

Erdöl- und Erdgasindustrie
 Zemente und Materialien für die Zementation von Tiefbohrungen
 Teil 1: Anforderungen
 (ISO 10426-1:2000) Deutsche Fassung EN ISO 10426-1:2000

DIN
EN ISO 10426-1

ICS 91.100.10

Petroleum and natural gas industries — Cements and materials for well cementing — Part 1: Specifications (ISO 10426-1:2000);
 German version EN ISO 10426-1:2000

Industrie du pétrole et du gaz naturel — Ciments et matériaux de cimentation des puits — Partie 1: Spécifications (ISO 10426-1:2000);
 Version allemande EN ISO 10426-1:2000

Die Europäische Norm EN ISO 10426-1:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie“ (Sekretariat: Frankreich) erstellt. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme von ISO 10426-1:2000, erarbeitet von ISO/TC 67 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie; Unterkomitee SC 3, Bohrspülungen, Komplettierungsflüssigkeiten und Zemente“ (Sekretariat: Norwegen).

EN ISO 10426-1:2000 wurde vom CEN mit Datum vom 2001-12-05 – als „korrigiert“ gekennzeichnet – neu verteilt.

Eingearbeitet wurden die folgenden Änderungen, die von ISO und CEN angenommen wurden:

- a) Tabelle 2, Zeile „Gehalt an freier Flüssigkeit“, Spalten G und H: Werte 5,5 % geändert in 5,9 %;
- b) Unterabschnitt 7.1.4, geänderter zweiter Absatz;
- c) Unterabschnitt 8.5, Wert 5,5 % geändert in 5,9 %;
- d) Unterabschnitt 10.3.4, dritter Absatz ergänzt.

Fortsetzung 44 Seiten EN

Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung
Erdöl- und Erdgasindustrie
Zemente und Materialien für die Zementation von Tiefbohrungen
Teil 1: Anforderungen
(ISO 10426-1:2000)

Petroleum and natural gas industries — Cements and materials for well cementing — Part 1: Specifications
(ISO 10426-1:2000)

Industrie du pétrole et du gaz naturel — Ciments et matériaux de cimentation des puits — Partie 1: Spécifications (ISO 10426-1:2000)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Februar 2000 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik 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	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Anforderungen	7
4.1 Spezifikation, chemische und physikalische Anforderungen.....	7
4.2 Häufigkeit der Probenahme, Zeitpunkt der Prüfungen und Geräte.....	12
5 Probenahmeverfahren	13
6 Prüfung der Mahlfeinheit	13
6.1 Durchführung.....	13
6.2 Anforderungen.....	13
7 Schlammvorbereitung für die Prüfung von freier Flüssigkeit, Druckfestigkeit und Versteifungszeit	14
7.1 Prüfgeräte.....	14
7.2 Durchführung.....	15
8 Prüfung auf freie Flüssigkeit (freies Wasser)	16
8.1 Prüfgeräte.....	16
8.2 Kalibrierung.....	20
8.3 Durchführung.....	20
8.4 Berechnung der freien Flüssigkeit in %.....	21
8.5 Anforderungen für die Annahme.....	22
9 Prüfung der Druckfestigkeit	22
9.1 Prüfgeräte.....	22
9.2 Durchführung.....	23
9.3 Prüfverfahren (abgeleitet aus ASTM C 109).....	24
9.4 Annahmekriterien für die Druckfestigkeit.....	25
10 Prüfung der Versteifungszeit	25
10.1 Prüfgerät.....	25
10.2 Kalibrierung.....	31
10.3 Durchführung.....	34
10.4 Versteifungszeit und Konsistenz.....	38
10.5 Anforderungen für die Annahme.....	39
11 Kennzeichnung	39
12 Verpackung	39
13 Bentonit	40
Anhang A (informativ) Kalibrierverfahren für Thermoelemente, Systeme zur Temperaturmessung und Temperaturregler	41
A.1 Kalibrierverfahren	41
A.2 Kalibrierung von Thermoelementen	41
A.3 Kalibrierung von Systemen zur Temperaturmessung und Temperaturreglern	42
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	43
Literaturhinweise	44

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 10426-1:2000 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten; entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2000 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 10426-1:2000 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen Themen aus der Elektrotechnik zusammen.

Internationale Normen werden nach den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven Teil 3 erstellt.

Die von der Technischen Komitees verabschiedeten Entwürfe zu Internationalen Normen werden den Mitgliedskörperschaften zunächst zur Annahme vorgelegt. Sie werden als Internationale Normen angenommen, wenn mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedskörperschaften zugestimmt haben.

Es wird darauf hingewiesen, dass einige Elemente in diesem Teil der ISO 10426 dem Patentrecht unterliegen können. Es liegt nicht in der Verantwortlichkeit der ISO, einzelne oder alle diese Patentrechte darzulegen.

Die Internationale Norm ISO 10426-1 wurde vom Technischen Komitee ISO TC 67, *Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries*, Subkomitee SC 3, *Drilling and completion fluids, and well cements* ausgearbeitet.

ISO 10426 besteht unter dem gemeinsamen Haupttitel *Erdöl- und Erdgasindustrie — Zemente und Materialien für die Zementation von Tiefbohrungen* aus folgenden Teilen:

Teil 1: Anforderungen

Teil 2: Empfohlene Praxis für die Prüfung von Tiefbohrzementen

Anhang A in diesem Teil der ISO 10426 dient nur zur Information.

Einleitung

Dieser Teil der ISO 10426 basiert auf der API-Spezifikation 10A, 22. Ausgabe vom Januar 1995.

Die Anwender dieses Teils der ISO 10426 sollten in Betracht ziehen, dass in einzelnen Anwendungsfällen weitere oder abweichende Anforderungen erforderlich sein können. Dieser Teil der ISO 10426 zielt nicht darauf ab, zu verhindern, dass alternative Ausrüstungen oder technische Lösungen von einem Verkäufer angeboten oder vom Käufer akzeptiert werden. Dies gilt ganz besonders im Hinblick auf innovative oder in der Entwicklung stehende Techniken. Wird eine Alternative angeboten, so sollte der Verkäufer die Abweichungen von diesem Teil der ISO 10426 aufzeigen und Einzelheiten angeben.

Sofern zweckdienlich, werden in diesem Teil der ISO 10426 die in den USA gebräuchlichen Einheiten in Klammern zur Information angegeben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 10426 legt Anforderungen fest und gibt Empfehlungen für acht Klassen von Tiefbohrzementen einschließlich der chemischen und physikalischen Anforderungen und der Verfahren für die physikalischen Prüfungen.

Dieser Teil der ISO 10426 gilt für Tiefbohrzemente der Klassen A, B, C, D, E und F, Produkte, die durch Mahlen von Portlandzementklinker und, falls erforderlich, durch Zugabe von mitvermahlenem Calciumsulfat hergestellt werden. Bei der Herstellung dieser Zementklassen dürfen Zumahlstoffe verwendet werden. Bei der Herstellung der Klassen D, E und F dürfen geeignete Zusatzmittel zur Änderung der Erstarrungszeit mitvermahlen oder beigemischt werden.

Dieser Teil der ISO 10426 gilt auch für die Tiefbohrzementklassen G und H, Produkte, die durch Mahlen von Portlandzementklinker ohne Zumahlstoffe außer Calciumsulfat oder Wasser hergestellt werden.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ISO 3310-1, *Test sieves — Technical requirements and testing — Part 1: Test sieves of metal wire cloth*.

ISO 13500, *Petroleum and natural gas industries — Drilling fluid materials — Specifications and tests*.

ASTM C 109/C 109M, *Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in or [50-mm] cube specimens)*.

ASTM C 114, *Standard test methods for chemical analysis of hydraulic cement*.

ASTM C 115, *Standard test method for fineness of Portland cement by the turbidimeter*.

ASTM C 183, *Standard practice for sampling and the amount of testing of hydraulic cement*.

ASTM C 204, *Standard test method for fineness of hydraulic cement by air permeability apparatus*.

ASTM C 465, *Standard specification for processing additions for use in the manufacture of hydraulic cements*.

ASTM E 220, *Standard test method for calibration of thermocouples by comparison techniques*.

ASTM E 1404, *Standard specification for laboratory glass conical flasks*.

DIN 12385, *Laborgeräte aus Glas, Erlenmeyerkolben, weithalsig*.

EN 196-2, *Prüfverfahren für Zement — Teil 2: Chemische Analyse von Zement*.

EN 196-6, *Prüfverfahren für Zement — Teil 6: Bestimmung der Mahlfeinheit*.

EN 196-7, *Prüfverfahren für Zement — Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement*.

EN 196-21, *Prüfverfahren für Zement — Teil 21: Bestimmung des Chlorid-, Kohlendioxid- und Alkalianteils von Zement*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der ISO 10426 gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Zusatzmittel

Stoff, der einem Zementschlamm zugesetzt wird, um eine gewünschte Eigenschaft zu modifizieren oder zu verstärken

ANMERKUNG Zu den üblicherweise modifizierten Eigenschaften gehören: Erstarrungszeit (durch Verwendung von Verzögerern oder Beschleunigern), Flüssigkeitsverlust, Viskosität usw.

3.2

Bearden-Einheit für die Konsistenz

B_c

Maß für die Konsistenz eines Zementschlammes bei der Bestimmung mit einem druckbeaufschlagten Konsistometer

3.3

Schüttdichte

volumenbezogene Masse eines trockenen Stoffes, die mitgerissene Luft enthält

3.4

Zement

Portlandzement

gemahlener Klinker, der im Allgemeinen aus hydraulischen Calciumsilicaten und -aluminaten besteht und der üblicherweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Zumahlstoff enthält

3.5

Zementklasse

Bezeichnung nach dem ISO-System zur Klassifizierung von Tiefbohrzement entsprechend der vorgesehenen Verwendung

3.6

Sulfatbeständigkeitsgrad

Bezeichnung nach dem ISO-System, um die Sulfatbeständigkeit eines bestimmten Zementes anzugeben

3.7

Zementmischung

Gemisch aus trockenem Zement und anderen Trockenstoffen

3.8

Klinker

gesinterte Stoffe aus dem Ofen für die Zementherstellung, die für die Herstellung von Zement mit Calciumsulfat vermahlen werden

3.9

Druckfestigkeit

flächenbezogene Kraft, die zum Zerschlagen einer erstarrten Zementprobe erforderlich ist

3.10

Konsistometer

Gerät zum Messen der Versteifungszeit eines Zementschlammes unter Temperatur- und Druckeinwirkung

3.11

Filtrat

Flüssigkeit, die aus dem Zementschlamm bei der Prüfung auf Flüssigkeitsverlust herausgepresst wird

3.12

freie Flüssigkeit

farbige oder farblose Flüssigkeit, die sich vom Zementschlamm absondert

3.13**reiner Zementschlamm**

Zementschlamm, der nur aus Zement und Wasser besteht

3.14**Druckgefäß**

Gefäß in einem Konsistometer, in das der Schlammbehälter für die Prüfung der Versteifungszeit eingebracht wird

3.15**Schlammbehälter****Schlammbecher**

Behälter in einem druckbeaufschlagten Konsistometer, in das der Zementschlamm zur Vorbehandlung oder für die Prüfung der Versteifungszeit eingebracht wird

3.16**Versteifungszeit**

Zeit, in der ein Zementschlamm ein gewähltes B_c erreicht

ANMERKUNG Die Ergebnisse der Versteifungszeitprüfung geben die Zeitdauer an, während der ein Zementschlamm unter Prüfbedingungen verpumpbar bleibt.

4 Anforderungen**4.1 Spezifikation, chemische und physikalische Anforderungen****4.1.1 Zementklassen und -sulfatbeständigkeitsgrade**

Tiefbohrzemente sind nach den folgenden Klassen (A, B, C, D, E, F, G und H) und Sulfatbeständigkeitsgraden (O, MSR und HSR) festzulegen.

Zumahlstoffe oder die Erstarrungszeit verändernde Zusatzmittel dürfen die Gebrauchstauglichkeit des Tiefbohrzementes nicht beeinträchtigen.

a) Klasse A

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und normalerweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlzugzusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen bei der Herstellung von Zementklasse A Zumahlstoffe verwendet werden, sofern diese Stoffe in den verwendeten Mengen nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen.

Dieser Zement wird verwendet, wenn keine besonderen Eigenschaften gefordert werden. Nur mit normalem Sulfatbeständigkeitsgrad (O) erhältlich (ähnlich ASTM C 150, Typ I).

b) Klasse B

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und normalerweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlzugzusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen bei der Herstellung von Zementklasse B Zumahlstoffe verwendet werden, sofern diese Stoffe nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen.

Dieser Zement wird verwendet, wenn die Gegebenheiten mäßige oder hohe Sulfatbeständigkeit erfordern. Erhältlich mit mäßigem Sulfatbeständigkeitsgrad (MSR) und hohem Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR) (ähnlich ASTM C 150, Typ II).

c) Klasse C

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und normalerweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlzugzusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen bei der Herstellung von Zementklasse C Zumahlstoffe verwendet

werden, sofern diese Stoffe in den verwendeten Mengen nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen.

Dieser Zement wird verwendet, wenn die Gegebenheiten eine hohe Anfangsfestigkeit erfordern. Erhältlich mit normalem (O), mit mäßigem (MSR) und mit hohem Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR) (ähnlich ASTM C 15, Typ III).

d) Klasse D

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und normalerweise ein oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlunگزusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen Zumahlstoffe bei der Herstellung von Zementklasse D verwendet werden, sofern diese Stoffe in den verwendeten Mengen nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen. Nach Wahl des Herstellers dürfen zudem geeignete, die Erstarrungszeit verändernde Zusatzmittel bei der Herstellung mitvermahlen oder beigemischt werden.

Dieser Zement wird bei mäßig hohen Temperatur- und Druckbedingungen verwendet. Erhältlich als Sorte mit mäßigem (MSR) und hohem (HSR) Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR).

e) Klasse E

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und normalerweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlunگزusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen bei der Herstellung von Zementklasse E Zumahlstoffe verwendet werden, sofern diese Stoffe in den verwendeten Mengen nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen. Nach Wahl des Herstellers dürfen zudem geeignete, die Erstarrungszeit verändernde Zusatzmittel bei der Herstellung mitvermahlen oder beigemischt werden.

Dieser Zement wird bei hohen Temperatur- und Druckbedingungen verwendet. Erhältlich als Sorte mit mäßigem (MSR) und hohem Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR).

f) Klasse F

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und üblicherweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlunگزusatz enthält. Nach Wahl des Herstellers dürfen bei der Herstellung von Zementklasse F Zumahlstoffe verwendet werden, sofern diese Stoffe in den verwendeten Mengen nachweislich den Anforderungen von ASTM C 465 entsprechen. Nach Wahl des Herstellers dürfen zudem geeignete, die Erstarrungszeit verändernde Zusatzmittel bei der Herstellung mitvermahlen oder beigemischt werden.

Dieser Zement wird bei extrem hohen Temperatur- und Druckbedingungen verwendet. Erhältlich als Sorte mit mäßigem (MSR) und hohem (HSR) Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR).

g) Klasse G

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und üblicherweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlunگزusatz enthält. Bei der Herstellung von Tiefbohrzement Klasse G dürfen keine Zusätze außer Calciumsulfat oder Wasser oder beides mitvermahlen oder dem Klinker beigemischt werden.

Dieser Zement wird als Basis-Tiefbohrzement verwendet. Erhältlich als Sorte mit mäßigem (MSR) und hohem Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR).

h) Klasse H

Durch Mahlen von Portlandzementklinker gewonnenes Produkt, das hauptsächlich aus hydraulischen Calciumsilicaten besteht und üblicherweise eine oder mehrere Arten von Calciumsulfat als Mahlunگزusatz enthält. Bei der Herstellung von Tiefbohrzement Klasse H dürfen keine Zusätze außer Calciumsulfat oder Wasser oder beides mitvermahlen oder dem Klinker beigemischt werden.

Dieser Zement wird als Basis-Tiefbohrzement verwendet. Erhältlich als Sorte mit mäßigem (MSR) und hohem Sulfatbeständigkeitsgrad (HSR).

Tiefbohrzemente, die nach diesem Teil der ISO 10426 hergestellt und geliefert werden, können mit Wasseranteilen oder Zusatzmitteln nach Wahl des Anwenders gemischt und an der Bohrstelle verwendet werden. Es ist nicht beabsichtigt, dass sich die Herstellung nach diesem Teil der ISO 10426 an solchen Feldbedingungen ausrichtet.

4.1.2 Chemische Anforderungen

Tiefbohrzemente müssen den jeweiligen chemischen Anforderungen der in Tabelle 1 aufgeführten Klassen und Sulfatbeständigkeitsgraden entsprechen.

Die chemische Analyse von hydraulischen Zementen ist nach ASTM C 114 (oder EN 196-2, EN 196-21) durchzuführen.

4.1.3 Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften und die Gebrauchstauglichkeit

Tiefbohrzement muss den jeweiligen in Tabelle 2 aufgeführten und in den Abschnitten 6, 7, 8, 9 und 10 festgelegten Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften und die Gebrauchstauglichkeit entsprechen.

Tabelle 1 — Chemische Anforderungen

	Zementklasse					
	A	B	C	D, E, F	G	H
NORMALE SULFATBESTÄNDIGKEIT (O)						
Magnesiumoxid (MgO), max., in %	6,0	NA	6,0	NA	NA	NA
Schwefeltrioxid (SO ₃), max., in %	3,5 ^a	NA	4,5	NA	NA	NA
Glühverlust, max., in %	3,0	NA	3,0	NA	NA	NA
Unlöslicher Rückstand, max., in %	0,75	NA	0,75	NA	NA	NA
Tricalciumaluminat (C ₃ A), max., in %	NR	NA	15	NA	NA	NA
MÄßIGE SULFATBESTÄNDIGKEIT (MSR)						
Magnesiumoxid (MgO), max., in %	NA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Schwefeltrioxid (SO ₃), max., in %	NA	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0
Glühverlust, max., in %	NA	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Unlöslicher Rückstand, max., in %	NA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Tricalciumsilicat (C ₃ S), max., in % min., in %	NA NA	NR NR	NR NR	NR NR	58 ^b 48 ^b	58 ^b 48 ^b
Tricalciumaluminat (C ₃ A), max., in % ^c	NA	8	8	8	8	8
Gesamt-Alkaligehalt, angegeben als Natriumoxid (Na ₂ O)-Äquivalent, max., in %	NA	NR	NR	NR	0,75 ^c	0,75 ^c

Tabelle 1 (fortgesetzt)

	Zementklasse					
	A	B	C	D, E, F	G	H
HOHE SULFATBESTÄNDIGKEIT (HSR)						
Magnesiumoxid (MgO), max., in %	NA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Schwefeltrioxid (SO ₃), max., in %	NA	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0
Glühverlust, max., in %	NA	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Unlöslicher Rückstand, max., in %	NA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Tricalciumsilicat (C ₃ S), max., in % min., in %	NA NA	NR NR	NR NR	NR NR	65 ^b 48 ^b	65 ^b 48 ^b
Tricalciumaluminat (C ₃ A), max., in % ^c	NA	3 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b
Tetracalciumaluminoferrit (C ₄ AF) plus die zweifache Menge Tricalciumaluminat (C ₃ A), max., in %	NA	24 ^b	24 ^b	24 ^b	24 ^b	24 ^b
Gesamt-Alkaligehalt, angegeben als Natriumoxid (Na ₂ O)-Äquivalent, max., in %	NA	NR	NR	NR	0,75 ^c	0,75 ^c
NR = keine Anforderung; NA = nicht zutreffend						
^a Wenn der Tricalciumaluminatgehalt (angegeben als C₃A) des Zementes 8 % oder weniger beträgt, muss der maximale SO₃-Gehalt 3 % betragen. ^b Die Angabe chemischer Grenzwerte durch berechnete angenommene Mischungen bedeutet nicht notwendigerweise, dass die Oxide tatsächlich oder ganz als solche vorhanden sind. Wenn das Verhältnis der prozentualen Anteile von Al₂O₃ zu Fe₂O₃ 0,64 oder weniger beträgt, ist der C₃A-Gehalt Null. Ist das Verhältnis von Al₂O₃ zu Fe₂O₃ größer als 0,64, sind die Mischungen wie folgt zu berechnen: $C_3A = (2,65 \times \% Al_2O_3) - (1,69 \times \% Fe_2O_3)$ $C_4AF = 3,04 \times \% Fe_2O_3$ $C_3S = (4,07 \times \% CaO) - (7,60 \times \% SiO_2) - (6,72 \times \% Al_2O_3) - (1,43 \times \% Fe_2O_3) - (2,85 \times \% SO_3)$ Ist das Verhältnis von Al₂O₃ zu Fe₂O₃ kleiner als 0,64, ist C₃S wie folgt zu berechnen: $C_3S = (4,07 \times \% CaO) - (7,60 \times \% SiO_2) - (4,48 \times \% Al_2O_3) - (2,86 \times \% Fe_2O_3) - (2,85 \times \% SO_3)$ ^c Das Natriumoxid-Äquivalent (angegeben als Na₂O-Äquivalent) ist wie folgt zu berechnen: $Na_2O\text{-Äquivalent} = (0,658 \times \% K_2O) + (\% Na_2O)$						

Tabelle 2 — Zusammenstellung der Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften und die Gebrauchstauglichkeit

Tiefbohrzementklasse				A	B	C	D	E	F	G	H
Anmachwasser, % von der Zementmasse (Tabelle 5)				46	46	56	38	38	38	44	38
Prüfung der Mahlfineinheit (alternative Verfahren) (Abschnitt 6)											
Turbidimeter (spezifische Oberfläche, min. in m ² /kg)				150	160	220	NR	NR	NR	NR	NR
Luftdurchlässigkeit (spezifische Oberfläche, min. in m ² /kg)				280	280	400	NR	NR	NR	NR	NR
Gehalt an freier Flüssigkeit, max. in % (Abschnitt 8)				NR	NR	NR	NR	NR	NR	5,9	5,9
Druckfestigkeitsprüfung (8 h Lagerungsdauer) (Abschnitt 9)	Spezifikationsprüfplan Nr. Tabelle 6	Lagerungs-Endtemperatur °C (°F)	Lagerungs-Enddruck MPa (psi)	Mindestdruckfestigkeit MPa (psi)							
	NA	38 (100)	atm.	1,7 (250)	1,4 (200)	2,1 (300)	NR	NR	NR	2,1 (300)	2,1 (300)
	NA	60 (140)	atm.	NR	NR	NR	NR	NR	NR	10,3 (1 500)	10,3 (1 500)
	6S	110 (230)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR	NR	NR
	8S	143 (290)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR	NR
	9S	160 (320)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR
Druckfestigkeitsprüfung (24 h Lagerungsdauer) (Abschnitt 9)	Spezifikationsprüfplan Nr. Tabelle 6	Lagerungs-Endtemperatur °C (°F)	Lagerungs-Enddruck MPa (psi)	Mindestdruckfestigkeit MPa (psi)							
	NA	38 (100)	atm.	12,4 (1 800)	10,3 (1 500)	13,8 (2 000)	NR	NR	NR	NR	NR
	4S	77 (170)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	6,9 (1 000)	6,9 (1 000)	NR	NR	NR
	6S	110 (230)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	13,8 (2 000)	NR	6,9 (1 000)	NR	NR
	8S	143 (290)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	NR	13,8 (2 000)	NR	NR	NR
	9S	160 (320)	20,7 (3 000)	NR	NR	NR	NR	NR	6,9 (1 000)	NR	NR

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Tiefbohrzementklasse				A	B	C	D	E	F	G	H			
Prüfung der Versteifungszeit unter Druck und Temperatur (Abschnitt 10)	Spezifikationsprüfplan Nr. Tabellen 9 bis 13	Maximale Konsistenz (15 min bis 30 min Rührzeit) B_c^a	Versteifungszeit (min./max.)											
			min											
				4	30		90 min.	90 min.	90 min.	90 min.	NR	NR	NR	NR
				5	30		NR	NR	NR	NR	NR	NR	90 min.	90 min.
				5	30		NR	NR	NR	NR	NR	NR	120 max.	120 max.
				6	30		NR	NR	NR	100 min.	100 min.	100 min.	NR	NR
				8	30		NR	NR	NR	NR	154 min.	NR	NR	NR
				9	30		NR	NR	NR	NR	NR	190 min.	NR	NR
			NR = keine Anforderung											
^a Bearden-Einheiten der Konsistenz (B_c), ermittelt mit einem druckbeaufschlagten Konsistometer wie in Abschnitt 10 angegeben und nach dem gleichen Abschnitt kalibriert														

4.2 Häufigkeit der Probenahme, Zeitpunkt der Prüfungen und Geräte

4.2.1 Häufigkeit der Probenahme

Für Tiefbohrzementklassen C, D, E, F, G und H ist für die Prüfung eine Probe zu entnehmen entweder nach Verfahren (1), d. h. über ein 24-h-Produktionsintervall, oder nach Verfahren (2), d. h. aus einer 1 000 t (max.) Produktion.

Für Tiefbohrzementklassen A und B ist für die Prüfung eine Probe zu entnehmen entweder nach Verfahren (1), d. h. über ein 14-Tage-Produktionsintervall, oder nach Verfahren (2), d. h. aus einer 25 000 t (max.) Produktion.

Diese Proben müssen das Produkt so repräsentieren, wie es hergestellt wurde. Nach Wahl des Herstellers kann Verfahren (1) oder Verfahren (2) angewendet werden.

4.2.2 Zeit zwischen Probenahme und Prüfung

Jede Probe ist auf Übereinstimmung mit diesem Teil von ISO 10426 zu prüfen. Alle Prüfungen müssen innerhalb von 7 Werktagen nach der Probenahme abgeschlossen sein.

4.2.3 Festgelegte Geräte

Geräte für die Prüfung von Tiefbohrzementen müssen Tabelle 3 entsprechen. Die Maße in den Bildern 5, 6, 10 und 11 gelten für die Herstellung von Prüfgeräten für die Zementspezifikation. Eine erneute Zertifizierung der Maße ist nicht erforderlich.