

DIN EN 10290

ICS 23.040.99; 25.220.60

Mit DIN EN 10289:2004-08
Ersatz für
DIN 30671:1992-06

**Stahlrohre und -formstücke für On- und Offshore-verlegte
Rohrleitungen –
Umhüllung (Außenbeschichtung) mit Polyurethan und
polyurethan-modifizierten Materialien;
Deutsche Fassung EN 10290:2002**

Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines –
External liquid applied polyurethane and polyurethane-modified coatings;
German version EN 10290:2002

Tubes et raccords en acier pour canalisations enterrées et immergées –
Revêtements externes en polyuréthane ou polyuréthane modifié liquides;
Version allemande EN 10290:2002

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

Die Europäische Norm EN 10290:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde von ECISS/TC29 „Stahlrohre und –formstücke“ (Sekretariat UNI) erstellt.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der Arbeitsausschuss 5.2 „Außenkorrosion“ im Normenausschuss Gastechnik (NAGas),

Diese Norm ersetzt teilweise DIN 30671:1992-06.

Änderungen

Gegenüber DIN 30671:1992-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Während DIN 30671:1992-06 die Umhüllung mit Duroplasten EP und PU beschreibt, wird in der Europäischen Norm nur PU behandelt.

Frühere Ausgaben

DIN 30671: 1980-10, 1987-01, 1992-06

Deutsche Fassung

**Stahlrohre und -formstücke für On- und Offshore-verlegte
Rohrleitungen
Umhüllung (Außenbeschichtung) mit Polyurethan und
polyurethan-modifizierten Materialien**

Steel tubes and fittings for onshore and offshore
pipelines —
External liquid applied polyurethane and polyurethane-
modified coatings

Tubes et raccords en acier pour canalisations enterrées et
immergées —
Revêtements externes en polyuréthane ou polyuréthane
modifié liquides

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. April 2002 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Kurzzeichen	6
3.1 Begriffe.....	6
3.2 Kurzzeichen.....	6
4 Beschichtungsmaterialien	6
4.1 Allgemeines.....	6
4.2 Technische Spezifikation.....	6
4.3 Verpackung.....	7
4.4 Qualitätssicherung.....	7
5 Bestellangaben	9
5.1 Verbindliche Angaben.....	9
5.2 Optionen gemäß Angaben des Bestellers.....	9
6 Aufbringen der Umhüllung	10
6.1 Oberflächenvorbehandlung.....	10
6.2 Zusammensetzung der Umhüllung.....	10
7 Anforderungen an die aufgebrachte Umhüllung	11
7.1 Allgemeines.....	11
7.2 Mindesttrockenfilmdicke der Umhüllung.....	12
7.3 Shore-Härte „D“.....	12
7.4 Erscheinungsbild und Gleichmäßigkeit.....	12
7.5 Umhüllungsfreie Rohrenden.....	13
7.6 Porenprüfung.....	13
7.7 Schlagbeständigkeit.....	13
7.8 Haftfestigkeit – Messertest.....	13
7.9 Haftfestigkeit – Abziehtest.....	14
7.10 Kathodische Unterwanderung.....	14
7.11 Spezifischer elektrischer Umhüllungswiderstand.....	14
7.12 Haftfestigkeitstest nach Wasserlagerung.....	14
7.13 Eindruckwiderstand.....	15
7.14 Wärmealterung.....	15
7.15 Biegebarkeit.....	15
7.16 Infrarot-Spektrum.....	15
7.17 Reißdehnung.....	15
8 Prüfungen	17
8.1 Allgemeines.....	17
8.2 Prüfbescheinigungen.....	17
8.3 Probennahme.....	17
8.4 Art und Häufigkeit der Prüfungen und Kontrollen.....	17
8.5 Wiederholungsprüfungen.....	17
9 Ausbesserungen	19
10 Kennzeichnung	20
11 Handhabung, Transport und Lagerung	21
11.1 Handhabung.....	21
11.2 Transport zur Lagerplatz.....	21
11.3 Lagerung.....	21
11.4 Verladung der Teile zur Auslieferung.....	21
Anhang A (normativ) Trockenschichtdicke des Umhüllungssystems	22
A.1 Allgemeines.....	22
A.2 Prüfgerät.....	22

A.3	Verfahrensbeschreibung.....	22
A.4	Ergebnisse.....	22
Anhang B (normativ) Prüfung der Schlagbeständigkeit		23
B.2	Prüfgerät	23
B.3	Verfahrensbeschreibung.....	23
B.4	Ergebnisse.....	23
Anhang C (normativ) Prüfung auf Porenfreiheit		24
C.1	Allgemeines	24
C.2	Prüfgerät	24
C.3	Verfahrensbeschreibung.....	24
C.4	Ergebnisse.....	25
Anhang D (normativ) Haftfestigkeitsprüfung — Messertest.....		26
D.1	Allgemeines	26
D.2	Prüfgerät	26
D.3	Verfahrensbeschreibung.....	26
D.4	Prüfergebnisse	27
Anhang E (normativ) Prüfung der kathodischen Unterwanderung		28
E.1	Prinzip	28
E.2	Prüfgerät	28
E.3	Probenahme	29
E.4	Verfahrensbeschreibung.....	30
E.5	Untersuchungsverfahren	30
E.6	Ergebnisse.....	30
Anhang F (normativ) Prüfung des spezifischen elektrischen Umhüllungswiderstandes		34
F.1	Prüfung bei Umgebungstemperatur ($(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$)	34
F.2	Prüfung bei max. Betriebstemperatur	35
Anhang G (normativ) Haftfestigkeitstest nach Wasserbelastung.....		38
G.1	Allgemeines	38
G.2	Prüfgerät	38
G.3	Verfahrensbeschreibung.....	38
G.4	Ergebnisse.....	38
Anhang H (normativ) Prüfung des Eindruckwiderstandes		39
H.1	Allgemeines	39
H.2	Prüfgerät	39
H.3	Verfahrensbeschreibung.....	39
H.4	Ergebnisse.....	39
Anhang J (normativ) Wärmealterung		40
J.1	Allgemeines	40
J.2	Prüfgerät	40
J.3	Probenahme	40
J.4	Verfahrensbeschreibung.....	40
J.5	Ergebnisse.....	40
Anhang K (normativ) Prüfung der Biegefestigkeit.....		41
K.1	Allgemeines	41
K.2	Prüfgerät	41
K.3	Verfahrensbeschreibung.....	41
K.4	Ergebnisse.....	43
Anhang L (normativ) Prüfbescheinigung		44
Literaturhinweise		45

Vorwort

Dieses Dokument (EN 10290:2002) wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 29 „Stahlrohre und -formstücke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2003 zurückgezogen werden.

Die Anhänge A bis L sind normativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und Vereinigtes Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Umhüllung mit flüssig aufgebrachtem Polyurethan (PUR) und Polyurethan-modifiziertem Material (PUR-MOD) für den Korrosionsschutz von Rohren und Formteilen fest.

Nach dieser Norm kann die Umhüllung auf längs- und spiralgeschweißten sowie auf nahtlose Stahlrohre und Formteile zum Bau von Rohrleitungen für die Beförderung von Flüssigkeiten und Gasen aufgebracht werden.

Bei der Kaltbiegung von Stahlteilen muss die Beschichtung in Abhängigkeit ihren Dehneigenschaften nach dem Biegevorgang aufgebracht werden, wenn vom Besteller nicht anders vorgegeben.

Die Umhüllung muss normal aus einem einschichtigen Auftragen eines Flüssigprodukts bestehen; das Auftragen erfolgt mittels Streichen oder im Airless-Spritzverfahren.

Andere Auftragsarten (wie Spachteln, Vergießen, Streichen, usw.) können vom Hersteller je nach Art des Produktes empfohlen werden.

Der Einsatz dieser Umhüllung kann zum Schutz von erd- oder wasserverlegten Rohren bei folgenden Betriebstemperaturen, aufgliedert nach zwei Klassen, Klasse A (1 000 µm) und Klasse B (1 500 µm), wie folgt erfolgen. Geringere Schichtdicken können zwischen Besteller und Hersteller vereinbart werden.

Typ 1: – 20 °C bis 40 °C Schichtdicke Klasse A oder B

Typ 2: – 20 °C bis 60 °C Schichtdicke Klasse B

Typ 3: – 20 °C bis 80 °C Schichtdicke Klasse B

Andere Temperatureinsatzbereiche können vereinbart werden; in diesem Fall müssen für die gewünschten Temperaturen Prüfungen durchgeführt werden.

In dieser Norm gilt der Begriff „Teile“ für Rohre und Formteile.

Bei Auftragserteilung muss für die Formteile die Häufigkeit der durchzuführenden Prüfungen von den Vertragschließenden bei der Auftragsvergabe festgelegt werden.

Mit einer solchen Umhüllung versehene Teile können zusätzlich kathodisch geschützt werden.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 10021, *Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse*.

EN 24624, *Lacke und Anstrichstoffe — Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfähigkeit (ISO 4624:1978)*.

ISO 527, *Plastics — Determination of tensile properties*.

EN ISO 868, *Kunststoffe und Hartgummi — Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte) (ISO 868:1985)*.

EN ISO 2808, *Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe; Bestimmung der Schichtdicke (ISO 2808:1997)*.

EN ISO 8501-1, *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 8501-1:1988).*

3 Begriffe und Kurzzeichen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Produkthersteller

Lieferant von zwei Flüssigkomponenten, die zum Auftragen für das zu beschichtende Erzeugnis geeignet sind

3.1.2

Beschichter

Verantwortlich für die Anwendung der mehrkomponentigen Flüssigmaterialien auf die zu umhüllenden Teile nach den Vorgaben dieser Europäischen Norm oder den in der Ausschreibung und bei Auftragserteilung vorgegebenen besonderen Anforderungen

3.1.3

Besteller

Gesellschaft, die die beschichteten Teile erwirbt

3.2 Kurzzeichen

R_z Rauigkeitskennwert (die mittlere Rauigkeitstiefe aus fünf in Folge untersuchten Einzelflächen nach ISO 4287-1) in Mikrometer (μm);

R_s Spezifischer elektrischer Umhüllungswiderstand der Beschichtung, gemessen in Ohm Quadratmeter ($\Omega \cdot \text{m}^2$).

4 Beschichtungsmaterialien

4.1 Allgemeines

Die mehrkomponentige Flüssigbeschichtung besteht im Allgemeinen aus einem Polyol und einem Isocyanat.

Das Polyol und das Isocyanat sollten unterschiedliche Farben aufweisen, die den Nachweis des korrekten Mischungsverhältnisses erlaubt und auf die einheitliche Farbe des gemischten Produktes hinweist.

Die Beschichtung gilt als ausgehärtet, wenn die Härte entsprechend den Angaben des Produktherstellers erreicht ist (siehe Tabelle 1).

Diese Norm erfordert die Verwendung von Substanzen und Verfahren, die gesundheitsschädlich sein können, wenn keine entsprechenden Vorkehrungen getroffen werden. Sie weist nur auf die technische Eignung hin und entbindet keineswegs den Anwender von der vorgeschriebenen Verpflichtung bezüglich der Gesundheits- und der Sicherheitsvorkehrungen.

4.2 Technische Spezifikation

Die vom Produkthersteller erstellte technische Spezifikation muss mindestens die in Tabelle 1 genannten Informationen enthalten. Die Testverfahren müssen nach der in Tabelle 1 genannten Prüfungen vorgegeben werden.

Zum Zeitpunkt der Anfrage und/oder Auftragserteilung können auf Anforderung folgende Optionen zur Anwendung kommen.

Option 1: Ein Infrarotspektrum eines KBr-Normpresslings muss vereinbarungsgemäß für jede Komponente (Polyol, Isocyanat und ausgehärtetes Produkt) mitgeliefert werden, so dass der Besteller oder der Beschichter es mit dem Referenzspektrum des gelieferten Materials vergleichen können.

4.3 Verpackung

Alle Beschichtungsmaterialien müssen entsprechend gekennzeichnet sein und zumindest folgende Angaben enthalten:

- Name des Produktherstellers;
- Name des Produktes;
- Beschichtungsverfahren;
- Chargen-Nummer;
- Herstellungsdatum und Verfallsdatum;
- Empfohlene Lagerbedingungen;
- Materialfarbe.

4.4 Qualitätssicherung

Der Produkthersteller muss mit der Qualitätskontrolle die Einhaltung der gleichbleibenden Qualität des Produktes und der Anforderungen der in Tabelle 1 angeführten Eigenschaften garantieren.

Wenn der Hersteller über eine vom Beschichter anerkannte Qualitätskontrolle verfügt, muss er dem Beschichter ein Prüfzeugnis mit Angabe seiner Prüfergebnisse zur Verfügung stellen, damit dieser ggfs. Überprüfungen vornehmen kann. Die Prüfung muss für jede Charge vorgenommen werden.

Für spezielle Anforderungen kann der Käufer zusätzliche Information zum Zeitpunkt der Anfrage und der Bestellung anfordern.

Tabelle 1 — Inhalt der technischen Datenblätter und Prüfzeugnissen

Elemente	Technische Daten	Test-Zertifikat
Ausstellungsdatum	X	X
Name des Herstellers	X	X
Name, Einsatz und Art des Produktes	X	X
Art des Polyols	X	X
Art des Isocyanats	X	X
Produktionsort		X
Chargen- oder Produktionsnummer ^a		X
Herstell- und Verfallsdatum ^a		X
Farbe ^b	X	
Physikalischer Zustand des gelieferten Produkts ^a	X	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Elemente	Technische Daten	Test-Zertifikat
Anwendungsart	X	
Festkörperanteil nach Volumen	X	
Festkörperanteil nach Gewicht	X	
Theoretischer Verbrauch pro m ² der Sollschildtdicke	X	
Gebindegröße ^a	X	
Lagerzeit ^a	X	
Lagerbedingungen	X	
Verarbeitungszeit	X	X
Oberflächenvorbehandlung	X	
Empfohlene Verarbeitungshinweise	X	
Empfohlenes Ausbesserungsmaterial(ien)	X	
Hinweise für das Anmischen	X	
Empfohlene Trockenfilmdicke	X	
Typische Schichtdicke pro Arbeitsgang	X	
Minimaler und maximaler Überarbeitungszeitraum	X	
Betriebstemperaturbereich des Rohres	X	
Anwendungstemperaturbereich (Umgebung, Rohr und Umhüllungsmaterial) und Luftfeuchtigkeit	X	
Aushärtezeit – Anforderungen	X	
Shore-Härte „D“ bei (23 ± 2) °C	X	
Zeit bei (23 ± 2) °C zur Erreichen der Shore-Härte „D“ bei Aushärtung	X	
Zeit bei (23 ± 2) °C zur Erreichen der Shore-Härte „D“ vor Handhabung	X	
Viskosität ^a	X	X
Dichte	X ^b	X ^a
Schlagbeständigkeit	X	
Haftfestigkeitsprüfung bei (23 ± 2) °C	X	
Kathodische Unterwanderung bei (23 ± 2) °C	X	
Spezifischerelektrischer Umhüllungswiderstand	X	
Wärmealterung	X	
Biegefestigkeit	X	
Reißdehnung	X	
Es müssen die Prüfverfahren der vorliegenden Norm zur Anwendung kommen. Für jede Prüfung muss das anzuwendende Prüfverfahren genannt werden. Die Sollwerte müssen im Prüfzeugnis genannt werden.		
^a Bezogen auf Polyol und Isocyanat.		
^b Bezogen auf Polyol, Isocyanat und das gemischte Produkt.		

5 Bestellangaben

5.1 Verbindliche Angaben

Der Besteller muss bei Anfrage und bei Auftragserteilung mindestens folgende Hinweise geben:

- Rohre und Formteile, welche nach dieser Europäischen Norm beschichtet werden, müssen nach diesem Standard ausgelegt sein, unter Angabe von Ausgangsmaterial, der Schichtdickenklasse und dem Betriebstemperaturbereich der Umhüllung. Erforderlichenfalls muss auch auf die Norm des Teils, auf das die Beschichtung aufgebracht wird, verwiesen werden:

BEISPIEL 5 000 Meter Rohr – EN 10224 von 406, 4-4, 0
Umhüllung EN 10290, PUR, Klasse A, Typ 3

- Ausgangsmaterial (PUR oder PUR-MOD);
- Schichtdickenklasse der Umhüllung A oder B (siehe 7.2);
- Betriebstemperaturbereich (Typ 1, 2 oder 3);
- Umhüllungsfreie Enden (bei Formteilen);
- Maximale Anzahl und Ausmaß von Reparaturen (ohne Ausbesserung von Fehlstellen aufgrund von Zerstörungsprüfungen).

Die nach dieser Europäischen Norm beschichteten Teile müssen wie folgt gekennzeichnet werden durch:

- Hinweis auf diese Norm;
- Ausgangsmaterial (PUR oder PUR-modifiziertes Material);
- Schichtdickenklasse der Umhüllung (A oder B);
- Betriebstemperaturbereich Typ (1, 2 oder 3).

5.2 Optionen gemäß Angaben des Bestellers

- 1 Infrarot-Spektrum (siehe 4.2);
- 2 Umhüllungsfreies Rohrende (siehe 7.5);
- 3 Haftfestigkeitsprüfung – Abziehtest (siehe 7.9);
- 4 Kathodische Unterwanderung (siehe 7.10);
- 5 Spezifischer elektrischer Umhüllungswiderstand (siehe 7.11);
- 6 Haftfestigkeitsprüfung nach Wasserbelastung (siehe 7.12);
- 7 Eindruckwiderstand (siehe 7.13);
- 8 Wärmealterung (siehe 7.14);
- 9 Biegebarkeit (siehe 7.15);
- 10 Reißdehnung (siehe 7.17);
- 11 Art der erforderlichen Prüfbescheinigungen, falls abweichend zu den in 8 genannten (siehe 8.2.2);
- 12 Andere Arten der Verfahrensprüfung (siehe Tabelle 5).

6 Aufbringen der Umhüllung

6.1 Oberflächenvorbehandlung

6.1.1 Vor dem Strahlvorgang muss die Metalloberfläche trocken und frei von Verunreinigungen sein (Öl, Fett, temporären Korrosionsschutz, usw.) und frei von Oberflächenbeschädigungen (Schweißperlen, Zunder, u.a.) sein, die die Oberfläche oder die Haftfestigkeit der Umhüllung beeinträchtigen.

6.1.2 Zu beschichtende Teile müssen strahlgereinigt sein. Der Reinheitsgrad von Sa 2 ½ nach EN ISO 8501-1 muss erfüllt sein.

Die gestrahlte Oberfläche muss eine Rautiefe R_z zwischen 50 µm und 100 µm nach ISO 4287-1 aufweisen.

6.1.3 Nach dem Strahlen muss die Oberfläche der Teile überprüft werden. Walzsplitter, Walzhaut, Schweißperlen und alle Mängel an der Oberfläche, die durch das Strahlen freigelegt wurden, müssen entfernt werden.

Nach Entfernen dieser Fehler muss die verbleibende Wandstärke der Teile innerhalb der in der zutreffenden Norm festgelegten Mindestanforderungen an die Toleranz liegen. Alle behandelten Flächen mit einer Ausdehnung > 10 cm² müssen so vorbereitet werden, dass ihr Profil den Anforderungen nach 6.1 genügt.

6.1.4 Vor dem Aufbringen der Umhüllung müssen die Teile bei mindestens 3 °C über dem Taupunkt der Umgebungstemperatur gelagert werden.

6.1.5 Verunreinigungen (z. B. Strahlstaub) muss vor der Beschichtung entfernt werden.

Eine chemische Behandlung des Stahles kann zusätzlich zu dem Strahlen nach Absprache zwischen Besteller und Beschichter vereinbart werden.

6.1.6 Die Temperatur und die Lagerzeit der Teile vor der Beschichtung darf auf der Oberfläche keine Oxidation hervorrufen, die die Qualität und Haftfestigkeit der Umhüllung beeinträchtigen.

Für das Aufbringen der Umhüllung muss der Temperaturbereich der zu umhüllenden Oberfläche der Teile in Absprache mit dem Hersteller des Produktes festgelegt werden.

Die Temperatur der zu beschichtenden Teile muss durch geeignete Maßnahmen überwacht werden, um sicherzustellen, dass die Bedingungen für das Aufbringen der Umhüllung erfüllt werden.

6.2 Zusammensetzung der Umhüllung

6.2.1 Allgemeines

Die Umhüllung muss in Übereinstimmung mit der anerkannten Verfahrensweise erfolgen.

Die Datenblätter müssen die in Tabelle 1 genannten Punkte enthalten.

6.2.2 Anmischen

Das Polyol und das Isocyanat müssen in separaten Gebinden geliefert werden.

Vor der Entnahme aus den Gebinden muss der Inhalt gründlich durchgemischt werden, bis eine homogene Masse entstanden ist.

Polyol und Isocyanat müssen gründlich entsprechend den Herstellerangaben gemischt werden.

Wenn die Materialien in zwei Gebinden in verschiedenen Farben geliefert werden, wird eine vollständige Mischung durch einheitliche Farbgebung ohne jegliche Streifenbildung angezeigt.

Bei der Verarbeitung in Zweikomponenten-Anlagen müssen die entsprechende Kontrollvorrichtungen die genaue Dosierung der Zweikomponentenmaterialien anzeigen.

Es darf nur soviel Material angemischt werden, wie während der vom Hersteller angegebenen Topfzeit verarbeitet werden kann oder notwendig ist, um die zu beschichtenden Stelle völlig abzudecken.

6.2.3 Allgemeine Verarbeitungshinweise

Das Auftragen der flüssigen Umhüllung auf die gestrahlten Teile muss mit dem vom Hersteller empfohlenen Verfahren und Ausrüstung erfolgen.

Die Umhüllung muss gleichmäßig sein.

Wenn ein zweites Auftragen erforderlich ist, um die geforderte Schichtdicke zu erhalten, muss die vom Hersteller vorgeschriebene Wartezeit eingehalten werden.

Die empfohlene Trockenschichtdicke erfordert besondere Aufmerksamkeit.

Die Nassschichtdicke wird nach EN ISO 2808 gemessen.

Wenn ein Vorwärmen des Harzes und/oder des Härters vor dem Anmischen und Auftragen erforderlich ist, muss dies nach dem Verfahren des Produktherstellers erfolgen.

Wenn ein Nachwärmen nach dem Auftragen erforderlich ist, muss dies nach dem Verfahren des Produktherstellers erfolgen.

Es darf kein Verdünner eingesetzt werden, falls nicht vom Hersteller empfohlen. Geräte und Ausrüstung dürfen nur mit dem vom Hersteller angegebenen Lösemitteln gesäubert werden.

Auf die Handhabung der Teile muss besonders geachtet werden, falls die Beschichtung den vom Hersteller empfohlenen erforderlichen Mindesthärtegrad noch nicht erreicht hat.

6.2.4 Feldseitige und werkseitige Verarbeitungshinweise

Bei feldseitiger Umhüllung darf bei Regen, Nebel oder Dunst oder, wenn sich Feuchtigkeit auf den vorbehandelten Oberflächen angesammelt hat, kein Auftragen erfolgen.

Der Umhüllungsvorgang muss unterbrochen, wenn die Temperatur an der Stahloberfläche unter 3 °C des Taupunktes fällt oder weniger als 5 °C beträgt oder wenn die relative Luftfeuchtigkeit höher als 90 % ist.

Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen kann ein Auftragen auch dann erfolgen, wenn die örtlichen Bedingungen so gestaltet werden können, dass die oben genannten ungünstigen äußeren Bedingungen vermieden werden. Das wird mit der Errichtung von Schutzzelten, durch den Einsatz von Heizstrahlern und Entfeuchtern entsprechend den Angaben des Herstellers erreicht.

Die Umhüllung muss immer entsprechend den Angaben des Herstellers aufgebracht werden.

Eine Verlegung der Teile darf erst erfolgen, wenn der vom Hersteller (siehe Tabelle 1) angegebene Härtegrad erreicht ist.

7 Anforderungen an die aufgebrachte Umhüllung

7.1 Allgemeines

Die an die aufgebrachte Umhüllung gestellten Anforderungen sind nachstehend angegeben:

- Mindesttrockenfilmdicke der Umhüllung;
- Shore-Härte D;
- Erscheinungsbild und Gleichmäßigkeit;
- Infrarot-Spektrum;

- Umhüllungsfreies Ende;
- Porenprüfung;
- Schlagbeständigkeit;
- Haftfestigkeit – Messertest;
- Haftfestigkeit – Abziehtest;
- Kathodische Unterwanderung;
- Spezifischer elektrischer Umhüllungswiderstand;
- Haftfestigkeit nach Wasserbelastung;
- Eindruckwiderstand;
- Wärmealterung;
- Biegebarkeit;
- Reißdehnung.

Weitere Eigenschaften können bei Anfrage oder Auftragserteilung spezifiziert werden. Eine Zusammenfassung der geforderten Eigenschaften ist aus Tabelle 4 ersichtlich.

7.2 Mindesttrockenfilmdicke der Umhüllung

Die Schichtdicke wird in Übereinstimmung mit dem in Anhang A definierten Verfahren gemessen.

Wenn mit dem Besteller nicht anders vereinbart, muss die Mindesttrockenschichtdicke des Umhüllungssystems überall die folgenden Werte entsprechend der Ausführung der Schichtdickenklasse (A oder B) erreichen:

1 000 µm Klasse A

1 500 µm Klasse B

7.3 Shore-Härte „D“

Diese Prüfung muss nach dem Verfahren in EN ISO 868 durchgeführt werden.

Die Prüfung kann auch bei einer Schichtdicke von 1 000 µm durchgeführt werden.

Die Abnahmekriterien basieren auf den vom Hersteller festgelegten Härtewerten.

7.4 Erscheinungsbild und Gleichmäßigkeit

Das Erscheinungsbild und die gleichmäßige Beschichtung werden visuell über die gesamte Länge aller Teile überprüft.

Die Beschichtung muss von gleichmäßiger Farbgebung sein, eine glatte Oberfläche haben und frei von Poren, Läuferbildung oder anderen Defekten sein, die für die Qualität der Beschichtung nachteilig sind.

7.5 Umhüllungsfreie Rohrenden

Das umhüllungsfreie Rohrende muss (150 ± 20) mm betragen.

Abweichende Längen können bei Auftragserteilung definiert werden.

Bei Formteilen müssen die freien Enden im Auftrag spezifiziert sein.

Bei Entfernen der Umhüllung darf der Stahluntergrund des Teiles nicht beschädigt werden.

7.6 Porenprüfung

Die Porenprüfung wird nach dem in Anhang B definierten Verfahren mit einer Spannung von 8 V pro μm der nominalen Schichtdicke und maximal 20 kV durchgeführt.

Fehlstellen, z. B. Poren, Porosität oder andere Beschädigungen müssen, wie in Abschnitt 9 beschrieben, nachgebessert werden.

Die zulässige Anzahl sowie das Ausmaß an Fehlstellen/Ausbesserungen müssen vom Besteller festgelegt werden (siehe 5.1).

7.7 Schlagbeständigkeit

Die zulässige Schlagarbeit in Joule, durch die kein Durchschlag nach dem in Anhang B beschriebenen Verfahren entstehen darf, wird nach dem in Anhang C beschriebenen Verfahren festgelegt.

Die Schlagarbeit in Joule muss mindestens $5 \text{ J} \cdot k$ pro mm Schichtdicke bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $3 \text{ J} \cdot k$ pro mm Schichtdicke bei $(-5 \pm 3) ^\circ\text{C}$ betragen.

Die k Werte sind aus der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2 — Korrekturfaktor

Rohrdurchmesser in mm				k
	D	$>$	219,1	1,00
76,1	$<$	D	$\leq$ 219,1	0,85
	D	$\leq$	76,1	0,70

Die Prüfung muss an aus der Produktion entnommenen Teilen oder an Rohren mit einem Durchmesser zwischen 100 mm und 150 mm durchgeführt werden.

7.8 Haftfestigkeit – Messertest

Die Anforderungen an die Enthftung einer Umhüllung sind in dem in Anhang D definierten Verfahren festgelegt.

Die Haftfestigkeit der Umhüllung muss den Anforderungen der Bewertung 3 bei $(23^\circ \pm 2) ^\circ\text{C}$ und der Bewertung 4 bei maximaler Betriebstemperatur genügen.