E DIN EN ISO 24695:2026-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-03-13

Öl- und Gasindustrie einschließlich kohlenstoffarmer Energieträger - Auswirkungen von Hochspannungs-Gleichstrom-Interferenzen auf erdverlegte Rohrleitungen - Umzusetzende Maßnahmen (ISO/DIS 24695:2026); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 24695:2026

Oil and gas industries including lower carbon energy - The effects of High Voltage DC interference to buried pipelines - Measures to be implemented (ISO/DIS 24695:2026); German and English version prEN ISO 24695:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Vorwort ... 10

Einleitung ... 11

1 Anwendungsbereich ... 12

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe ... 12

4 Symbole und Abkürzungen ... 17

5 Definition einer HGÜ-Anlage ... 17

6 Quellen der Beeinflussung ... 18
6.1 Allgemeines ... 18
6.2 Gleichspannungsbeeinflussung ... 18
6.3 Elektromagnetische Beeinflussung (EMI) ... 19
6.4 Stromrichter ... 20
6.5 HGÜ-Freileitungen (Normalbetrieb und Fehlerzustandsbedingungen) ... 20
6.5.1 Induktive Kopplung ... 20
6.5.2 Leitende Kopplung ... 20
6.5.3 Bedingungen des Normalbetriebs ... 20
6.5.4 Wartungsbetrieb ... 21
6.5.5 Bedingungen des nicht bestimmungsgemäßen Betriebs ... 21
6.5.6 Fehlerzustandsbedingungen ... 21
6.6 HGÜ-Erdkabel (Normalbetrieb und Fehlerzustandsbedingungen) ... 21
6.6.1 Allgemeines ... 21
6.6.2 Bedingungen des Normalbetriebs ... 22
6.6.3 Fehlerzustandsbedingungen ... 22
6.6.4 Induktive Kopplung ... 22
6.6.5 Leitende Kopplung ... 22
6.7 Erdelektrode ... 22
6.8 Erdelektrodenleitung ... 22
6.9 Korona ... 23

7 Messungen und Berechnungen der Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen ... 23
7.1 Allgemeines ... 23
7.2 Berechnungen während der Planungs- und Konstruktionsphase ... 24
7.2.1 Gleichspannungsbeeinflussung ... 24
7.2.2 Elektromagnetische Beeinflussung (EMI) ... 26
7.3 Messungen während der Betriebsphase ... 27
7.4 Bereich der Beeinflussung und Sicherheitsabstände (Gleichspannungsbeeinflussung) ... 28

7.5 Bereich der Beeinflussung und Sicherheitsabstände (EMI) ... 28
8 Auswirkungen der Beeinflussung durch HGÜ-Anlagen und Klassifizierung des Risikos ... 29
9 Beeinflussung von erdverlegten Rohrleitungen durch monopolare HGÜ-Anlagen ... 29
9.1 Risikoniveau der Gleichspannungsbeeinflussung – monopolare Anlagen ... 29
9.2 EMI-Risiken – monopolare Anlagen ... 30
9.2.1 Bedingungen des Normalbetriebs ... 30
9.2.2 Vorübergehende Gleichstrom-Fehlerzustandsbedingungen ... 31
10 Beeinflussung von Rohrleitungen durch bipolare HGÜ-Anlagen ... 32
10.1 Risikoniveau der Gleichspannungsbeeinflussung – bipolare Anlagen (Normalbetrieb) ... 32
10.2 EMI-Risiken – bipolare Anlagen ... 33
10.2.1 Bedingungen des Normalbetriebs ... 33
10.2.2 Vorübergehende Gleichstrom-Fehlerzustandsbedingungen ... 34
11 Schutzkriterien ... 35
11.1 Schutzkriterien (Gleichspannungsbeeinflussung) ... 35
11.1.1 Anodische Beeinflussung ... 35
11.1.2 Kathodische Beeinflussung ... 36
11.1.3 Schutzkriterien (EMI) ... 36
12 Thermischer Einfluss der HGÜ-Anlage ... 36
13 HGÜ-Projekte und bestehende angrenzende Infrastruktur ... 37
14 Austausch von Betriebsinformationen und Koordination von Rohrleitungen und HGÜ-Anlagen ... 37
14.1 Austausch von Betriebsinformationen ... 37
14.2 Normalbetrieb ... 39
14.2.1 Maßnahmen des Betreibers und mögliche Auswirkungen auf HGÜ-Anlagen ... 39
14.2.2 Maßnahmen des HGÜ-Betreibers mit möglichem Einfluss auf Rohrleitungen ... 40
14.3 Notbetrieb ... 40
14.3.1 Außergewöhnlicher Betrieb von Rohrleitungssystemen ... 40
14.3.2 HGÜ-Anlagen ... 40
14.4 Änderungen an Kreuzungsstellen und Bereichen mit nahe beieinander liegenden Anlagenteilen ... 40
Anhang A (informativ) HGÜ-KONFIGURATIONEN ... 41
A.1 Allgemeines ... 41
A.2 Gleichstrom-Neutralpunkt-Erdung ... 41
A.3 Konfiguration von HGÜ-Anlagen ... 42
A.3.1 Monopolare Anlagen ... 42
A.3.2 Bipolare Anlagen ... 43
A.3.3 Reihengeschaltete Stromrichterstationen ... 45
A.4 Multipol-HGÜ-Anlagen ... 46
Anhang B (informativ) KORONA ... 48
B.1 Allgemeines ... 48
B.1.1 Zusammenfassung der Koronaeffekte an HGÜ-Anlagen ... 48
B.1.2 Zusammenfassung der Abschwächungsmaßnahmen für Koronaeffekte in HGÜ-Anlagen ... 49
Anhang C (informativ) Anforderungen an die Kompetenz von Fachpersonal, das die HGÜ-Beeinflussung von Rohrleitungssystemen bewertet ... 50
C.1 Allgemeines ... 50
C.2 Anforderungen an die Kenntnisse ... 50
C.3 Anforderungen an die Fertigkeiten ... 51
C.4 Anforderungen an die Erfahrung ... 51
C.5 Berufsbezogene Attribute ... 51
C.6 Bestätigung der Kompetenz ... 52
C.7 Zusammenfassung der technischen Fähigkeiten ... 52
C.7.1 Grundlegende Fähigkeiten ... 52
C.7.2 Fortgeschrittene Fähigkeiten/Sachkunde ... 53

Anhang D (informativ) Erdungsspannung ... 54
D.1 Allgemeines ... 54
D.2 Verständnis der Kapazität in HGÜ-Anlagen ... 54
D.3 Modellierung des Kapazitätsbeitrages ... 54
D.4 Mathematische Darstellung ... 54
D.5 Einbindung der Kapazität in Berechnungen der Erdungsspannung (GPR/EPR) ... 55
D.6 Erdungsspannung (GPR/EPR) ... 55
D.7 Methodik der Berechnung ... 56
D.7.1 Festlegung des Fehlerstroms in Abhängigkeit von der Zeit ... 56
D.7.2 Berechnung der Erdungsspannung (GPR/EPR) über die Zeit ... 56
D.8 Zentrale Erwägungen ... 56

Anhang E (informativ) BARNES-SCHICHT ... 57
E.1 Allgemeines ... 57
E.2 Beschränkungen ... 57
E.3 Beispielhafte Berechnung: ... 57

Anhang F (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Bodenpotentials gegen ferne Erde durch Messungen des Spannungsanstiegs ... 59
F.1 Allgemeines ... 59
F.2 Messprinzip ... 59
F.3 Messanordnung ... 60
F.4 Bestimmung des Abstandes zur Stromquelle ... 60
F.5 Bestimmung der Proportionalitätskonstante ... 61
F.6 Rekonstruktion des Potentialfeldes ... 61

Anhang G (informativ) Grundsätze des Einflusses von Gleichstrom aus externen Quellen auf erdverlegte metallische Rohrleitungen ... 62
G.1 Allgemeines ... 62
G.2 Grundsätze des Einflusses von Gleichstrom aus externen Quellen auf erdverlegte metallische Bauteile ... 64

Anhang H (informativ) Technische Maßnahmen für die Konstruktionsphase der HGÜ-Anlage ... 66
H.1 Allgemeines ... 66
H.2 Technische Maßnahmen ... 66

Anhang I (informativ) Sicherheitsabstände unter Gleichspannungsbeeinflussung ... 68
I.1 Allgemeines ... 68
I.2 Beschreibung der Methodik ... 68
I.3 Berechnung des Potentials zwischen Rohr und Erdboden ... 70
I.4 Berechnung des Widerstandes von Beschichtungsfehlern ... 70
I.5 Berechnung des Stroms durch den Beschichtungsfehler ... 71
I.6 Abschätzung der Korrosion unter Anwendung des Faradayschen Gesetzes ... 71
I.7 Abschätzung des benötigten Sicherheitsabstandes ... 72

Anhang J (informativ) Sicherheitsabstand unter gleichstromseitigen Fehlerzustandsbedingungen (induktive Kopplung) ... 73
J.1 Allgemeines ... 73
J.2 Anmerkungen ... 73
J.3 Beispiel ... 73
J.3.1 Anordnung ... 73
J.3.2 Konzept der Grenzlänge ... 74

Literaturhinweise ... 78

Bilder

Bild 1 — Aufbau einer HGÜ-Anlage (vereinfachte Darstellung) ... 18

Bild A.1 — Typische monopolare und bipolare Konfigurationen ... 41

Bild A.2 — Symmetrischer Monopol **42**

Bild A.3 — Schematische Darstellung einer unsymmetrischen Monopol-HGÜ-Anlage mit Rückleitung über die Erde oder Meerwasser **43**

Bild A.4 — Schematische Darstellung einer unsymmetrischen Monopol-HGÜ-Anlage mit metallischer Rückleitung **43**

Bild A.5 — Schematische Darstellung einer an beiden Enden geerdeten bipolaren HGÜ-Anlage (mit Rückleitung über die Erde oder Meerwasser) **44**

Bild A.6 — Schematische Darstellung einer an einem Ende geerdeten bipolaren HGÜ-Anlage (mit metallischer Rückleitung) **45**

Bild A.7 — Schematische Darstellung einer an einem Ende geerdeten bipolaren HGÜ-Anlage (fest bipolar) **45**

Bild A.8 — Schematische Darstellung einer reihengeschalteten Stromrichterstation **46**

Bild A.9 — Schematische Darstellung einer Multipol-HGÜ-Anlage **47**

Bild G.1 — Darstellung eines Rohrleitungsabschnittes mit 2 Beschichtungsfehlern in einem durch eine Punktquelle erzeugten anodischen Spannungsanstieg **63**

Bild G.2 — Darstellung eines Rohrleitungsabschnittes mit 2 Beschichtungsfehlern in einem durch eine Punktquelle erzeugten kathodischen Spannungsanstieg **64**

Bild I.1 — In eine beliebige Richtung verlaufende Rohrleitung mit einem Abstand y zur Elektrode **69**

Bild J.1 — Anordnung **74**

Bild J.2 — Beispielhafte Darstellung mit den Daten aus Tabelle J.2 ..... **77**

Tabellen

Tabelle 1 — Typische Informationen, die zur Durchführung der vorläufigen Bewertung der Gleichspannungsbeeinflussung benötigt werden **25**

Tabelle 2 — Typische Informationen, die zur Durchführung der vorläufigen Bewertung der elektromagnetischen Beeinflussung (EMI) benötigt werden **26**

Tabelle 3 — Klassifizierung der Risiken der Gleichspannungsbeeinflussung — monopolare HGÜ-Anlagen (Normalbetrieb) **30**

Tabelle 4 — EMI-Risiken während des Normalbetriebs — monopolare HGÜ-Anlagen **31**

Tabelle 5 — EMI-Risiken während des Betriebes unter vorübergehenden Fehlerzustandsbedingungen — monopolare HGÜ-Anlage **31**

Tabelle 6 — Risikoniveau der Gleichspannungsbeeinflussung — bipolare Anlagen **33**

Tabelle 7 —EMI-Risiken während des Normalbetriebs — bipolare HGÜ-Anlagen **34**

Tabelle 8 — EMI-Risiken während des Betriebes unter vorübergehenden Fehlerzustandsbedingungen — bipolare HGÜ-Anlage **35**

Tabelle 9 — Zulässige positive Potentialverschiebung ΔU im Fall der anodischen Beeinflussung bei erdverlegten Metallstrukturen ohne kathodischen Korrosionsschutz 35

Tabelle E.1 — Beispielhafte Berechnung 58

Tabelle J.1 — Tabelle, die die berechneten Werte für d $Z_{m(d)}$ und L enthält 75

Tabelle J.2 — Eingabedaten 76