

**DIN 66137-3**

ICS 17.060

Ersatz für  
DIN 66137-3:2005-09**Bestimmung der Dichte fester Stoffe –  
Teil 3: Gasauftriebsverfahren**Determination of solid state density –  
Part 3: Gas buoyancy methodDétermination de la masse volumique solide –  
Partie 3: Méthode de buoyance à gaz

Gesamtumfang 14 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

## Inhalt

|                                                                                     | Seite     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                    | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                               | <b>4</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                             | <b>4</b>  |
| <b>4 Formelzeichen und Einheiten .....</b>                                          | <b>4</b>  |
| <b>5 Physikalische Grundlagen des Messprinzips .....</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>6 Messdurchführung .....</b>                                                     | <b>7</b>  |
| 6.1 Beschreibung der Messapparatur .....                                            | 7         |
| 6.2 Probenmenge .....                                                               | 8         |
| 6.3 Probenvorbehandlung .....                                                       | 8         |
| 6.4 Bestimmung der Feststoffmasse .....                                             | 8         |
| 6.5 Bestimmung des Skelettvolumens und Berechnung der Skelettdichte der Probe ..... | 9         |
| 6.5.1 Messdurchführung ohne Probe (Leermessung) .....                               | 9         |
| 6.5.2 Messdurchführung mit Probe .....                                              | 9         |
| 6.5.3 Auswertung .....                                                              | 9         |
| <b>7 Sorptionsphänomene .....</b>                                                   | <b>10</b> |
| <b>8 Kalibrierung und Qualifizierung des Messverfahrens .....</b>                   | <b>10</b> |
| <b>9 Analysenbericht .....</b>                                                      | <b>10</b> |
| <b>Anhang A (informativ) Herleitung der Auswertegleichungen .....</b>               | <b>11</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Gasdichte von Helium in Abhängigkeit vom Druck .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                      | <b>14</b> |

## Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-01-43 AA „Partikelmesstechnik, Porositäts- und Oberflächenmessverfahren (SpA zu ISO/TC 24/SC 4/WG 3)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 66137 *Bestimmung der Dichte fester Stoffe* besteht aus:

- Teil 1: Grundlagen
- Teil 2: Gaspyknometrie
- Teil 3: Gasauftriebsverfahren

## Änderungen

Gegenüber DIN 66137-3:2005-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) redaktionelle und technische Überarbeitung und Erweiterung der Norm, u. a. durch Aufnahme der Begriffe „Skelettvolumen“ und „Skelettdichte“;
- b) Straffung des Anwendungsbereichs durch Neuordnung des zuvor zweiten und dritten Absatzes zu den Abschnitten 4 und 6;
- c) Verwendung von SI-Einheiten in Tabelle 1;
- d) Änderung des Titels von Abschnitt 6 zu „Sorptionsphänomene“ sowie Erweiterung des Abschnitts;
- e) Überarbeitung der Abbildungen;
- f) Straffung des Textes durch Veränderung der Gliederung, Korrektur von Schreibfehlern sowie Verlagerung der mathematischen Herleitungen in einen neu aufgenommenen informativen Anhang A;
- g) Angabe von Helium-Gasdichtewerten in Abhängigkeit vom Druck in einem ebenfalls neu aufgenommenen informativen Anhang B;
- h) Ergänzung des Literaturverzeichnisses.

## Frühere Ausgaben

DIN 66137-3: 2005-09

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein allgemeines Messverfahren zur Bestimmung der Skelettdichte von Pulvern und stückigen Festkörpern fest.

## 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).

DIN 53803-1, *Probenahme — Statistische Grundlagen der Probenahme bei einfacher Aufteilung*

DIN 66137-1, *Bestimmung der Dichte fester Stoffe — Teil 1: Grundlagen*

DIN 66160, *Messen disperser Systeme — Begriffe*

DIN ISO 9277, *Bestimmung der spezifischen Oberfläche von Festkörpern mittels Gasadsorption — BET-Verfahren*

DIN EN ISO 80000-1:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2009 + Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-1:2013*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 66160 und DIN 66137-1.

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

— DIN-TERMinologieportal: unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

## 4 Formelzeichen und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Formelzeichen und Einheiten nach Tabelle 1

**Tabelle 1 — Formelzeichen und Einheiten**

| Formelzeichen | Benennung                                            | SI-Einheit <sup>a</sup>                              |
|---------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| $F$           | Betrag der verminderten Gewichtskraft der Probe      | N                                                    |
| $F_A$         | Betrag der Auftriebskraft                            | N                                                    |
| $F_F$         | Betrag der Gewichtskraft der Probe                   | N                                                    |
| $M$           | Molmasse des Messgases                               | $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$                    |
| $N$           | Anzahl der Messpunkte der Auftriebsmessung mit Probe | 1 <sup>b</sup>                                       |
| $N^*$         | Anzahl der Messpunkte der Leermessung                | 1 <sup>b</sup>                                       |
| $R$           | Universelle Gaskonstante (8,314 46)                  | $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| $T$           | Temperatur                                           | K                                                    |

| Formelzeichen | Benennung                                                                    | SI-Einheit <sup>a</sup>         |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| $V_S$         | Skelettvolumen <sup>c</sup>                                                  | $\text{m}^3$                    |
| $V_W$         | Volumen des Probengefäßes und der Waagenbauteile                             | $\text{m}^3$                    |
| $W(0)$        | Anzeige der Mikrowaage bei eingebauter Probe im Vakuum                       | kg                              |
| $W(p)$        | Anzeige der Mikrowaage bei eingebauter Probe und dem Druck $p$ des Messgases | kg                              |
| $W^*(0)$      | Anzeige der Mikrowaage ohne Probe im Vakuum                                  | kg                              |
| $W^*(p)$      | Anzeige der Mikrowaage ohne Probe beim Druck $p$ des Messgases               | kg                              |
| $a$           | Steigung der Regressionsgeraden der Messung mit Probe                        | $\text{m}^3$                    |
| $a^*$         | Steigung der Regressionsgeraden der Leermessung                              | $\text{m}^3$                    |
| $g$           | Erdbeschleunigung (9,81)                                                     | $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$  |
| $m_F$         | Feststoffmasse (identisch mit der Probenmasse)                               | kg                              |
| $m_W$         | Masse der beweglichen Waagenbauteile                                         | kg                              |
| $p$           | Druck des Messgases                                                          | Pa                              |
| $\rho_F$      | Feststoffdichte                                                              | $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ |
| $\rho_G$      | Dichte des Messgases                                                         | $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ |
| $\rho_S$      | Skelettdichte <sup>d</sup>                                                   | $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ |

<sup>a</sup> Für die Angabe von Stoffdaten und Analysenergebnissen (siehe Abschnitt 9) ist auch die Verwendung von abgeleiteten SI-Einheiten, wie z. B.  $\text{cm}^3$  oder g, zulässig, so dass die Skelettdichte auch in  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  ausgedrückt werden kann.

<sup>b</sup> Nach DIN EN ISO 80000-1:2013-08, 3.8, Anmerkung 3, ist die Einheit für eine Größe der Dimension eins (üblicherweise als dimensionslos bezeichnet) die Einheit eins, Einheitenzeichen 1.

<sup>c</sup> Für den Begriff „Skelettvolumen“ ist in der Literatur auch der Begriff „Gerüstvolumen“ zu finden.

<sup>d</sup> Für den Begriff „Skelettdichte“ ist in der Literatur auch der Begriff „Gerüstdichte“ zu finden.

## 5 Physikalische Grundlagen des Messprinzips

Grundlage des Verfahrens ist die Bestimmung des gasverdrängenden Probenvolumens durch eine gravimetrische Messung des Auftriebes der Probe in einem gasförmigen Medium bekannter Dichte nach dem Prinzip von Archimedes [1].

Da ohne zusätzliche Untersuchungen im Allgemeinen nicht bekannt ist, ob das Probenmaterial abgeschlossene innere Hohlräume, wie z. B. geschlossene Poren usw., enthält, die für das Messgas unzugänglich sind, wird der mit dem hier beschriebenen Verfahren ermittelte Wert des Probenvolumens als Skelettvolumen  $V_S$  und der daraus berechnete Dichtewert als Skelettdichte  $\rho_S$  der Probe bezeichnet. Die gemessene Skelettdichte ist nur dann mit der Feststoffdichte  $\rho_F$  identisch, wenn alle inneren Hohlräume für das Messgas zugänglich sind.

Die Skelettdichte  $\rho_S$  eines Materials ist als Quotient aus der Feststoffmasse und seinem Skelettvolumen definiert: