

DIN 51700

ICS 75.160.10

Ersatz für
DIN 51700:2010-07**Prüfung fester Brennstoffe –
Allgemeines und Übersicht über Prüfverfahren**Testing of solid fuels –
Generalities and index of methods of testEssais des combustibles solides –
Généralités et référence des méthodes d'essai

Gesamtumfang 27 Seiten

DIN-Normenausschuss Bergbau (FABERG)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Übersicht über Prüfverfahren	4
4 Durchführung der Prüfung und Angabe der Ergebnisse	5
5 Prüfbericht	5
6 Mineralstoff, Asche, Ballast	5
6.1 Allgemeines.....	5
6.2 Asche und Ballast	6
6.3 Mineralstoff-Bestimmungsverfahren	6
7 Bezugszustände	7
7.1 Allgemeines.....	7
7.2 Bezugszustand „roh“	7
7.3 Bezugszustand „lufttrocken“	7
7.4 Bezugszustand „analysenfeucht“	8
7.5 Bezugszustand „wasserfrei“	8
7.6 Bezugszustand „wasser- und aschefrei“	8
7.7 Bezugszustand „wasser- und mineralstofffrei“	8
7.8 Bezugszustand „lufttrocken und aschefrei“	9
7.9 Weitere Parameter	9
8 Umrechnung auf Bezugszustände	10
8.1 Allgemeines.....	10
8.2 Umrechnungsformeln.....	10
9 Aufbewahren der Proben	11
Anhang A (informativ) ISO-Normen im Brennstoffbereich	22
A.1 Allgemeine Normen (ISO/TC 27).....	22
A.2 Aufbereitung (ISO/TC 27/SC1).....	22
A.3 Probenahme und Probenvorbereitung (ISO/TC 27/SC4)	23
A.4 Untersuchungsverfahren – Produkt (Koks - ISO/TC 27/SC3, Kohle - ISO/TC27/SC5).....	23
Literaturhinweise	27

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 008-12-02 AA „Prüfung fester Brennstoffe“ im DIN-Normenausschuss Bergbau (FABERG) ausgearbeitet.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 51700:2010-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm redaktionell überarbeitet;
- b) Anwendungsbereich hinsichtlich fester Biobrennstoffe und fester Sekundärbrennstoffe konkretisiert;
- c) neue Normen aufgenommen, ebenso die Verweisungen auf ISO-Normen aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN DVM 3701 = DIN 53701: 1933-03

DIN 51700: 1950-08, 1956-02, 1958-04, 1967-10, 1988-06, 2003-02, 2010-07

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Prüfung fester Brennstoffe. Sie gibt eine Übersicht über die genormten Prüfverfahren (siehe Tabellen 1 bis 3) sowie Hinweise, die für die Prüfung fester Brennstoffe von Bedeutung sind.

Als feste Brennstoffe im Sinne dieser Norm gelten:

— Regelbrennstoffe:

Steinkohlen, Steinkohlenbriketts, Steinkohlenkoks, Braunkohlen, Braunkohlenbriketts, Braunkohlenbrennstaub und Braunkohlenkoks.

— Andere feste Brennstoffe:

Schlammkohle, Ballastkohle und Waschberge, Holzkohlen, Holzkohlenbriketts, Holzpresslinge, feste Biobrennstoffe und feste Sekundärbrennstoffe.

Feste Biobrennstoffe und feste Sekundärbrennstoffe, die gemeinsam mit Regelbrennstoffen in Feuerungsanlagen verwendet werden, sind nach den für feste Brennstoffe genormten Prüfverfahren zu untersuchen, wobei andere Präzisionsdaten auftreten können.

ANMERKUNG Im Rahmen der europäischen Normung (CEN/TC 335 „Feste Biobrennstoffe“ und CEN/TC 343 „Feste Sekundärbrennstoffe“) sind Normen und Technische Spezifikationen zur Untersuchung nicht fossiler Brennstoffe erarbeitet worden. Die Normen sind validiert und enthalten entsprechende Präzisionsdaten.

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).

DIN 1333, *Zahlenangaben*

Weitere Normen sind in den Tabellen 1 bis 3 aufgeführt.

ANMERKUNG Die in den Tabellen 1 bis 3 sowie im Anhang A zitierten ISO-Normen sind nur informativ und dienen dem Vergleich zwischen nationalen und Internationalen Normen.

3 Übersicht über Prüfverfahren

In den Tabellen 1 bis 3 sind die genormten Prüfverfahren und ihre Anwendbarkeit auf die Brennstoffarten angegeben.

In der dritten Spalte der Tabellen 1 bis 3 sind den Deutschen Normen die entsprechenden ISO-Verfahren gegenübergestellt. Dies dient der Information der Anwender und bedeutet keine Äquivalenz der nationalen und Internationalen Normen, sondern nur einen vergleichbaren Anwendungsbereich und sehr ähnliche, teilweise auch identische Verfahrensabläufe. Zusätzlich sind alle ISO-Verfahren aus dem Bereich feste Brennstoffe, die dem ISO/TC 27 „Solid Mineral Fuels“ zugeordnet sind, im Anhang A (informativ) zusammengestellt. Einige dort zitierte Prüfverfahren sind nur in ISO-Normen beschrieben. Hierbei handelt es sich um Prüfverfahren, die im Anwendungsbereich der DIN-Normen nicht angewendet werden.

Zur Bestimmung abrechnungsrelevanter Parameter im Brennstoffhandel dürfen nur genormte Prüfverfahren angewendet werden. Vergleichbare Ergebnisse zwischen zwei Laboratorien werden nur dann erhalten, wenn die vorgeschriebenen Prüfbedingungen genau eingehalten werden. Bei der Anwendung instrumenteller Verfahren (soweit nicht in einer Norm beschrieben) hat der Anwender die Validität seines Verfahrens zu kontrollieren und nachzuweisen. In Schiedsverfahren gelten nur genormte Prüfverfahren.

4 Durchführung der Prüfung und Angabe der Ergebnisse

Jede Bestimmung muss mindestens zweimal durchgeführt werden, wenn in der entsprechenden Norm keine andere Häufigkeit vorgeschrieben ist. Die Doppel- bzw. Mehrfachbestimmung muss wiederholt werden, wenn die zulässigen Zahlenwerte für die Wiederholgrenze überschritten worden sind. Wenn es für die Bestimmung eines Merkmalswertes Alternativ-Verfahren gibt, dann müssen die Vertragspartner die Anwendung nur eines Verfahrens vereinbaren.

In allen für feste Brennstoffe gültigen Prüfnormen ist die Wiederholgrenze (ein Beobachter, ein Gerät) angegeben. Einige Prüfnormen enthalten jedoch keine Angaben über die Vergleichsgrenze (verschiedene Beobachter, verschiedene Geräte), wie z. B. DIN 51705, DIN 51717, DIN 51718 und DIN 51739. Es handelt sich hierbei um Prüfverfahren, bei denen die Vorbereitung und der Transport der Proben eine Änderung der zu untersuchenden Eigenschaften zur Folge haben können.

Der arithmetische Mittelwert der Einzelwerte ist anzugeben. Für die Schreibweise von Prüfergebnissen und das Runden der Mittelwerte von Doppel- bzw. Mehrfachbestimmungen gilt DIN 1333.

5 Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf die jeweilige Norm anzugeben:

- a) Herkunft / Auftraggeber;
- b) Bezeichnung des Brennstoffes;
- c) Eingangsdatum;
- d) Ergebnisse nach Abschnitt 4 unter Angabe des angewendeten Verfahrens;

Falls erforderlich, können folgende Punkte aufgenommen werden:

- e) Art und Zustand der Verpackung der Probe bei Anlieferung;
- f) Gewicht und Zustand der Probe, z. B. augenscheinliche Beurteilung des Wassergehaltes, wenn keine Angaben darüber vorliegen, ob die Probe getrocknet worden ist, und der Körnung, wenn nichts über die Vorbereitung der Probe bekannt ist.

6 Mineralstoff, Asche, Ballast

6.1 Allgemeines

Feste Brennstoffe bestehen aus der organischen Brennstoffsubstanz, verschiedenartigen mineralischen Stoffen und Wasser (siehe Bild 1). Die mineralischen Begleitstoffe der Kohlen werden bei der Verbrennung und bei der Verkokung chemisch umgewandelt. Bei den meisten Steinkohlen wirkt sich diese Umwandlung gewichtsvermindernd aus, d. h. das Gewicht der als Verbrennungsrückstand verbleibenden Asche ist geringer als das Gewicht des ursprünglichen Mineralstoffes. Bei einigen

Mineralstoffen, vor allem erdalkalireichen, kann beim Verbrennen eine Gewichtszunahme infolge Absorption von Schwefeloxiden eintreten.

Wegen der chemischen Umwandlung der Mineralstoffe bei der Verkokung besteht praktisch kein Unterschied zwischen Mineralstoffgehalt und Asche von Steinkohlen-Hochtemperaturkoks.

6.2 Asche und Ballast

In der Brennstoffanalytik wird als **Asche** der nach DIN 51719 erhaltene Verbrennungsrückstand bezeichnet.

ANMERKUNG In DIN 51719 wird von Aschegehalt gesprochen, dies entspricht auch dem allgemeinen Sprachgebrauch. Es wird darauf hingewiesen, dass dies jedoch nicht korrekt ist, weil der Brennstoff keine Asche, sondern Mineralsubstanz enthält und somit auch keinen Aschegehalt haben kann. Gemeint ist der Massenanteil des Verbrennungsrückstandes (nach DIN 51719).

Die Summe von Wassergehalt und Asche, bezogen auf den Brennstoff (roh) (siehe Abschnitt 7), wird als Ballast bzw. Ballastgehalt bezeichnet.

6.3 Mineralstoff-Bestimmungsverfahren

Die Bestimmung des Mineralstoffgehaltes ist sehr aufwändig und nur gut ausgerüsteten und erfahrenen Laboratorien empfohlen. Für die meisten Anwendungen ist die Berechnung über den Mineralstoff-Faktor (siehe 7.9) ausreichend.

Zur Bestimmung des Mineralstoffgehaltes können verschiedene Verfahren angewendet werden (siehe [9]).

Die Behandlung mit Flusssäure und Salzsäure empfiehlt sich bei Brennstoffproben mit nicht zu hoher Asche (unter 20 % Asche (wf)), jedoch immer bei geringen Probemengen (siehe [1], [2], [3], [6], [7], [8], [9]). Die chemische Entmineralisierung wird auch angewendet, wenn mineralstoffarme Proben für analytische Untersuchungen herzustellen sind.

Proben mineralstoffreicher Brennstoffe können mit Hilfe von Schwerflüssigkeiten, siehe DIN 22018, oder eines aufströmenden Wasserstromes (siehe [4], [5], [7], [8]) in mehrere Fraktionen mit unterschiedlichen Anteilen an Asche aufgeteilt werden. An jeder Fraktion werden Asche und vorzugsweise der Brennwert bestimmt. Die Ergebnisse werden graphisch oder rechnerisch ausgewertet. Nach diesem Verfahren kann auch der Gehalt der organischen Brennstoffsubstanz an flüchtigen Bestandteilen ermittelt werden (siehe [5], [7], [8]).

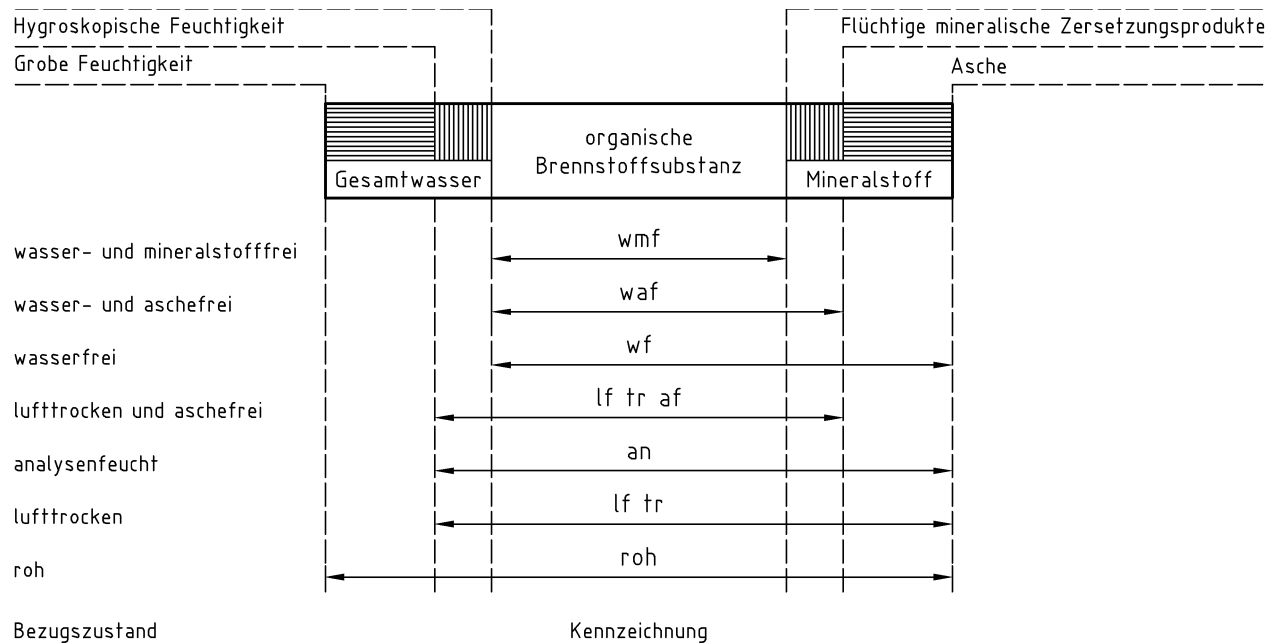


Bild 1 — Schematische Darstellung der Bezugzzustände

7 Bezugzzustände

7.1 Allgemeines

Bei der Angabe von Untersuchungsergebnissen muss stets der Bezugzzustand des Brennstoffes gekennzeichnet werden.

Der Bezugzzustand wird durch die in gleicher Zeile stehende geklammerte Kennzeichnung angegeben, z. B.

- Kohle (wf)
- Asche (wf).

In Gleichungen wird die Kennzeichnung als Index angegeben, um eine Verwechslung des Klammerausdrucks als Faktor zu vermeiden, z. B.

$$Asche_{wf} = Asche_{roh} \times \frac{100}{100 - Wasser_{roh}} \quad (1)$$

7.2 Bezugzzustand „roh“

Als roh wird der Brennstoff zum Zeitpunkt der Probenahme bezeichnet. Bei Proben, denen kein Hinweis auf die Probenahme und Probenvorbereitung beigelegt ist, kann sich die Bezeichnung auch auf den Anlieferungszustand der Probe beziehen.

ANMERKUNG Bei der Steinkohlenaufbereitung (siehe DIN 23006-1) ist hierfür die Kennzeichnung wasserhaltig üblich.

7.3 Bezugzzustand „lufttrocken“

Der Brennstoff ist lufttrocken, wenn der Wassergehalt des Brennstoffes mit der Luftfeuchte im Gleichgewicht steht und ihm äußerlich kein Wasser anhaftet.

Der lufttrockene Zustand stellt sich beim Lagern des Brennstoffes an der Luft ein. Feuchte Brennstoffe verlieren dabei durch Verdunsten Wasser, trockene Brennstoffe nehmen Feuchtigkeit aus der Luft auf. Der Wassergehalt des luftgetrockneten Brennstoffes hängt von der Luftfeuchte, der Temperatur der umgebenden Luft, vom Inkohlungsgrad und der Körnung des Brennstoffes ab.

Bei unveränderten Lagerungsbedingungen strebt der Wassergehalt einem konstanten Wert zu, bei wechselnden Lagerungsbedingungen ändert sich auch der Wassergehalt des luftgetrockneten Brennstoffes.

Bei bestimmten Kohlen dient der Sättigungsgrad, der sich unter bestimmten Bedingungen einstellt, zur Kennzeichnung der Kohlenart. Zur Bestimmung des als Wasserhaltevermögen oder als Wasseraufnahmevermögen bezeichneten Sättigungsgrades sind als Gleichgewichtsbedingungen 30 °C und 96 % bis 97 % relative Luftfeuchte festgelegt (Details können in ISO 1018 nachgesehen werden).

7.4 Bezugszustand „analysenfeucht“

Analysenfeucht ist der Zustand der analysenfeinen Proben beim Einwägen zu analytischen Untersuchungen. Dem analysenfeuchten Brennstoff haftet äußerlich kein Wasser an, so dass er ebenso wie luftgetrockneter Brennstoff trocken erscheint.

7.5 Bezugszustand „wasserfrei“

Als wasserfrei wird der Brennstoff ohne Gesamtwasser bezeichnet.

Bei Brennstoffen, die gegenüber Sauerstoff, insbesondere bei höheren Temperaturen, empfindlich sind, so dass Änderungen des technologischen Verhaltens, des Heizwertes und der Zusammensetzung eintreten können, ist der wasserfreie Bezugszustand nur eine rechnerische Größe.

7.6 Bezugszustand „wasser- und aschefrei“

Der Bezugszustand wasser- und aschefrei ist zwar ein hypothetischer Zustand, er hat sich aber in der Brennstoffanalytik für den Vergleich von Analysenergebnissen als zweckmäßig erwiesen. Vom Gewicht des wasserfreien Brennstoffes wird das Gewicht der nach DIN 51719 erhaltenen Asche abgezogen. Unter den Versuchsbedingungen, die bei der Bestimmung der Asche herrschen, laufen gewichtsverändernde Reaktionen ab. Die auf die wasser- und aschefreie Brennstoffsubstanz bezogenen Prüfergebnisse können höher oder niedriger als die auf die wasser- und mineralstofffreie Substanz bezogenen Ergebnisse sein. Bei Brennstoffen mit Ascheanteilen von < 10 % sind die Differenzen jedoch so gering, dass der Bezug auf die wasser- und aschefreie Substanz für die Zwecke der brennstoffanalytischen Praxis ausreicht (siehe auch 7.7).

7.7 Bezugszustand „wasser- und mineralstofffrei“

Der wasser- und mineralstofffreie Anteil der Probe ist die organische Brennstoffsubstanz. Sie wird auch als das Brennbares bezeichnet. Beim Bezug auf den wasser- und mineralstofffreien Brennstoff muss zunächst der analytisch ermittelte Gesamtteil eines Bestandteiles um den auf den Mineralstoff zurückzuführenden Anteil berichtigt werden. So kann der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff aus dem Gesamtkohlenstoffgehalt nach DIN 51721 oder DIN 51732 und dem Gehalt an Carbonat-Kohlenstoffdioxid nach DIN 51726 errechnet werden. Die Ermittlung des Gehaltes an anorganisch gebundenem Schwefel ist in DIN 51724-1, DIN 51724-2 und DIN 51724-3 beschrieben.

7.8 Bezugszustand „lufttrocken und aschefrei“

Der Bezugszustand lufttrocken und aschefrei ist ebenfalls ein hypothetischer Zustand. Vom Gewicht des bei 30 °C und 96 % bis 97 % relativer Luftfeuchte bis zur Gewichtskonstanz gelagerten Brennstoffes wird das Gewicht der Asche abgezogen, die nach DIN 51719 erhalten wird, siehe 7.3.

7.9 Weitere Parameter

Für andere Parameter, z. B. den Wasserstoffgehalt, den Brennwert oder den Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen, gibt es keine direkten analytischen Bestimmungsverfahren, um den auf den Mineralstoff zurückführenden Anteil zu berichtigen. Hierzu gibt es rechnerische und graphische Verfahren (siehe [5], [7], [8]). Selbst die Untersuchung an entmineralisierten Analysenproben führt nicht immer zum Ziel, weil beim Entmineralisieren mit Flusssäure und Salzsäure das Eisendisulfid nicht gelöst wird. Außerdem ist eine Sauerstoffaufnahme beim Entmineralisieren nicht ganz auszuschließen. Dieses wirkt sich sowohl auf den Brennwert als auch auf den Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen aus. Die Anteile an organisch gebundenem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff können an entmineralisierten Proben bestimmt werden, weil die Carbonate und die Hydratwasser enthaltenden Mineralstoffe durch die Behandlung mit Säuren zersetzt bzw. gelöst werden. Da Stickstoff nicht in anorganischer Bindung vorliegt, kann dessen Bestimmung auch an der mineralstoffhaltigen Kohle vorgenommen werden.

Die Berichtigung eines organischen Bestandteiles wegen des Einflusses eines Bestandteiles des Mineralstoffes wird nach folgender allgemeinen Gleichung (2) vorgenommen:

$$X_{\text{wmf}} = (X_{\text{wf}} - X_{\text{M}}) \times \frac{100}{100 - f_{\text{M}} \times A_{\text{wf}}} \quad (2)$$

Dabei ist

- X der Bestandteil, als Massenanteil in Prozent;
- X_{M} der Bestandteil des Mineralstoffes, als Massenanteil in Prozent des Brennstoffes (wf);
- f_{M} der Mineralstoff-Faktor;
- A_{wf} die Asche des wasserfreien Brennstoffes, als Massenanteil in Prozent.

Der Mineralstoff-Faktor ist der Quotient aus Mineralstoffgehalt und Asche.

BEISPIEL	$C(\text{wf})$	= 82,18 % Gesamtkohlenstoff (wf) nach DIN 51732
	C_{M}	= 0,35 % Carbonat-Kohlenstoff (wf) nach DIN 51726
	f_{M}	= 1,08
	$A(\text{wf})$	= 8,80 % Asche (wf) nach DIN 51719 als Massenanteil in Prozent

$$C_{\text{wmf}} = (82,18 - 0,35) \times \frac{100}{100 - 1,08 \times 8,80} = 90,42 \% \quad (3)$$

Für Steinkohlen kann ein Schätzwert für den Gehalt der wasser- und mineralstofffreien Kohle an Flüchtigen Bestandteilen nach folgender Gleichung errechnet werden (siehe [7], [8]):

$$FB_{\text{wmf}}^* = \frac{FB_{\text{wf}} - (f_{\text{M}} - 1) \times A_{\text{wf}}}{(1 - 0,01) \times f_{\text{M}} \times A_{\text{wf}}} \quad (4)$$