

Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme
Bestimmung des Zeitstand-Innendruckverhaltens von thermoplastischen
Rohrwerkstoffen durch Extrapolation (ISO 9080:2003)
Deutsche Fassung EN ISO 9080:2003

DIN
EN ISO 9080

ICS 23.040.20; 83.140.30

Plastics piping and ducting systems — Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation (ISO 9080:2003); German version EN ISO 9080:2003

Systèmes de canalisations et de gaines en matières plastiques — Détermination de la résistance hydrostatique à long terme des matières thermoplastiques sous forme de tubes par extrapolation (ISO 9080:2003); Version allemande EN ISO 9080:2003

Die Europäische Norm EN ISO 9080:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Mitarbeit des DIN im CEN/TC 155 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme und Schutzrohrsysteme“ wird über den Normenausschuss Kunststoffe (FNK) wahrgenommen.

An der Erstellung dieser Europäischen Norm war seitens des DIN der folgende Arbeitsausschuss beteiligt: FNK-AA 504.2 „Prüfverfahren für Rohre“.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3126 siehe DIN EN ISO 3126

ISO 3146 siehe DIN EN ISO 3146

Fortsetzung Seite 2
und 31 Seiten EN

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3126, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme — Rohrleitungsteile aus Kunststoffen — Bestimmung der Maße (ISO/FDIS 3126:2002); Deutsche Fassung EN ISO 3126:2002.*

DIN EN ISO 3146, *Kunststoffe — Bestimmung des Schmelzverhaltens (Schmelztemperatur oder Schmelzbereich) von teilkristallinen Polymeren im Kapillarrohr- und Polarisationsmikroskop-Verfahren (ISO 3146:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3146:2000.*

Deutsche Fassung

**Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme - Bestimmung
des Zeitstand-Innendruckverhaltens von thermoplastischen
Rohrwerkstoffen durch Extrapolation (ISO 9080:2003)**

Plastics piping and ducting systems - Determination of the
long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in
pipe form by extrapolation (ISO 9080:2003)

Systèmes de canalisations et de gaines en matières
plastiques - Détermination de la résistance hydrostatique à
long terme des matières thermoplastiques sous forme de
tubes par extrapolation (ISO 9080:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2003 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, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn 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	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	7
4 Ermittlung der Prüfergebnisse	8
5 Durchführung	9
6 Berechnungsbeispiel für ein teilkristallines Polymer, Gültigkeitserklärung der Software.....	13
7 Prüfbericht.....	14
Anhang A (normativ) Verfahren zum Sammeln und Analysieren von Daten.....	15
Anhang B (normativ) Mathematischer Knicknachweis	19
Anhang C (informativ) Beispiel für die Anwendung des SEM auf Bruchspannungswerte	21
Anhang D (informativ) SEM-Software.....	29
Literaturhinweise	30
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	31

Vorwort

Dieses Dokument EN ISO 9080:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 138 „Plastics pipes, fittings and valves for the transport of fluids“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 155 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme und Schutzrohrsysteme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

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

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, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9080:2003 wurde vom CEN als EN ISO 9080:2003 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Allgemeines

ISO/TR 9080, auf dem die vorliegende Norm basiert, wurde von der Arbeitsgruppe 10 des Unterkomitees 5 des Technischen Komitees 138 der Internationalen Organisation für Normung (ISO) (nachfolgend als ISO/TC 138/SC 5/WG 10 bezeichnet) nach umfassender Diskussion erstellt; der Bericht ist ein annehmbarer Kompromiss zwischen verschiedenen nationalen Verfahren.

Weiterhin ist hervorzuheben, dass dieses Standard-Extrapolationsverfahren (SEM) weder bezweckt, existierende Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Spannungen oder Drücke noch Kunststoff-Rohrleitungen zu disqualifizieren, die nach diesen Verfahren geprüft wurden und sich über viele Jahre als tauglich erwiesen haben. Im Allgemeinen dient das SEM dem Zweck, einen Rohrwerkstoff vor seiner Markteinführung zu qualifizieren.

Nach der in den normativen Anhängen A und B beschriebenen Analyse des SEM wurde ein Softwarepaket entwickelt. Ein Programm auf der Grundlage von Windows ist auf Diskette erhältlich (siehe Anhang D).

ANMERKUNG Die Anwendung dieses Softwarepakets wird empfohlen.

Grundlagen

Die Gebrauchstauglichkeit eines Kunststoff-Druckrohres wird vor allem durch das Verhalten des Werkstoffs bei Beanspruchung und unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsbedingungen (z. B. der Temperatur) bestimmt. Üblicherweise wird das Werkstoffverhalten durch die Umfangsspannung angegeben, bei der die Lebenserwartung eines Rohres aus dem zu untersuchenden Kunststoff bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C und unter Verwendung von Wasser als Prüfmedium 50 Jahre beträgt. Als äußere Umgebung kommt Wasser oder Luft infrage.

In bestimmten Fällen ist die Innendruckfestigkeit, die durch die Umfangsspannung charakterisiert wird, entweder für kürzere Standzeiten oder höhere Temperaturen oder, wenn nötig, für beide zu ermitteln. Das in dieser Norm beschriebene Verfahren ist für beide Arten der Ermittlung vorgesehen. Als Ergebnis wird die vorhergesagte untere Vertrauensgrenze (LPL) für diejenige Umfangsspannung ermittelt, die nach der vorgegebenen Zeit und bei der vorgegebenen Temperatur ein Versagen bewirken kann (maximale Umfangsspannung).

ANMERKUNG Der MRS-Wert (bei 20 °C) basiert gewöhnlich auf Daten, die unter Verwendung von Wasser als innerem und äußerem Prüfmedium gewonnen werden. Es ist offensichtlich, dass tatsächlich alle Daten für die Gültigkeitserklärung der Regressionskurven bei höheren Temperaturen (z. B. 70 °C) verwendet werden, einschließlich Daten, die unter Verwendung von Luft als äußerem Prüfmedium gewonnen werden (z. B. 110 °C).

Diese Internationale Norm beschreibt ein definitives Verfahren einer Extrapolation unter Anwendung von Prüfergebnissen, die bei unterschiedlichen Temperaturen durch mehrfache lineare Regressionsanalyse ermittelt wurden. Die Ergebnisse ermöglichen die Bestimmung der werkstoffspezifischen zulässigen Werte nach den Verfahren, die in den jeweiligen Systemnormen beschrieben werden.

Die mehrfache lineare Regressionsanalyse basiert auf den Stufenverfahren, die am genauesten durch die Modelle $\log_{10}(\text{Spannung})/\log_{10}(\text{Zeit})$ beschrieben werden.

Zur Ermittlung des Vorhersage-Wertes des verwendeten Modells wurde es als notwendig erachtet, die geschätzte untere Vertrauensgrenze (LPL) bei 97,5 % anzuwenden. Sie entspricht der unteren Vertrauensgrenze des 95 %-Vertrauensbereiches für den vorhergesagten Wert. In Übereinstimmung mit der entsprechenden Literatur gilt diese Vereinbarung für die Berechnungen. Dieser Aspekt erfordert die Anwendung statistischer Verfahren.

Das Verfahren kann als systematische Grundlage für die Interpolation und Extrapolation von Bruchspannungen bei Betriebsbedingungen dienen, die von den normalerweise üblichen 50 Jahren und 20 °C abweichen. Die Extrapolationszeitgrenze kann unter Berücksichtigung der Extrapolationszeitfaktoren (siehe 5.1.4) bis zu 100 Jahre betragen.

Es ist wichtig, dass das zur Druckübertragung auf das Rohr verwendete Medium keinen schädlichen Einfluss auf das Rohr ausübt. Im Allgemeinen wird Wasser als solch ein geeignetes Medium erachtet.

Umfangreiche Überlegungen wurden angestellt um zu entscheiden, welche Variable als unabhängige Größe zur Berechnung der Zeitstand-Innendruckfestigkeit angewendet wird. Es bestand die Wahl zwischen Zeit und Spannung.

Die beiden Grundfragen für das Verfahren können folgendermaßen formuliert werden:

- a) Welcher maximalen Spannung (oder welchem maximalen Druck) kann ein bestimmtes Rohrleitungssystem bei einer vorgegebenen Temperatur über eine bestimmte Zeit widerstehen?
- b) Wie lang ist die Standzeit eines Rohrleitungssystems, wenn es bei einer vorgegebenen Temperatur einer bestimmten Spannung (oder einem bestimmten Druck) ausgesetzt wird?

Beide Fragen sind wichtig.

Zeigen die Prüfergebnisse keine Streuung und kann der Rohrwerkstoff mit dem gewählten empirischen Modell eindeutig beschrieben werden, sind zeit- und spannungsabhängige Regression identisch. Praktisch tritt dieser Fall jedoch nicht auf, weil die Prüfbedingungen nicht ideal sind und der Werkstoff nicht zu 100 % homogen ist. Folglich treten immer Streuungen auf. Die unter Verwendung von zwei wahlweise unabhängigen Variablen berechneten Regressionen sind nicht identisch, und die Abweichung vergrößert sich mit zunehmender Streuung.

Die Variable, die vermutlich am meisten durch die größte Veränderlichkeit (Streuung) beeinflusst wird, ist die Zeit; sie ist als unabhängige Variable (Zufallsvariable) zu betrachten, um eine korrekte statistische Auswertung des nach diesem Verfahren ermittelten Datensatzes zu ermöglichen. Aus praktischen Gründen wird es jedoch in der Industrie bevorzugt, die Spannung als unabhängige Variable über der Zeit anzugeben.

Anwendung der Verfahren

Dieses Extrapolationsverfahren ist dafür vorgesehen, die beiden folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- a) Abschätzen der (für ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 97,5 %) für die Spannung vorhergesagten unteren Vertrauensgrenze¹⁾, der ein aus dem jeweiligen Werkstoff erzeugtes Rohr bei einer Standzeit von 50 Jahren und einer Umgebungstemperatur von 20 °C unter Verwendung von Wasser oder Luft als Prüfmedium widerstehen kann;
- b) Abschätzen des Spannungswertes für die (für ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 97,5 %) vorhergesagte untere Vertrauensgrenze bei anderen Standzeiten und/oder anderen Temperaturen.

Es gibt mehrere Extrapolationsmodelle, die eine unterschiedliche Anzahl von Gliedern haben. Bei diesem SEM werden nur Modelle mit 2, 3 oder 4 Parametern benutzt.

Durch die Ergänzung weiterer Glieder kann zwar die Anpassung verbessert werden, die Vorhersage wird jedoch weniger zuverlässig.

1) Die vorhergesagte untere Vertrauensgrenze LPL wird in verschiedenen ISO-Dokumenten als "untere Vertrauensgrenze LCL" bezeichnet, wobei LCL die untere 97,5 %-Vertrauensgrenze für die mittlere Innendruckfestigkeit ist.

Das SEM beschreibt (für ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 97,5 %) ein Verfahren zur Ermittlung der vorhergesagten unteren Vertrauensgrenze unabhängig davon, ob ein Knick (der den Übergang zwischen Verformungs- und Sprödbbruchverhalten kennzeichnet) gefunden wird oder nicht (siehe Anhang B).

Um die Anwendung des Verfahrens zu ermöglichen, sind die Werkstoffe in Rohrform zu prüfen.

Das Endergebnis des SEM für einen bestimmten Werkstoff ist die (für ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 97,5 %) für die Innendruckfestigkeit vorhergesagte untere Vertrauensgrenze, die mithilfe der Umfangsspannung nach einer bestimmten Zeit und bei einer bestimmten Temperatur angegeben wird.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der Zeitstand-Innendruckfestigkeit von thermoplastischen Werkstoffen durch statistische Extrapolation.

Dieses Verfahren gilt bei den vorgesehenen Temperaturen für sämtliche Arten thermoplastischer Rohre. Es wurde auf der Grundlage von Prüfergebnissen für Rohrsysteme entwickelt. Die Maße der zu prüfenden Rohre können in den entsprechenden Produkt-/Systemnormen festgelegt sein; sie sind in den Prüfbericht aufzunehmen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten 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 1167, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids — Resistance to internal pressure — Test method*.

ISO 2507-1:1995, *Thermoplastics pipes and fittings — Vicat softening temperature — Part 1: General test method*.

ISO 3126:—²⁾, *Plastics piping systems — Plastics piping components — Measurement and determination of dimensions*.

ISO 3146:2000, *Plastics — Determination of melting behaviour (melting temperature or melting range) of semi-crystalline polymers*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Innendruck

p

die durch das Medium im Rohr ausgeübte Kraft je Flächeneinheit

3.2

Spannung

σ

Kraft je Flächeneinheit in der Rohrwand in Umfangsrichtung, die durch den Innendruck erzeugt wird

ANMERKUNG Die Spannung wird mit σ bezeichnet und nach folgender vereinfachter Gleichung aus dem Innendruck ermittelt:

$$\sigma = \frac{p(d_{\text{em}} - e_{\text{y,min}})}{20e_{\text{y,min}}}$$

Dabei ist

p der Innendruck (in bar);

d_{em} der mittlere Außendurchmesser des Rohres (in mm);

$e_{\text{y,min}}$ die Mindestwanddicke des Rohres (in mm).

2) Zu veröffentlichen (Überarbeitung von ISO 3126:1974).

3.3

Prüftemperatur

T_t

Temperatur (in °C), bei der die Versagensspannungen bestimmt wurden

3.4

maximale Prüftemperatur

$T_{t,max}$

maximale Temperatur (in °C), bei der die Versagensspannungen bestimmt wurden

3.5

Betriebstemperatur

T_s

Temperatur (in °C), bei der das Rohr eingesetzt wird

3.6

Standzeit

t

Zeit (in h) bis zum Auftreten einer Undichtheit im Rohr

3.7

Zeitstand-Innendruckfestigkeit

σ_{LTHS}

Größe (in MPa), mit der Einheit der Spannung, die die vorhergesagte mittlere Festigkeit bei der Temperatur T und nach der Zeit t darstellt

3.8

untere Vertrauensgrenze für die vorhergesagte Innendruckfestigkeit

σ_{LPL}

Größe (in MPa), mit der Einheit der Spannung, die für einen Einzelwert die untere 97,5 %-Vertrauensgrenze der vorhergesagten Innendruckfestigkeit bei der Temperatur T und nach der Zeit t darstellt

ANMERKUNG Sie wird bezeichnet als:

$$\sigma_{LPL} = \sigma_{(T,t,0,975)}$$

3.9

Knick

Übergangspunkt zwischen den beiden Brucharten (Verformungs- und Sprödbbruch), der durch eine Änderung der Steigung in einem Diagramm $\log_{10}$ (Spannung) / $\log_{10}$ (Zeit) der Zeitstand-Innendruck-Bruchdaten dargestellt werden kann

3.10

Kurvenast

Gerade mit konstanter Steigung im Diagramm $\log_{10}$ (Spannung) / $\log_{10}$ (Zeit), die dieselbe Bruchart darstellt

3.11

Extrapolations-Zeitfaktor

k_e

Faktor für die Berechnung der Extrapolationszeitgrenzen

4 Ermittlung der Prüfergebnisse

4.1 Prüfbedingungen

Die Bruchspannungswerte des Rohres sind in Übereinstimmung mit ISO 1167 zu ermitteln. Die Innendruckbeständigkeit ist an geraden Rohren zu bestimmen.