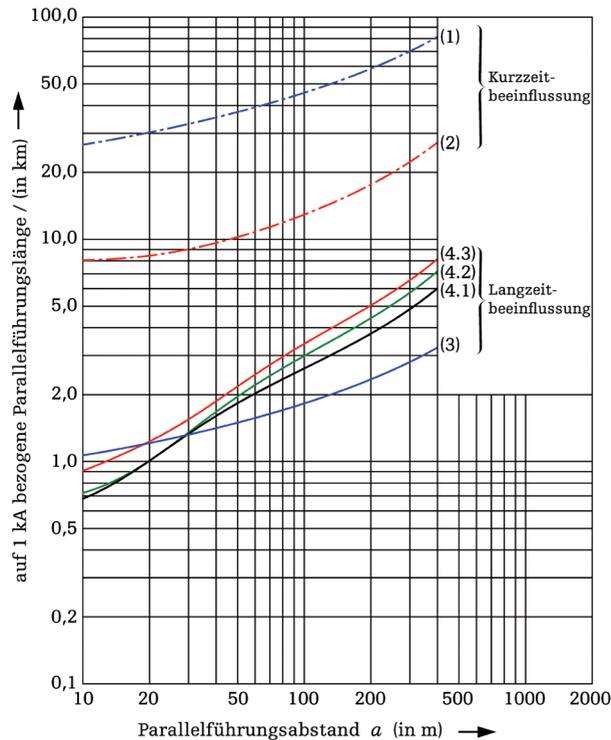
4.2.5.2 Induktive Beeinflussung

Keine Maßnahmen sind erforderlich bei:

- Drehstromfreileitungen unter 110 kV
- Drehstromfreileitungen mit Nennspannungen von 110 kV und darüber bei Abständen bis 10 m zur Leitungsachse, wenn die Parallelführungslänge höchstens 200 m beträgt. Bei Abständen über 10 m zur Leitungsachse, wenn die Grenzlänge der Parallelführung bei induktiver Beeinflussung aus Abbildung 4-6 nicht überschritten wird.

- c) 110-kV-Bahnstromleitungen bei Abständen bis einschließlich 10 m zur Leitungssachse, wenn die Parallelführungslänge höchstens 1000 m beträgt.

In allen anderen Fällen sind Maßnahmen entsprechend Punkt 6.3 erforderlich.



a ... Abstand von der Leitungssachse in m

- (1) 16,7 Hz-Erdkurzschlussstrom mit Schienenreduktionsfaktor $r_s = 0,5$
 (2) 50 Hz-Erdkurzschlussstrom
 (3) 16,7 Hz-Fahrstrom mit Schienenreduktionsfaktor $r_s = 0,5$
 (4.1) 50 Hz-Betriebsstrom, 110 kV-Leitungen
 (4.2) 50 Hz-Betriebsstrom, 220 kV-Leitungen
 (4.3) 50 Hz-Betriebsstrom, 380 kV-Leitungen

Rohrstrang auf einer Seite geerdet

Abbildung 4-6: Grenzlänge L_{Gr} für die Notwendigkeit von Maßnahmen an einem isoliert gelagerten Rohrstrang bei induktiver Beeinflussung

4.3 Untersuchung der Beeinflussung

In Fällen, in denen die Bedingungen der Punkte 4.2.1 bis 4.2.4 nicht zutreffen, ist die zu erwartende Beeinflussung zu untersuchen. Die Untersuchung der Beeinflussung kann durch eine geeignete Berechnung bzw. Messung erfolgen. Hierbei sind die Beurteilungskriterien nach Punkt 4.4 anzuwenden.

Das gleichzeitige Auftreten von zwei oder mehreren Fehlern muss nicht berücksichtigt werden.

Eine Berechnung des Rohrpotentials bei induktiver Beeinflussung erfolgt nach einschlägig anerkannten Berechnungsmethoden z. B. nach [6, 7 oder 8].

Bei Vorliegen einfacher Gegebenheiten können auch ohne Berechnung Maßnahmen nach Abschnitt 5 bzw. Abschnitt 6 zum Schutz gegen unzulässige Beeinflussungsspannungen festgelegt werden.

4.4 Kriterien zur Beurteilung der Beeinflussungsspannungen

Der Grenzwert der Beeinflussungsspannung beträgt 60 V bei Langzeitbeeinflussungen von länger als 3 s und 1500 V bei Kurzzeitbeeinflussungen von über 0,1 s bis einschließlich 0,2 s. Für Beeinflussungen mit einer Dauer bis einschließlich 0,1 s beziehungsweise zwischen 0,2 s und 3 s sind andere Spannungsgrenzen zu berücksichtigen (siehe [1]).

Bei Überschreitung des Grenzwertes ist das Rohrleitungspotential oder die abgreifbare Spannung durch geeignete Maßnahmen auf den Grenzwert oder Werte darunter zu vermindern. Ein Wert von 2000 V darf nicht überschritten werden, ausgenommen in jenen Fällen, in denen die Rohrleitungsanlage in der Lage ist, diesen Werten standzuhalten und eine Vereinbarung über diese Werte besteht.

Konstruktive Maßnahmen sind im Abschnitt 5, Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb von Rohrleitungsanlagen sind in Abschnitt 6 beschrieben. Im Zuge von Arbeiten, bei denen eine erdverlegte Rohrleitung freigelegt wird, können allenfalls weitere Maßnahmen nach Punkt 6.2 erforderlich sein.

4.4.1 Beeinflussungsspannungen an Rohrleitungsanlagen

Grundsätzlich lassen sich die Maßnahmen an beeinflussten Rohrleitungen folgendermaßen einteilen:

- a) Absenkung des Rohrpotentials
 ■ durch Anschluss von Erdern

- durch Einbau von elektrischen Trennstellen

b) Vermindern der abgreifbaren Spannung

- durch Isolierung der Rohrleitung
- Potentialsteuerung oder Standortisolierung

Tabelle 4-2 gibt einen Überblick über die Bereiche des Rohrleitungspotentials sowie Maßnahmen gegen unzulässige Beeinflussungsspannungen an Rohrleitungen. Maßnahmen für in Bau befindliche Rohrleitungen werden unter Punkt 6.3 behandelt.

Bereich des Rohrleitungspotentials	Art der Beeinflussung	Maßnahmen gegen unzulässige Beeinflussungsspannungen
$U_R \leq 60 \text{ V}$	Langzeit	keine
$U_R > 60 \text{ V}$	Langzeit	Herabsetzung des Rohrleitungspotentials auf $U_R \leq 60 \text{ V}$: <ul style="list-style-type: none"> ■ Anschluss von Erdern nach Punkt 5.1.1 ■ Einbau von elektrischen Trennstellen nach Punkt 5.1.4 oder Verminderung der abgreifbaren Spannung auf $U_R \leq 60 \text{ V}$: <ul style="list-style-type: none"> ■ Potentialsteuerung bzw. Isolierung des Standorts nach Punkt 5.1.2 ■ Isolierung von Rohrleitungen nach Punkt 5.1.3 ■ Maßnahmen in Rohrleitungsstationen nach Punkt 5.2 Üblicherweise wird eine geeignete Kombination dieser Maßnahmen angewendet. Bei Arbeiten an üblicherweise nicht zugänglichen Stellen können betriebliche Maßnahmen nach Punkt 6.2 zur Anwendung kommen.
$U_R \leq 1500 \text{ V}$	Kurzzeit	Keine
$1500 \text{ V} < U_R \leq 2000 \text{ V}$	Kurzzeit	Herabsetzung des Rohrleitungspotentials auf $U_R \leq 1500 \text{ V}$: <ul style="list-style-type: none"> ■ Anschluss von Erdern nach Punkt 5.1.1 ■ Einbau von elektrischen Trennstellen nach Punkt 5.1.4 oder Verminderung der abgreifbaren Spannung auf $U_R \leq 1500 \text{ V}$: <ul style="list-style-type: none"> ■ Potentialsteuerung bzw. Isolierung des Standorts nach Punkt 5.1.2 ■ Isolierung von Rohrleitungen nach Punkt 5.1.3 ■ Maßnahmen in Rohrleitungsstationen nach Punkt 5.2 ■ Maßnahmen an Armaturen und Leitungszubehör nach Punkt 5.3 Üblicherweise wird eine geeignete Kombination dieser Maßnahmen angewendet. Bei Arbeiten an üblicherweise nicht zugänglichen Stellen können betriebliche Maßnahmen nach Punkt 6.2 zur Anwendung kommen. Keine Maßnahmen erforderlich gegen Kurzzeitbeeinflussungen aus 16,7 Hz Bahnsystemen ³⁾

$U_R > 2000 \text{ V}$ ^{1) 2)}	Kurzzeit	Anschluss von Erdern nach Punkt 5.1.1 zur Herabsetzung des Rohrleitungspotential auf $U_R \leq 1500 \text{ V}$ oder Anschluss von Erdern nach Punkt 5.1.1 zur Herabsetzung des Rohrleitungspotentials auf $U_R \leq 2000 \text{ V}$ und Maßnahmen entsprechend Kurzzeitbeeinflussung für Rohrleitungspotentiale im Bereich $1500 \text{ V} < U_R \leq 2000 \text{ V}$.
---	----------	---

Tabelle 4-2: Bereich des Rohrleitungspotentials sowie Maßnahmen gegen unzulässige Beeinflussungsspannungen an Rohrleitungen

- 1) Bei bitumenumhüllten Rohrleitungen ist eine natürliche Begrenzung des Rohrleitungspotentials auf etwa 1500 V zu erwarten. Maßnahmen zur Herabsetzung des Rohrpotentials auf unter 2000 V sind daher bei solchen Rohrleitungen nicht erforderlich.
- 2) Nach ÖVE/ÖNORM EN 50443 [1] darf der Wert von 2000 V nur überschritten werden, wenn die Anlage in der Lage ist, solchen Werten standzuhalten und eine Vereinbarung über diese Werte besteht.
- 3) Dies gilt bei unterwerksnahen Erdkurzschlüssen in Oberleitungsanlagen, bei denen eine Abschaltzeit von 0,1 s nicht überschritten wird.

4.4.2 Rohrleitungsanlagen im Potentialtrichter von Hochspannungs-erdungsanlagen

Grundsätzlich lassen sich die Schutzmaßnahmen an im Potentialtrichter von Hochspannungserdungsanlagen verlegten Rohrleitungen folgendermaßen einteilen:

- a) Isolierung der Rohrleitung
- b) Vermeiden von Potentialverschleppung durch Einbau von elektrischen Trennstellen
- c) Vermindern der abgreifbaren Spannung durch Isolierung von zugänglichen Stellen der Rohrleitung, Potentialsteuerung oder Standortisolierung; in solchen Fällen ist die Potentialverschleppung in entferntere Bereiche zu berücksichtigen

In Fällen, wo Rohrleitungsstationen oder oberirdisch zugängliche Armaturen von der Rohrleitung elektrisch nicht getrennt sind, ist die ohmsche Beeinflussung insbesondere in folgenden Fällen zu berücksichtigen:

- a) Freileitung ohne Erdseil mit Nennspannung von 110 kV und Abstand zum Mastmittelpunkt $\leq 100 \text{ m}$
- b) Freileitung mit Nennspannung über 110 kV und Abstand zum Mastmittelpunkt $\leq 100 \text{ m}$

- c) Kraftwerks-, Schalt- und Umspannanlagen mit Nennspannung über 110 kV und Abstand zur Umzäunung ≤ 150 m.

Bei Transformatorstationen mit Nennspannung ≤ 30 kV in einem Abstand von < 20 m können abhängig von der Sternpunktbehandlung (z. B. bei getrennter Hochspannungsschutzerde und Niederspannungsbetriebserde oder kurzzeitig niederohmiger Sternpunktterdung) ebenfalls Schutzmaßnahmen erforderlich sein.

4.5 Beeinflussungsspannungen an Fernmeldeanlagen

Berechnungsverfahren, Grenzwerte und Maßnahmen für Fernmeldekabel (Begleitkabel) des Rohrleitungsbetreibers, die parallel zur Rohrleitung verlegt sind, können aus [9] entnommen werden.

Bei Berechnungen ist zu berücksichtigen, dass die Rohrleitung im Allgemeinen eine reduzierende Wirkung auf die im Fernmeldekabel induzierte Spannung ausübt.

5. Konstruktive Maßnahmen zur Herabsetzung der Beeinflussungsspannungen

Die an beeinflussten Rohrleitungen eingesetzten elektrischen Geräte sind entsprechend den am Einsatzort zu erwartenden Beeinflussungsspannungen auszuwählen.

5.1 Maßnahmen an Rohrleitungen

5.1.1 Anschluss von Erdern

Entsprechend den Ergebnissen der Beeinflussungsuntersuchung sind entlang der Rohrleitung an den dafür ermittelten Stellen Erder mit den erforderlichen Ausbreitungswiderständen anzuordnen.

Beispiele für Erderwerkstoffe und ihre Mindestmaße für die mechanische Festigkeit sowie die Korrosionsbeständigkeit sind in [4] angegeben.

Verbindungsleitungen zwischen Rohrleitungen und Erdern müssen ausreichend mechanisch und thermisch belastbar sein. Der Mindestquerschnitt für isolierte Verbindungsleitungen beträgt 10 mm^2 Kupfer; ansonsten sind die Mindestquerschnitte für Erderwerkstoffe nach [4] zu berücksichtigen. Die Verbindungsleitungen müssen für Messzwecke an geeigneter Stelle aufgetrennt

werden können.

Beim direkten Anschluss an die Rohrleitung ist bei der Auswahl des Erdmaterials die elektrochemische Spannungsreihe zu berücksichtigen.

Bei kathodisch korrosionsgeschützten Rohrleitungen dürfen im Allgemeinen Erder nur über geeignete Ableiteinrichtungen (Trennfunkstrecken, Leistungshalbleiter, Polarisationszellen etc.) an die Rohrleitung angeschlossen werden. Bei der Auswahl der Ableiteinrichtungen ist auf die geforderte Ansprechwechselfrequenz zu achten. Ableiteinrichtungen müssen mindestens für den höchsten zu erwartenden Ableitstrom, der im Beeinflussungsfall über sie fließen kann, ausgelegt sein.

Horizontaler Erder dürfen unmittelbar im Rohrgraben verlegt werden. Ihr Abstand von der Rohrleitung soll jedoch nicht weniger als $0,3$ m betragen.

5.1.2 Potentialsteuerung und Isolierung des Standorts

Für eine örtliche Potentialsteuerung im Bereich von berührbaren Teilen der Rohrleitungsanlage (z. B. Armaturen) können Steuererder zur Verminderung der abgreifbaren Spannung mit dieser verbunden werden. Steuererder sind oberflächennah im Bereich des jeweiligen Standorts, von dem aus eine Person den betreffenden Teil der Rohrleitungsanlage berühren kann, zu verlegen. Für den Anschluss der Steuererder an die Rohrleitungsanlage ist Punkt 5.1.1 zu beachten.

Bei Anwendung der Potentialsteuerung ist zu beachten, dass gegenüber gleichzeitig berührbaren Teilen anderer Anlagen (z. B. andere Rohrleitungen, metallene Zäune), die nicht mit dem Potentialsteuererder verbunden sind, eine unzulässig hohe Potentialdifferenz auftreten kann. Ein Abgreifen dieser Potentialdifferenz muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

Zusätzlich ist bei der Verlegung der Potentialsteuererder sicherzustellen, dass keine Potentialverschleppung über andere in diesem Bereich vorhandene Einbauten erfolgt.

Zur Isolierung des Standorts muss der Widerstand zwischen dem Standort einer Person und dem Erdreich durch eine isolierende Zwischenlage derart erhöht werden, dass keine unzulässig hohen Spannungen an der Rohrleitungsanlage abgegriffen werden können. Die isolierende Zwischenlage muss so angeordnet sein, dass die Rohrleitung sowie mit ihr in Verbindung stehende Teile (z. B. Armaturen) nicht von Standorten außerhalb des isolierten Bereichs berührt werden können.

Beispiele für ausreichend isolierende Zwischenlagen sind:

- Schotterschichten von mindestens 10 cm Dicke
- Asphaltsschichten von mindestens 1 cm Dicke
- Isoliermatten von mindestens 2,5 mm Dicke

Bei Anwendung der Standortisolierung ist zu beachten, dass gegenüber gleichzeitig berührbaren Teilen anderer Anlagen (z. B. andere Rohrleitungen, metallene Zäune) eine unzulässig hohe Potentialdifferenz auftreten kann. Ein Abgreifen dieser Potentialdifferenz muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

5.1.3 Isolierung von zugänglichen Teilen der Rohrleitungsanlage

Wird als Maßnahme die Isolierung der Rohrleitung angewendet, so müssen zugängliche, nicht eingezäunte Bereiche von Rohrleitungen und mit ihnen leitend verbundene Anlagenteile, soweit sie z. B. von Brücken oder vom Erdboden aus berührbar sind, geeignet dauerhaft isolierend umhüllt werden.

5.1.4 Elektrische Trennstellen

Mit geeigneten elektrischen Trennstellen (z. B. Isolierstück, Isolierflanschverbindung) in Rohrleitungen können die induzierten Beeinflussungsspannungen verringert oder auf bestimmte Rohrleitungsbereiche beschränkt werden. In Sonderfällen kann es zweckmäßig sein, eine bereits bestehende elektrische Trennstelle mit oder ohne Ableiteinrichtung zu überbrücken, um eine Verringerung des Rohrleitungspotentials zu erreichen.

Wird eine elektrische Trennstelle überbrückt, muss der Leiterquerschnitt der Überbrückung ausreichend mechanisch und thermisch belastbar sein und einen Mindestquerschnitt von 10 mm² Kupfer aufweisen.

Für Gasleitungen wird der Einbau von elektrischen Trennstellen in der ÖVGW-Richtlinie G 24 [10] beschrieben.

5.2 Maßnahmen in Rohrleitungsstationen

Abhängig davon, ob eine Station mit der Rohrleitung verbunden ist oder nicht sind unterschiedliche Maßnahmen gegen abgreifbare Spannungen erforderlich.

5.2.1 Station mit der Rohrleitung elektrisch leitend verbunden

Ist die Station mit der Rohrleitung elektrisch leitend verbunden, sind folgende Maßnahmen anwendbar:

- Anschluss von Erdern nach 5.1.1 oder Einbeziehung in den örtlichen Potentialausgleich
- Potentialsteuerung oder Isolierung des Standorts nach 5.1.2
- Beschichtung oder Umhüllung der blanken Anlagenteile mit Isolierstoff nach 5.1.3
- Einbau von elektrischen Trennstellen nach 5.1.4.

5.2.2 Station von der Rohrleitung elektrisch getrennt

Ein Verschleppen des Rohrleitungspotentials auf die Anlagenteile der Station ist durch geeignete elektrische Trennstellen (z. B. Isolierstück, Isolierflanschverbindung) zu verhindern.

Bei zugänglichen Bereichen von Rohrleitungen muss jeweils rohrseitig vor der elektrischen Trennstelle zum Schutz vor abgreifbaren Spannungen entweder eine ausreichende Rohrisolierung oder eine Standortisolierung vorhanden sein.

Wird zur Verringerung des Rohrleitungspotentials die Rohrleitung rohrseitig vor der elektrischen Trennstelle mit anderen Rohrleitungen, die dann von der Station ebenfalls elektrisch getrennt sein müssen, verbunden, so ist hierfür eine thermisch ausreichend belastbare, isolierte Leitung mit einem Mindestquerschnitt von 10 mm² Kupfer zu verwenden.

5.3 Maßnahmen an Armaturen und Leitungszubehör

5.3.1 Ausblaseleitungen, Wassertöpfe, handbetätigte Armaturen und ähnliches Rohrleitungszubehör

Für öffentlich zugängliche Bereiche sind Maßnahmen nach 5.1.2 erforderlich.

Für nicht öffentlich zugängliche Bereiche sind bei Langzeitbeeinflussung ebenfalls konstruktive Maßnahmen erforderlich. Bei Kurzzeitbeeinflussungen durch Erdkurzschlussströme kann wegen der geringen Wahrscheinlichkeit des zeitlichen Zusammentreffens von gefährlichen Rohrleitungspotentialen und der Durchführung von Arbeiten auf konstruktive Maßnahmen verzichtet werden. Betriebliche Maßnahmen gemäß Punkt 6.2 sind zu berücksichtigen.

Anmerkung: Armaturen, Wassertöpfe und ähnliches Rohrleitungszubehör unter Straßenkappen, die ohne Werkzeug nicht geöffnet werden können, sind als nicht öffentlich zugänglich zu betrachten.

5.3.2 Elektrische Armaturenantriebe

Bei elektrischen Armaturenantrieben, die gegenüber der Rohrleitung isoliert sind, sind keine Maßnahmen erforderlich, ansonsten sind geeignete Maßnahmen gegen Spannungsverschleppungen zu setzen (z. B. Trenntransformator).

Für Steuerleitungen ist eine galvanische Trennung vorzusehen.

In öffentlich zugänglichen Bereichen wird die Verwendung von Schaltschränken oder Gehäusen aus Isolierstoff empfohlen.

5.3.3 Kathodische Korrosionsschutzanlagen

Für kathodische Korrosionsschutzanlagen sind Netztransformatoren mit einer verstärkten Isolierung der Ausgangswicklung vorzusehen. Dementsprechend sind für den gesamten Ausgangstromkreis eine verstärkte Isolierung und erhöhte Kriech- und Luftstrecken erforderlich. Zweckmäßig ist die Anwendung von Sperrgliedern für hohe Wechselspannungen (Drosseln, Überspannungsableiter, Widerstände und Kondensatoren) im Gleichstromausgang mit einer entsprechenden Isolierung gegen das Gehäuse, wodurch gleichzeitig auch ein Schutz des Gleichrichters gegen atmosphärische Überspannungen erreicht wird. Es sind bevorzugt hochspannungsfeste Schutzstromgeräte entsprechend ÖVGW G 20 [11] einzusetzen.

In öffentlich zugänglichen Bereichen wird die Verwendung von Schaltschränken oder Gehäusen aus Isolierstoff empfohlen.

5.3.4 Messstellen

Für Korrosionsschutzmessstellen an beeinflussten Rohrleitungen sind vorzugsweise Kunststoffgehäuse zu verwenden. Die Gehäuse dürfen sich nicht ohne Werkzeuge öffnen lassen.

5.4 Maßnahmen im Bereich von Erdungsanlagen und Freileitungsmasten

5.4.1 Näherungen

Die anzustrebenden Regelabstände und Mindestabstände sind in Punkt 3.2 festgelegt. Ist für die Isolierung der Rohrleitung eine Umhüllung mit einem entsprechenden Rechenwert erforderlich, kann dies beispielsweise mit einem mehrlagigen überlappten Umwicklungsverbund erreicht werden.

In Ausnahmefällen kann die Einhaltung des Mindestabstands auch durch eine geringfügige Abänderung der Erdungsanlage erreicht werden.

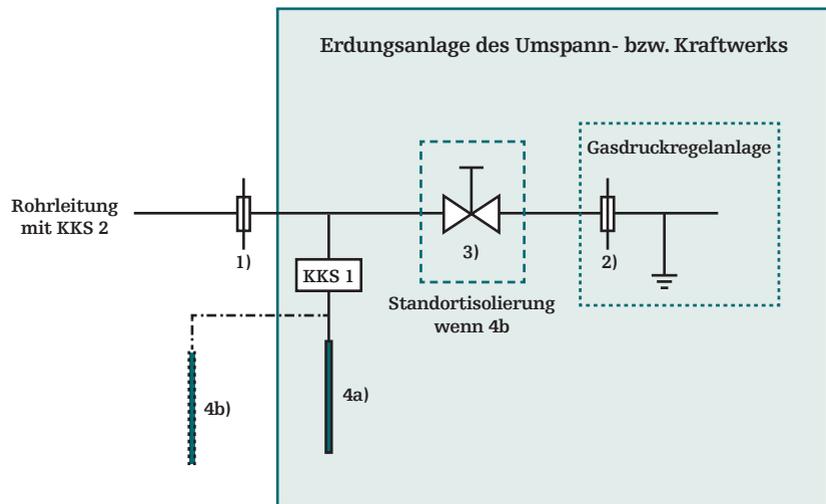
5.4.2 Einführungen in Kraftwerke, Schalt- und Umspannanlagen

Rohrleitungen, die in den Bereich einer Hochspannungserdungsanlage eingeführt werden, sind außerhalb dieses Bereichs durch Einbau von elektrischen Trennstellen (z. B. Isolierstücken) aufzutrennen oder aus nicht leitendem Material auszuführen.

In jenen Fällen, in denen der Einbau von elektrischen Trennstellen nicht möglich ist, sind geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen durch Potentialverschleppung zu setzen.

Die Prüfspannung eines Isolierstücks muss höher als die größtmögliche Erdungsspannung sein. Isolierstücke sind vorzugsweise außerhalb des Bereichs der Erdungsanlage mit einem Mindestabstand von 2 m vom äußersten Erder einzubauen. Auf beiden Seiten des Isolierstücks sind Maßnahmen gegen zufälliges Berühren der Rohrleitung zu treffen.

Ist es erforderlich, die Rohrleitung innerhalb der Hochspannungsanlage mit kathodischem Korrosionsschutz auszuführen, so ist die Anordnung der Schutzanoden innerhalb dieses Bereichs anzustreben. Ist dies nicht möglich, können zusätzliche Maßnahmen (z. B. Standortisolierung an zugänglichen Teilen der Rohrleitung oder der Einbau von Überspannungsableitern) erforderlich sein.



- 1) elektrische Trennstelle zur Vermeidung einer Spannungsverschleppung (mindestens 2 m vom äußersten Erder)
 - 2) elektrische Trennstelle zur Trennung des kathodisch geschützten Objekts von anderen metallischen Einbauten
 - 3) zugängliche Armatur
 - 4a) Anoden innerhalb des Bereichs der Erdungsanlage → keine weiteren Maßnahmen notwendig
 - 4b) Anoden außerhalb des Bereichs der Erdungsanlage → weitere Maßnahmen erforderlich (z. B. Standortisolierung)
- KKS 1 kathodische Korrosionsschutzanlage für Rohrleitungen innerhalb des Umspann- bzw. Kraftwerks
- KKS 2 kathodische Korrosionsschutzanlage für weiterführende Rohrleitungen

Abbildung 5-1: Beispiel für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes innerhalb einer Hochspannungsanlage

6. Maßnahmen bei Errichtung und Betrieb von Rohrleitungen

Während der Errichtung und im Betrieb von Rohrleitungen müssen über die bestehenden konstruktiven Maßnahmen hinaus erforderlichenfalls weitere Maßnahmen zum Schutz von Personen gesetzt werden.

6.1 Generelle Maßnahmen

Zur Vermeidung von Unfällen soll durch organisatorische Maßnahmen auf mögliche Gefahren aufmerksam gemacht werden. Eine entsprechende Unterweisung des Personals trägt hierzu wesentlich bei.

Es wird insbesondere auf nachfolgende Unterlagen verwiesen.

ÖVGW-Richtlinien:

- ÖVGW-Richtlinie GW 10, Maßnahmen zum Schutz von Versorgungsanlagen bei Bauarbeiten [12]
- ÖVGW-Richtlinie G 150, Arbeiten an in Betrieb befindlichen Erdgasleitungsanlagen [13]

Merblätter von Österreichs E-Wirtschaft:

- Anweisung für Kran- und Baggerfahrer in der Nähe elektrischer Freileitungen [14]
- Regeln für das Verhalten bei Arbeiten im Bereich elektrischer Anlagen [15]
- Merkblatt zum Schutz von Kabeln bei Erdarbeiten [16]

Vor Grabungsarbeiten ist eine Leitungsauskunft bei den entsprechenden Netzbetreibern einzuholen.

6.1.1 Gegenseitige Verständigung

Unmittelbar vor Beginn von Arbeiten oder dem Einsatz von Baumaschinen im Bereich von elektrischen Anlagen (Freileitungen und Kabeln einschließlich Oberleitungsanlagen), wenn der Abstand nach Abschnitt 3.2.1 unterschritten wird, sind die zuständigen Netz- und Bahnbetreiber nochmals zu verständigen. Gegenseitige Verständigungsmöglichkeiten während der Arbeiten sind zu vereinbaren.

6.1.2 Verhalten bei der Annäherung an Freileitungen und Kabel

Bei Arbeiten im Bereich von elektrischen Freileitungen und Kabeln sind diese grundsätzlich als unter Spannung stehend zu betrachten.

Die größte Gefahr für Personen besteht unabhängig von Spannung und Sternpunktbehandlung des Hochspannungsnetzes bei Berührung spannungsführender Leiterseile durch Baumaschinen. Daher muss eine unzulässige Annäherung durch ausreichenden Abstand, Begrenzung der Höhe und Ausladung der im Bereich von Hochspannungsfreileitungen arbeitenden Baumaschinen und den Einsatz einer bauseitigen Aufsicht verhindert werden. Die von den Leiterseilen - auch von Oberleitungsanlagen - einzuhaltenen Mindestabstände sind in den entsprechenden Normen [17, 18] festgelegt. In besonderen Fällen kann es erforderlich sein, eine Freileitung für die Dauer der Arbeiten freizuschalten oder im Einvernehmen mit dem Betreiber der Freileitung andere geeignete Maßnahmen zu treffen.

6.1.3 Trennung von Rohrleitungs- und Hochspannungsanlagen

Zwischen einer Rohrleitung, daran angeschlossenen Erdern und Teilen von Hochspannungsanlagen, wie Gerüste, Maste, Erder, Schienen usw. dürfen im Regelfall keine leitenden Verbindungen hergestellt werden. Werden Erder im Zuge von Bauarbeiten freigelegt, ist der betreffende Anlagenbetreiber zu benachrichtigen. Die Art der Abhilfemaßnahme, z. B. Isolieren oder Umlegen des Erders wird von diesem Anlagenbetreiber festgelegt.

6.1.4 Verhalten bei Gewitter

Bei Gewitter besteht eine erhöhte Gefährdung bei Arbeiten an metallenen Rohrleitungen, weshalb Arbeiten an einer durchgehend verschweißten Rohrleitung eingestellt werden sollten.

6.1.5 Verhalten bei fühlbaren Berührungsspannungen

Auch bei Arbeiten an Rohrleitungen, bei denen das rechnerisch oder messtechnisch ermittelte Rohrleitungspotential bei Langzeitbeeinflussung geringer als 60 V ist, können fühlbare Berührungsspannungen auftreten, die das Arbeiten beeinträchtigen. In diesem Fall kann durch einfache Maßnahmen wie z. B. Standortortisolierung oder geeignete persönliche Schutzausrüstung Abhilfe geschaffen werden.

6.2 Maßnahmen beim Überschreiten der Grenzwerte für das Rohrleitungspotential

6.2.1 Unterweisung

Vor Arbeitsaufnahme muss das auf der Baustelle tätige Personal über die Gefährdungen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen unterwiesen werden.

6.2.2 Rohrleitungspotential bei Langzeitbeeinflussung über 60 V bzw. bei Kurzzeitbeeinflussung über 1500 V

Abhängig von der Art der Tätigkeit können folgende Maßnahmen zum Schutz von Personen ergriffen werden:

- geeignete persönliche Schutzausrüstung (z. B. PVC-Sicherheitsstiefel und wasserabweisende Schutzbekleidung in feuchten Baugruben, isolierende Handschuhe)
- Unterlagen aus nichtleitendem Material bei Arbeiten im Sitzen und Liegen (z. B. Gummi- oder Kunststoffschutzmatten mit einer Stärke von mindestens 2,5 mm)
- isoliertes Werkzeug (z. B. isolierte Schraubenschlüssel, isolierte Schraubendreher)
- Potentialsteuerung
- Anschluss von Erdern zur Verringerung des Rohrpotentials
- Potentialausgleich

Eine geeignete Kombination dieser Maßnahmen kann zweckmäßig sein.

6.3 Maßnahmen bei in Bau befindliche Rohrleitungen

Verschweißte Rohrstränge, die oberirdisch, z. B. auf Hölzern, gelagert werden, stellen gegenüber Erde isolierte Leiter dar. Sie können im Nahbereich von Hochspannungsfreileitungen kapazitiv und induktiv beeinflusst werden, weshalb abhängig von der Länge die nachfolgend angeführten Maßnahmen erforderlich sind.

6.3.1 Maßnahmen beim Überschreiten von Grenzlängen

Bei Lagerung in unmittelbarer Nähe parallel zu einer beeinflussenden Hochspannungsfreileitung sind bei kapazitiver und induktiver Kopplung Maßnahmen erforderlich, wenn die Grenzlängen nach 4.2.5 überschritten werden.

Rohrstränge, deren Länge die ermittelte Grenzlänge übersteigt, sind wie folgt zu erden:

- Bei kapazitiver Beeinflussung sind zwei Erder – vorzugsweise an den beiden Abschnittsenden – von jeweils etwa 1 m Länge ausreichend.
- Bei induktiver Beeinflussung sind mehrere Erder etwa gleichmäßig entlang des Rohrstranges anzuschließen, um die Grenzwerte für das Rohrleitungspotential nach Tabelle 4-2 einzuhalten.

Dem Baufortschritt in der Leitungstrasse entsprechend sind Erder und Steuererder einzubauen und mit der Rohrleitung zu verbinden. Dabei ist die Verbindungsleitung zuerst am Erder und erst danach an der Rohrleitung anzuschließen.

Bei der Anordnung dieser Erder ist der anzustrebende Regelabstand zu Freileitungen zu beachten.

6.3.2 Maßnahmen beim Verbinden oder Trennen von Rohrleitungsabschnitten

Vor dem Verbinden oder Trennen von Rohrleitungsabschnitten bzw. von Rohrleitung und Armaturen aus metallischem Werkstoff ist zum Schutz gegen gefährliche Spannungsdifferenzen eine Überbrückung durch einen geeignet dimensionierten isolierten Leiter (z. B. bei Gasleitungen gemäß ÖVGW G150 [13]) herzustellen.

Rohrstränge sind vor dem Einbringen in den Rohrgraben mit der im Rohrgraben liegenden Rohrleitung durch einen isolierten Leiter elektrisch leitend zu verbinden. Nach Herstellung der definitiven Verbindung kann dieser Leiter wieder entfernt werden.

6.4 Maßnahmen gegen Beeinflussung bei Arbeiten an Rohrleitungseinführungen in Kraftwerken, Schalt- und Umspannanlagen

Werden an einem die Rohrleitung von der Hochspannungserdungsanlage trennenden Isolierstück, das auf Grund von zu erwartenden Beeinflussungen eingebaut wurde, Arbeiten durchgeführt, so sind Maßnahmen nach Abschnitt 6.2 – ausgenommen sind hier das Erden der Rohrleitung, der Potentialausgleich und die Potentialsteuerung – durchzuführen. Ein gleichzeitiges Berühren der Rohrleitung und der an der Erdungsanlage geerdeten Teile ist zu verhindern.

Wurde das Isolierstück im Bereich der Erdungsanlage angeordnet, so gilt dies auch für Arbeiten am Rohrleitungsstück zwischen dem Isolierstück und der

Grenze des Bereichs der Erdungsanlage. Zufallsverbindungen zwischen Rohrleitung und Erdungsanlage sind zu vermeiden.

Die gleichen Maßnahmen können in Hinblick auf den Spannungstrichter der Erdungsanlage erforderlich sein, wenn Arbeiten am Rohrleitungsabschnitt innerhalb eines Bereichs von 150 m gemessen vom Rand der Erdungsanlage durchgeführt werden müssen.

7. Literaturverzeichnis

- [1] ÖVE/ÖNORM EN 50443:2012, Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussung von Hochspannungswechselstrombahnen und / oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen.
- [2] ÖNORM EN 10288:2003, Stahlrohre und Formstücke für erd- und wasser- verlegte Rohrleitungen – Im Zweischichtverfahren extrudierte Polyethylen- umhüllung.
- [3] DIN 30670:2012, Polyethylen-Umhüllungen von Rohren und Formstücken aus Stahl - Anforderungen und Prüfungen.
- [4] ÖVE/ÖNORM EN 50522:2011, Erdung von Starkstromanlagen mit Nenn- wechselfspannungen über 1 kV.
- [5] ÖVE/ÖNORM EN 50162:2005, Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen.
- [6] Technische Empfehlung Nr. 7 (2014): Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstroman- lagen und Wechselstrom-Bahnanlagen. Schiedsstelle für Beeinflussungs- fragen (SfB).
- [7] Muckenhuber, R.: Die induktive Beeinflussung von Rohrleitungen durch Hochspannungsleitungen. ÖZE 21. Jg. (1968), H. 6, S. 273 ... 280.
- [8] Guide on the Influence of High Voltage AC Power Systems on Metallic Pipelines, CIGRE 1995.
- [9] ÖVE-B 1/1976, Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrom- anlagen mit Nennspannungen über 1 kV.
- [10] ÖVGW G 24:2007, Elektrische Trennstellen – Einbau und Situierung, Technische Regel.
- [11] ÖVGW G 20:2000, Kathodischer Korrosionsschutz – Planung und Errich- tung; Planung und Errichtung von kathodischen Korrosionsschutzanlagen für erdverlegte Gasleitungen aus Stahlrohren und für Lagerbehälter aus Stahl.
- [12] ÖVGW GW 10:2003, Maßnahmen zum Schutz von Versorgungsanlagen bei Bauarbeiten.
- [13] ÖVGW G 150:2006 Arbeiten an in Betrieb befindlichen Erdgasleitungs- anlagen – Organisatorische und Sicherheitstechnische Maßnahmen.
- [14] Merkkarte „Anweisung für Kran- und Baggerfahrer in der Nähe elek- trischer Freileitungen“, Österreichs E-Wirtschaft Akademie Verlag, Bestell- nummer 502/303.
- [15] Merkkarte „Regeln für das Verhalten bei Arbeiten im Bereich elektrischer Anlagen“, Österreichs E-Wirtschaft Akademie GmbH Verlag, Bestellnum- mer 501/113.
- [16] Merkblatt zum „Schutz von Kabeln bei Erdarbeiten“, Österreichs E-Wirtschaft Akademie GmbH Verlag Verlag, Bestellnummer 206/004.
- [17] ÖVE/ÖNORM EN 50110-1(EN 50110-2-100 eingearb.): 2008, Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 1: Europäische Norm – Teil 2-100: Nationale Ergänzungen.
- [18] ÖVE/ÖNORM EN 50122-1:2011, Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnah- men gegen elektrischen Schlag.

Impressum

Herausgeber: Österreichs E-Wirtschaft, Brahmplatz 3, 1040 Wien

Eigentümer und Verlag: Österreichs E-Wirtschaft Akademie GmbH, Brahmplatz 3, 1040 Wien

Tel +43 1 501 98-304, Fax +43 1 501 98-902

akademie@oesterreichsenergie.at, www.akademie.oesterreichsenergie.at

Trotz sorgfältiger Prüfung wird keine Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit übernommen.

Außer für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit ist jegliche Haftung von Herausgeber und Medieninhaber aus dem Inhalt dieses Werks ausgeschlossen. Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte vorbehalten. © 2014

Bestellnummer: 305/300e

ISBN: 978-3-902222-64-0