

DIN EN 16079



ICS 77.080.10

Entwurf

Einsprüche bis 2021-01-20
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16079:2012-02

**Gießereiwesen –
Gusseisen mit Vermiculargraphit;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16079:2020**

Founding –
Compacted (vermicular) graphite cast irons;
German and English version prEN 16079:2020

Fonderie –
Fontes à graphite vermiculaire (compacté);
Version allemande et anglaise prEN 16079:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-11-20 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 gina@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 Gießereiwesen (GINA), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 73 Seiten

DIN-Normenausschuss Gießereiwesen (GINA)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16079:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 190 „Gießereiwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 036-00-01 AA „Gusseisenwerkstoffe“ im DIN-Normenausschuss Gießereiwesen (GINA).

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.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16079:2012-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einleitung erweitert;
- b) Anwendungsbereich, 2. Absatz überarbeitet;
- c) 3.3 und 3.7 überarbeitet und 3.8 aufgenommen;
- d) Abschnitt 4 und Abschnitt 5 erweitert;
- e) 7.2 erweitert, 7.3 aufgenommen und Tabelle 1 überarbeitet, 7.4, 7.5 und 7.6 überarbeitet;
- f) 8.2.5 und 8.3 erweitert;
- g) in Anhang A, Tabelle A.1 Sorte EN-GJV-500 entfallen und Brinellhärte ergänzt;
- h) Anhang B aufgenommen;
- i) vorm. Anhang B aktualisiert und als Anhang E aufgenommen;
- j) vorm. Anhang C entfallen;
- k) vorm. Anhang D jetzt Anhang C;
- l) vorm. Anhang G jetzt Anhang D;
- m) vorm. Anhang F entfallen;
- n) Anhang F aufgenommen.

Titel de: Gießereiwesen — Gusseisen mit Vermiculargraphit

Titel en: Founding — Compacted (vermicular) graphite cast irons

Titel fr: Fonderie — Fontes à graphite vermiculaire (compacté)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Bezeichnung.....	8
5 Bestellangaben	9
6 Herstellung.....	9
7 Anforderungen	9
7.1 Allgemeines.....	9
7.2 Aus getrennt gegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung entnommene Proben.....	9
7.3 Aus parallel gegossenen und angegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben.....	10
7.4 Aus Probestücken, die aus einem Gussstück geschnitten wurden, durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben.....	10
7.5 Härte.....	11
7.6 Graphitstruktur.....	11
8 Probenentnahme.....	11
8.1 Allgemeines.....	11
8.2 Probestücke.....	12
8.2.1 Größe der Probestücke.....	12
8.2.2 Anzahl und Häufigkeit der Prüfungen	13
8.2.3 Getrennt gegossene Probestücke	13
8.2.4 Parallel gegossene Probestücke.....	13
8.2.5 Angegossene Probestücke.....	13
8.2.6 Aus Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben	14
8.3 Aus dem Gussstück entnommene Probestücke.....	14
9 Prüfverfahren.....	18
9.1 Zugversuch.....	18
9.2 Härteprüfung.....	19
9.3 Untersuchung der Graphitstruktur.....	20
10 Wiederholungsprüfungen	20
10.1 Notwendigkeit für Wiederholungsprüfungen.....	20
10.2 Gültigkeit der Prüfung.....	20
10.3 Nichtübereinstimmende Prüfergebnisse.....	20
10.4 Wärmebehandlung von Probestücken und Gussstücken.....	21
11 Prüfbescheinigung	21
Anhang A (informativ) Zusätzliche Angaben zu Eigenschaften und typischen Anwendungen von Gusseisen mit Vermiculargraphit.....	22
Anhang B (informativ) Bewertung der Nodularität von Gusseisen mit Vermiculargraphit.....	26

B.1	Definition der Nodularität	26
B.2	Einflussfaktoren auf die Nodularität.....	26
B.3	Grundlegendes Verfahren für die Nodularitätsbewertung.....	26
B.4	Mikroskopeinstellungen für eine stichhaltige Nodularitätsbewertung (siehe auch ISO/TR 945-2).....	26
B.5	Rundheit von Graphitknoten.....	26
B.6	Klassifizierung gerundeter Graphitpartikel mit einem Formfaktor	27
B.7	Intermediäre Graphitpartikel, sterische Wirkungen.....	27
B.8	Berechnung der prozentualen Nodularität	28
B.9	Stelle der Prüfung.....	28
B.10	Bewertungstabelle für die Bestimmung der Nodularität in Gusseisen mit Vermiculargraphit	28
B.11	Bewertungstabelle für die Rundheit von Graphitpartikeln und Zuordnung von Formfaktoren	29
Anhang C (informativ) Richtwerte für Eigenschaften bei Zugbeanspruchung, gemessen an Proben aus dem Gussstück entnommener Probestücke		31
Anhang D (normativ) Probenlage für gegossene Probestücke.....		32
Anhang E (informativ) Gegenüberstellung der Werkstoffbezeichnungen nach EN 1560 und ISO/TR 15931 [4] [5] von Gusseisen mit Vermiculargraphit.....		33
Anhang F (informativ) Änderungen gegenüber der Vorversion.....		34
Literaturhinweise.....		35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16079:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 190 „Gießereiwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 16079:2011 ersetzen.

Im Rahmen seines Arbeitsprogramms hat das Technische Komitee CEN/TC 190 die CEN/TC 190/WG 5 „Gusseisen mit Lamellengraphit und mit Vermiculargraphit“ beauftragt, die EN 16079 zu erstellen.

Im Anhang F sind die wesentlichen technischen Änderungen zwischen diesem Dokument und der Vorgängerversion enthalten.

Einleitung

Dieses Dokument klassifiziert Gusseisen mit Vermiculargraphit (GJV) entsprechend den mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs.

Die Eigenschaften von Gusseisen mit Vermiculargraphit hängen von der Mikrostruktur der Matrix und des Graphits ab. Eine moderate Wanddickenempfindlichkeit ist das Ergebnis unterschiedlicher Abkühlgeschwindigkeiten in unterschiedlichen Wanddicken des Gussstücks. Bei der Bezeichnung einer Werkstoffsorte muss dies berücksichtigt werden.

Tabelle 1 stuft die Werkstoffsorten nach ihren mechanischen Eigenschaften ein.

- 1) Tabelle 1 bezeichnet (verifiziert) den Gusswerkstoff in der Gießerei (Prozessqualitätssicherung). Der Kunde bezeichnet die Werkstoffsorte anhand der konstruktiven Anforderungen der Komponente. Die Auswahl von Probestücken basiert auf der maßgebenden Wanddicke, um die Vergleichbarkeit sicherzustellen.
- 2) Tabelle 1 legt minimale Eigenschaftswerte (Zugfestigkeit) für jede Werkstoffsorte fest, die auf Probestücken beruhen. Für das Gussstück selbst sind typische Eigenschaftswerte in Tabelle C.1 enthalten.

Gusseisenwerkstoffe werden aus Stahlschrott unterschiedlicher Zusammensetzung (Kreislaufwirtschaft), Roheisen, Legierungselementen, Aufkohlungsmitteln usw. geschmolzen; es werden dafür weder fertige Legierungen verwendet noch sekundäre metallurgische Verfahren angewandt. Abhängig von der verwendeten Fertigungsstrecke kann die chemische Zusammensetzung unterschiedlich sein (Abschnitt 6). Vorrang haben die mechanischen Eigenschaften.

Werkstoffbezeichnung Der Kunde bezeichnet die Werkstoffsorte anhand der konstruktiven Anforderungen (Belastung). In einem Gussstück mit komplexer Form und unterschiedlicher Wanddicke können die Eigenschaftswerte innerhalb des Gussstücks auf Grund unterschiedlicher Empfindlichkeit schwanken. Eine Gesamtbezeichnung des gesamten Gussstücks mit nur einem Probestück ist nicht repräsentativ.

Ist nur ein Probestück möglich (z. B. aus Kostengründen, durch den Platz in der Form oder wenn kein Probestück aus dem Gussstück geschnitten werden kann), dann stellt dieses die relevante maßgebende Wanddicke dar.

Bei einer ungeeigneten Werkstoffbezeichnung werden die gewünschten Eigenschaften möglicherweise lokal im relevanten maßgebenden Teil der Gusskomponente nicht erreicht.

Dies kann verhindert werden, indem Kunde und Gießerei bereits in einem sehr frühen Stadium des Konstruktionsprozesses zusammenarbeiten. Die Gießerei kann die Verfestigung des Gussstücks steuern und so die lokal erforderlichen Eigenschaften erreichen.

ANMERKUNG Das Bezeichnungssystem mit Nummern basiert auf den Prinzipien und der Struktur, wie sie in EN 10027-2 [8] dargelegt sind und entspricht damit dem Europäischen Nummernsystem für Stahl und andere Werkstoffe.

Eigenschaftswerte Das Probestück repräsentiert die Eigenschaften in der maßgebenden Wanddicke des Gussstücks, die durch die Konstruktion der Komponente gegeben sind. Die minimalen Zugeigenschaften, die in Probestücken erreicht werden müssen, repräsentieren die Prozessfähigkeit für alle Arten von Gusseisen mit Vermiculargraphit in der Produktion.

Die erwarteten Werte im Gussstück (Tabelle C.1) werden mit zunehmender Wanddicke etwas geringer.

Die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs können an mechanisch bearbeiteten Proben aus folgenden Probestücken bewertet werden:

- getrennt gegossenen Probestücken;
- parallel gegossenen Probestücken;
- angegossenen Probestücken; oder
- aus einem Gussstück entnommenen Probestücken.

In vielen Anwendungen sind die Zugfestigkeit und Härte nicht die einzigen wichtigen Eigenschaften für Gussteilkonstrukteure. Auch andere mechanische oder physikalische Eigenschaften können für den Einsatz von Grauguss entscheidend sein.

Anhang A enthält zusätzliche Angaben zu Eigenschaften und typischen Anwendungen von Gusseisen mit Vermiculargraphit.

Anhang B beschreibt ein Verfahren für die Bestimmung der Nodularität der Mikrostruktur. Er enthält Referenzbilder für die visuelle Auswertung und Anleitungen für die automatisierte Bildanalyse.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert die Sorten und die entsprechenden Anforderungen an Gusseisen mit Vermiculargraphit.

Dieses Dokument legt 4 Sorten von Gusseisen mit Vermiculargraphit fest, deren Klassifizierung auf den minimalen mechanischen Eigenschaften basiert, die an mechanisch hergestellten Proben aus gegossenen Probestücken oder aus einem Gussstück entnommenen Probestücken gemessen wurden.

Dieses Dokument behandelt nicht die technischen Lieferbedingungen für Gusseisen (siehe EN 1559-1 [1] und EN 1559-3 [2]).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN ISO 945-1, *Mikrostruktur von Gusseisen — Teil 1: Graphitklassifizierung durch visuelle Auswertung (ISO 945-1)*

EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2014)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2019)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Gusseisen mit Vermiculargraphit

Gusswerkstoff, auf der Basis Eisen-Kohlenstoff, wobei der Kohlenstoff überwiegend in Form von Vermiculargraphitpartikeln vorliegt, die an einer zweidimensionalen Schliffebeine wurmförmig vorkommen, wobei die Graphitpartikel in eine Matrix aus Ferrit, Ferrit/Perlit oder Perlit eingebettet sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Anhang B enthält typische Mikrostrukturen für Gusseisen mit Vermiculargraphit.

3.2

graphitändernde Behandlung

Vorgang, bei dem das flüssige Eisen mit einer Substanz in Kontakt gebracht wird, durch die das Graphit während der Verfestigung in überwiegend vermicularer Form erzeugt wird

3.3

Nodularität

prozentualer Anteil kugelförmiger Graphitpartikel (Form V und VI nach EN ISO 945-1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Graphitpartikel in Gusseisen mit Vermiculargraphit haben vorwiegend die Form III.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Verfahren für die Auswertung der Nodularität von Gusseisen mit Vermiculargraphit wird in Anhang B beschrieben.

3.4

Probestück

repräsentative Materialmenge des Gusswerkstoffs, einschließlich getrennt gegossener Probestücke, parallel gegossener Probestücke und angegossener Probestücke

3.5

getrennt gegossenes Probestück

Probestück, das in einer separaten Sandform zur selben Zeit wie die Gussstücke und unter repräsentativen Fertigungsbedingungen gegossen wird

3.6

parallel gegossenes Probestück

Probestück, das in einer Form neben dem Gussstück mit einem gemeinsamen Eingussystem gegossen wird

3.7

angegossenes Probestück

Probestück, das unmittelbar mit dem Eingussystem oder dem Gussstück verbunden ist

3.8

aus einem Gussstück entnommenes Probestück

Probestück, das gemäß einer Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer aus einem einzelnen Gussstück herausgeschnitten wird

3.9

maßgebende Wanddicke

kennzeichnende Wanddicke des Gussstücks, festgelegt für die Bestimmung der Größe der Probestücke, für die die mechanischen Kennwerte gelten

4 Bezeichnung

Der Werkstoff muss entweder durch das Werkstoffkürzzeichen oder durch die Werkstoffnummer bezeichnet werden, wie in Tabelle 1 angegeben.

Als wanddickenempfindlicher Werkstoff veranschaulicht Tabelle 1 die Wanddickenabhängigkeit von Gusseisen mit Vermiculargraphit.

Bei Probestücken, die dem Gussstück entnommen wurden, ist der Buchstabe C am Ende der Bezeichnung mit Werkstoffkürzzeichen anzufügen. Bei Proben, die aus getrennt gegossenen Probestücken entnommen wurden, ist der Buchstabe „S“ am Ende der Sortenbezeichnung anzufügen. Bei Proben, die aus parallel gegossenen oder angegossenen Probestücken entnommen wurden, ist der Buchstabe „U“ am Ende der Sortenbezeichnung anzufügen.

ANMERKUNG Der Vergleich der Sortenbezeichnungen der EN 16079 mit den Sorten der ISO-Norm für Gusseisen mit Vermiculargraphit, ISO 16112:2017 [3], ist in Anhang E enthalten.

5 Bestellangaben

Die folgenden Informationen müssen vom Kunden geliefert werden:

- a) die Nummer dieser Europäischen Norm;
- b) die Bezeichnung des Werkstoffs;
- c) die maßgebende Wanddicke;
- d) die mechanischen Eigenschaften mit ihren Werten (7.4);
- e) Art und Größe der Probestücke mit der maßgebenden Wanddicke und der konstruktionsbedingten Belastung (7.4). Sind Probestücke erforderlich, die aus einem Gussstück entnommen sind, Lage des/der Probestücks/-stücke im Gussstück;
- f) Lage des Probestücks für die metallographische Untersuchung (7.6);
- g) jegliche speziellen Anforderungen.

Sämtliche Anforderungen müssen zwischen dem Hersteller und dem Käufer bis zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung vereinbart werden, z. B. technische Lieferbedingungen nach EN 1559-1 und EN 1559-3.

6 Herstellung

Das Herstellungsverfahren von Gusseisen mit Vermiculargraphit und seine chemische Zusammensetzung muss dem Ermessen des Herstellers überlassen werden. Der Hersteller muss sicherstellen, dass die in der Bestellung festgelegten Anforderungen an die Werkstoffsorte erfüllt werden.

Bei Gusseisen mit Vermiculargraphit für spezielle Anwendungen können die chemische Zusammensetzung und die Wärmebehandlung zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

7 Anforderungen

7.1 Allgemeines

Die Eigenschaftswerte gelten für Gusseisen mit Vermiculargraphit, das in Sandformen oder in Formen mit vergleichbarem wärmetechnischem Verhalten gegossen wurde. Auf Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer können Gussstücke auch mit alternativen Verfahren gewonnen werden.

Die Werkstoffbezeichnung basiert auf den Mindestwerten der mechanischen Eigenschaften, die von Probestücken mit der Dicke oder dem Durchmesser von 25 mm erhalten wurden.

Die mechanischen Eigenschaften sind abhängig von der Wanddicke, wie in Tabelle 1 dargestellt.

ANMERKUNG Zugversuche erfordern fehlerfreie Proben, um eine rein einachsige Beanspruchung während der Prüfung sicherzustellen.

7.2 Aus getrennt gegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung entnommene Proben

Die minimalen Eigenschaften von Gusseisen mit Vermiculargraphit bei Zugbeanspruchung, die mit Proben aus getrennt gegossenen Probestücken nach Bild 1 und Bild 2 bestimmt wurden, müssen den Angaben in Tabelle 1 entsprechen.

7.3 Aus parallel gegossenen und angegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben

Die minimalen Eigenschaften von Gusseisen mit Vermiculargraphit bei Zugbeanspruchung, die mit Probestücken aus parallel gegossenen Proben nach Bild 1, Bild 2 oder Bild 3 oder aus angegossenen Proben nach Bild 4 bestimmt wurden, müssen den Angaben in Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 — Mechanische Eigenschaften, gemessen an Proben, die aus getrennt gegossenen, parallel gegossenen oder angegossenen Probestücken hergestellt wurden

Werkstoffbezeichnung		Maßgebende Wanddicke	0,2 %-Dehngrenze	Zugfestigkeit	Dehnung
Kurzzeichen	Anzahl	t mm	$R_{p0,2}$ MPa min.	R_m MPa min.	A % min.
EN-GJV-300	5.2100	$12,5 < t \leq 30$	210	300	2,0
		$30 < t \leq 60$	195	275	2,0
		$60 < t \leq 200$	175	250	2,0
EN-GJV-350	5.2200	$12,5 < t \leq 30$	245	350	1,5
		$30 < t \leq 60$	230	325	1,5
		$60 < t \leq 200$	210	300	1,5
EN-GJV-400	5.2201	$12,5 < t \leq 30$	280	400	1,0
		$30 < t \leq 60$	260	375	1,0
		$60 < t \leq 200$	230	325	1,0
EN-GJV-450	5.2300	$12,5 < t \leq 30$	315	450	1,0
		$30 < t \leq 60$	280	400	1,0
		$60 < t \leq 200$	260	375	1,0

Bei einer maßgebenden Wanddicke von mehr als 200 mm müssen sich der Hersteller und der Käufer auf den Typ und die Größe des Probestücks sowie die zu erhaltenden Mindestwerte einigen.

ANMERKUNG 1 Die mechanischen Eigenschaften von Proben aus angegossenen Probestücken können von den Eigenschaften des Gussstücks selbst abweichen, liefern jedoch meist eine bessere Annäherung als jene aus getrennt gegossenen Probestücken. Anhang A enthält zusätzliche Angaben.

ANMERKUNG 2 Die prozentuale Verringerung der mechanischen Eigenschaften bei großen Wanddicken hängt von der Geometrie des Gussstücks und seinen Abkühlbedingungen ab.

7.4 Aus Probestücken, die aus einem Gussstück geschnitten wurden, durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben

In vielen Fällen repräsentieren Proben, die direkt aus dem Gussstück entnommen wurden, die Eigenschaften des Gussstücks besser als Probestücke. Zwischen Hersteller und Käufer müssen, falls zutreffend, vereinbart werden:

- die Stelle(n) am Gussstück, an der/denen das/die Probestück(e) entnommen werden muss/müssen;

- die zu bestimmenden mechanischen Eigenschaften;
- die Werte dieser mechanischen Eigenschaften (zur Information, siehe Anhang C).

ANMERKUNG 1 Die Eigenschaften von Gussstücken können variieren aufgrund der Komplexität der Gussstücke und ihrer unterschiedlichen Wanddicke und Abkühlrate.

ANMERKUNG 2 Die mechanischen Eigenschaften der Proben, die aus einem Gussstück entnommen wurden, werden nicht nur durch Werkstoffeigenschaften beeinflusst (Gegenstand dieses Dokuments), sondern auch durch lokale Abweichungen vom einwandfreien Zustand eines Gussstücks (nicht Gegenstand dieses Dokuments).

7.5 Härte

Die Brinellhärte und deren Wertebereich für die in der Tabelle 1 aufgeführten Sorten muss nur dann bestimmt werden, wenn es zwischen dem Hersteller und dem Käufer zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung vereinbart wurde.

Typische Werte der Brinellhärte enthält Anhang A, Tabelle A.1.

7.6 Graphitstruktur

Gusseisen mit Vermiculargraphit muss bei Betrachtung in einer zweidimensionalen Schliffebene vorwiegend Graphitpartikel in vermicularer Form (Form III nach EN ISO 945-1) aufweisen. Maximal 20 % der Graphitpartikel in Wandabschnitten, die repräsentativ für die maßgebende Wanddicke sind, können Form IV, Form V und Form VI nach EN ISO 945-1 aufweisen. In Gusseisen mit Vermiculargraphit können Partikel der Form V und Form VI als „Zwischenpartikel“ nach der Definition in Anhang B gelten.

Probestücke für die metallographische Untersuchung müssen an Stellen entnommen werden, die zum Zeitpunkt der Bestellannahme zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart wurden.

Ein Verfahren für die metallographische Auswertung der Nodularität in Mikrostrukturen von Gusseisen mit Vermiculargraphit mittels Bildanalyse enthält Anhang B. Das Verfahren für die Auswertung der Graphitstruktur muss zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Lamellengraphit (Form I nach EN ISO 945-1) ist nicht zulässig, außer im oberflächlichen Randbereich des Gussstücks. Lamellengraphit wird daher bei der Berechnung der Nodularität nicht berücksichtigt. Ist Lamellengraphit vorhanden (mit Ausnahme des oberflächlichen Randbereichs), muss die Mikrostruktur abgelehnt werden und es ist keine Nodularitätsbewertung durchzuführen. Die Dicke des oberflächlichen Randbereichs muss zwischen dem Hersteller und dem Käufer zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung vereinbart werden.

Zwar liegt die konventionelle Definition für Gusseisen mit Vermiculargraphit in einem Bereich von 0 % bis 20 % Nodularität, aber Hersteller und Käufer können auch andere Nodularitätsbereiche vereinbaren. Allerdings darf die maximale Nodularität nicht über 30 % liegen.

Die Graphitstruktur muss entweder durch metallographische Untersuchung oder mit zerstörungsfreien Verfahren bestätigt werden. Im Streitfall gilt das Ergebnis der metallographischen Untersuchung.

8 Probenentnahme

8.1 Allgemeines

Die Probestücke müssen aus dem gleichen Werkstoff hergestellt werden, der für die Herstellung des Gussstücks (der Gussstücke) verwendet wird, für das (die) sie repräsentativ sind.

In Abhängigkeit von der Masse und Wanddicke des Gussstücks können verschiedene Arten von Probestücken (getrennt gegossene Probestücke, angegossene Probestücke, parallel gegossene Probestücke oder aus einem Gussstück entnommene Probestücke) verwendet werden.

Falls der Typ des Probestücks relevant ist, sollte dies zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart werden. Falls nicht anders vereinbart, ist die Auswahl dem Ermessen des Herstellers überlassen.

Wenn die Masse des Gussstücks 2 000 kg übersteigt und seine maßgebende Wanddicke größer als 60 mm ist, sollten vorzugsweise angegossene Probestücke oder aus einem Gussstück entnommene Probestücke verwendet werden. Abmessungen und Lage des Probestücks müssen zwischen dem Hersteller und dem Käufer zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung vereinbart werden.

Sämtliche Probestücke müssen angemessen gekennzeichnet sein, um die vollständige Rückverfolgbarkeit auf die Gussstücke, die sie repräsentieren, sicherzustellen.

Die Probestücke müssen die gleiche Wärmebehandlung durchlaufen haben, wie die Gussstücke, die sie repräsentieren. Die Proben für den Zugversuch müssen nach der Wärmebehandlung aus den Probestücken durch mechanische Bearbeitung entnommen werden.

8.2 Probestücke

8.2.1 Größe der Probestücke

Die Größe des Probestücks muss mit der maßgebenden Wanddicke des Gussstücks übereinstimmen, wie in Tabelle 2 angegeben.

Wenn andere Größen verwendet werden, muss dies zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart werden.

Tabelle 2 — Typen und Größe der gegossenen Probestücke und Größe von Proben für den Zugversuch im Verhältnis zur maßgebenden Wanddicke des Gussstücks

Maßgebende Wanddicke	Typ des Probestücks				Bevorzugter Durchmesser der Probe für den Zugversuch ^a
	Möglichkeit 1 U-Probestück	Möglichkeit 2 Y-Probestück	Möglichkeit 3 Rundstange	Angegossenes Probestück	
t mm	(siehe Bild 1)	(siehe Bild 2)	(siehe Bild 3)	(siehe Bild 4)	d mm
$t \leq 12,5$	—	I	Typen ^{b, c}	A	7 (Option 3: 14 mm)
$12,5 < t \leq 30$	—	II	Typen ^{a, b, c}	B	14
$30 < t \leq 60$	b	III	—	C	14
$60 < t \leq 200$	—	IV	—	D	14
^a Zwischen dem Hersteller und dem Käufer dürfen andere Durchmesser, in Übereinstimmung mit Bild 5, vereinbart werden.					
^b Die Abkühlgeschwindigkeit dieses gegossenen Probestücks, entspricht der eines Stücks mit 40 mm Wanddicke.					

8.2.2 Anzahl und Häufigkeit der Prüfungen

Für den Werkstoff repräsentative Probestücke müssen in einer Häufigkeit hergestellt werden, die mit dem Qualitätssicherungssystem des Herstellers während der Fertigung übereinstimmen oder mit dem Käufer vereinbart wurden.

Gibt es keine fertigungsbegleitende Qualitätssicherung oder keine andere Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer, dann muss mindestens ein gegossenes Probestück für den Zugversuch hergestellt werden, um die Werkstoffsorte zu bestätigen. Die Häufigkeit ist zwischen Hersteller und Käufer bis zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung zu vereinbaren.

8.2.3 Getrennt gegossene Probestücke

Die Probestücke müssen getrennt in Sandformen gleichzeitig mit den Gussstücken sowie unter repräsentativen Fertigungsbedingungen gegossen werden.

Die zum Guss der getrennt gegossenen Probestücke verwendeten Formen müssen ein thermisches Verhalten aufweisen, das dem Formwerkstoff entspricht, der für die Herstellung der Gussstücke verwendet wird.

Die Probestücke müssen die Anforderungen nach Bild 1, 2 oder 3 erfüllen.

Die Probestücke müssen bei der gleichen Temperatur wie die Gussstücke aus der Form entnommen werden, die nicht höher als 500 °C sein sollte.

8.2.4 Parallel gegossene Probestücke

Parallel gegossene Probestücke sind für die gleichzeitig gegossenen Gussstücke sowie für sämtliche anderen Gussstücke mit derselben maßgebenden Wanddicke repräsentativ, die aus derselben Prüfeinheit stammen.

Bestehen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften für eine Serie von Gussstücken, die zur gleichen Prüfeinheit gehören, muss (müssen) ein oder mehrere parallel gegossene(s) Probestück(e) mit der letzten gefüllten Form gegossen werden.

Die Probestücke müssen die Anforderungen nach Bild 1, 2 oder 3 erfüllen.

8.2.5 Angegossene Probestücke

Angegossene Probestücke sind repräsentativ für die Gussstücke, an denen sie angegossen sind, und auch für alle weiteren Gussstücke mit einer ähnlichen maßgebenden Wanddicke aus der gleichen Prüfeinheit.

Bestehen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften für eine Serie von Gussstücken, die zur gleichen Prüfeinheit gehören, muss (müssen) ein oder mehrere angegossene(s) Probestück(e) mit der letzten gefüllten Form gegossen werden.

Das/die Probestück(e) muss (müssen) eine Form nach Bild 4 und die darin dargestellten Maße aufweisen. Wenn die Masse des Gussstücks 2 000 kg und seine Wanddicke 60 mm übersteigt, müssen die Maße des angegossenen Probestücks zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Die Lageanordnung der angegossenen Probestücke muss zum Zeitpunkt der Annahme der Bestellung zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden, wobei die Form des Gussstücks und das Gießsystem zu berücksichtigen sind, um ungünstige Einflüsse auf die Eigenschaften des angrenzenden Materials zu vermeiden.

Müssen Gussstücke eine Wärmebehandlung erhalten, dürfen die angegossenen Probestücke von den Gussstücken erst nach der Wärmebehandlung getrennt werden, sofern Hersteller und Käufer nichts Anderes vereinbaren.

8.2.6 Aus Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellte Proben

Die in Bild 5 dargestellte Probe für den Zugversuch muss aus einem Probestück, wie in Bild 3 oder aus dem schraffierten Teil, wie in den Bildern 1, 2 oder 4 dargestellt, durch mechanische Bearbeitung entnommen werden.

Die Probenlage für Probestücke muss Anhang D, Bild D.1 und Bild D.2 entsprechen.

Sofern nicht anders festgelegt, muss für die Probe der bevorzugte Durchmesser verwendet werden.

8.3 Aus dem Gussstück entnommene Probestücke

Zusätzlich zu den Anforderungen an den Werkstoff können der Hersteller und der Käufer Eigenschaften vereinbaren, die an festgelegten Stellen im Gussstück gefordert werden (für weitere Informationen siehe Anhang C).

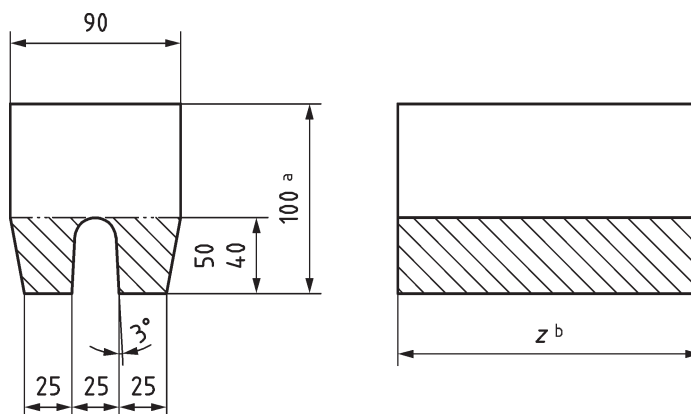
Diese Eigenschaften müssen durch Prüfung von Proben bestimmt werden, die aus Probestücken hergestellt wurden, die an diesen festgelegten Stellen aus dem Gussstück entnommenen wurden.

Die Probestücke sollten möglichst groß sein, mit einem bevorzugten Durchmesser von 14 mm des Zugmessgeräts, und es muss sichergestellt werden, dass der Graphit in der Probe repräsentativ für den Graphit im Gussstück ist und die Probe keine mikrostrukturellen Elemente aus dem oberflächlichen Randbereich oder aus anderen oberflächlichen Fehlstellen enthält. Bei der Auswertung der Ergebnisse aus Proben, die kleiner als in Bild 5 sind, ist Vorsicht geboten.

Die Stelle, an der das Probestück entnommen wird, muss in einem Bereich liegen, in dem die Wanddicke des Gussstücks repräsentativ für die maßgebende Wanddicke ist.

Um die erforderliche Größe der Probe zu bestimmen, muss der Käufer dem Hersteller die wichtigen Wandabschnitte des Gussstücks angeben. Falls vom Käufer keine Angaben gemacht werden, darf der Hersteller die Stellen, an denen Proben entnommen werden, sowie die Größe der Proben wählen.

Maße in Millimeter



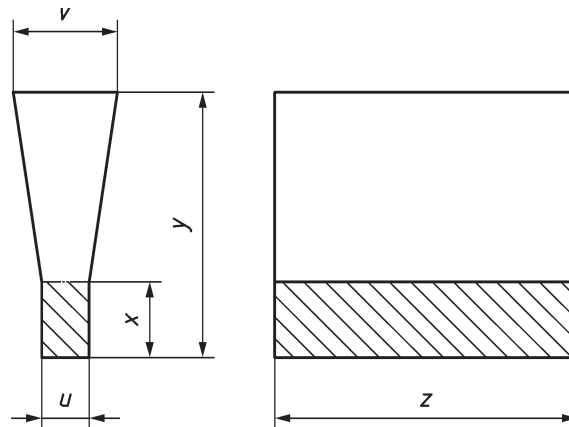
Legende

- a Nur zur Information.
- b Die Länge z muss so gewählt werden, dass eine Probe mit den Maßen nach Bild 5 aus dem Probestück durch mechanische Bearbeitung entnommen werden kann.

Die Mindestdicke der Sandform um die Probestücke muss 40 mm betragen.

Bild 1 — Getrennt oder parallel gegossene Probestücke — Möglichkeit 1: U-Probestück

Maße in Millimeter

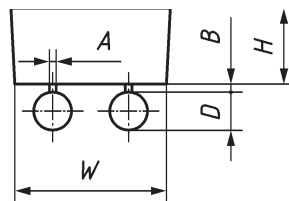
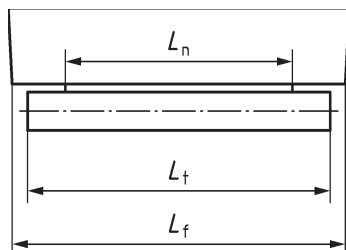


Maße	Typ			
	I	II	III	IV
u	12,5	25	50	75
v	40	55	100	125
x	25	40	50	65
y^a	135	140	150	175
z^b	In Abhängigkeit von der Länge der Probe			
^a Nur zur Information. ^b z muss so gewählt werden, dass eine Probe mit den Maßen nach Bild 5 aus dem Probestück durch mechanische Bearbeitung entnommen werden kann.				

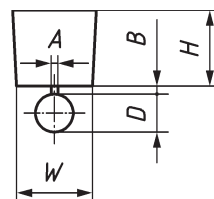
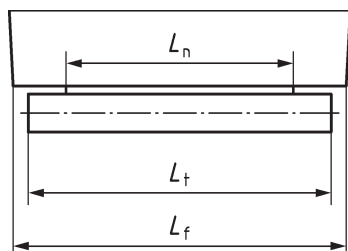
Die Mindestdicke der Sandform um die Probestücke muss:

- 40 mm für Typ I und II, oder
- 80 mm für Typ III und IV betragen.

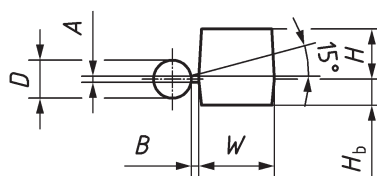
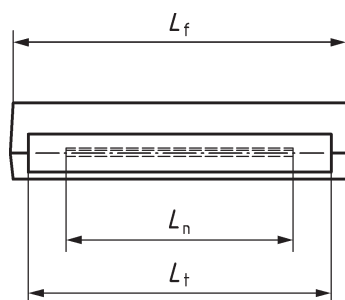
Bild 2 — Getrennt oder parallel gegossene Probestücke — Möglichkeit 2: Y-Probestück



Typ a



Typ b



Typ c

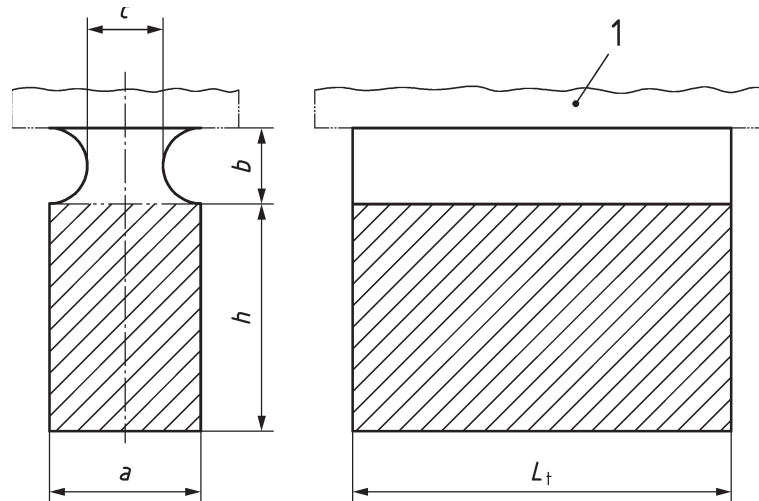
Maße in Millimeter

Typ	A	B	D	H	H_b	L_f	L_n	L_t	W
a	4,5	5,5	25	50	—	$L_t + 20$	$L_t - 50$	a	100
b	4,5	5,5	25	50	—	$L_t + 20$	$L_t - 50$		50
c	4,0	5,0	25	35	15	$L_t + 20$	$L_t - 50$		50

^a L_t muss so gewählt werden, dass eine Probe mit den Maßen nach Bild 5 aus dem Probestück durch mechanische Bearbeitung entnommen werden kann.

Die Mindestdicke der Sandform um die Probestücke muss 40 mm betragen.

Bild 3 — Getrennt oder parallel gegossene Probestücke — Möglichkeit 3: Rundstab



Legende

1 Gussstück

Maße in Millimeter

Typ	Maßgebende Wanddicke von Gussstücken t	a	b max.	c min.	h	L_t
A	$t \leq 12,5$	15	11	7,5	20 bis 30	a
B	$12,5 < t \leq 30$	25	19	12,5	30 bis 40	
C	$30 < t \leq 60$	40	30	20	40 bis 65	
D	$60 < t \leq 100$	70	52,5	35	65 bis 105	
a L_t muss so gewählt werden, dass eine Probe mit den in Bild 5 dargestellten Maßen aus dem Probestück durch mechanische Bearbeitung hergestellt werden kann.						

Die Mindestdicke der Sandform um die Probestücke muss

— 40 mm für Typ A und B, oder

— 80 mm für Typ C und D

betragen. Wenn geringere Maße vereinbart sind, gilt die folgende Beziehung:

$$b = 0,75 \times a$$

$$c = 0,5 \times a$$

Bild 4 — Angegossenes Probestück

9 Prüfverfahren

9.1 Zugversuch

Der Zugversuch muss nach EN ISO 6892-1 durchgeführt werden.

Der bevorzugte Prüfdurchmesser beträgt 14 mm, jedoch darf aus technischen Gründen und bei Proben, die aus dem Gussstück entnommenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung gewonnen werden, eine Probe mit einem anderen Durchmesser verwendet werden (siehe Bild 5).

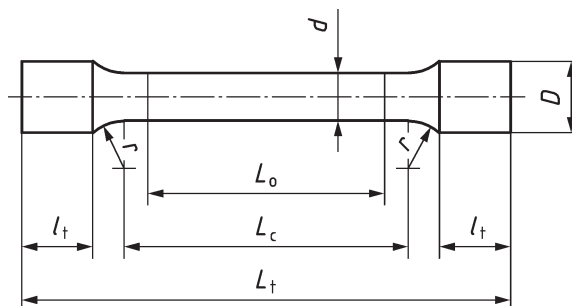
In jedem Fall muss die Anfangsmesslänge der Probe der Gleichung entsprechen:

$$L_o = 5,65 \times \sqrt{S_o} = 5 \times d \quad (1)$$

Dabei ist

- L_o die Anfangsmesslänge der Probe;
- S_o der Anfangsquerschnitt der Probe;
- d der Durchmesser der Probe in der Versuchslänge.

Falls die vorstehend genannte Gleichung (1) für L_o nicht anwendbar ist, müssen der Hersteller und der Käufer über die Maße der herzustellenden Probe eine Vereinbarung treffen. Eine Probe mit einer abweichenden Anfangsmesslänge darf zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart werden.



Maße in Millimeter

d	L_o	L_c min.
5	25	30
7	35	42
10	50	60
14 ^a	70	84
20	100	120
^a Vorzugsmaß für Probestückdurchmesser 25 mm.		

Dabei ist

- L_o die Anfangsmesslänge der Probe; d. h. $L_o = 5 \times d$;
- d der Durchmesser der Probe in der Versuchslänge;
- L_c die Versuchslänge; $L_c > L_o$ (grundsätzlich, $L_c - L_o \geq d$);
- L_t die Gesamtlänge der Probe, die von L_c abhängt;
- r der Übergangsradius, welcher mindestens 4 mm betragen muss;
- R_z die maximale Oberflächenrauheit, in μm .

Die Methode, die Enden der Probe einzuspannen, und ihre Länge l_t dürfen zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Bild 5 — Zugprobe

9.2 Härteprüfung

Die Härte muss als Brinellhärte nach EN ISO 6506-1 bestimmt werden.

Es dürfen alternative Härteprüfungen und die entsprechenden, geforderten Härtewerte vereinbart werden.

Die Prüfung muss an der Probe oder an einer oder mehreren Stellen am Gussstück durchgeführt werden, nachdem die Prüffläche entsprechend der Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer vorbereitet wurde.

Falls die Messpunkte nicht vereinbart wurden, müssen sie vom Hersteller gewählt werden.

Falls es nicht möglich ist, die Härteprüfung am Gussstück durchzuführen, darf aufgrund einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer die Härteprüfung an einem am Gussstück angegossenen Probestück durchgeführt werden.

9.3 Untersuchung der Graphitstruktur

Die Graphitstruktur ist durch metallographische Untersuchung nach EN ISO 945-1 zu bestätigen.

Probestücke für die metallographische Untersuchung müssen an Stellen entnommen werden, die zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart wurden.

Angaben für die Bewertung der Nodularität der Mikrostruktur von Gusseisen mit Vermiculargraphit sind in Anhang B angegeben.

Werden Bildanalysen zur Bewertung der Graphitstruktur verwendet, muss zwischen dem Hersteller und dem Käufer eine Vereinbarung hinsichtlich des angewendeten Verfahrens und gegebener Parameter getroffen werden.

Alternative Verfahren, z. B. durch zerstörungsfreie Prüfung, können ebenfalls vereinbart werden. Im Streitfall gilt das Ergebnis der metallographischen Untersuchung.

10 Wiederholungsprüfungen

10.1 Notwendigkeit für Wiederholungsprüfungen

Wiederholungsprüfungen müssen durchgeführt werden, falls eine Prüfung ungültig ist.

Die Durchführung von Wiederholungsprüfungen ist zulässig, wenn ein Prüfergebnis der Anforderung an die mechanischen Eigenschaften bei der festgelegten Sorte nicht genügt.

10.2 Gültigkeit der Prüfung

Eine Prüfung ist ungültig bei:

- a) einer fehlerhaften Montage der Probe oder Fehler beim Betrieb der Prüfmaschine;
- b) einer unbrauchbaren Probe durch fehlerhaftes Gießen oder fehlerhafte mechanische Bearbeitung;
- c) einem Bruch der Zugprobe außerhalb der Versuchslänge;
- d) einem Gussfehler in der Probe, der nach dem Bruch sichtbar wird.

In den oben genannten Fällen muss eine neue Probe aus demselben Probestück oder einem gleichzeitig gegossenen Zweitprobestück entnommen werden, das zur gleichen Zeit gegossen wurde, um diese ungültigen Prüfergebnisse zu ersetzen.

10.3 Nichtübereinstimmende Prüfergebnisse

Ergibt sich bei einem der Versuche ein Ergebnis, das den festgelegten Anforderungen aus anderen als in 10.2 angegebenen Gründen nicht entspricht, muss der Hersteller die Möglichkeit haben, Wiederholungsprüfungen durchzuführen.

Wenn der Hersteller Wiederholungsprüfungen durchführt, müssen für jede nicht bestandene Prüfung zwei Wiederholungsprüfungen durchgeführt werden.