

DIN EN ISO 21809-1

ICS 23.040.10; 75.200; 87.040

Entwurf

Einsprüche bis 2017-08-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 21809-1:2011-10

**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in
Transportsystemen –
Teil 1: Polyolefinumhüllungen (3-Lagen-PE und 3-Lagen-PP)
(ISO/DIS 21809-1:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 21809-1:2017**

Petroleum and natural gas industries –
External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems –
Part 1: Polyolefin coatings (3-layer PE and 3-layer PP) (ISO/DIS 21809-1:2017);
German and English version prEN ISO 21809-1:2017

Industries du pétrole et du gaz naturel –
Revêtements externes des conduites enterrées ou immergées utilisées dans les systèmes de
transport par conduites –
Partie 1: Revêtements à base de polyoléfines (PE tricouche et PP tricouche)
(ISO/DIS 21809-1:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 21809-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an noeg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG), 10772 Berlin,
Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 137 Seiten

DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)
DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21809-1:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECIS/TC 110 „Stahlrohre und Fittings für Eisen- und Stahlrohre“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der NA 109-00-02 AA „Fernleitungssysteme — Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 2“ im DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 179-1	siehe DIN EN ISO 179-1
ISO 179-2	siehe DIN EN ISO 179-2
ISO 306	siehe DIN EN ISO 306
ISO 527-2	siehe DIN EN ISO 527-2
ISO 527-3	siehe DIN EN ISO 527-3
ISO 868	siehe DIN EN ISO 868
ISO 1133-1	siehe DIN EN ISO 1133-1
ISO 1183 (all parts)	siehe DIN EN ISO 1183 (alle Teile)
ISO 1872-2	siehe DIN EN ISO 1872-2
ISO 2808	siehe DIN EN ISO 2808
ISO 2811 (all parts)	siehe DIN EN ISO 2811 (alle Teile)
ISO 3251	siehe DIN EN ISO 3251
ISO 4892-2:2006	siehe DIN EN ISO 4892-2:2006-06
ISO 8130-2	siehe DIN EN ISO 8130-2
ISO 8130-3	siehe DIN EN ISO 8130-3
ISO 8501-1:2007	siehe DIN EN ISO 8501-1:2007-12
ISO 8502-3	siehe DIN EN ISO 8502-3
ISO 8502-6	siehe DIN EN ISO 8502-6
ISO 8502-9	siehe DIN EN ISO 8502-9
ISO 8503-4	siehe DIN EN ISO 8503-4
ISO 8503-5	siehe DIN EN ISO 8503-5
ISO 10350-1:2007	siehe DIN EN ISO 10350-1:2010-01
ISO 11124 (all parts)	siehe DIN EN ISO 11124 (alle Teile)
ISO 11126 (all parts)	siehe DIN EN ISO 11126 (alle Teile)
ISO 11357 (all parts)	siehe DIN EN ISO 11357 (alle Teile)
ISO 15512	siehe DIN EN ISO 15512
ISO 80000-1	siehe DIN EN ISO 80000-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 21809-1:2011-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden überarbeitet;
- b) Begriffe und Abkürzungen wurden erweitert und überarbeitet;
- c) alle Tabellen wurden überarbeitet;
- d) Erläuterungen zu Beschichtungsklassen wurden in 7.2 ergänzt;
- e) Abschnitt 8 „Qualifizierungsprozess“ wurde eingefügt;
- f) Abschnitt 9.2 wurde entfernt;
- g) Abschnitt 11 wurde inhaltlich erweitert und korrigiert (Reinigungs-ausrüstung);
- h) Abschnitt A wurde inhaltlich ergänzt (Testinstrumente und Messpunkte);
- i) Abschnitt C.5 wurde entfernt;
- j) Abschnitt F.3 wurde inhaltlich detailliert (Prüfkräfte);
- k) Abschnitt G wurde inhaltlich erweitert (Probenahme);
- l) Abschnitt H wurde inhaltlich überarbeitet (Ausrüstung und Prüfprozess);
- m) Abschnitt J.3 wurde inhaltlich erweitert (Verarbeitungstemperatur);
- n) Abschnitt L wurde inhaltlich überarbeitet (Prüfprozess);
- o) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 179-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung*

DIN EN ISO 179-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 2: Instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung*

DIN EN ISO 306, *Kunststoffe — Thermoplaste — Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST)*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 527-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln*

DIN EN ISO 868, *Kunststoffe und Hartgummi — Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)*

DIN EN ISO 1133-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren*

DIN EN ISO 1183 (alle Teile), *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen*

DIN EN ISO 1872-2, *Kunststoffe — Polyethylen (PE)-Formmassen — Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften*

DIN EN ISO 2808, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke*

DIN EN ISO 2811 (alle Teile), *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Dichte*

DIN EN ISO 3251, *Beschichtungsstoffe und Kunststoffe — Bestimmung des Gehaltes an nichtflüchtigen Anteilen*

DIN EN ISO 4892-2:2006-06, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 4892-2:2006*

DIN EN ISO 8130-2, *Pulverlacke — Teil 2: Bestimmung der Dichte mit einem Gasvergleichspyknometer (Schiedsverfahren)*

DIN EN ISO 8130-3, *Pulverlacke — Teil 3: Bestimmung der Dichte mit einem Pyknometer durch Flüssigkeitsverdrängung*

DIN EN ISO 8501-1:2007-12, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen (ISO 8501-1:2007); Deutsche Fassung EN ISO 8501-1:2007*

DIN EN ISO 8502-3, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit — Teil 3: Beurteilung von Staub auf für das Beschichten vorbereiteten Stahloberflächen (Klebeband-Verfahren)*

DIN EN ISO 8502-6, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Prüfungen zum Bewerten der Oberflächenreinheit — Teil 6: Lösen von wasserlöslichen Verunreinigungen zur Analyse — Bresle-Verfahren*

DIN EN ISO 8502-9, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit — Teil 9: Feldverfahren zur Bestimmung von wasserlöslichen Salzen durch Leitfähigkeitsmessung*

DIN EN ISO 8503-4, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen — Teil 4: Verfahren zur Kalibrierung von ISO-Rauheitsvergleichsmustern und zur Bestimmung der Rauheit — Tastschnittverfahren*

DIN EN ISO 8503-5, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen — Teil 5: Abdruckverfahren zum Bestimmen der Rauheit*

DIN EN ISO 10350-1:2010-01, *Kunststoffe — Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte — Teil 1: Formmassen (ISO 10350-1:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10350-1:2008*

DIN EN ISO 11124 (alle Teile), *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Anforderungen an metallische Strahlmittel*

DIN EN ISO 11126 (alle Teile), *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Anforderungen an nichtmetallische Strahlmittel*

DIN EN ISO 11357 (alle Teile), *Kunststoffe — Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC)*

DIN EN ISO 15512, *Kunststoffe — Bestimmung des Wassergehaltes*

DIN EN ISO 80000-1, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines*

— Leerseite —

Erdöl- und Erdgasindustrie — Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in Transportsystemen — Teil 1: Polyolefinumhüllungen (3-Lagen-PE und 3-Lagen-PP) (ISO/DIS 21809-1:2017)

Industries du pétrole et du gaz naturel — Revêtements externes des conduites enterrées ou immergées utilisées dans les systèmes de transport par conduites — Partie 1: Revêtements à base de polyoléfines (PE tricouche et PP tricouche) (ISO/DIS 21809-1:2017)

Petroleum and natural gas industries — External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems — Part 1: Polyolefin coatings (3-layer PE and 3-layer PP) (ISO/DIS 21809-1:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Konformität	9
2.1 Runden	9
2.2 Vereinbarkeit	9
3 Normative Verweisungen	9
4 Begriffe	11
5 Symbole und Abkürzungen	14
5.1 Symbole	14
5.2 Abkürzungen	15
6 Vom Besteller bereitgestellte Informationen	15
6.1 Allgemeine Informationen	15
6.2 Zusätzliche Informationen	16
7 Klassifizierung der Umhüllung	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Umhüllungsklassen	17
7.3 Schichtdickeklassen	17
8 Qualifizierungsprozesse	18
8.1 Allgemein – Qualifizierungsplan	18
8.2 Spezifikation der Beschichtungsprozedur	20
8.3 Vorfertigungs-Prozess (PPT)	21
8.4 Prüf- und Testplan (ITP)	21
8.5 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung (PQT)	22
9 Qualifizierung des Umhüllungsmaterials	22
9.1 Zusammensetzung des Umhüllungssystems	22
9.2 Qualifizierung der Umhüllungsmaterialien	22
9.2.1 Allgemeine Anforderungen	22
9.2.2 Epoxidharze	23
9.2.3 Haftmittel	24
9.2.4 PE/PP-Decklagenmaterial	24
9.3 Chargenzeugnis	25
9.4 Handhabung und Lagerung von Umhüllungsmaterialien	27
10 Qualifizierung des Umhüllungssystems	27
10.1 Allgemeines	27
10.2 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung und Vorfertigungs-Prozess	28
10.2.1 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung (PQT)	28
10.2.2 Vorfertigungs-Prozess (PPT)	28
10.3 Prüf- und Testplan (ITP)	28
11 Aufbringen des Umhüllungssystems	29
11.1 Allgemeines	29

11.2	Oberflächenvorbereitung.....	29
11.2.1	Erste Behandlung.....	29
11.2.2	Strahlreinigung – Reinheit und Rauhtiefe.....	29
11.2.3	Verunreinigung der Oberfläche durch Staub.....	30
11.2.4	Oberflächenvorbehandlung und Verunreinigung mit Salz.....	30
11.3	Aufbringung der Beschichtung.....	30
11.3.1	Allgemeines.....	30
11.3.2	Aufbringen des Epoxidharzes.....	31
11.3.3	Aufbringen des Haftmittels.....	31
11.3.4	Aufbringen von PE/PP.....	31
11.3.5	Aufbringen einer rauen Oberfläche (Rough Coat).....	31
11.4	Rückschnitt.....	31
12	Prüfung und Testung.....	32
12.1	Allgemeines.....	32
12.2	Wiederholungsprüfung.....	34
13	Umhüllungsreparaturen.....	34
14	Kennzeichnung.....	35
14.1	Allgemeines.....	35
14.2	Erforderliche Kennzeichnung.....	35
15	Handhabung und Lagerung im Werk des Beschichters.....	35
15.1	Handhabung.....	35
15.2	Lagerung.....	35
16	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung.....	36
Anhang A (normativ) Prüfung der Schichtdicken.....		37
A.1	Allgemeines.....	37
A.2	Geräte.....	37
A.3	Verfahren.....	37
A.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	37
Anhang B (normativ) Prüfung auf Umhüllungsfehlstellen.....		38
B.1	Allgemeines.....	38
B.2	Geräte.....	38
B.3	Verfahren.....	38
B.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	38
Anhang C (normativ) Schälwiderstandsprüfung.....		39
C.1	Allgemeines.....	39
C.2	Geräte.....	39
C.3	Verfahren.....	40
C.3.1	Allgemeines.....	40
C.3.2	Rohre mit kleinem Durchmesser.....	40
C.3.3	Rohre mit großem Durchmesser.....	41
C.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	41
Anhang D (normativ) Thermische Analyse von Epoxid und ausgehärteter Überzugsschicht bei		
	$T_g \leq 115\text{ °C}$.....	42
D.1	Allgemeines.....	42
D.1.1	Geräte.....	42
D.1.2	Verfahren und Messung für Epoxidharz.....	42
D.1.3	Auswertung der Ergebnisse.....	43
D.1.4	Verfahren und Messung für Proben von Überzügen.....	43
D.2	Ergebnisse und Prüfbericht.....	46
Anhang E (normativ) Schlagversuch.....		47

E.1	Allgemeines	47
E.2	Geräte.....	47
E.3	Verfahren.....	47
E.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	48
Anhang F (normativ) Eindruckversuch.....		49
F.1	Allgemeines	49
F.2	Geräte.....	49
F.3	Verfahren.....	49
F.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	49
Anhang G (normativ) UV-Alterungsprüfung und thermische Alterungsprüfung		50
G.1	UV-Alterung	50
G.1.1	Allgemeines	50
G.1.2	Geräte.....	50
G.1.3	Probeentnahme.....	50
G.1.4	Verfahren.....	50
G.1.5	Ergebnisse und Prüfbericht.....	51
G.2	Thermische Alterung.....	52
G.2.1	Allgemeines	52
G.2.2	Geräte.....	52
G.2.3	Probeentnahme.....	52
G.2.4	Verfahren.....	52
G.2.5	Ergebnisse und Prüfbericht.....	53
Anhang H (normativ) Kathodische Unterwandungsprüfung		54
H.1	Allgemeines	54
H.2	Geräte.....	54
H.3	Prüfmuster	55
H.4	Verfahren.....	55
H.5	Ergebnisse und Prüfbericht.....	58
Anhang I (normativ) Prüfung der Biegsamkeit.....		59
I.1	Allgemeines	59
I.2	Geräte.....	59
I.3	Prüfmuster	59
I.4	Verfahren.....	59
I.5	Ergebnisse und Prüfbericht.....	60
Anhang J (normativ) Gelzeit des Epoxidpulvers		61
J.1	Allgemeines	61
J.2	Geräte.....	61
J.3	Verfahren.....	61
J.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	62
Anhang K (normativ) Gesamtgehalt an flüchtigen Komponenten/Feuchtigkeit beim Epoxidpulver — Masseverlust.....		63
K.1	Allgemeines	63
K.2	Verfahren A — Manuell	63
K.2.1	Geräte.....	63
K.2.2	Verfahren.....	63
K.3	Verfahren B — automatisch.....	64
K.4	Ergebnisse und Prüfberichte.....	64
Anhang L (normativ) Immersionsversuch mit heißem Wasser		65
L.1	Allgemeines	65
L.2	Geräte.....	65
L.3	Probenvorbereitung.....	65
L.4	Prüfverlauf.....	65

L.5	Ergebnisse und Prüfberichte	66
Anhang M (normativ) Dichte des Epoxidpulvers.....		67
M.1	Allgemeines	67
M.2	Verfahren A — Manuell	67
M.2.1	Geräte.....	67
M.2.2	Verfahren.....	67
M.3	Verfahren B — Automatisch.....	68
M.4	Ergebnisse und Prüfberichte	68
Literaturhinweise.....		69

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21809-1:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECISS/TC 110 „Stahlrohre und Fittings für Eisen- und Stahlrohre“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 21809-1:2011-07 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 21809-1:2017 wurde von CEN als prEN ISO 21809-1:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 67.

ISO 21809-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67, *Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries*, Unterkomitee SC 2, *Pipeline transportation systems* erarbeitet.

ISO 21809 besteht unter dem allgemeinen Titel *Petroleum and natural gas industries — External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems* aus folgenden Teilen:

- *Part 1: Polyolefin coatings (3-layer PE and 3-layer PP)*
- *Part 2: Fusion-bonded epoxy coatings*
- *Part 3: Field joint coatings*
- *Part 4: Polyethylene coatings (2-layer PE)*
- *Part 5: External concrete coatings*

Einleitung

Es muss allen Anwendern dieses Teils der ISO 21809 bewusst sein, dass für einzelne Anwendungen weitere oder abweichende Anforderungen erforderlich sein können. Dieser Teil der ISO 21809 ist nicht dazu bestimmt, das Anbieten oder die Annahme von alternativer Ausrüstung oder technischen Lösungen für individuelle Anwendungen von Verkäufern bzw. Besteller zu unterbinden. Dies kann insbesondere bei innovativen oder sich entwickelnden Technologien zutreffen. Wenn eine Alternative angeboten wird, ist der Verkäufer verantwortlich dafür, Abweichungen von diesem Teil der ISO 21809 anzugeben und genau auszuführen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 21809 legt die Anforderungen an werkseitig aufgebrachte 3-Lagen-Polyethylen- und -Polypropylenumhüllungen als Korrosionsschutz für geschweißte und nahtlose Stahlrohre für Rohrleitungen in Transportsystemen in der Erdöl- und Erdgasindustrie nach ISO 13623 fest.

ANMERKUNG Die nach diesem Teil der ISO 21809 beschichteten Rohre gelten als geeignet, mit weiteren Mitteln geschützt zu werden, wie mit kathodischem Schutz.

2 Konformität

2.1 Runden

Sofern nicht an anderer Stelle in diesem Teil der ISO 21809 anders festgelegt, müssen zur Konformitätsbestimmung mit den festgelegten Anforderungen die Beobachtungs- oder rechnerisch ermittelten Werte mit der nächsten Stelle nach dem Rundestellenwert nach ISO 80000-1 gerundet werden.

ANMERKUNG Im Sinne dieser Bestimmung gelten die Rundungsmethoden aus ASTM E29 und ISO 80000-1 als identisch.

2.2 Vereinbarkeit

Ein Qualitäts- und ein Umweltmanagementsystem sollten unterstützend zwecks Einhaltung der Anforderungen dieses Teils der ISO 21809 eingesetzt werden.

ANMERKUNG Einen branchenspezifischen Leitfaden zu Qualitätsmanagementsystemen findet sich in ISO/TS 29001 und ein Leitfaden für die Auswahl und die Verwendung eines Umweltmanagementsystems finden sich in ISO 14001.

Der Anwender muss für die Einhaltung aller nach diesem Teil der ISO 21809 geltenden Anforderungen verantwortlich sein. Dem Käufer muss es ermöglicht werden, alle Untersuchungen durchzuführen, die zur Sicherstellung der Einhaltung durch den Anwender erforderlich sind, und nicht konforme Werkstoffe und/oder Beschichtungen/Umhüllungen abzulehnen.

3 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 179-1, *Plastics — Determination of Charpy impact properties — Part 1: Non-instrumented impact test*

ISO 179-2, *Plastics — Determination of Charpy impact properties — Part 2: Instrumented impact test*

ISO 306, *Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)*

ISO 527-2, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*

ISO 527-3, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 3: Test conditions for films and sheets*

ISO 868, *Plastics and ebonite — Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*

ISO 1133-1, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics — Part 1: Standard method*

ISO 1183 (all parts), *Plastics — Methods for determining the density of non-cellular plastics*

ISO 1872-2, *Plastics — Polyethylene (PE) moulding and extrusion materials — Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties*

ISO 1873-2, *Plastics — Polypropylene (PP) moulding and extrusion materials — Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties*

ISO 2808, *Paints and varnishes — Determination of film thickness*

ISO 2811 (all parts), *Paint and varnishes — Determination of density*

ISO 3251, *Paints, varnishes and plastics — Determination of non-volatile-matter content*

ISO 4892-2:2006, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 8130-2, *Coating powders — Part 2: Determination of density by gas comparison pyknometer (referee method)*

ISO 8130-3, *Coating powders — Part 3: Determination of density by liquid displacement pyknometer*

ISO 8501-1:2007, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings*

ISO 8502-3, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Tests for the assessment of surface cleanliness — Part 3: Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method)*

ISO 8502-6, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Tests for the assessment of surface cleanliness — Part 6: Extraction of soluble contaminants for analysis — The Bresle method*

ISO 8502-9, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Tests for the assessment of surface cleanliness — Part 9: Field method for the conductometric determination of water-soluble salts*

ISO 8503-4, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 4: Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile — Stylus instrument procedure*

ISO 8503-5, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 5: Replica tape method for the determination of the surface profile*

ISO 10350-1:2007, *Plastics — Acquisition and presentation of comparable single-point data — Part 1: Moulding materials*

ISO 10474:2013, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 11124 (all parts), *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Specifications for metallic blast-cleaning abrasives*

ISO 11126 (all parts), *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives*

ISO 11357 (all parts), *Plastics — Differential scanning calorimetry (DSC)*

ISO 13623, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems*

ISO 15512, *Plastics — Determination of water content*

ISO 80000-1, *Quantities and units — Part 1: General*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen¹⁾*

ASTM D792, *Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement²⁾*

ASTM D1505, *Standard Test Method for Density of Plastics by the Density-Gradient Technique*

ASTM D1693, *Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics*

ASTM D4940, *Standard Test Method for Conductimetric Analysis of Water Soluble Ionic Contamination of Blasting Abrasives*

SSPC-AB 1, *Mineral and Slag Abrasives*

SSPC-AB 2, *Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives*

SSPC-AB 3, *Ferrous Metallic Abrasive*

SSPC-SP 1, *Solvent Cleaning³⁾*

4 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

4.1

Adhäsion

Verbund zwischen Umhüllung und Grundmaterial

4.2

Beschichter

Unternehmen, welches die Umhüllung in Übereinstimmung mit den Vorschriften dieses Teils der ISO 21809 aufbringt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn das Mischen der Decklage vor oder beim Auftragen durch den Beschichter erfolgt, gilt der Beschichter als Hersteller (siehe 4.15).

4.3

Spezifikation der Beschichtungsprozedur

APS

Dokument, welches den Prozess, die Methode und die technische Ausrüstung der Beschichtungsaufbringung beschreibt

1) CEN, European Committee for Standardization, Central Secretariat, Rue de Stassart 36, B-1050, Brüssel, Belgien.

2) American Society for Testing and Materials, 100 Harbour Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

3) Society for Protective Coatings, 40 24th Street, 6th Floor, Pittsburg, PA 15222-4656, USA.

4.4

Charge

Menge des Materials, die in einem kontinuierlichen Fertigungsprozess mit Rohstoffen aus gleicher Herkunft und gleichbleibender Qualität hergestellt wurde

4.5

Chargenzeugnis

Analysenzertifikat der Charge des Herstellers

4.6

Konformitätsbescheinigung

Herstellerbescheinigung nach ISO 10474 oder EN 10204, welche die Einhaltung der bestellten Anforderungen für beschichtete Rohre ohne Nennung von Testergebnissen bestätigt

4.7

Qualifizierung des Umhüllungsmaterials

Qualifizierung der Eigenschaften der Umhüllungsmaterialien, die durch den Hersteller vor der Qualifizierung des Umhüllungssystems durchgeführt wird

4.8

Qualifizierung des Umhüllungssystems

Qualifizierung der Aufbringungsmethode, des aufgetragenen Umhüllungssystems und anschließende Prüfung der entsprechenden Eigenschaften, um zu bescheinigen, dass das APS geeignet ist, um eine Umhüllung mit den geforderten Eigenschaften herzustellen. Die Qualifizierung des Umhüllungssystems ist nicht von einem speziellen Projekt abhängig

4.9

Rückschnitt

verbleibendes unbeschichtetes Rohrende

4.10

Designtemperaturbereich

Temperaturbereich einschließlich höchstmöglichen und niedrigsten Temperaturen, die bei Transport, Handhabung, Installation und Betrieb erreicht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Designtemperaturbereich der Beschichtung kann enger gefasst sein als der für das Stahlrohrleitungsmaterial und das Rohrleitungssystem.

4.11

Dummy-Rohr

Rohr mit dem gleichen Außendurchmesser und der gleichen Wandstärke wie die Projektröhre. Dummy-Röhre und umhüllte Dummy-Röhre müssen stellvertretend für die Fertigung stehen

4.12

Endverbraucher

Unternehmen und/oder Betreiber, welches(r) die Umhüllung kauft und einsetzt

4.13

Fehlstelle

Umhüllungsfehlstelle, welche eine elektrische Leitfähigkeit beim Aufbringen einer bestimmten elektrischen Spannung aufweist

4.14

Abnahmeprüfzeugnis 3.1

Unterlage nach ISO 10474 oder EN 10204, in der die Ergebnisse der Prüfungen von beschichteten Rohren enthalten ist, die von einem ausgabeberechtigten Vertreter des Beschichters bereitgestellt und unterzeichnet wird

4.15

Prüf- und Testplan

ITP

(en: inspection and testing plan)

Unterlage, welche die Abfolge der Prüfungen und Tests, einschließlich der entsprechenden Prüfmittel und Verfahren zusammenfasst

4.16

Hersteller

Unternehmen, das für Herstellung von Umhüllungsmaterial(ien) zuständig ist

4.17

Herstellerspezifikation

Unterlage, welche die Eigenschaften, Prüfanforderungen und Anwendungsempfehlungen für die Umhüllungsmaterialien angibt

4.18

Betriebstemperatur

höchstmögliche und/oder niedrigste Temperatur, welche während des Betriebs der Rohrleitung (Komponente) und/oder des Pipeline-Systems auftreten kann und innerhalb des Designtemperaturbereiches liegen muss

4.19

Schälwiderstand

Kraft, die zum Abziehen der Umhüllung vom Trägermaterial erforderlich ist

4.20

äquivalente Länge zum Rohrdurchmesser

Länge entlang der Rohrachse, welche dem Rohraußendurchmesser entspricht

4.21

Rohrleitung

diejenigen Komponenten eines Rohrleitungssystems, die verbunden sind, um zwischen Stationen und/oder Anlagen flüssige Medien durchzuleiten einschließlich Rohr, Molchschleusen, Komponenten und Zubehör sowie Absperr- und Trennarmaturen

[QUELLE: ISO 13623:2009, 3.1.14]

4.22

Rohrleitungssystem

Rohrleitungen, Stationen, Leitstellen, Mess- und Regelstationen, Sicherheitssysteme, Korrosionsschutz-Systeme sowie weitere Einrichtungen oder Gebäude, welche zum Transport von Flüssigkeiten verwendet werden

[QUELLE: ISO 13623:2009, 3.1.16]

4.23

Vorfertigungsprozess

PPT

(en: pre-production trail)

Aufbringung der Umhüllung/Beschichtung und anschließende Inspektion/Prüfung der geforderten Eigenschaften, um zu bestätigen, dass die APS die Fähigkeit hat, eine Umhüllung/Beschichtung mit der geforderten Qualität in der Beschichtungsanlage unmittelbar vor Ausführungsbeginn auszuführen

4.24

Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung

PQT

(en: procedure qualification trail)

Aufbringung der Umhüllung/Beschichtung und anschließende Inspektion/Prüfung der geforderten Eigenschaften, um sicherzustellen, dass die APS die Fähigkeit hat, eine Umhüllung/Beschichtung mit der geforderten Qualität auszuführen, durchgeführt in Verknüpfung mit einem bestimmten Projekt

4.25

Besteller

Unternehmen, welches für die Festlegung der Bestellanforderungen verantwortlich ist

4.26

Prüfbericht

Unterlage, welche die quantitativen Prüfergebnisse nach den Anforderungen nach diesem Teil der ISO 21809 beinhaltet

4.27

Gesamtschichtdicke

Summe der Schichtdicken der drei Lagen

5 Symbole und Abkürzungen

5.1 Symbole

C	Prozentanteil Umsetzung von Epoxidpulverbeschichtungen
d	wirksame Probendicke in mm
D	Außendurchmesser des Rohrs in mm
ΔH	exotherme Reaktionswärme in J/g
M	Masse in kg oder g
ΔMFR	Abweichung bei der Schmelze-Massenfließrate (MFR) zwischen zwei Prüfungen in %
P_m	Rohrmasse pro Meter in kg/m
dQ/dt	Wärmestromdichte in W/m ²
r	Dornradius in mm
R_{MF}	Schmelze-Massenfließrate (MFR) in g/10 min
T_g	Glasübergangstemperatur in °C
ΔT_g	Abweichung bei der Glasübergangstemperatur zwischen zwei aufeinander folgenden thermischen Analysen in °C
w_m	Feuchtigkeitsmassenanteil in %
ρ_p	Dichte des Epoxidpulvers in g/cm ³

5.2 Abkürzungen

APS	Spezifikation der Beschichtungsprozedur
Cr	Chrom
CRA	korrosionsfeste Legierungen
DSC	Differential-Scanning-Kalorimetrie
ESCR	Spannungsrisssbeständigkeit
FBE	Epoxidpulver
HDPE	Polyethylen hoher Dichte
IR	Infrarot
ITP	Prüf- und Testplan
LDPE	Polyethylen niedriger Dichte
MDPE	Polyethylen mittlerer Dichte
MFR	Schmelze-Massenfließrate
NPS	Rohr-Nennweite
PDL	äquivalente Länge zum Rohrdurchmesser
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PPT	Vorfertigungsprozess
PQT	Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung
SAW	Unterpulverschweißen/UP-Schweißen
UV	ultraviolett

6 Vom Besteller bereitgestellte Informationen

6.1 Allgemeine Informationen

Die Bestellung muss die folgenden Angaben enthalten:

- die Nummer dieses Teils der ISO 21809 und das Jahr der Veröffentlichung (ISO 21809-1XX);
- Rohrmenge, Außendurchmesser, Mindestwandstärke, Mindest-, Höchst- und Nennlänge, Stahlgüte;
- Bezeichnung der Norm oder der Spezifikation für Glattrohre, z. B. ISO 3183;
- Designtemperaturbereich in Übereinstimmung mit 7.2;
- Betriebstemperatur;
- Beschichtungs- und Schichtdickeklasse in Übereinstimmung mit 7.2 und 7.3;
- Qualifizierungsplan, wie in 8.1 festgelegt;
- Mindestanzahl der umhüllten Rohre für PPT und PQT (sofern erforderlich);
- Konfiguration Rückschnitt und Finish (Länge, Winkel, sichtbares Epoxidharz, temporärer Schutz usw.);
- Art der Konformitätsbescheinigung.

6.2 Zusätzliche Informationen

In der Bestellung muss festgelegt sein, welche der nachfolgenden Bestimmungen für die jeweilige Bestellposition gilt:

- a) Verfolgbar- und Rückverfolgbarkeit von Rohren zu Umhüllungsmaterialien;
- b) jeweiligen Anforderungen an das Umhüllungsmaterial außerhalb von Klassifizierungssystemen in Übereinstimmung mit 7.2;
- c) Qualifizierungsanforderungen an das Reparaturverfahren und zulässige Anzahl und Größe der Umhüllungsreparaturen, sofern abweichend von Abschnitt 12;
- d) Kennzeichnung von Rohren;
- e) Verfahren zur Handhabung;
- f) Lagerungsverfahren;
- g) Dokumentation und Verteilungsplan für die Dokumentation;
- h) Genehmigung des Bestellers von APS/ITP;
- i) Prüf- und Testplan und/oder tägliche Aufzeichnungen;
- j) Prüfung der Rohre bei Eingang;
- k) Schutz des Rohrendes;
- l) Einsatz von unterschiedlichen Prüfverfahren zur Messung von Verunreinigung mit löslichen Salzen;
- m) geforderte Mindestdicke der Epoxidschicht und/oder Gesamtschichtdicke, wenn die Werte über denen aus Tabelle 2 bzw. Tabelle 9 liegen;
- n) Verwendung von Dummy-Rohren für zerstörende Prüfungen;
- o) Aufbringung von Rough Coat (z. B. vor der Betonummantelung oder speziellen Verlegetechniken) und Freigabekriterien;
- p) Oberflächenvorbehandlung und Verfahren zur Wirksamkeitsbewertung (siehe 11.2.4);
- q) besondere Anforderungen an die Lieferung von Umhüllungsmaterialien (z. B. Epoxidpulver oder flüssig, herstellerspezifische Produkte und Bescheinigungen);
- r) Verfahren, Frequenz und Freigabekriterien für Prüfungen und Tests, die von diesem Teil der ISO 21809 abweichen;
- s) PQT;
- t) Schutz gegen widrige Umwelteinflüsse während der Lagerung (z. B. UV-Schutz, zusätzliche Rückschnittvorbereitung).

ANMERKUNG Bei weiteren Einbauabläufen (z. B. Schweißen und Nachumhüllung der Schweißverbindungen), bei denen die Erwärmung des umhüllten Rohrs vorgesehen ist, sollte eine weitere Prüfung (z. B. Adhäsion) vom Besteller in Betracht gezogen werden, um die Kompatibilität der Rohrbeschichtung der Leitung mit den Aufbringungsparametern der gewählten Nachumhüllungen zu bestimmen.

7 Klassifizierung der Umhüllung

7.1 Allgemeines

Die Umhüllungsklasse muss auf Grundlage des Designtemperaturbereichs und der erwarteten Aufgabe vor Ort gewählt werden.

Die Schichtdickeklasse muss auf Grundlage von Transport-, Handhabungs- und Verlegebedingungen sowie den zu erwartenden Betriebs- und Umweltbedingungen gewählt werden.

7.2 Umhüllungsklassen

Die Umhüllung muss für den erforderlichen Temperaturbereich, wie in Tabelle 1 aufgeführt, ausgelegt sein. Die Umhüllungsklasse muss in der Bestellung festgelegt werden.

Tabelle 1 — Umhüllungsklassen und Designtemperaturbereiche

Umhüllungs- klasse	Decklagen- material	Designtemperaturbereiche (°C)									
		−40 °C	−20 °C	0 °C	+20 °C	+40 °C	+60 °C	+80 °C	+100 °C	+120 °C	
A	LDPE										
B	MDPE HDPE										
C^a	PP										
^a Einbau und Transport bei Temperaturen unter 0 °C kann zu mechanischen Schäden führen.											

Umhüllungsklasse B oder C können, abgesehen von der in Tabelle 1 angegebenen höchstmöglichen Betriebstemperatur, gewählt werden, wenn höhere mechanische Anforderungen für das Projekt bestehen oder besondere Verlegebestimmungen gelten.

Der Einsatz von Umhüllungsklassen außerhalb dieser Leitlinien ist unter der Voraussetzung zulässig, dass die aufgebrachte Umhüllung je nach zutreffender Klasse auf die Anforderungen aus Tabelle 7 geprüft werden muss (d. h. Klasse B muss auf die Anforderungen für Klasse B in Tabelle 7, Klasse C auf die Anforderungen für Klasse C in Tabelle 7 geprüft werden).

Abweichende Anforderungen an die Umhüllungsmaterialien, die nicht unter diese Klassifizierungssysteme fallen, müssen zwischen Beschichter und Besteller vereinbart werden.

Die Verwendung von Umhüllungsklassen, die nicht unter diese Leitlinien fallen, müssen durch den Besteller oder Endverbraucher genehmigt werden.

7.3 Schichtdickeklassen

Die Schichtdickeklasse muss durch den Besteller oder den Endverbraucher auf Grundlage der Einbau- und Einsatzbedingungen sowie der Rohrgrößen gewählt werden. Die Schichtdickeklasse, wie sie in Tabelle 2 als Funktion der Umhüllungsklasse und des Rohrgewichts angegeben ist, muss in der Bestellung angegeben werden.

Tabelle 2 — Minimale Gesamtschichtdicke

P_m kg/m	Gesamtschichtdicke ^a mm								
	Klasse A1	Klasse A2	Klasse A3	Klasse B1	Klasse B2	Klasse B3	Klasse C1	Klasse C2	Klasse C3
$P_m \leq 15$	1,8	2,1	2,6	1,3	1,8	2,3	1,3	1,7	2,1
$15 < P_m \leq 50$	2,0	2,4	3,0	1,5	2,1	2,7	1,5	1,9	2,4
$50 < P_m \leq 130$	2,4	2,8	3,5	1,8	2,5	3,1	1,8	2,3	2,8
$130 < P_m \leq 300$	2,6	3,2	3,9	2,2	2,8	3,5	2,2	2,5	3,2
$P_m > 300$	3,2	3,8	4,7	2,5	3,3	4,2	2,5	3,0	3,8
^a Die erforderliche Gesamtschichtdicke kann höchstens bis zu 10 % an der Schweißnaht bei UP-geschweißten Rohren gemindert werden.									

Die Verwendung von Dickenkategorien, die nicht unter diese Leitlinien fallen, müssen durch den Besteller oder Endverbraucher genehmigt werden.

Die Dicke der Kategorie 2 gilt für Standardeinbau-/Verlegebedingungen (z. B. Lehmböden, Wiederauffüllung mit heimischem Böden, keine Grobstoffe, nicht Offshore).

Für anspruchsvollere Einbau-/Verlegebedingungen (z. B. felsige Böden, hoch korrosive Umgebung) muss mindestens die Kategorie 3 bei der Dicke gewählt werden.

Die Kategorie 1 oder darunter kann ausschließlich für leichte Einbau-/Verlegebedingungen (z. B. Sandböden, vorbereitete Wiederauffüllung mit ausgewählten Materialien) verwendet werden.

8 Qualifizierungsprozesse

8.1 Allgemein – Qualifizierungsplan

Der Qualifizierungsprozess nach diesem Teil der ISO 21809 umfasst die folgenden Schritte:

A Qualifizierung des Umhüllungsmaterials durch den Hersteller (9.2)

Jedes Umhüllungsmaterial muss durch den Hersteller in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus Tabelle 3, 4 und 5 qualifiziert werden. Der Hersteller muss die Qualifizierung des Umhüllungsmaterials nach den Anforderungen aus Tabelle 3, 4 und 5 (wo zutreffend) ausführen und protokollieren. Der Prüfbericht des Herstellers kann ebenfalls durch eine Zertifizierungsstelle⁴⁾ bestätigt werden.

B Qualifizierung des Umhüllungssystems durch den Beschichter (10)

Jedes Umhüllungssystem muss vom Beschichter qualifiziert sein. Die Qualifizierung muss für jede Beschichtungsanlage getrennt erfolgen. Der Beschichter muss eine APS (siehe 8.2) und einen ITP (siehe 8.4) in Bezug auf die Qualifizierung des jeweiligen Umhüllungssystems erstellen.

Der Beschichter muss die Qualifizierung der Beschichtung nach den Anforderungen aus Tabelle 7 ausführen und protokollieren. Der Prüfbericht muss die Ergebnisse der Eignungsprüfungen nach Tabelle 7 und die in Tabelle 6, 8 und 9 geforderten technischen Daten enthalten. Der Prüfbericht des Beschichters kann ebenfalls durch eine Zertifizierungsstelle bestätigt werden.⁴⁾

4) Bestimmte Endverbraucher neigen dazu, Prüfzeugnisse zu bevorzugen, die durch einen Dritten beglaubigt sind. Ein von einem Dritten bestätigtes und beglaubigtes Prüfzeugnis kann hilfreich sein.

C Vorfertigungs-Prozess (PPT) (8.3)

Es muss ein gesonderter ITP erstellt werden. Siehe 8.4.

D Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung (PQT) (8.5)

Wenn eine PQT gefordert wird, muss ein gesonderter ITP erstellt werden. Siehe 8.4.

Die Punkte A, B und C oben sind obligatorisch. Punkt D muss vom Besteller festgelegt werden.

Wenn durch den Besteller festgelegt, muss die PQT nach 8.5 durchgeführt werden.

Die Ausführung der vorgenannten Abläufe kann vorzugsweise als Einzelschritte oder optional zusammengefasst wie in Bild 1 erfolgen.

Bild 1 zeigt Kombinationen von Qualifizierungsplänen mit Zuordnung der für jede Phase zu berücksichtigenden Tabellen und der durchzuführenden Prüfungen.

	Piktogramm			Anwendbare Tabellen und Prüfungen		
Qualifizierungsplan	Qualifizierung des Umhüllungsmaterials/ Umhüllungssystems	PQT	PPT	Qualifizierung des Umhüllungsmaterials/ Umhüllungssystems	PQT	PPT
	A/B	D	C			
I.				Tab. 3, 4, 5, 7, 8 und 9	Tab. 8 und 9	Tab. 8 und 9
II.				Tab. 3, 4, 5, 7, 8 und 9		Tab. 8 und 9
III.				Tab. 3, 4, 5, 7, 8 und 9	Tab. 8 und 9	
IV.				Tab. 3, 4, 5, 7, 8 und 9		
ANMERKUNG 1 Sofern vereinbart, gelten Prüfzeugnisse, die nicht älter als drei Jahre sind, als zulässig, die in Tabelle 3, 4, 5 und 7 für die Prüfberichte der Qualifizierung des Umhüllungsmaterials und des Umhüllungssystems geforderten Prüfungen abzudecken.						
ANMERKUNG 2 Wenn PQT angefragt ist, muss ein Langzeit-Test der kathodischen Unterwanderung ausgeführt werden.						
ANMERKUNG 3 Option IV darf nicht für Offshore-Leitungen oder Beschichtungen der Klasse A3, B3, C3 gewählt werden.						

Bild 1 — Qualifizierungspläne

Der Qualifizierungsplan muss vom Besteller festgelegt werden (6.1).

Die Auswahl des Qualifizierungsplans muss sorgfältig abgewogen werden in Bezug auf die Verfügbarkeit von Projektrohren für eine PQT und den erforderlichen Zeitrahmen für die Langzeitprüfergebnisse für Umhüllungsmaterialien und/oder die Qualifizierung des Umhüllungssystems.

Nach Absprache können unterschiedliche Rohre, z. B. mit unterschiedlichen Durchmessern oder Stahlsorten, verwendet werden, sofern die Prozessparameter für die Projektrohre übernommen werden. Diese Option muss sorgfältig abgewogen werden, da die Verwendung von ungleichen Rohren die Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinträchtigen kann.

PQT oder PPT müssen bei Änderungen an der Beschichtungsanlage, der Umhüllungsmaterialien oder Beschichtungsprozeduren wiederholt werden.

8.2 Spezifikation der Beschichtungsprozedur

Vor dem gewählten Qualifizierungsablauf (einschließlich möglicher PQT) und Beginn der Beschichtungsproduktion und festgelegten PQT muss der Beschichter eine APS erstellen, die Folgendes enthält:

- Wareneingangsprüfung der Rohre und Verfolgbarkeit der Rohre;
- Herstellerspezifikation (Datenblätter) zu Umhüllungsmaterialien, einschließlich der für Umhüllungsreparaturen eingesetzten Werkstoffe;
- Herstellerspezifikation (Datenblätter) zu abschleifenden Strahlmitteln;
- Bescheinigung, Erhalt, Handhabung und Lagerung von Werkstoffen zur Umhüllung und für abschleifendes Strahlen;
- Reinigungsverfahren für alle Applikationsgeräte;
- Vorbehandlung der Stahloberfläche, einschließlich Überwachung der Umgebungsparameter, der Verfahren und Werkzeuge für die Inspektion, das Fräsen von Oberflächenfehlern am Rohr und der Prüfung der Oberflächenbehandlung;
- Beschichtungsaufbringung, einschließlich der Werkzeuge/Geräte zur Steuerung der Prozessparameter, die wesentlich für die Güte der Beschichtung sind;
- Übersichtsskizze und Durchlaufdiagramm der Beschichtungsanlage;
- Verfahren und Werkzeuge/Geräte zur Prüfung und Testung der aufgetragenen Umhüllung;
- Reparatur von Umhüllungsschäden und die damit verbundene Prüfung und Testung;
- Abziehen fehlerhafter Umhüllung;
- Vorbehandlung von Rückschnittbereichen der Umhüllung;
- Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit;
- Handhabung und Lagerung von Rohren;
- ggf. Sonderbedingungen beim Versand von umhüllten Rohren, einschließlich Schutz der Rohrenden;
- Dokumentation.

Die APS muss alle in diesem Teil der ISO 21809 festgelegten Punkte bzgl. der Qualitätskontrolle und alle vereinbarten Ergänzungen abdecken. Sie muss dem Besteller jederzeit auf Anfragen während der Fertigung zur Verfügung gestellt werden.

Die APS einschließlich aller Revisionen muss durch den Besteller vor Beginn der Qualifizierung und Fertigung genehmigt werden.

8.3 Vorfertigungs-Prozess (PPT)

Ein PPT muss unmittelbar vor Beginn der Fertigung ausgeführt werden.

Die Anforderungen an die Häufigkeit der Testungen und Prüfungen, die Verfahren und Freigabekriterien finden sich in Tabelle 8 und 9.

Alle Punkte der APS müssen von der Oberflächenvorbereitung bis zur Vorbereitung der Rohrenden ausgeführt und geprüft/getestet werden.

Die entsprechenden Prozessparameter müssen die aus der genehmigten APS sein.

Die Ergebnisse des PPT müssen zusammen mit den verwendeten Prozessparametern, der APS und den Prüfzeugnissen der Umhüllung in einem Bericht dokumentiert werden.

Bei Bestellungen über unterschiedliche Außendurchmesser und Wandstärken der Rohre müssen die beim PPT zu verwendenden Rohre durch den Besteller festgelegt werden.

8.4 Prüf- und Testplan (ITP)

Der Beschichter muss einen ITP erstellen und die Daten der Qualitätskontrolle täglich protokollieren.

Es muss ein ITP für alle geforderten Qualifikationsprüfungen und fertigungsbegleitenden Abnahmeprüfungen erstellt werden.

Die Prüfhäufigkeit muss Tabelle 8 und 9 entsprechen.

Die Inhalte des ITP müssen alle in der APS beschriebenen Prozesselemente und Prüflinge und die jeweilige Prüfhäufigkeit wiedergeben.

Mindestens protokolliert werden muss:

- Beschreibung der Tätigkeiten;
- Umhüllungssystem;
- Prüfpunkte für jede Tätigkeit;
- geltende Bezugsdokumente;
- anwendbare Kontrollmaßnahmen und Verfahren/Instrumente;
- Freigabekriterien;
- Kontrollhäufigkeit;
- Mängelbeseitigung;
- Personen, die bei Prüfungen anwesend sein müssen;
- Protokollierung.

Sofern festgelegt, müssen alle Prüfungen und Testungsdaten, Prozessparameter und Kalibrierungen der Geräte zu Qualitätskontrolle täglich aufgezeichnet werden.

8.5 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung (PQT)

Sofern eine PQT festgelegt ist, muss die APS bei der Ausführung der PQT verifiziert werden.

Ein getrennter ITP muss erstellt werden und bedarf der Zustimmung seitens des Bestellers.

Die Anforderungen an die Häufigkeit der Testungen und Prüfungen, die Verfahren und Freigabekriterien finden sich in Tabelle 8 und 9.

Alle Punkte der APS müssen von der Oberflächenvorbereitung bis zur Vorbereitung der Rohrenden an der festgelegten Stichprobenanzahl ausgeführt und geprüft/getestet werden.

Die jeweiligen bei PQT zu verwendenden Prozessparameter müssen so ausgewählt werden, dass die Eignung der Bereiche und Kombinationen, die in der APS festgelegt sind, verifiziert werden können (z. B. kann ein höchstmöglicher Wert für einen Parameter zusammen mit einem minimalen Wert für einen anderen Parameter angesetzt werden, wenn dieser als kritisch gilt).

Prozessparameter müssen überwacht und protokolliert werden. Für jeden einzelnen müssen der Sollwert und zulässige Abweichungen entweder als absoluter Wert oder als Prozentanteil angegeben werden.

Die Ergebnisse der PQT müssen zusammen mit den verwendeten Prozessparametern, der APS und den Prüfzeugnissen der Umhüllung in einem Bericht dokumentiert werden. Alle Revisionsempfehlung für die APS, die für die Fertigung gelten, müssen im Bericht hervorgehoben werden.

9 Qualifizierung des Umhüllungsmaterials

9.1 Zusammensetzung des Umhüllungssystems

Das 3-lagiges Umhüllungssystem besteht aus:

- 1. Lage: Epoxidharz;
- 2. Lage: per Extrusions- und/oder Pulvergespritzverfahren appliziertes Haftmittel;
- 3. Lage: per Extrusionsverfahren applizierte PE-/PP-Decklage.

Ggf. kann eine spezielle raue Oberflächenbeschichtung, ein so genannter Rough Coat, zur Erhöhung des Gleitwiderstands aufgebracht werden.

9.2 Qualifizierung der Umhüllungsmaterialien

9.2.1 Allgemeine Anforderungen

Der Hersteller muss für jede Art von Umhüllungsmaterial einen Bericht in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus diesem Teil der ISO 21809 erstellen und qualifizieren. Die Qualifizierung muss bei Änderungen der Materialzusammensetzung, bei Änderungen des Fertigungsprozesses, die das Verhalten des Materials bei der Verarbeitung beeinflussen, und bei Änderungen an der Fertigungsanlage wiederholt werden.

Der Prüfbericht muss die Ergebnisse der Eignungsprüfungen und die Daten enthalten, die in Tabelle 6 gefordert werden.

Der Hersteller muss die Qualifizierung des Materials nach den Anforderungen aus Abschnitt 8 und aus Tabelle 3, 4 und 5 ausführen und protokollieren. Der Prüfbericht muss die Ergebnisse der Eignungsprüfungen und die Daten enthalten, die in Tabelle 6 gefordert werden. Die Prüfberichte müssen drei Jahre gültig sein.

Der Beschichter muss bei Erhalt des Prüfberichts des Herstellers diesen auf Konformität mit den Anforderungen aus diesem Teil der ISO 21809 überprüfen.

9.2.2 Epoxidharze

Der Beschichter muss Epoxidharze verwenden, die den Anforderungen aus Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Anforderungen an Epoxidharze

Flüssige Einkomponenten ^a - oder Zweikomponenten-Epoxidharzzusammensetzung				
Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen	
			Klasse A und Klasse B	Klasse C
Dichte	g/cm ³	ISO 2811 (alle Teile)	innerhalb ±0,05 des Nennwerts laut Herstellerangaben	
Festkörperanteil Trägermaterial und Härter	% Masse	ISO 3251	nach Herstellerspezifikation	
Mindestglasübergangs-temperatur (<i>T</i> _{g2}) (DDK-Analyse ^b)	°C	ISO 11357 (alle Teile)	≥ 95 und nach Herstellerangaben	mindestens 5 über der höchstmöglichen Designtemperatur der Rohrleitung mit einem Minimum von 95
Gelzeit bei (205 ± 3) °C	s	Herstellerspezifikation	innerhalb von 20 % des Nennwerts laut Herstellerspezifikation	
Epoxidpulver (FBE)				
Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen	
			Klasse A und Klasse B	Klasse C
Feuchtegehalt	% Masse	Anhang K	≤0,6	
Mindestglasübergangs-temperatur (<i>T</i> _{g2}) (DDK-Analyse ^b)	°C	Anhang D	≥ 95 und nach Herstellerspezifikation	mindestens 5 °C über der höchstmöglichen Designtemperatur der Rohrleitung mit einem Minimum von 95 °C
Partikelgröße	%	ISO 21809-2	höchstens zurückgehalten mit 150 µm- und 250 µm-Sieben innerhalb der Herstellerspezifikation	
	%	ISO 13320	höchstens zurückgehalten mit 150 µm- und 250 µm-Sieben innerhalb der Herstellerspezifikation	
Gelzeit bei 205 °C ± 3 °C	s	Anhang J	innerhalb von 20 % des Nennwerts laut Herstellerspezifikation	
Dichte	g/cm ³	Anhang M	innerhalb ±0,05 des Nennwerts laut Herstellerspezifikation	
^a Für flüssige Einkomponentenharze gilt nur Klasse A.				
^b Aushärtungsbedingungen (Verfahren laut Herstellerspezifikation).				

9.2.3 Haftmittel

Der Beschichter muss Haftmittel verwenden, die den Anforderungen aus Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 — Anforderungen an Haftmittel (copolymere oder gepropfte Haftmittel in Granulat- oder Pulverform)

Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen		
			Klasse A	Klasse B	Klasse C
Bruchdehnung bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}^a$	%	ISO 527-2 oder ISO 527-3	≥ 600	≥ 600	≥ 400
Dichte	g/cm^3	ISO 1183 (alle Teile)	nach Herstellerspezifikation		
MFR	$\text{g}/10 \text{ min}$	ISO 1133-1	nach Herstellerspezifikation		
Streckspannung bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}^a$	MPa	ISO 527-2	≥ 5	≥ 8	≥ 12
Charpy- Kerbschlagzähigkeit bei niedrigster Klassentemperatur	kJ/m^2	ISO 179-1 oder ISO 179-2	—	—	≥ 3
Vicat-Erweichungstemperatur A/50	$^\circ\text{C}$	ISO 306	≥ 60	≥ 85	≥ 115
Wassergehalt	%	ISO 15512 Granulat oder Pulver ISO 8130-7 Pulver	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$

^a Die in ISO 10350 und ISO 527-2 benannten Prüfbedingungen sollten eingehalten werden. Prüfmuster sind nach der Empfehlung in ISO 527-2 zu erstellen.

9.2.4 PE/PP-Decklagenmaterial

Der Beschichter muss PE/PP-Material verwenden, die den Anforderungen aus Tabelle 5 entsprechen.

Tabelle 5 — Mindestanforderungen für die PE/PP-Decklage

Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen		
			Klasse A	Klasse B	Klasse C
Dichte des Basisharzes	g/cm^3	ISO 1183 (alle Teile) oder ASTM D792 oder ASTM D1505	$\geq 0,920$	$\geq 0,930$	$\geq 0,890$
Rußanteil	%	ISO 6964	2–3	2–3	nicht zutreffend
Pigmentverteilung	—	ISO 18553	höchstens Grad A3	höchstens Grad A3	nicht zutreffend
MFR	$\text{g}/10 \text{ min}$	ISO 1133-1	nach Herstellerspezifikation		
Bruchdehnung bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}^a$	%	ISO 527-2	≥ 600	≥ 600	≥ 400
Streckspannung bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}^a$	MPa	ISO 527-2	≥ 10	≥ 15	≥ 20
Charpy- Kerbschlagzähigkeit bei niedrigster Klassentemperatur	kJ/m^2	ISO 179-1 ISO 179-2	—	—	≥ 3
Vicat-Erweichungstemperatur A/50	$^\circ\text{C}$	ISO 306	≥ 95	≥ 110	≥ 130

Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen		
			Klasse A	Klasse B	Klasse C
Wassergehalt	%	ISO 15512 Granulat oder Pulver ISO 8130-7 Pulver	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$
Shore-Härte D	—	ISO 868	≥ 50	≥ 55	≥ 60
ESCR ^b (50 °C, F50)	h	ASTM D1693	≥ 300 Bed. A, 10 % Igepal CO630	$\geq 1\,000$ Bed. B, 10 % Igepal CO630 oder bei Dichte > 0,955 ≥ 300 Bed. B, 100 % Igepal CO630	nicht zutreffend
Oxidations-Induktionszeit (Linienschnittpunkte mit Körnern nach Tangenten- methode)	min	ISO 11357-6	≥ 30 bei 210 °C	≥ 30 bei 210 °C oder ≥ 10 bei 220 °C	≥ 30 bei 220 °C
UV-Beständigkeit und thermische Alterung ^b	%	Anhang G	$\Delta\text{MFR} \leq 35$	$\Delta\text{MFR} \leq 35$	$\Delta\text{MFR} \leq 35$
^a Die in ISO 10350 und ISO 527-2 benannten Prüfbedingungen sollten eingehalten werden. Prüfmuster sind nach der Empfehlung in ISO 527-2 zu erstellen. ^b Der Endverbraucher muss die Prüfbedingungen genehmigen.					

Wenn das Mischen beim Auftragen erfolgt, muss der Beschichter die Eignungsprüfungen für die Produkte nach Tabelle 5 durchführen. Das nach Tabelle 6 erstellte Chargenzeugnis muss ausgestellt werden.

ANMERKUNG Der Beschichter mischt manchmal Zusätze gegen thermische Alterung, für höhere UV-Beständigkeit oder andere Zwecke bei.

9.3 Chargenzeugnis

9.3.1 Der Beschichter muss die vom Hersteller für jeden Werkstoff gelieferten Chargenzeugnisse zur Verfügung stellen und die Informationen aus Tabelle 6 aufnehmen. Im Chargenzeugnis müssen die Prüfverfahren und Freigabekriterien aufgeführt werden (d. h. zulässige Bereiche oder Höchst-/Mindestwerte).

Der Beschichter muss die Materialien benennen und bestätigen, dass die Zeugnisse mit den spezifizierten Materialien übereinstimmen.

Tabelle 6 — Chargenzeugnis

Inhalt	Umhüllungsmaterial			
	flüssiges Epoxidharz	FBE	Haftmittel	PE/PP Decklage
Bezeichnung des Herstellers	x	x	x	x
Produktbezeichnung	x	x	x	x
Chargenbezeichnung	x	x	x	x
Ort und Datum der Herstellung	x	x	x	x
Dichte	x	x	x	x
Viskosität Trägermaterial und Härter	x			
Festkörperanteil Trägermaterial und Härter	x			
Schmelze-Massenfließrate (MFR)			x	x
Gelzeit	x	x		
Partikelgröße		x	x ^a	
Feuchte-/Wassergehalt		x	x	x
Rußanteil				nur PE ^a
Pigmentverteilung				nur PE ^a
Thermisches Verhalten	x	x		
^a falls zutreffend				

9.3.2 Die Herstellerspezifikation für Epoxidharze muss enthalten:

- Handelsname;
- generischer Typ;
- (ggf.) Mischverhältnis;
- höchstmögliche Dicke in mm oder µm (siehe Anhang A);
- höchstmögliche und niedrigste Lagertemperaturen in °C;
- Haltbarkeit bei Lagertemperatur in Monaten;
- physikalische Eigenschaften nach Tabelle 3.

9.3.3 Die Herstellerspezifikation für Haftmittel und PE-/PP-Materialien muss enthalten:

- Handelsname;
- (ggf.) Beschreibung des Haftmittels;
- Farbe;
- höchstmögliche und niedrigste Lagertemperaturen in °C;
- Haltbarkeit bei Lagertemperatur in Monaten;
- physikalische Eigenschaften nach Tabellen 4 und 5.

9.4 Handhabung und Lagerung von Umhüllungsmaterialien

Handhabung und Lagerung von Umhüllungsmaterialien müssen nach der Herstellerspezifikation erfolgen.

10 Qualifizierung des Umhüllungssystems

10.1 Allgemeines

Jedes Umhüllungssystem muss vom Beschichter qualifiziert sein. Die Qualifizierung muss für jede Beschichtungsanlage getrennt durchgeführt werden und der Beschichter muss eine spezielle APS und jeweils einen ITP erstellen.

Der Beschichter muss die Qualifizierung des Umhüllungssystems nach den Anforderungen aus diesem Teil der ISO 21809 ausführen und protokollieren. Der Prüfbericht muss die Ergebnisse der Eignungsprüfungen und die Daten enthalten, die in Tabelle 6, 7, 8 und 9 gefordert werden. Der Beschichter muss qualitätsgeprüfte Umhüllungsmaterialien nach den Anforderungen aus 8.2 anwenden.

Der Beschichter muss qualitätsgeprüfte Umhüllungssysteme nach den Anforderungen aus Tabelle 9 anwenden.

Die Qualifizierung muss bei Änderungen an der Beschichtungsanlage, der Umhüllungsmaterialien oder Beschichtungsprozeduren wiederholt werden.

Tabelle 7 — Eigenschaften der aufgetragenen Umhüllung

Eigenschaften		Einheit	Prüfverfahren	Klasse A	Klasse B	Klasse C
Porenfreiheit		—	Anhang B	frei von Fehlern, Unterbrechung, Schichtablösung, Abstand und Fehlstellen		
Schlagbeständigkeit bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}^a$		J/mm	Anhang E	> 5	> 7	> 10
Eindruck	bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$	mm	Anhang F	$\leq 0,3$	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$
	bei höchstmöglicher Designtemperatur			$\leq 0,4$	$\leq 0,4$	$\leq 0,4$
Bruchdehnung von PE/PP bei $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$		%	ISO 527-3	≥ 400	≥ 400	≥ 400
Schälwiderstand ^{b, c}		N/mm	Anhang C	≥ 10 bei $\geq 23 ^\circ\text{C}$ ≥ 2 bei $\geq 60 ^\circ\text{C}$	≥ 15 bei $\geq 23 ^\circ\text{C}$ ≥ 3 bei $\geq 80 ^\circ\text{C}$	≥ 25 bei $\geq 23 ^\circ\text{C}$ ≥ 4 bei $\geq 90 ^\circ\text{C}$ oder bei höchstmöglicher Betriebstemperatur wenn über $90 ^\circ\text{C}$
Aushärtungsgrad des Epoxidharzes (1. Lage) ^d ΔT_g		$^\circ\text{C}$	Anhang D	nach Herstellerspezifikation und $\leq 5 ^\circ\text{C}$ $-3 ^\circ\text{C} \leq \Delta T_g \leq +3 ^\circ\text{C}$		
Produktstabilität beim Aufbringen der PE-/PP-Deckschicht		%	ISO 1133-1	$\leq 20 \Delta\text{MFR}^e$ für Klassen A und B; $\leq 35 \Delta\text{MFR}^e$ für Klasse C (Abweichung beim fabrikneuen gemischten Granulat vor dem Aufbringen und Beschichten nach dem Beschichten der gleichen Charge)		

Eigenschaften		Einheit	Prüfverfahren	Klasse A	Klasse B	Klasse C
kathodische Unterwanderung ^f	bei 23 °C/28 d; –1,38 V	mm	Anhang H	≤ 5		
	bei 65 °C/24 h; –3,38 V			≤ 4		
	höchstmögliche Betriebstemperatur ^g / 28 d; –1,38 V			≤ 15		
Biegsamkeit ^a		Grad je äquivalente Länge zum Rohrdurchmesser	Anhang I	keine Rissbildung bei einem Winkel von 2,0 je äquivalente Länge zum Rohrdurchmesser		
Beständigkeit beim Immersionsversuch mit heißem Wasser		mm	Anhang L	mittel ≤2 und höchstens ≤3		

^a Es können weitere Freigabekriterien und Prüfbedingungen vereinbart werden.

^b Keine Ablösung zwischen Stahl und Epoxidschicht. Bei Verwendung eines nicht gepropften Haftmittels muss die Art des Versagens wegen Mangel der Kohäsion sein.

^c Im Fall eines Bruchs bei 23 °C muss die höchstmögliche Schälkraft aufgezeichnet werden. Die Mindestanforderungen müssen erfüllt werden und die Prüfung wird dann bei nur 90 °C (bzw. bei höchstmöglicher Betriebstemperatur, wenn über 90 °C liegt) ausgeführt.

^d Bei Epoxidpulver (FBE) mit einer Glasübergangstemperatur von über 115 °C muss die Prüfung nach Herstellerangaben erfolgen.

^e Die beiden Messungen der Schmelze-Massenfließrate (MFR) müssen vom Beschichter durchgeführt werden.

^f Bei der Fertigung ist nur eine Prüfung bei den Bedingungen 65 °C/24h/–3,38 V erforderlich.

^g Die höchstmögliche Prüftemperatur darf nicht höher als 90 °C sein.

10.2 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung und Vorfertigungs-Prozess

10.2.1 Vorfertigungs-Qualitätssicherungsprüfung (PQT)

Wenn festgelegt, muss die APS durch eine PQT nach 8.5 verifiziert und genehmigt werden.

10.2.2 Vorfertigungs-Prozess (PPT)

Der Vorfertigungs-Prozess muss nach 8.3 ausgeführt werden.

10.3 Prüf- und Testplan (ITP)

Wenn festgelegt, muss der Beschichter nach 8.4 einen ITP erstellen und die Daten der Qualitätskontrolle täglich protokollieren.

11 Aufbringen des Umhüllungssystems

11.1 Allgemeines

In allen Phasen der Beschichtungsaufbringung (Handhabung, Oberflächenvorbereitung, Beschichtung, Vergütung, Prüfung und Lagerung) muss streng darauf geachtet werden, dass die aus festen korrosionsfesten Legierungen gefertigten oder innen mit korrosionsfester Legierung ausgekleideten/kaschierten Rohre nicht unmittelbar mit Kohlenstoffstahl in Berührung kommen oder mit Resten von Kohlenstoffstahl verunreinigt werden

11.2 Oberflächenvorbereitung

11.2.1 Erste Behandlung

Schmutz, Fremdstoffe und Verunreinigungen, wie Öl und Fett, müssen vor dem Beschichten vom Rohr entfernt werden. Sofern erforderlich, muss das Rohr nach den Anforderungen der SSPC-SP 1 gereinigt werden.

Alle Stahlfehler und Unebenheiten (z. B. Dopplungen, Schuppen, Kratzer) müssen in Übereinstimmung mit der APS entfernt werden. Durch Wegschleifen der Fehler darf die zulässige Mindestwandstärke des Rohrs nicht unterschritten werden.

Alle Rohre müssen trocken den Reinigungseinheiten durch abschleifendes Strahlen zugeführt werden. Die Rohrtemperatur muss unmittelbar vor der Strahlreinigung mindesten 3 °C über dem Taupunkt liegen.

11.2.2 Strahlreinigung – Reinheit und Rauhtiefe

Die im Beschichtungswerk eingesetzten Strahlmittel müssen den Anforderungen nach ISO 11124 (alle Teile) oder ISO 11126 (alle Teile) entsprechen. Rohre aus korrosionsfesten Legierungen, wie nichtrostender Duplexstahl und 13 % Cr, müssen mit Edelstahlstrahlmitteln oder einem Einweg-Strahlmittel, wie Aluminiumoxid, gereinigt werden. Bei Rohren aus Kohlenstoffstahl, die innen mit korrosionsfesten Legierungen kaschiert/ausgekleidet sind, muss besonders sorgfältig darauf geachtet werden, dass keine Verunreinigungen durch Strahlmittel aus Kohlenstoffstahl in der Innenseite des Rohrs entstehen.

ANMERKUNG Bei zu umhüllenden Rohren mit einer hohen Festigkeitsklasse, z. B. X80, X100 oder X120, können eventuelle härtere Strahlmittel erforderlich sein, um die geforderte Reinheit und Rauheit zu gewährleisten.

Die Strahlmittel (einschließlich der wiederverwerteten Materialien) müssen sauber, trocken und frei von Verunreinigungen nach SSPC-AB 1, SSPC-AB 2 und SSPC-AB 3 oder ASTM D4940 gehalten werden, sodass das Trägermaterial nicht verunreinigt wird.

Die Reinheit, die bei Eintritt in die Beschichtungsanlage erreicht ist, muss den Anforderungen der ISO 8501-1:2007, mindestens Güte Sa 2½ entsprechen.

ANMERKUNG Ähnliche Anforderungen sind in den Normen SSPC und NACE (siehe Literaturhinweise) festgelegt, die sich ungefähr wie folgt entsprechen:

ISO 8501-1	NACE	SSPC-SP	Bezeichnung
Sa3	1	5	Oberflächenreinheit: "White metal blast cleaning"
Sa2½	2	10	Oberflächenreinheit: "Near-white metal blast cleaning"

Die Rauhtiefe der gestrahlten Oberfläche muss zwischen 50 µm und 100 µm sein, gemessen nach den Anforderungen der ISO 8503-4 (Tastschnittverfahren) oder ISO 8503-5 (Abdruckverfahren). Das Tastschnittverfahren muss zur Verifizierung eingesetzt werden. Das Abdruckverfahren kann verwendet werden, wenn ein Zusammenhang zum Profilometer (Tastschnittverfahren) mit einer Abschnittslänge von 2,5 mm festgestellt wird.

Falls nach dem Strahlen ein Schleifen erforderlich ist, darf höchstens 10 cm² pro Meter Rohrlänge oder 0,5 % der Rohroberfläche (je nachdem, welche Fläche kleiner ist) geschliffen werden. Wenn die erforderliche Schleiffläche diese Grenzwerte überschreitet, muss das Rohr erneut gestrahlt werden.

Aufbereitete Strahlmittel dürfen nur benutzt werden, wenn automatische Aufbereitungsvorrichtungen benutzt wird. Strahlgeräte mit Vorrichtungen zum Recyceln der Strahlmittel müssen so ausgestattet sein, dass Staub, Feinkörner, Korrosionsprodukte und sonstige Verunreinigungen entfernt werden.

11.2.3 Verunreinigung der Oberfläche durch Staub

Der Staubanteil muss nach den Anforderungen der ISO 8502-3 gemessen werden. Der höchstmögliche zulässige Staubanteil (sowohl in Bezug auf Größe als auf Menge) muss Klasse 2 sein.

11.2.4 Oberflächenvorbehandlung und Verunreinigung mit Salz

Wenn der Beschichtet eine Oberflächenbehandlung wählt (z. B. mit entionisiertem Wasser, Phosphorsäure, Chromat), muss das entsprechende Verfahren mit dem Besteller vereinbart werden.

Wird die Oberflächenvorbehandlung für eine PQT eingesetzt, muss sie für die Fertigung eingesetzt werden. Die Prozessstabilität (z. B. Druck, Konzentration, Temperatur usw.) muss überprüft und während der gesamten Fertigung stabil gehalten werden.

Die Testungen auf lösliche Salze auf dem Rohr müssen nach den Anforderungen der ISO 8502-6 und ISO 8502-9 erfolgen. Die höchstmögliche zulässige Konzentration ist 20 mg/m² nach dem Strahlen. Werden Konzentrationen von mehr als 20 mg/m² löslicher Salze gemessen, muss ein Reinigungsverfahren als Oberflächenvorbehandlung zwischen Beschichter und Besteller vereinbart werden. Alternativ kann ein tragbares Gerät zur Messung der Verunreinigung durch Salz nach der SSPC Guide 15 Methode B 2 eingesetzt werden, wenn die Rohrtemperatur dies erlaubt.

11.3 Aufbringung der Beschichtung

11.3.1 Allgemeines

Die Beschichtung muss nach der APS ausgebracht werden. Während des Aufbringens der Beschichtungsbestandteile muss die Vorheiztemperatur des Rohrs überwacht, mit Strahlungspyrometern aufgezeichnet und mit Berührungsthermometern kontrolliert werden. Farbumschlagstifte können zur Temperaturmessung eingesetzt werden, wenn dies vor der Beschichtung vereinbart wurde; sie müssen während der Qualifizierung und Fertigung des Umhüllungssystems für die Temperaturkontrolle validiert werden.

Zur Abfallreduzierung der mit korrosionsfesten Legierungen ausgekleideten Produktionsrohre aufgrund der Probenahme zu zerstörenden Prüfungen können bezeichnete Testrohre mit den gleichen Eigenschaften wie die Produktionsrohre der Beschichtungsanlage zugeführt werden und anschließend zwecks zerstörender Prüfung entnommen werden.

Während der gesamten Fertigung müssen die Geschwindigkeit der Strahlanlage, die Vorheiztemperatur und die Geschwindigkeit der Beschichtungsanlage durchgängig überwacht und die Daten nach Tabelle 8 aufgezeichnet werden, sofern dies nicht anders mit Endverbraucher/Besteller vereinbart ist. Die Geschwindigkeitswerte während des Echtlaufs dürfen nur $\pm 10\%$ von dem Wert abweichen, der im PPT oder der PQT verwendet und verifiziert wurde, sofern ausgeführt. Abweichung der aufgezeichneten Werte zum Sollwert der Vorheiztemperatur müssen entlang des Rohres innerhalb von $\pm 5\%$ liegen; hiervon ausgenommen sind die Rückschnittbereiche (11.4).

Falls während der Fertigung die oben genannten Parameter (d. h. Geschwindigkeit der Stahlanlage/Beschichtungsanlage, Vorheiztemperatur) gegenüber den Werten des PPT oder der PQT geändert werden müssen, muss ein neuer PPT durchgeführt werden.

Die Verwendung von recyceltem Umhüllungsmaterial ist bis auf die unten für Epoxidpulver aufgeführten Ausnahmen nicht zulässig.

11.3.2 Aufbringen des Epoxidharzes

Nach der Oberflächenvorbereitung darf die zu beschichtende Oberfläche keinen zeitlichen Bedingungen ausgesetzt sein, wodurch Flugrost entstehen kann: Keinesfalls länger als vier Stunden, wobei die Rohrtemperatur mindestens 3 °C über den Taupunkt bleiben muss.

Die Rohrtemperatur vor und während der Aufbringung des Epoxidharzes muss mit der APS übereinstimmen.

Die Dicke der Epoxidlage nach dem Aushärten muss mit Tabelle 9 übereinstimmen. Der Aushärtungsgrad muss mit Tabelle 7 übereinstimmen.

Recyceltes Epoxidpulver darf bis zu einem Anteil von höchstens 20 % eingesetzt werden. Recyceltes Epoxidpulver ist bei Einsatz von Haftmitteln in Pulverform nicht zulässig.

11.3.3 Aufbringen des Haftmittels

Die Zeitspanne zwischen der Aufbringung des Epoxidharzes und der des Haftmittels muss mit der APS übereinstimmen.

Die Haftmittelschicht muss durchgängig sein. Die Deckschicht (9.2.4) kann unter keinen Umständen mit Epoxidharz (9.2.2) in Berührung kommen.

11.3.4 Aufbringen von PE/PP

Die Aufbringung der PE-/PP-Lage muss mit der APS übereinstimmen.

Die aufgebrachte Umhüllung muss soweit abgekühlt werden, dass Schäden bei der Handhabung während Endbearbeitung und Endprüfung vermieden werden.

Die Gesamtschichtdicke muss mit Tabelle 2 übereinstimmen.

11.3.5 Aufbringen einer rauen Oberfläche (Rough Coat)

Wenn ein Rough Coat aufgebracht werden soll, sind die Anforderungen an seine Abnahme zu vereinbaren.

Die Anforderungen müssen vereinbart und festgelegt werden (siehe 6.2.o), z. B. Materialeinsatz für eine genormte raue Oberfläche und Verteilung des Materials.

11.4 Rückschnitt

Die Umhüllung muss an den Rohrenden entfernt werden, um eine bestimmte, in der Bestellung festgelegte Länge mit nacktem Metall freizulegen.

Polyolefin muss auf einen Winkel von höchstens 30° gemessen zur Rohrachse abgeschrägt werden.

ANMERKUNG Es wird zur Verbesserung der langfristigen Lagerfähigkeit empfohlen, einige Millimeter der Epoxid-schicht über die Polyolefinschräggkante überstehen zu lassen. Die richtige Länge muss vom Besteller mittels 6.1 hergestellt werden. Die Rückschnittlänge muss vom Rohrsteg bis zum Beginn der Umhüllungsschräggkante gemessen werden.

12 Prüfung und Testung

12.1 Allgemeines

Die Prüfung und Testung muss in Übereinstimmung mit der APS und ggf. dem ITP vorgenommen werden und die Anforderungen von Tabelle 8 und 9 erfüllen.

Tabelle 8 — Anforderungen an die Prüfung der Oberflächenvorbereitung und Aufbringung der Beschichtung

Eigenschaften	Einheit	Prüfverfahren	Anforderungen	Häufigkeit von PQT/PPT	Häufigkeit Fertigung
Oberflächenzustand vor dem Strahlen	—	Inaugenscheinnahme	frei von Verunreinigungen	jedes Rohr	jedes Rohr
Umgebungsbedingungen	—	Berechnung und Direktmessung	wie zum Zeitpunkt der Messung festgelegt	einmal	alle 4 h
Rohrtemperatur vor dem Strahlen	°C	Thermoelement (en: Thermocouple)	mindestens 3 °C über dem Taupunkt	einmal	alle 4 h
Größe, Form und Eigenschaften des fabrikneuen Strahlmittels	—	Bescheinigung ISO 11124 (alle Teile) (metallisch) ISO 11126 (alle Teile) (nichtmetallische)	stimmt mit Bescheinigung überein und Fertigungs-/ Arbeitsverfahren werden eingehalten	einmal	jede Charge
wasserlösliche Verunreinigung der Strahlmittel	µS/cm	ASTM D4940	Leitfähigkeit höchstens 150	einmal	1/Schicht
lösliche Salze nach dem Strahlen	mg/m ²	Leitfähigkeitsmessung, ISO 8502-9	Salzgehalt (als NaCl) höchstens 20	jedes Rohr	1/Schicht
Rauhtiefe der gestrahlten Fläche	µm	ISO 8503-4 oder ISO 8503-5	50 bis 100	5 Rohre	jede Stunde
Geschwindigkeit der Strahlanlage	m/min	Stoppuhr	Übereinstimmung mit APS	jedes Rohr	1/Schicht
Sichtprüfung der gestrahlten Fläche	—	ISO 8501-1	mindestens Oberflächengrad Sa 2½	jedes Rohr	jedes Rohr
übriggebliebener Staub nach der Staubentfernung	—	ISO 8502-3	höchstens Klasse 2	5 Rohre	jede Stunde
Sichtprüfung des Rohrs vor Zuführung in die Beschichtungsanlage	—	Sicht	kein Rost	jedes Rohr	jedes Rohr
Temperatur extrudiertes Haftmittel und Deckschicht	°C	Thermometer oder sonstiges genehmigtes Instrument	Übereinstimmung mit APS	einmal	jede Stunde
Vorheiztemperatur vor der Beschichtung	°C	Pyrometer oder sonstiges genehmigtes Instrument	Übereinstimmung mit APS	jedes Rohr	jedes Rohr
Geschwindigkeit der Beschichtungsanlage	m/min	Stoppuhr	Übereinstimmung mit APS	jedes Rohr	1/Schicht

Tabelle 9 — Mindesthäufigkeit der Prüfung und Testung der aufgetragenen Beschichtung und die diesbezüglichen Mindestanforderungen

Eigenschaften	Einheit	Prüf- verfahren	Anforderungen	Häufigkeit Qualifizierung des Umhül- lungssystems/ PQT	Häufigkeit PPT	Häufigkeit Fertigung
Mindestdicke Epoxidharz ^a	µm	ISO 2808	flüssiges Epoxidharz: mindestens 50 Epoxidpulver: mindestens 125 höchstens 400	1. Rohr	1. Rohr	einmal jede zweite Schicht und bei jeder Inbetriebnahme
Mindestdicke Epoxidharz ^a	µm	ISO 2808	150 am Rohrkörper	1. Rohr	1. Rohr	einmal jede zweite Schicht und bei jeder Inbetriebnahme
Aushärtungsgrad	°C	Anhang D	Tabelle 7	5 Rohre	5 Rohre	1. Produktionsrohr und 2./Schicht
Porenfreiheit	—	Anhang B	Tabelle 7	Jedes Rohr	5 Rohre	jedes Rohr
Gesamtschichtdicke	mm	Anhang A	Tabelle 2	5 Rohre	5 Rohre	jedes 10. Rohr
Schlagbeständigkeit	J/mm	Anhang E	Tabelle 7	1 Rohr	1 Rohr	einmal pro PE-/PP-Charge
Schälwiderstand ^b	N/mm	Anhang C	Tabelle 7	5 Rohre	5 Rohre	alle 4 h
Eindruck	mm	Anhang F	Tabelle 7	einmal	einmal	jede PE-/PP-Charge
Bruchdehnung	%	ISO 527-2 oder ISO 527-3	Tabelle 7	einmal	einmal	jede PE-/PP-Charge
kathodische Unterwanderung	mm	Anhang H	23°C/28 d/ –1,38V	einmal ^c	—	—
kathodische Unterwanderung	mm	Anhang H	höchstmögliche Betriebs- temperatur (höchstens 90°C)/ 28 d/–1,38V	einmal ^c	—	—
kathodische Unterwanderung	mm	Anhang H	65 °C/24 h/ –1,38V	einmal ^c	einmal	1/Tag
Beständigkeit beim Immersionsversuch mit heißem Wasser	mm	Anhang L	Tabelle 7	einmal	einmal	—
Flexibilität	Grad je äquivalente Länge zum Rohrdurchmesser	Anhang I	Tabelle 7	einmal	einmal	—
Produktstabilität beim Aufbringen	%	ISO 1133-1	Tabelle 7	einmal	einmal	1. Rohr je Schicht

Eigenschaften	Einheit	Prüf- verfahren	Anforderungen	Häufigkeit Qualifizierung des Umhül- lungssystems/ PQT	Häufigkeit PPT	Häufigkeit Fertigung
Rückschnitt	mm	Messung	10.3	jedes Rohr	5 Rohre	1 Aufzeichnung pro h
Restmagnetismus nach Aufbringen der Beschichtung	Gauss	Gaussmeter	nach ISO 3183	jedes Rohr	jedes Rohr	1/Schicht
Umhüllungs- reparaturen	–	Sicht/ Anhang B	keine Fehlstellen	einmal zur Validierung	—	jeder Fehler
^a Für die Dicke von Epoxidpulver und Haftmittel wird auf teilumhüllten Rohren über die Rohrlänge gemessen, die teilumhüllt ist. ^b Jedes Rohr muss bei 23 °C an beiden Enden mit einem zusätzlichen Test bei hoher Temperatur geprüft werden. ^c Für PQT müssen drei Proben je Prüfbedingung getestet werden.						

12.2 Wiederholungsprüfung

Rohre, die den Anforderungen aus Tabelle 8 nicht entsprechen, dürfen erst dann beschichtet werden, wenn die Ursache erkannt und behoben wurde. Rohre, die seit der letzten Abnahmeprüfung beschichtet wurden, müssen freigegeben werden, wenn sie die Anforderungen aus Tabelle 9 erfüllen.

Rohre, die die Anforderungen aus Tabelle 9 nicht erfüllen, müssen erneut auf die bzw. den Parameter geprüft werden, der/die außerhalb der Spezifikation lag(en). Werden auch bei der Wiederholungsprüfung die Anforderungen aus Tabelle 9 nicht erfüllt, müssen jeweils zwei Rohre aus der Beschichtungsreihenfolge vor und nach dem Rohr, dass die Prüfung nicht bestanden hat, erneut geprüft werden.

Liegen die Ergebnisse aller erneut geprüften Rohre innerhalb akzeptabler Bereiche gilt die Beschichtung als für alle Rohre bis auf das Rohr, das nicht bestanden hat, als freigegeben. Sollte auch eine Wiederholungsprüfung negativ ausgehen, muss die gesamte Produktion bis zurück zur letzten bestandenen Prüfung gesperrt werden und der Beschichter muss weitere Testungen einleiten und mit dem Besteller vereinbaren. Bestätigt sich die Störung muss die Beschichtung abgelehnt werden.

13 Umhüllungsreparaturen

Fehler bei den fertigen Umhüllungen, die bei Aufbringung, Transport, Handhabung und Lagerung in der Beschichtungsanlage oder im Lagerbereich sowie durch zerstörende Prüfung entstanden sind, müssen repariert werden.

Der fehlerhafte Bereich darf nicht größer sein als 10 cm² und die Gesamtzahl der reparierten Fehler darf höchstens 1 pro Meter Rohrlänge betragen, sofern nicht anders festgelegt. Sollte die Anzahl oder die Größe der Fehler diese Vorgaben überschreiten, muss das betroffene Rohr abgezogen und nach der APS neu umhüllt werden.

Fehler müssen unter Verwendung der in der APS und ggf. PQT festgelegten Materialien und Verfahren repariert und kontrolliert werden. Das Reparaturmaterial muss mit der aufgetragenen Umhüllung kompatibel sein.

Sofern ein Rohr abgezogen werden muss, muss die in Übereinstimmung mit der APS erfolgen.

Für Rohre aus festen korrosionsfesten Legierungen müssen alle Werkzeuge zum Abziehen der Umhüllung und zum Entfernen der Restbeschichtung von der Rohroberfläche aus geeignetem Material hergestellt sein, z. B. aus Edelstahl.

14 Kennzeichnung

14.1 Allgemeines

Das beschichtete Rohr muss nach den Anforderungen in 14.2 sowie mit allen in der Bestellung zusätzlich festgelegten Kennzeichnungen ausgezeichnet sein. Zusätzliche Kennzeichnungen auf Wunsch des Beschichters müssen vertraglich festgehalten werden.

14.2 Erforderliche Kennzeichnung

Die nachfolgenden Kennzeichnungen müssen auf der Beschichtung angebracht sein:

- Name des Beschichters oder Codierung;
- Kennzeichnung nach der geltenden Spezifikation bzw. der Norm für das Rohr;
- Bezeichnung der internationalen ISO Norm und das Jahr der Veröffentlichung (ISO 21809-1:2017);
- Klasse der Schichtdichte;
- festgelegte Gesamtschichtdichte nach 7.3;
- höchstmögliche Designtemperatur (nur für Klasse C).

BEISPIEL Beschichter – ISO 21809-1:2017 Klasse B2 – 2,5 mm.

Die Kennzeichnung muss über Beschriftung mit Schablonen oder Aufdrucken erfolgen, damit die Lesbarkeit dauerhaft gewährleistet ist.

15 Handhabung und Lagerung im Werk des Beschichters

15.1 Handhabung

Beschichtete Rohre müssen so gehandhabt werden, dass Beschädigungen am Rohr, den Rohrenden und der Beschichtung vermieden werden. Sofern in der Bestellung festgelegt, muss der Beschichter Angaben zu den Handhabungsverfahren einreichen; darin müssen Ladeanforderungen enthalten sein, wenn der Beschichtete für die Ladung verantwortlich ist.

Rohre, die während der Verarbeitung beschädigt werden, müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der geltenden Rohrspezifikation oder -norm repariert werden.

Beschichtungen, die nach der Fehlstellenprüfung (siehe Tabelle 9) beschädigt werden, müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus Abschnitt 13 repariert werden.

15.2 Lagerung

Sofern in der Bestellung gefordert, muss der Beschichter in der APS detailliert angeben, wo und wie die Lagerung auf der Fläche erfolgt. Die Eignung für die höchstmögliche Stapelhöhe muss durch geeignete statische Berechnung nachgewiesen werden.

Rohre mit festen korrosionsfesten Legierungen oder mit einer korrosionsfesten Legierung innen kaschierten/ausgekleideten Rohre müssen in einem Bereich getrennt von Kohlenstoffstahlrohren mit aufgesetzten Endstopfen gelagert werden, damit die Innenfläche der korrosionsfest legierten Rohre nicht mit Kohlenstoffstahl verunreinigt wird.

16 Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung

Sofern nicht anders in der Bestellung gefordert, muss ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach ISO 10474:2013 (oder EN 10204:2004) durch den Beschichter ausgestellt werden, worin die Ergebnisse der Prüfung und Testung des Umhüllungsmaterials und der umhüllten Rohre nach den Anforderungen aus diesem Teil der ISO 21809 oder sonstigen in der Bestellung festgelegten Anforderungen hervorgehen. Verzichtet der Besteller in der Bestellung auf die Anforderung eines Prüfzeugnisses, sollte der Beschichter eine Konformitätsbescheinigung bereitstellen.