

**EN 12732:2013+A1:2014**

 **NBN**

**NBN EN 12732+A1:2014**

 

---

**Gasinfrastruktur - Schweißen an Rohrleitungen aus Stahl -  
Funktionale Anforderungen**

---

Gültig ab 23-05-2014

ICS: 25.160.40



EUROPÄISCHE NORM  
 EUROPEAN STANDARD  
 NORME EUROPÉENNE

**EN 12732:2013+A1**

April 2014

ICS 25.160.40

Ersatz für EN 12732:2013

Deutsche Fassung

**Gasinfrastruktur - Schweißen an Rohrleitungen aus Stahl -  
 Funktionale Anforderungen**

Gas infrastructure - Welding steel pipework - Functional  
 requirements

Infrastructures gazières - Soudage des tuyauteries en acier  
 - Prescriptions fonctionnelles

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. März 2013 angenommen und schließt Änderung 1, die am 3. Februar 2014 vom CEN angenommen wurde.

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 des CEN-CENELEC 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Qualitätssicherung</b> .....	<b>12</b>
4.1 Allgemeines .....	12
4.2 Schweißunternehmen .....	13
4.3 Schweißer .....	13
4.4 Schweißaufsicht .....	13
4.5 Prüfpersonal .....	13
4.5.1 Allgemeines .....	13
4.5.2 Prüfpersonal zerstörungsfreie Prüfung (NDT) .....	13
4.5.3 Prüfpersonal zerstörende Prüfung (DT) .....	13
<b>5 Schweißzusätze und Hilfsstoffe</b> .....	<b>14</b>
<b>6 Durchführung der Schweißarbeiten</b> .....	<b>15</b>
6.1 Allgemeine Anforderungen .....	15
6.1.1 Allgemeines .....	15
6.1.2 Arbeitsraum .....	15
6.1.3 Anordnung von Schweißverbindungen .....	15
6.1.4 Nahtarten .....	15
6.1.5 Fugenform .....	15
6.1.6 Nahtabstände .....	15
6.1.7 Ungleiche Wanddicken .....	15
6.1.8 Rohrabzweigungen und Stutzen .....	15
6.1.9 Dopplungen .....	15
6.1.10 Stumpfnähte am Kreuzstoß .....	15
6.2 Schweißnahtvorbereitung .....	16
6.2.1 Vorbereitung der Schweißkanten .....	16
6.2.2 Zentrieren der Schweißnähte .....	16
6.3 Vorwärmer .....	16
6.4 Heften .....	16
6.5 Schweißen .....	16
6.6 Nachbehandlung .....	17
6.7 Ausbessern von Schweißnahtfehlern .....	17
<b>7 Sondermaßnahmen</b> .....	<b>17</b>
7.1 Allgemeines .....	17
7.2 Anschweißen von Konstruktionen .....	17
7.3 Kabelanschlüsse für den kathodischen Korrosionsschutz .....	17
7.4 Anbohren und Schweißen an in Betrieb befindlichen Rohrleitungen und Systemen .....	18
<b>8 Schweißnahtprüfung</b> .....	<b>18</b>
8.1 Allgemeines .....	18
8.2 Prüfumfang .....	18
8.3 Zerstörungsfreie Prüfung und Bewertungsstufen .....	20
8.4 Zeitpunkt der Prüfung .....	21
8.5 Abnahmekriterien .....	21
8.6 Aufzeichnung der Prüfergebnisse .....	21
<b>9 Dokumentation</b> .....	<b>22</b>
9.1 Allgemeines .....	22
9.2 Aufbewahrung .....	22

<b>10</b>	<b>Besondere Anforderungen bei der Gasinfrastruktur mit MOP einschließlich 16 bar .....</b>	<b>22</b>
10.1	Allgemeines .....	22
10.2	Schweißer.....	22
10.3	Schweißaufsicht .....	22
10.4	Durchführung der Schweißarbeiten .....	23
10.4.1	Allgemeines .....	23
10.4.2	Schweißnahtvorbereitung .....	23
10.4.3	Schweißen.....	23
10.5	Anforderungen an die Dokumentation.....	23
<b>11</b>	<b>Besondere Anforderungen bei Gasinfrastruktur mit MOP größer 16 bar .....</b>	<b>24</b>
11.1	Allgemeines .....	24
11.2	Schweißer.....	24
11.3	Schweißaufsicht .....	24
11.4	Zulassung von Schweißverfahren .....	24
11.4.1	Allgemeines .....	24
11.4.2	Prüfanforderungen für die Zulassung von Schweißverfahren .....	24
11.4.3	Kerbschlagversuch .....	25
11.4.4	Querzugversuch .....	25
11.4.5	Zugversuch im reinen Schweißgut.....	25
11.5	Durchführung der Schweißarbeiten .....	26
11.5.1	Allgemeines .....	26
11.5.2	Schweißnahtvorbereitung .....	26
11.5.3	Schweißen.....	26
11.5.4	Reparatur von Schweißnahtfehlern.....	27
11.5.5	Schweißzusatzwerkstoffe.....	27
11.6	Zerstörende Prüfung von Baustellenschweißnähten .....	27
11.7	Abnahmeanforderungen.....	27
11.8	Anforderungen an die Dokumentation.....	28
<b>12</b>	<b>Besondere Anforderungen bei Mess- und Regel- sowie Verdichteranlagen .....</b>	<b>29</b>
12.1	Allgemeines .....	29
12.2	Besondere Anforderungen .....	29
<b>Anhang A (informativ)</b>	<b>Zulassungsverfahren von Rohrleitungsschweißern (Rundnähte und Kehnähte an Abzweigen).....</b>	<b>30</b>
A.1	Allgemeines .....	30
A.2	Abnahmeprüfungen .....	30
A.2.1	Durchführung der Abnahmeprüfung.....	30
A.2.2	Art der Probeschweißung.....	31
A.2.3	Überwachung der Ausführung der Abnahmeprüfung.....	31
A.3	Prüfung.....	31
A.3.1	Allgemeines .....	31
A.3.2	Prüfung der Rundnähte .....	32
A.3.3	Prüfung der Weldolets .....	32
A.4	Geltungsbereich .....	32
A.4.1	Allgemeines .....	32
A.4.2	Abmessungsbereiche .....	32
A.4.3	Nahtausführungen.....	33
A.5	Schweißer Prüfbescheinigung.....	33
A.5.1	Allgemeines .....	33
A.5.2	Gültigkeitsdauer .....	33
<b>Anhang B (informativ)</b>	<b>Prüfung des Grundwerkstoffes auf Dopplungen.....</b>	<b>34</b>
<b>Anhang C (informativ)</b>	<b>Beugungslaufzeittechnik (TOFD) .....</b>	<b>35</b>
C.1	Allgemeines .....	35
C.2	Ergänzende und ersetzende Anforderungen zur EN ISO 10863:2011 .....	35
C.2.1	Ergänzung in dem gesamten Dokument EN ISO 10863:2011 .....	35
C.2.2	Ergänzung zur EN ISO 10863:2011, Abschnitt 3, „Begriffe“ .....	35
C.2.3	Ergänzung zu EN ISO 10863:2011, Abschnitt 5, „Prüfklassen“ .....	37
C.2.4	Ergänzung zu EN ISO 10863:2011, 7.2.2 „Ultraschall-Prüfköpfe“ .....	37

**EN 12732:2013+A1:2014 (D)**

<b>C.2.5</b>	<b>Ersatz von EN ISO 10863:2011, Abschnitt 11, dritter Absatz „Schweißnahtprüfung“</b>	<b>37</b>
<b>C.2.6</b>	<b>Ersatz von EN ISO 10863:2011, 12.5.2 „Größenbestimmung“</b>	<b>37</b>
<b>Anhang D (informativ) Kritische Gesichtspunkte für das Anbohren oder Schweißen an in Betrieb befindlichen Leitungen</b>		
	<b>befindlichen Leitungen</b>	<b>42</b>
<b>D.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>42</b>
<b>D.2</b>	<b>Empfehlungen</b>	<b>42</b>
<b>D.2.1</b>	<b>Ausrüstung</b>	<b>42</b>
<b>D.2.2</b>	<b>Aufsicht</b>	<b>42</b>
<b>D.2.3</b>	<b>Sicherheitsmaßnahmen</b>	<b>42</b>
<b>D.2.4</b>	<b>Kennzeichnung</b>	<b>42</b>
<b>D.2.5</b>	<b>Schweißzusätze</b>	<b>42</b>
<b>D.3</b>	<b>Schweißnahtvorbereitung</b>	<b>43</b>
<b>D.4</b>	<b>Schweißanweisung (WPS)</b>	<b>43</b>
<b>D.4.1</b>	<b>Beschreibung der Schweißanweisung</b>	<b>43</b>
<b>D.4.2</b>	<b>Qualifikation der Schweißanweisung</b>	<b>43</b>
<b>D.4.3</b>	<b>Genehmigung der Schweißanweisung</b>	<b>43</b>
<b>D.5</b>	<b>Ausbildung der Schweißer</b>	<b>43</b>
<b>D.6</b>	<b>Vorsichtsmaßnahmen</b>	<b>43</b>
<b>D.7</b>	<b>Ausführung</b>	<b>44</b>
<b>D.8</b>	<b>Reparatur</b>	<b>44</b>
<b>D.9</b>	<b>Bericht über die Verfahrensprüfung des Schweißers</b>	<b>44</b>
<b>Anhang E (informativ) Sichtprüfung von Schweißverbindungen</b>		
<b>E.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>45</b>
<b>E.2</b>	<b>Empfehlungen</b>	<b>45</b>
<b>Anhang F (informativ) Manuelle Prüfung von Schweißverbindungen mit Ultraschall an Wanddicken von etwa 6 mm bis 8 mm</b>		
	<b>Wanddicken von etwa 6 mm bis 8 mm</b>	<b>46</b>
<b>F.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>46</b>
<b>F.2</b>	<b>Einstellungen</b>	<b>46</b>
<b>F.2.1</b>	<b>Entfernungsjustierung</b>	<b>46</b>
<b>F.2.2</b>	<b>Empfindlichkeitseinstellung nach der AVG-Methode</b>	<b>46</b>
<b>Anhang G (normativ) Abnahmekriterien – Empfehlungen für baustellengefertigte Schweißnähte</b>		
<b>G.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>50</b>
<b>G.2</b>	<b>Abnahmekriterien nach EN ISO 5817</b>	<b>50</b>
<b>G.3</b>	<b>Zusammenfassende Darstellung der Fehlerzulässigkeitsgrenzen sowie der Fehlergrenzen</b>	<b>52</b>
<b>G.3.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>52</b>
<b>G.3.2</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>53</b>
<b>G.4</b>	<b>Verfahren und Kriterien zur Bewertung von Anzeigen bei Ultraschallprüfungen</b>	<b>57</b>
<b>G.4.1</b>	<b>AVG-Methode</b>	<b>57</b>
<b>G.4.2</b>	<b>Vergleichskörpermethode</b>	<b>57</b>
<b>G.4.3</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>57</b>
<b>G.4.4</b>	<b>Bewertung von Anzeigen mittels automatischem Impulsechoverfahren</b>	<b>59</b>
<b>Anhang H (informativ) Löten und aluminothermisches Schweißen von Anschlüssen für den kathodischen Korrosionsschutz</b>		
	<b>kathodischen Korrosionsschutz</b>	<b>60</b>
<b>H.1</b>	<b>Verbindungstechniken</b>	<b>60</b>
<b>H.2</b>	<b>Eignung des Verfahrens</b>	<b>60</b>
<b>H.3</b>	<b>Qualifikation der Arbeitsdurchführung</b>	<b>62</b>
<b>H.4</b>	<b>Durchführung von Bauarbeiten</b>	<b>62</b>
<b>Anhang I (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe</b>		
	<b>und der vorherigen Ausgabe</b>	<b>63</b>
<b>Literaturhinweise</b>		<b>64</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 12732:2013+A1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt **A1** EN 12732:2013 **A1**.

Dieses Dokument enthält die von CEN am 03-02-2014 genehmigte Änderung A1.

Der Beginn und das Ende eines Textes, der durch die Änderung A1 eingefügt oder geändert wurde, wird im Text durch die Markierungen **A1** **A1** angezeigt.

Diese Europäische Norm wurde unter dem Mandat M/017 erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Im Anhang I sind die wesentlichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der Vorgängerversion enthalten.

Von CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ ist eine vollständige Serie von Funktionsnormen erstellt worden, die alle Teile des Gasversorgungssystems vom Ort der Gaseinspeisung in das Transportsystem bis zum Anschluss am häuslichen, gewerblichen oder industriellen Gasgerät behandelt.

Bei der Erstellung dieser Norm wurde vorausgesetzt, dass der Anwender ein Grundverständnis der Gasinfrastruktur aufweist.

Die Gasinfrastruktur ist komplex, und der hohe Stellenwert der Sicherheit, der ihrer Errichtung und Verwendung beigemessen wird, hat zur Entwicklung sehr detaillierter Arbeitsblätter und Betriebsanweisungen in den Mitgliedsländern geführt. Diese detaillierten Festlegungen umfassen allgemein anerkannte Regeln der Gastechnik sowie die spezifischen Anforderungen, die durch die gesetzlichen Strukturen der Mitgliedsländer vorgegeben werden.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

**EN 12732:2013+A1:2014 (D)****1 Anwendungsbereich**

Diese Europäische Norm enthält Anforderungen an die Herstellung und Prüfung von Schweißnähten bei der Errichtung und Instandsetzung von landverlegten Stahlrohrleitungen und Anlagen der öffentlichen Gasinfrastruktur einschließlich in Betrieb befindlichen Leitungen für alle Druckbereiche, die für den Transport von aufbereitetem, nicht giftigem und nicht korrosivem Erdgas nach EN ISO 13686 bestimmt sind und für den Transport von nicht-konventionellen Gasen, wie eingespeistes Biomethan, bei denen:

- die Leitungsbauteile aus nicht legiertem oder niedrig legiertem Kohlenstoffstahl bestehen;
- alle Leitungen und Anlagen, die sich auf Gewerbe- oder Werksgelände befinden, ausschließlich der Versorgung solcher Grundstücke dienen und kein wesentlicher Bestandteil der Anlagen für Betriebsabläufe auf diesem Gelände sind;
- es sich nicht um Leitungen innerhalb von Hausinstallationen handelt, die EN 1775 unterliegen;
- die Auslegungstemperatur zwischen  $-40\text{ °C}$  bis einschließlich  $120\text{ °C}$  liegt.

Für landverlegte Stahlrohrleitungen und Anlagen der öffentlichen Gasinfrastruktur einschließlich in Betrieb befindlichen Leitungen für alle Druckbereiche, die für den Transport von aufbereitetem, nicht giftigem und nicht korrosivem Erdgas nach EN ISO 13686 und für den Transport von nicht-konventionellen Gasen nach EN ISO 13686, und für die eine ausführliche technische Bewertung der funktionalen Anforderungen (wie eingespeistes Biomethan) durchgeführt wird, ist sicherzustellen, dass keine weiteren Bestandteile oder Eigenschaften der Gase die Leitungsintegrität beeinflussen können.

Diese Norm ist nicht auf Schweißnähte anwendbar, die vor der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm erstellt wurden.

Tabelle 1 ordnet die Anwendungsbereiche in Abhängigkeit vom Betriebsdruck sowie vom eingesetzten Rohrwerkstoff bestimmten Qualitätsanforderungsstufen zu.

**Tabelle 1 — Zuordnung von Qualitätsanforderungsstufen**

Qualitätsanforderungsstufe	Anwendungsbereich	
B	Druckbereich und Grundwerkstoff	$\leq 5\text{ bar}$ Gruppen 1.1, 1.2 und 1.4 nach CEN ISO/TR 15608 $R_{t0,5} \leq 360\text{ N/mm}^2$ Beispiele: Versorgungsleitungen und Hausanschlussleitungen in Gasverteilungssystemen, Rohrleitungen in Anlagen
C	Druckbereich und Grundwerkstoff	$> 5\text{ bar}$ und $\leq 16\text{ bar}$ Gruppen 1.1, 1.2 und 1.4 nach CEN ISO/TR 15608 $R_{t0,5} \leq 360\text{ N/mm}^2$ Beispiele: Fernleitungen einschließlich Rohrleitungen in Anlagen und in Gasverteilungssystemen
D	Druckbereich oder Grundwerkstoff	$> 16\text{ bar}^a$ Gruppen 1, 2 und 3 nach CEN ISO/TR 15608 Beispiele: Fernleitungen einschließlich Rohrleitungen in Anlagen und in Gastransportssystemen
<b>Legende</b>		
$R_{t0,5}$ Dehngrenze bei 0,5 % der gesamten Dehnung (spezifizierter Mindestwert) nach EN ISO 3183.		
ANMERKUNG 1 Die bislang separate Qualitätsanforderungsstufe A für Versorgungsleitungen bis 100 mbar in der EN 12732:2000 ist nun in der Qualitätsanforderungsstufe B eingeschlossen und wurde aus dieser Tabelle gelöscht.		
ANMERKUNG 2 Gasinfrastruktur mit einem MOP bis 16 bar wird in der Regel der Gasverteilung zugeordnet.		
<sup>a</sup> Rohrleitungen, deren tatsächliche Umfangsspannung bei Auslegungsdruck $\leq 30\%$ von $R_{t0,5}$ und deren Betriebsdruck $\leq 24\text{ bar}$ beträgt, dürfen vom Leitungsbetreiber der Qualitätsanforderungsstufe C zugeordnet werden.		



Zusätzliche Anforderungen dürfen festgelegt werden, wenn z. B.:

- die Beanspruchung der Rohrleitungen und Anlagen,
- die Werkstoffe,
- die Trassenführung,
- die Planung oder die Schweißmethode

als kritisch betrachtet werden.

Diese Europäische Norm enthält allgemeine Grundsätze der Gasinfrastruktur. Anwender dieser Europäischen Norm sollten sich dessen bewusst sein, dass detailliertere nationale Normen bzw. Technische Regeln in den CEN-Mitgliedsländern existieren können.

Diese Europäische Norm soll in Verbindung mit diesen, die oben erwähnten allgemeinen Grundsätze darlegenden, nationalen Normen bzw. Technischen Regeln angewendet werden.

Beim Auftreten von Widersprüchen aufgrund restriktiver Anforderungen in nationalen Gesetzen/Vorschriften als in dieser Norm gefordert, haben nationale Gesetze/Vorschriften Vorrang wie in der CEN/TR 13737 (alle Teile) dargestellt.

ANMERKUNG CEN/TR 13737 (alle Teile) beinhaltet Folgendes:

- Klärung der einschlägigen Rechtsvorschriften/Verordnungen in einem Land;
- falls erforderlich, Anwendung strengerer Vorschriften;
- nationale Kontaktstelle für die neuesten Informationen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

EN 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 1418:1997, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißverfahren und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen*

EN 1708-1, *Schweißen — Verbindungselemente beim Schweißen von Stahl — Teil 1: Druckbeanspruchte Bauteile*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN ISO 636, *Schweißzusätze — Stäbe, Drähte und Schweißgut zum Wolfram-Inertgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 636)*

EN ISO 2560, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 2560)*

EN ISO 3183, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183)*

EN ISO 3452 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung (ISO 3452)*

EN ISO 3834-1, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen (ISO 3834-1)*

EN ISO 3834-2, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2)*