

DIN EN 14487-1**DIN**

ICS 01.040.91; 91.100.30

**Spritzbeton –
Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität;
Deutsche Fassung EN 14487-1:2005**

Sprayed concrete –
Part 1: Definitions, specifications and conformity;
German version EN 14487-1:2005

Béton projeté –
Partie 1: Définitions, spécifications et conformité;
Version allemande EN 14487-1:2005

Gesamtumfang 37 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 14487-1:2006-03

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom NA 005-07-10 AA „Spritzbeton“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) begleitet.

Dieses Dokument soll nach dem im europäischen Vorwort festgelegten Datum für die Zurückziehung entgegenstehender nationaler Normen im Dezember 2007 die DIN 18551:2005-01 teilweise ablösen. Bis zu diesem Zeitpunkt soll auf nationaler Ebene eine Umstellung auf das in diesem Dokument enthaltene Regelungskonzept erfolgen.

Diese Umstellung beinhaltet die Erarbeitung von nationalen Anwendungsregeln für dieses Dokument sowie weitere Dokumente mit Festlegungen für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktion, soweit letztere auf europäischer Ebene bis dahin nicht zur Verfügung stehen.

Gegenüber DIN 18551:2005-01 bestehen folgende Unterschiede:

- Anforderungen an Eigenschaften, Herstellung und Konformitätsnachweis des Betons wurden an das in DIN EN 206-1 enthaltene und auf europäischer Ebene erarbeitete Konzept angepasst; es ist damit eine wesentliche Umstellung der betontechnischen Festlegungen erfolgt;
- Festlegungen zur Bemessung von Tragwerken und Bauteilen sowie deren Ausführung sind in diesem Dokument nicht mehr enthalten.

ICS 91.100.30; 01.040.91

Deutsche Fassung

Spritzbeton —
Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität

Sprayed concrete —
Part 1: Definitions, specifications and conformity

Béton projeté —
Partie 1: Définitions, spécifications et conformité

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. Mai 2005 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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	7
3.1 Mischungsbestandteil	7
3.2 Produkt	8
3.3 Prozess	9
3.4 Eigenschaften	10
3.5 Ausführung	10
3.6 Personal	11
3.7 Prüfung und Überwachung	11
4 Klassifizierung	11
4.1 Konsistenz der Frischbetonmischung	11
4.2 Expositionsklassen	11
4.3 Junger Spritzbeton	12
4.4 Druckfestigkeit	13
4.5 Faserverstärkter Spritzbeton	13
5 Anforderungen an Spritzbeton	14
5.1 Anforderungen an Ausgangsstoffe	14
5.2 Anforderungen an die Zusammensetzung von Spritzbeton	15
5.3 Anforderungen an die Grundmischung	16
5.4 Anforderungen an frischen Spritzbeton	17
5.5 Anforderungen an erhärteten Spritzbeton	17
6 Spezifikation von Spritzbeton	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Festlegungen für Beton nach Eigenschaften	19
6.3 Festlegungen für Beton nach Zusammensetzung	20
7 Bewertung der Übereinstimmung	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Überwachungskategorien	21
7.3 Eignungsprüfung	21
7.4 Produktionskontrolle	23
7.5 Konformitätskriterien	27
Anhang A (informativ) Hinweise für Definitionen, Anforderungen und Konformität von Spritzbeton	29
Literaturhinweise	35

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14487-1:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2007 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm hat EN 206-1 als Grundlage benutzt. Einige Abschnitte, die für Spritzbeton gelten, verweisen wegen ihrer Bedeutung auf EN 206-1. Andere Abschnitte wurden modifiziert, um die besonderen Anforderungen an Spritzbeton zu erfüllen.

Diese Europäische Norm kann nur mit den unten als Paket festgelegten Produktnormen für Ausgangsstoffe (d. h. Zement, Zuschlagstoffe, Zusatzstoffe, Zusatzmittel, Fasern und Zugabewasser) und mit den zugehörigen Prüfungsnormen für Spritzbeton angewendet werden. Aus diesem Grunde wurde das späteste Datum der Zurücknahme nationaler Normen, die zu diesem Dokument im Widerspruch stehen, durch CEN/TC 104 auf Dezember 2007 festgelegt.

EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

EN 450-1, *Flugasche für Beton — Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien*

EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

EN 1008, *Zugabewasser für Beton — Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton*

EN 934-2, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2: Betonzusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

EN 934-5, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 5: Zusatzmittel für Spritzbeton; Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien*

EN 934-6, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle und Bewertung der Konformität*

EN 13263-2, *Silicastaub für Beton — Teil 2: Konformitätsbewertung*

EN 14487-2, *Spritzbeton — Teil 2: Ausführung*

EN 14488 (alle Teile), *Prüfung von Spritzbeton*

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

EN 14487-1:2005 (D)

Einleitung

Diese Europäische Norm wird in Europa bei unterschiedlichen klimatischen und geografischen Bedingungen, unterschiedlichen Schutzgraden und unter unterschiedlichen, als gut erwiesenen regionalen Traditionen und Erfahrungen angewendet. Um dieser Situation gerecht zu werden, wurden Klassen für Betoneigenschaften eingeführt. Wo derartige allgemeine Lösungen nicht möglich waren, ist es nach den betreffenden Abschnitten zulässig, EN 206-1 oder andere am Anwendungsort gültige Normen zu verwenden.

Diese Europäische Norm beinhaltet Regeln für die Anwendung von Ausgangsstoffen, die in Europäischen Normen behandelt werden. Gegründet auf örtliche Erfahrungen sind weitere Nebenprodukte industrieller Prozesse, recycelte Baustoffe usw. ständig in Anwendung. Solange keine Europäischen Festlegungen für diese Baustoffe vorliegen, wird dieses Dokument keine Regeln für deren Anwendung zur Verfügung stellen, sondern verweist statt dessen auf die in EN 206-1 zur Anwendung nationaler Normen oder Regeln gegebenen Empfehlungen, die am Einsatzort des Betons gültig sind.

Diese Europäische Norm definiert Aufgaben für den Verfasser der Leistungsbeschreibung, die Hersteller und Anwender. Beispielsweise sind der Verfasser der Leistungsbeschreibung für die Spezifikation von Beton, Abschnitte 5 und 6, und der Hersteller für die Konformitäts- und Produktionslenkung, Abschnitt 7, verantwortlich. Der Anwender ist für das Einbringen des Betons in das Bauwerk verantwortlich. In der Praxis kann es mehrere verschiedene Partner geben, die Anforderungen in unterschiedlichen Entwurfsstadien und dem Konstruktionsprozess festlegen, z. B. der Kunde, der Entwickler, der Vertragsnehmer, der Betonanbieter. Jeder ist gegenüber dem nächsten Partner in der Kette bis zum Hersteller für die Erfüllung der festgelegten Anforderungen zusammen mit den Zusatzanforderungen verantwortlich. In diesem Dokument wird diese abschließende Zusammenstellung als „Spezifikation“ verstanden.

Weitere Erläuterungen und Empfehlungen für die Anwendung dieses Dokuments sind in Anhang A angegeben.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Spritzbeton, der zur Instandsetzung und für die Verbesserung von Tragwerken, für neue Tragwerke und für die Verfestigung des Bodens zu verwenden ist.

Diese Europäische Norm umfasst:

- Klassifikation nach der Konsistenz beim Nassspritzverfahren;
- Klassen für Umwelteinwirkungen; junger, Fest- und faserbewehrter Beton;
- Anforderungen an Ausgangsstoffe, Betonzusammensetzung und die Grundmischung und an Frisch- und Festbeton und alle Arten von faserbewehrtem Spritzbeton;
- Festlegung für Entwurfsmischungen und vorgeschriebene Mischungen;
- Konformität.

Dieses Dokument ist auf das Nassspritzverfahren sowie auf das Trockenspritzverfahren anwendbar.

Die Untergründe, auf die Spritzbeton aufgebracht werden kann, umfassen:

- Boden (Fels- und Bodenmaterial);
- Spritzbeton;
- verschiedene Arten von Schalungen;
- Bauteile aus Beton, Mauerwerk und Stahl;
- Drainagewerkstoffe;
- Dämmstoffe.

Zusätzliche oder unterschiedliche Anforderungen können für Anwendungen erforderlich werden, die nicht in diesem Dokument aufgeführt sind, zum Beispiel feuerfeste Baustoffe.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

EN 206-1:2000, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 933-1, *Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen — Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung — Siebverfahren*

EN 934-2:2001, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2: Betonzusatzmittel — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

EN 934-5:2005, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 5: Zusatzmittel für Spritzbeton — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

EN 14487-1:2005 (D)

EN 934-6, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle und Bewertung der Konformität*

EN 1008, *Zugabewasser für Beton — Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton*

EN 1504-3, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität — Teil 3: Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung.*

EN 1542, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Prüfverfahren — Messung der Haftfestigkeit im Abreiversuch.*

EN 12350-2, *Prüfung von Frischbeton — Teil 2: Setzma*

EN 12350-3, *Prüfung von Frischbeton — Teil 3: Ausbreitma*

EN 12350-6, *Prüfung von Frischbeton — Teil 6: Frischbetonrohddichte*

EN 12390-5, *Prüfung von Festbeton — Teil 5: Biegezugfestigkeit von Probekörpern*

EN 12390-7, *Prüfung von Festbeton — Teil 7: Dichte von Festbeton*

EN 12390-8, *Prüfung von Festbeton — Teil 8: Eindringtiefe von Wasser und Druckelastizitätsmodul*

EN 12504-1, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 1: Bohrkernproben — Herstellung, Untersuchung und Prüfung unter Druck*

EN 12504-2, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung — Bestimmung der Rückprallzahl*

EN 12620:2002, *Gesteinskörnungen für Beton*

EN 13055-1, *Leichte Gesteinskörnungen — Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel*

EN 13412, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Prüfverfahren — Bestimmung des Elastizitätsmoduls im Druckversuch.*

prEN 14487-2, *Spritzbeton — Teil 2: Ausführung*

EN 14488-1, *Prüfverfahren für Spritzbeton — Teil 1: Probenahme von Frisch- und Festbeton*

EN 14488-2, *Prüfung von Spritzbeton — Teil 2: Druckfestigkeit von jungem Spritzbeton*

prEN 14488-3, *Prüfung von Spritzbeton — Teil 3: Biegefestigkeiten (Erstriss-, Biegezug- und Restfestigkeit) von faserverstärkten balkenförmigen Betonprüfkörpern*

EN 14488-4, *Prüfverfahren für Spritzbeton — Teil 4: Verbundfestigkeit von Bohrkernen bei reinem Zug*

prEN 14488-5, *Prüfung von Spritzbeton — Teil 5: Bestimmung der Energieabsorption bei faserverstärkten plattenförmigen Prüfkörpern*

prEN 14488-7, *Prüfverfahren für Spritzbeton — Teil 7: Fasergehalt von faserverstärktem Beton*

prEN 14889-1:2004, *Fasern für Beton — Teil 1: Stahlfasern — Begriffe, Festlegungen und Konformität*

prEN 14889-2:2004, *Fasern für Beton — Teil 2: Polymerfasern — Begriffe, Festlegungen und Konformität*

ISO 758, *Liquid chemical products for industrial use — Determination of density at 20 °C*

ISO 6782, *Aggregates for concrete — Determination of bulk density*

ISO 6784, *Concrete — Determination of static modulus of elasticity in compression*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Mischungsbestandteil

3.1.1 Zusatzmittel

3.1.1.1

Zusatzmittel für die Grundmischung

ein Stoff, der während des Mischvorgangs des Betons in einer Menge hinzugefügt wird, die einen Massenanteil von 5 % des Zementanteils im Beton nicht übersteigt, um die Eigenschaften der Betonmischung im frischen und/oder erhärteten Zustand nicht zu verändern

[EN 934-2:2001]

3.1.1.2 Zusatzmittel für Spritzbeton

3.1.1.2.1

Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton

Zusatzmittel, das ein sehr frühes Erstarren und ein sehr frühes Erhärten des Spritzbetons ermöglicht und sich von den in EN 924-2 definierten und festgelegten Erstarrungsbeschleunigern unterscheidet

[EN 934-5:2005]

3.1.1.2.2

nicht alkalihaltige Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton

Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton EN 934-5:2005, 3.2.2 mit einem Alkaligehalt von maximal 1 % bezogen auf die Masse des Zusatzmittels

[EN 934-5:2005]

3.1.2

Zusatzstoff

fein verteilter Stoff, der im Beton verwendet wird, um bestimmte Eigenschaften zu verbessern oder um bestimmte Eigenschaften zu erreichen

[EN 206-1:2000]

3.1.3

Zement

fein gemahlener, anorganischer Stoff, der, mit Wasser gemischt, Zementleim ergibt, welcher durch Hydratation erstarrt und erhärtet und nach dem Erhärten raumbeständig bleibt, auch unter Wasser fest

[EN 206-1:2000]

3.1.4

Gesteinskörnung

körniges Material für die Verwendung im Bauwesen. Gesteinskörnungen können natürlich, industriell hergestellt oder recycelt sein

EN 14487-1:2005 (D)

[EN 12620:2002]

3.1.5 Fasern

3.1.5.1

Stahlfasern

Stahlfasern sind gerade oder verformte Fasern aus kalt gezogenem Stahldraht, gerade oder verformte zugeschnittene Einzelfasern, aus Schmelzglas hergestellte Fasern, von kalt gezogenem Draht gespante Fasern oder aus Stahlblöcken gehobelte Fasern, die für eine homogene Einbringung in Beton oder Mörtel geeignet sind

[prEN 14889-1:2004]

3.1.5.2

Polymerfasern

gerade oder verformte Fasern aus extrudiertem, orientiertem oder geschnittenem Material, die für die gleichmäßige Verteilung in Beton- oder Mörtelmischung geeignet sind und die im Laufe der Zeit nicht von dem hohen pH-Wert des Betons beeinflusst werden

[prEN 14889-2:2004]

3.2 Produkt

3.2.1

Grundmischung

Mischung aus Zement, Gesteinskörnungen und anderen Bestandteilen, die in die Spritzanlage eingebracht werden, wobei an der Spritzdüse hinzugefügte Bestandteile ausgeschlossen sind. Die Grundmischung kann trocken oder nass sein. Sie kann auch Folgendes enthalten:

- Zusatzstoffe;
- Zusatzmittel;
- Fasern;
- Wasser

3.2.2 Trockenmischung

3.2.2.1

werkgemischte Trockenmischung

Grundmischung mit einem Feuchteanteil von höchstens 0,5 %, bezogen auf die Masse für das Trockenspritzverfahren, wobei an der Spritzdüse hinzugefügte Bestandteile ausgeschlossen sind

3.2.2.2

auf der Baustelle gemischte Trockenmischung

Grundmischung mit einem Feuchteanteil der Gesteinskörnung von höchstens 6 %, bezogen auf die Masse für das Trockenspritzverfahren

3.2.3

faserverstärkter Spritzbeton

Spritzbeton, der Verstärkungsfasern zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften des Betons enthält

3.2.4

frischer Spritzbeton

Beton vor dem Erstarren

3.2.5**Rückprall**

der Teil des durch die Spritzdüse geförderten Baustoffs, der nicht an der Auftragfläche haftet

3.2.6**Referenzspritzbeton**

Spritzbeton, der keine Zusatzmittel für den Spritzvorgang enthält

ANMERKUNG Diese Definition kann nicht für Spritzbeton mit einer werkgemischten Trockenmischung mit Zusatzmitteln für das Einspritzen gelten; in diesem Fall sollte die Zusatzmittelverträglichkeit nach EN 934-5 kontrolliert werden. Der Referenzspritzbeton wird üblicherweise als Referenzmaterial für die Beurteilung von Änderungen der mechanischen Eigenschaften von Spritzbeton über die Zeit verwendet (z. B. Festigkeitsverluste).

3.2.7**Spritzbeton**

Beton aus einer Grundmischung, der aus einer Spritzdüse pneumatisch aufgetragen und durch ihre Aufprallenergie verdichtet wird

3.2.8**Frischbetonmischung**

Grundmischung für das Nassspritzverfahren

3.2.9**junger Spritzbeton**

Spritzbeton bis zu einem Alter von 24 h

3.3 Prozess**3.3.1****Nachbehandlung**

Maßnahmen zur Verringerung schädlicher Verdunstung aus dem Beton

3.3.2**Dichtstromförderung**

Pumpenförderung einer nassen Mischung zur Spritzdüse, wo sie durch Zufuhr von Treibluft ausgeworfen und beim Aufprall verdichtet wird. Dichtstromförderung kann nur im Nassspritzverfahren verwendet werden

3.3.3**Trockenspritzverfahren**

Verfahren zum Spritzen einer Trockenmischung

3.3.4**Spritzdüse**

allgemeine Bezeichnung für das Ende der Förderleitung, durch das die Mischung ausströmt. Sie besteht aus einer Mischungseinheit, in die — in Abhängigkeit vom Prozess — Wasser, Druckluft und/oder Zusatzmittel in den Strom der Grundmischung eingespritzt wird

3.3.5**Dünnstromförderung**

Förderung der Grundmischung durch Schläuche oder Rohre in einem kontinuierlichen Hochdruckluftstrom zur Spritzdüse, wo die Transportkraft benutzt wird, die Mischung auszuwerfen und zu verdichten

3.3.6**Nassspritzverfahren**

Verfahren des Spritzens einer Frischbetonmischung mit einem festgesetzten Wasserzementwert

EN 14487-1:2005 (D)

3.4 Eigenschaften

3.4.1

Frühfestigkeit

Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons

3.4.2

Energieabsorptionsvermögen

Energie, in Joule, die beim Belasten einer faserverstärkten Platte, wie in prEN 14488-5 beschrieben, absorbiert wird

3.4.3

Erstrissfestigkeit

die Spannung bei der ersten Lastspitze, die mit der Biegeprüfung nach prEN 14488-3 ermittelt wird, und der ein faserverstärkter Beton standhält

3.4.4

Verarbeitungszeit (open time)

Zeit zwischen Mischen und letztem möglichen Spritzen der Grundmischung. Sie hängt von der Art und der Menge des Zementes, dem Feuchtegehalt für die Trockenmischung und der Temperatur ab

3.4.5

Restfestigkeit

berechnete Spannung in faserverstärktem Beton entsprechend einer Belastung der Last-Durchbiegungskurve, die während der Biegeprüfung nach prEN 14488-3 aufgezeichnet wird

3.4.6

Biegezugfestigkeit

die der maximalen Belastung entsprechende Spannung, der ein unbewehrter oder faserverstärkter Beton standhalten kann, wenn er der Biegeprüfung nach EN 12390-5 und prEN 14488-3 unterworfen wird

3.5 Ausführung

3.5.1

freistehende Konstruktion

eine Konstruktion aus Spritzbeton an temporärer oder dauerhafter Schalung, die keinen Verbund mit dem Boden oder einer vorhandenen Konstruktion bildet

3.5.2

Instandsetzung

Ersatz von minderwertigen oder verschlissenen Beton- oder Mauerwerksbauteilen

3.5.3

Abschattung

Auftreten einer geringeren Betonverdichtung oder einer Hohlraumbildung auf der Rückseite zum Beispiel eines Bewehrungsstabes, der nur von einer Seite bespritzt wird

3.5.4

Bodenverfestigung

temporäre oder dauerhafte Verbundstruktur durch Aufspritzen des Betons auf den Boden

3.5.5

Untergrund

Fläche, auf die der Spritzbeton aufgetragen wird

3.5.6

Oberflächenverbesserung

Aufbringen einer Spritzbetonschicht, um die Dauerhaftigkeit oder das Aussehen der Fläche zu verbessern

3.5.7

Verstärkung

Aufbringen von zusätzlichem Spritzbeton — mit oder ohne Bewehrung — zur Erhöhung oder der Wiederherstellung der Tragfähigkeit des Tragwerks

3.6 Personal

3.6.1

Düsenführer

Person, die das Auftragen des Spritzbetons mittels der Düse durchführt, überwacht und regelt

3.7 Prüfung und Überwachung

3.7.1

Eignungsprüfung für Spritzbeton

Prüfung oder Prüfungen, um zu ermitteln, wie ein Spritzbeton zusammengesetzt sein muss, um alle festgelegten Anforderungen im frischen und erhärteten Zustand zu erfüllen

3.7.2

Eignungsprüfungen am Ort

Fertigungsprüfung

Prüfung oder Prüfungen, die mit dem vorgesehenen Personal, den vorgesehenen Baustoffen, der vorgesehenen Ausrüstung und dem vorgesehenen Spritzverfahren vom Bauunternehmer vor Beginn der Spritzarbeiten durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die festgelegten Eigenschaften erbracht werden

3.7.3

Überwachung

Tätigkeiten, die durchgeführt werden, um zu überprüfen, dass die Ausführung der Projektspezifikation entspricht

3.7.4

Überwachungskategorie

Satz von Eigenschaften sowie ihre Prüfhäufigkeiten, die nach dem Grad des Risikos und der Gebrauchsdauer der Konstruktion ausgewählt werden

3.7.5

Bewertung der Übereinstimmung

systematische Überprüfung, in welchem Umfang ein Herstellungsprozess und ein Produkt in der Lage sind, besondere Anforderungen zu erfüllen

4 Klassifizierung

4.1 Konsistenz der Frischbetonmischung

Die Klassifizierung der Konsistenz von Frischbeton in diesem Dokument ist auf fertig gemischten Beton vor dem Spritzen anwendbar und muss nach den in EN 206-1 angegebenen Konsistenzklassen erfolgen.

4.2 Expositionsklassen

Die Grenzwerte für die Zusammensetzung von Frischbeton bezüglich Expositionsklassen nach EN 206-1 gelten auch für Spritzbeton, mit folgenden Ausnahmen:

- die Empfehlung zum Mindestzementgehalt in der Grundmischung beträgt 300 kg/m^3 ;
- die Empfehlung zum Mindestluftgehalt gilt nicht bei Spritzbeton.

EN 14487-1:2005 (D)

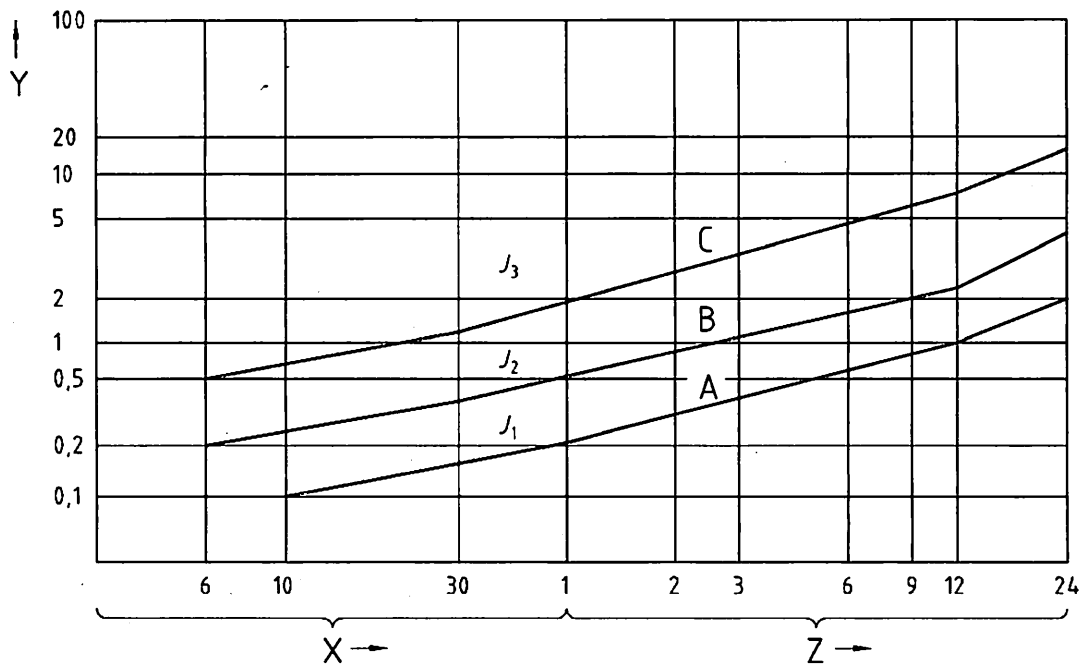
ANMERKUNG Die gegenwärtig zur Verfügung stehenden Prüfverfahren für die Messung des Luftgehalts ergeben für frischen Spritzbeton keine zuverlässigen Ergebnisse.

4.3 Junger Spritzbeton

Junger Spritzbeton darf auch entsprechend seiner Frühfestigkeitsentwicklung klassifiziert werden. Die Klassifikation beruht auf einem mittleren Bereich der typischen Erhärtungsgeschwindigkeit entsprechend dem gewählten Produktionsprozess und den Anforderungen.

Wenn festgelegt, muss die Festigkeitsentwicklung des jungen Spritzbetons für die Frühfestigkeitsklassen J1, J2 oder J3 nach Bild 1 ablaufen. Frühfestigkeitsklasse J1 ist im Feld durch mindestens drei Punkte (Druckfestigkeit gegenüber der Zeit)¹⁾ zwischen den Linien A und B, Klasse J2 im Feld zwischen den Linien B und C und Klasse J3 im Feld oberhalb von Linie C definiert.

Die Frühfestigkeitsentwicklung muss mit dem Eindringnadelverfahren nach prEN 14488-2 und/oder mit dem Bolzentreibverfahren nach prEN 14488-2 entsprechend den zu erwartenden Festigkeitsbereichen (siehe Tabelle 1) bestimmt werden.



Legende

- x Minuten
- y Druckfestigkeit f_c in N/mm^2
- Z Stunden

Bild 1 — Klassen der Frühfestigkeit von jungem Spritzbeton

1) Die empfohlenen Zeitintervalle, in denen Festigkeitsdaten beurteilt werden müssen, sind: 0 h bis 1 h; 4 h bis 6 h; 12 h bis 24 h.

Tabelle 1 — Festigkeitsbereich von jungem Spritzbeton nach verschiedenen Prüfverfahren

Verfahren	Festigkeitsbereich von jungem Beton
	MPa
prEN 14488-2 — Verfahren A	0,2 bis 1,2
prEN 14488-2 — Verfahren B	2 bis 16

ANMERKUNG Mit den gegenwärtig verfügbaren Prüfverfahren kann nicht der gesamte Bereich der erwarteten Frühfestigkeit abgedeckt werden.

4.4 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit von Spritzbeton wird nach EN 206-1 klassifiziert.

4.5 Faserverstärkter Spritzbeton

4.5.1 Allgemeines

Faserverstärkter Spritzbeton besitzt zusätzliche und/oder ergänzende Eigenschaften, von denen einige auf die Restfestigkeit und das Energieaufnahmevermögen bezogen werden. Informative Anleitungen zu den Klassifizierungsgrundsätzen sind in Anhang A angegeben.

4.5.2 Restfestigkeitsklassen

Die Klassifizierung der Restfestigkeit wird durch Festlegung eines Festigkeitsniveaus bei einem bestimmten Verformungsbereich nach Tabelle 2 vorgenommen und nach prEN 14488-3 bestimmt und durch Kombination der Symbole für den festgelegten Verformungsbereich und das Festigkeitsniveau angegeben, z. B. bedeutet Restfestigkeitsklasse D2S2, dass die Festigkeit ein Festigkeitsniveau von 2 MPa bei einer Durchbiegung von 0,5 mm und 2 mm überschreiten muss.

Tabelle 2 — Definitionen von Restfestigkeitsklassen

Verformungsbereich		Festigkeitsniveau Mindestfestigkeit			
		MPa			
	Durchbiegung mm	S1	S2	S3	S4
D1	0,5 bis 1	1	2	3	4
D2	0,5 bis 2				
D3	0,5 bis 4				

4.5.3 Energieabsorptionsvermögen

Wenn das Energieabsorptionsvermögen des Materials festgelegt wird, ist es an einem Plattenprüfkörper nach prEN 14488-5 zu bestimmen.

EN 14487-1:2005 (D)

Tabelle 3 — Definitionen der Energieabsorptionsklassen

Energieabsorptionsklasse	Energieabsorption in J für eine Durchbiegung bis zu 25 mm
E500	500
E700	700
E1000	1 000

5 Anforderungen an Spritzbeton

5.1 Anforderungen an Ausgangsstoffe

Ausgangsstoffe dürfen schädliche Bestandteile nicht in derartigen Mengen enthalten, dass diese sich auf die Dauerhaftigkeit des Betons nachteilig auswirken können oder eine Korrosion der Bewehrung verursachen. Und sie müssen für den beabsichtigten Verwendungszweck im Spritzbeton geeignet sein.

Wenn für einen Ausgangsstoff eine allgemeine Eignung festgelegt wurde, bedeutet dies nicht, dass die Eignung für jede Situation und für jede Zusammensetzung des Spritzbetons gegeben ist.

Es dürfen nur Ausgangsstoffe mit einer nachgewiesenen Eignung für eine festgelegte Anwendung in Spritzbeton nach diesem Dokument verwendet werden.

Die allgemeine Eignung eines Ausgangsstoffs ist nachgewiesen, wenn er mit einer Europäischen Norm übereinstimmt. Anforderungen an Ausgangsstoffe sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Anforderungen an Ausgangsstoffe

Ausgangsstoff	Anforderungen
Zement	Der Zement muss EN 197-1 entsprechen.
Gesteinskörnungen	Die Gesteinskörnung muss EN 12620 oder EN 13055-1 entsprechen.
Zugabewasser	Zugabewasser muss EN 1008 entsprechen.
Zusatzmittel	Zusatzmittel müssen EN 934-2 und/oder EN 934-5 und EN 934-6 entsprechen.
Zusatzstoffe (einschließlich mineralischer Füllstoffe und Pigmente)	Zusatzstoffe müssen den Anforderungen nach EN 206-1 entsprechen.
Polymermodifizierter Spritzbeton	Polymermodifizierter Spritzbeton für die Instandsetzung muss EN 1504-3 entsprechen.
Fasern	Fasern müssen prEN 14889-1 und prEN 14889-2 entsprechen.

Alternativ darf, wenn die Europäische Norm weder den fraglichen Ausgangsstoff noch sein vorgesehenes Gebrauchsverhalten enthält oder der Ausgangsstoff von den Anforderungen einer bestehenden Europäischen Norm abweicht, der Eignungsnachweis erbracht werden durch:

- eine Europäische Technische Zulassung, die sich ausdrücklich auf die Verwendung des Ausgangsstoffs in Spritzbeton nach diesem Dokument bezieht;
- einschlägige nationale Normen oder Regeln, die am Ort der Verwendung des Spritzbetons gelten und sich ausdrücklich auf die Verwendung des Ausgangsstoffs in Spritzbeton nach diesem Dokument beziehen.

5.2 Anforderungen an die Zusammensetzung von Spritzbeton

5.2.1 Allgemeines

Die Anteile der Betonmischung müssen so ausgewählt werden, dass sie alle Leistungskriterien für Frisch- und Festbeton, einschließlich Konsistenz beim Nassspritzverfahren, Dichte, Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Schutz des eingebetteten Stahls gegen Korrosion und unter Berücksichtigung der laufenden Prozessverfahren und Menge von Rückprall und Staub bei Ausführung der Spritzarbeiten, erfüllen.

Die Anforderungen an Betonzusammensetzung und die an Eigenschaften des Betons beziehen sich auf die Expositionsklassen hängen von der beabsichtigten Entwurfslebensdauer des Spritzbetontragwerkes und der Übereinstimmung mit EN 206-1 ab.

Die Zusammensetzung von Beton bezieht sich auf Beton nach dem Spritzen und muss den Einfluss von Wasserzugabe infolge des Spritzvorganges sowie den Einfluss des Rückpralls berücksichtigen.

Das Erreichen der Entwurfslebensdauer hängt ab:

- davon, dass der Beton nach prEN 14487-2 gespritzt und nachbehandelt wird;
- davon, dass der Beton eine ausreichende Überdeckung der Bewehrung oder eine geforderte gesonderte Dicke hat; bei Stahlfaserbewehrung gilt die Anforderung an eine Betondeckung nicht für die Fasern;
- davon, dass der Spritzbeton in der Umgebung benutzt wird, für die die besonderen Grenzwerte gelten;
- von der erwarteten Wartung ohne wesentliche Instandsetzungsmaßnahmen.

EN 14487-1:2005 (D)

5.2.2 Zusammensetzung von Beton

Tabelle 5 — Anforderung an die Zusammensetzung von Beton

Gefügebestandteil	Anforderung und Prüfverfahren
Verwendung von Zement	Die Zementart muss unter Berücksichtigung des Einflusses der üblichen Temperatur und der Wärmebewertung auf die geforderte Verarbeitbarkeitszeit, der Anforderung an die Festigkeitsentwicklung und die Endfestigkeit sowie die üblichen Nachbehandlungsbedingungen festgelegt werden. Für ständige Tragwerke müssen die Umweltbedingungen, denen der Spritzbeton ausgesetzt ist, nach EN 206-1 festgelegt werden sowie Maßnahmen hinsichtlich des Widerstandes gegen Alkali-Kieselsäure-Reaktionen nach EN 206-1 beachtet werden.
Verwendung von Gesteinskörnung	Es müssen Maßnahmen nach EN 206-1 bezüglich des Widerstandes gegen Alkali-Kieselsäure-Reaktionen getroffen werden.
Verwendung von Zusatzmitteln	Beschränkungen für die Verwendung von Zusatzmitteln nach EN 934-2 und EN 934-5 müssen eingehalten werden.
Verwendung von Zusatzstoffen	Die Verwendung von Zusatzstoffen für ständige Tragwerke muss EN 206-1 entsprechen.
Chloridgehalt	Der Chloridgehalt eines Spritzbetons für ständige Tragwerke darf die in EN 206-1:2000, Tabelle 10, angegebenen Werte für die festgelegte Klasse nicht überschreiten. Für stahlfaserbewehrten Spritzbeton gelten die Werte für Stahlbewehrung.
Wasserzementwert	Für ständige Tragwerke müssen die Umweltbedingungen, denen der Spritzbeton ausgesetzt ist, nach EN 206-1 festgelegt werden. Wenn ein Wasserzementwert einer nassen Mischung festgelegt wird, muss er nach EN 206-1 berechnet werden.
Für faserbewehrten Beton	
Verwendung von Fasern	Die Verwendung von Stahl- und Polymerfasern muss prEN 14889-1 und prEN 14889-2 entsprechen, andere Faserarten müssen 5.1.1 entsprechen. Fasern müssen so zugefügt werden, dass eine homogene Verteilung gegeben ist.

5.3 Anforderungen an die Grundmischung

Tabelle 6 — Anforderungen an die Grundmischung

Eigenschaft	Anforderung und Prüfverfahren
Konsistenz der nassen Grundmischung	Die Konsistenzklasse der nassen Grundmischung ist nach EN 206-1 festzulegen. Die Konsistenz des faserverstärkten Spritzbetons ist nach EN 12350-3 (Vebe-Prüfung) zu prüfen.
Temperatur	Die Temperatur der Grundmischung vor ihrer Anwendung muss zwischen 5 °C und 30 °C liegen, um die Verarbeitbarkeitsbedingungen einzuhalten und nachteilige Erstarrungseffekte zu vermeiden.
ANMERKUNG Die für das Spritzen erforderliche Konsistenz des Betons hängt von der Art der Förderung und dem Auftragverfahren ab.	

5.4 Anforderungen an frischen Spritzbeton

Tabelle 7 — Anforderungen an den Frischbeton

Eigenschaft	Anforderung und Prüfverfahren
Dichte	Die Dichte muss nach EN 12350-6 bestimmt werden.
Fasergehalt	Der Fasergehalt muss an einer Frischbetonprobe nach prEN 14488-7 bestimmt werden. Die Probe ist auf der Baustelle zu entnehmen, sofern nicht anders festgelegt.

5.5 Anforderungen an erhärteten Spritzbeton

Wenn festgelegt, müssen die Anforderungen, wie in Tabelle 9 festgelegt, Tabelle 8 entsprechen.

Es muss mindestens die Druckfestigkeit einer vorgeschriebenen Mischung festgelegt werden.

Tabelle 8 — Anforderungen an Festbeton

Eigenschaft	Anforderung und Prüfverfahren
Frühdruckfestigkeit	Eine Bestimmung der Frühdruckfestigkeit darf nach prEN 14488-2 erfolgen.
Druckfestigkeit	Die Druckfestigkeit von Spritzbeton wird nach EN 206-1 festgelegt und bezeichnet. Die Druckfestigkeit muss bei einem Betonalter von 28 Tagen, entweder nach EN 12504-1 an Betonkernen, die dem Spritzbeton am Tragwerk entnommen sind, oder nach EN 14488-1 an Bohrkernen, die einer gesondert gespritzten Platte entnommen sind, geprüft werden. Ihr Mindestdurchmesser muss 50 mm betragen, und das Verhältnis Höhe/Durchmesser muss entweder 1,0 oder 2,0 betragen, der Probekörper muss nach EN 12504-1 geprüft werden. ANMERKUNG Das Verhältnis Länge/Durchmesser sollte betragen: a) 2,0, wenn das Festigkeitsergebnis mit der Zylinderdruckfestigkeit verglichen werden muss; b) 1,0, wenn das Festigkeitsergebnis mit der Würfeldruckfestigkeit verglichen werden muss.
Dichte	Die Dichte von Festbeton muss nach EN 12390-7 bestimmt werden.
Elastizitätsmodul	Der Elastizitätsmodul muss nach ISO 6784 bestimmt werden, ausgenommen bei Instandsetzungsmaßnahmen, für die EN 13412 gilt.
Biegezugfestigkeit	Die Biegezugfestigkeit von Spritzbeton muss nach EN 12390-5 bestimmt werden, falls nicht ein Vergleich mit faserverstärktem Spritzbeton vorgenommen werden kann, bei faserverstärktem Spritzbeton ist prEN 14488-3 zu verwenden.
Wassereindringwiderstand	Der Wassereindringwiderstand muss nach EN 12390-8 bestimmt werden. Die Tiefe der Probe vor Ort darf reduziert werden, wenn die Schichtdicke geringer als 150 mm ist. Die Tiefe muss ausreichend groß sein, um sicherzustellen, dass kein vollständiges Eindringen auftritt. Zusätzlich müssen die Richtung des Wassereindringens und das Verfahren der Oberflächenvorbereitung festgelegt werden. Der Höchstwert der Eindringtiefe darf nur 50 mm betragen. Die Prüfung wird üblicherweise nach 28 Tagen durchgeführt.
Frost- und Forst-Tausalz-Widerstand	ANMERKUNG Eine Europäische Norm für eine diesbezügliche Prüfung steht zur Zeit nicht zur Verfügung. Solange kein europäisches Prüfverfahren zur Verfügung steht, darf auf nationale Normen oder Festlegungen in einem nationalen Anhang zu dieser Norm verwiesen werden.
Haftfestigkeit auf der Unterlage	Die Haftfestigkeit für Baustoffe für die Instandsetzung muss nach EN 1542 bestimmt werden, mit Ausnahme der Formgröße, die nicht kleiner als 500 mm × 500 mm sein darf, damit eine Begrenzung von mindestens 100 mm erreicht wird, um fehlerhaftes Material in den Ecken der Prüfkörper zu vermeiden. Die Oberflächenbehandlung muss im frischen Zustand entweder durch Spachtelung oder im erhärteten Zustand durch Schleifen erfolgen, anderenfalls muss sie an Bohrkernen nach EN 14488-4 behandelt werden.
Für faserbewehrten Spritzbeton	
Erstissfestigkeit	Die Erstissfestigkeit muss als Mittelwert der Festigkeit im Augenblick des Auftretens der ersten Spannungsspitze angegeben werden, der nach prEN 14488-3 bestimmt wird. Die Prüfung muss üblicherweise nach 28 Tagen durchgeführt werden.
Biegezugfestigkeit	Die Biegezugfestigkeit von Spritzbeton muss als f_{ft} angegeben werden, wenn sie nach prEN 14488-3 bestimmt wird. Falls es nicht anders festgelegt ist, müssen die Prüfungen üblicherweise nach 28 Tagen durchgeführt werden.
Restfestigkeit	Die Bestimmung der Restfestigkeitsklasse des faserbewehrten Betons muss für einen festgelegten Verformungsbereich durchgeführt werden. Die Spannungs-Durchbiegungskurve muss nach prEN 14488-3 bestimmt werden. Die Prüfung wird üblicherweise nach 28 Tagen durchgeführt.
Fasergehalt	Der Fasergehalt ist an einer Festbetonprobe nach prEN 14488-7 zu bestimmen, wenn eine Bestimmung an frischem Spritzbeton nicht durchführbar ist. Die Probe ist vor Ort zu entnehmen, sofern nicht anders festgelegt.
Energieabsorptionsvermögen	Das Energieabsorptionsvermögen ist als mittleres Energieabsorptionsvermögen nach prEN 14488-5 zu bestimmen und anzugeben. Die festgelegte Energieabsorption für die geforderte Klasse muss die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllen. Die Prüfung wird üblicherweise nach 28 Tagen durchgeführt.

6 Spezifikation von Spritzbeton

6.1 Allgemeines

Spritzbeton muss entweder als Beton nach Eigenschaften unter Berücksichtigung der Klassifizierung in Abschnitt 4 und der Anforderungen in Abschnitt 5 oder als Beton nach Zusammensetzung („Rezeptbeton“) durch Vorgabe der Zusammensetzung auf der Grundlage von Ergebnissen von Erstprüfungen oder Erkenntnissen aus Langzeiterfahrungen mit vergleichbarem Spritzbeton festgelegt werden. Wenn die Überwachungskategorien 2 und 3 (siehe 7.2) festgelegt sind, darf nur Beton nach Eigenschaften verwendet werden. Wenn Kategorie 1 gilt, darf ein Beton nach Zusammensetzung verwendet werden.

Grundlegende Anforderungen für Spritzbeton müssen in jedem Fall, zusätzliche Anforderungen bei Bedarf angegeben werden.

6.2 Festlegungen für Beton nach Eigenschaften

6.2.1 Grundlegende Angaben

- Konsistenzklasse (falls zutreffend);
- Druckfestigkeitsklasse,
- Expositionsklasse;
- Chloridklasse,
- Überwachungskategorie:
- Größtnekkorn der Gesteinskörnung

Bei faserbewehrtem Beton

- Restfestigkeit
- und/oder
- Energieabsorptionsvermögen.

6.2.2 Zusätzliche Angaben

Die Betonfestlegungen können auch zusätzliche Anforderungen enthalten, wie z. B.:

- Zementgehalt;
- besondere Anforderungen für Zementeigenschaften (z. B. sulfatbeständiger Zement);
- maximaler Wasserzementwert bezogen auf die Expositionsklassen;
- Frühfestigkeitsentwicklung;
- Wassereindringwiderstand;
- Haftung auf der Unterlage;
- Frost-/Taubewiderstand (mit oder ohne Tausalze);
- Elastizitätsmodul:

Bei faserbewehrtem Beton:

- Erstrissfestigkeit;
- Biegezugfestigkeit.

EN 14487-1:2005 (D)

6.3 Festlegungen für Beton nach Zusammensetzung

6.3.1 Grundlegende Angaben

Die vorgeschriebene Mischung muss durch folgende grundlegende Anforderungen festgelegt werden:

- Zementart und Zementfestigkeitsklasse;
- Zementgehalt;
- Konsistenz der Nassmischung (siehe Tabelle 6);
- Wasserzementwert;
- Art des Zuschlagstoffes und Beschränkungen für die Kornverteilung;
- Art und Menge der Zusatzmittel;
- Art und Menge der Zusatzstoffe;
- Herkunft aller Betonbestandteile;
- Überwachungskategorie.

Bei faserbewehrtem Beton:

- Fasereigenschaften (nach prEN 14889-1 und prEN 14889-2) und Fasergehalt.

6.3.2 Zusätzliche Angaben

Die Festlegungen für den Beton dürfen die folgenden zusätzlichen Anforderungen enthalten:

- zusätzliche Anforderungen an Zuschlagstoffe;
- besondere Anforderungen hinsichtlich der Temperatur der Grundmischung.

7 Bewertung der Übereinstimmung

7.1 Allgemeines

Die Konformitätskontrolle umfasst die Kombination von Handlungen und Entscheidungen, die entsprechend zuvor angenommenen Übereinstimmungsregeln getroffen werden müssen, um die Übereinstimmung des Spritzbetons mit den Festlegungen zu überprüfen.

Die Übereinstimmung muss durch Vorfertigungskontrollen sowie Prüfung während der Ausführung beurteilt werden und muss entsprechend der gültigen Überwachungskategorie angewendet werden.

Die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung wird anhand der Übereinstimmungskriterien beurteilt und gilt für Vorfertigungsprüfungen sowie für Produktionsprüfungen. Übereinstimmung führt zur Annahme, während Nichtübereinstimmung zu korrigierenden Maßnahmen führen muss.

Wenn die Ergebnisse der Übereinstimmungsprüfungen die Anforderungen nicht erfüllen, eine Ergänzungsprüfung nach EN 12504-1 an Bohrkernen aus dem Tragwerk oder eine Kombination von Prüfungen an Bohrkernen und zerstörungsfreien Prüfungen an dem Tragwerk z. B. nach EN 12504-2 erforderlich.

7.2 Überwachungskategorien

Für die Konformitätskontrolle von Spritzbeton wurden die folgenden Überwachungskategorien festgelegt:

- Überwachungskategorie 1;
- Überwachungskategorie 2;
- Überwachungskategorie 3.

Die Wahl der Kategorie muss vom Planer und Auftraggeber unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Projektes einschließlich des Risikograds und der geforderten Entwurfslebensdauer beruhen. Die Tabellen A.1 und A.3 geben Richtlinien für die Auswahl von Überwachungskategorien.

ANMERKUNG Tabellen A.1 bis A.3 enthalten Hinweise zur Auswahl der Überwachungskategorien. Die Festlegung des Überwachungssystems erfolgt durch die am Verwendungsort geltenden Vorschriften.

7.3 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung muss nach Tabelle 9 durchgeführt werden, wenn es im Produktionslenkungssystem (Produktionskontrollhandbuch des Herstellers) nicht anders festgelegt ist. Die Prüfungen müssen an einer ausreichenden Menge von Spritzbeton durchgeführt werden, um eine gleichmäßige Fließmenge zu erzielen.

Es muss vor Beginn der Ausführung nachgewiesen werden, dass die Anforderungen erfüllt werden können.

Die Eignungsprüfungen müssen mit demselben Personal, denselben Baustoffen, derselben Ausrüstung und demselben Spritzverfahren durchgeführt werden, die während der Produktion verwendet werden.

Stehen Langzeiterfahrung für ähnliche Spritzbetonausrüstungen und dasselbe Personal zur Verfügung, ist eine Eignungsprüfung nicht erforderlich. Die Festlegung der Betoneigenschaften und deren gegenseitige Beeinflussung müssen neu festgelegt werden, wenn es eine wesentliche Änderung der Ausgangsstoffe, der Zusammensetzung, des Personals oder der Ausrüstung gibt, wie nachfolgend angegeben:

- Änderungen zu einem höheren Wasserzementwert;
- Änderung der Art des Zuschlagstoffes oder Wechsel des Lieferanten;
- Änderung der maximalen Korngröße des Zuschlagstoffes;
- Änderung von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen;
- Änderung der Zementart, -klasse oder -herkunft;
- Änderung der Faserart oder Wechsel des Lieferanten.

Tabelle 9 — Eignungsprüfungen — Anforderungen an den Entwurf von Spritzbeton

Alle in Tabelle 9 festgelegten und grau markierten Parameter müssen geprüft werden; nicht markierte Parameter sind nur zu prüfen, wenn dies vereinbart wird.

Art der Spritzbetonarbeiten :	Instandhaltung und Verstärkung			Freistehende Konstruktionen			Bodenverfestigung		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Überwachungskategorie									
<u>Prüfeneigenschaft</u>									
Konsistenz der Nassmischung									
Frühfestigkeitsentwicklung									
Druckfestigkeit									
Elastizitätsmodul									
Haftung am Untergrund									
Biegezugfestigkeit									
Erstarrfestigkeit ^a									
Restfestigkeit ^{a, b}									
Energieabsorptionsvermögen ^{a, b}									
Frost-Taufwiderstand (mit oder ohne Tausalze)									
Wassereindringwiderstand									
Zusammensetzung									
Fasergehalt ^a									
Höchstchloridgehalt									
a Nur für faserbewehrten Spritzbeton.									
b Es kann entweder die Restfestigkeit oder das Energieabsorptionsvermögen festgelegt werden.									

7.4 Produktionskontrolle

7.4.1 Allgemeines

Die Produktionskontrolle umfasst alle notwendigen Maßnahmen, um die Qualität des Spritzbetons in Übereinstimmung mit festgelegten Anforderungen zu halten und zu steuern.

Die Produktionskontrolle muss auf die Eigenschaften des Projektes einschließlich des Risikogrades und der erwarteten Entwurfslebensdauer Bezug haben.

Die Produktionskontrolle besteht aus den folgenden Teilen:

- Kontrolle der Ausgangsstoffe (Tabelle 10);
- Kontrolle der Grundmischung (Tabelle 11);
- Eigenschaften des Spritzbetons (Tabelle 12).

ANMERKUNG Die Überwachung der Ausführung wird in prEN 14487-2 behandelt.

Es müssen alle zum Prozess zugehörigen Angaben aufgezeichnet werden.

7.4.2 Kontrolle der Ausgangsstoffe

Die Kontrolle des Ausgangsstoffs muss nach Tabelle 10 durchgeführt werden.

Tabelle 10 — Kontrolle der Ausgangsstoffe

	Baustoff	Überwachung/ Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit der Probenahme		
				Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
1	Zemente	Prüfung des Lieferscheins	Sicherstellen, dass Art und Herkunft korrekt sind.	Jede Lieferung		
2	Gesteins- körnung	Prüfung des Lieferscheins ^a	Sicherstellen, dass Art und Herkunft korrekt sind.	Jede Lieferung		
3		Siebversuch nach EN 933-1 oder Angabe der Liefe- ranten des Zuschlagstoffs	Beurteilen der Übereinstimmung mit der genormten oder einer anderen vereinbarten Kornverteilung	—	Erstlieferung neuer Herkunft	

Tabelle 10 (fortgesetzt)

	Baustoff	Überwachung/ Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit der Probenahme		
				Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
4	Gesteinskörnung	Prüfung auf Verunreinigungen oder Angabe des Lieferanten des Zuschlagstoffs (nach EN 12620)	Beurteilen auf Vorhandensein und Menge von Verunreinigungen	—	Erstlieferung neuer Herkunft	
5	Zusätzliche Überwachung für Leichtbeton	Prüfung nach ISO 6782	Messen der Schüttdichte	—	Erstlieferung neuer Herkunft	
Im Zweifelsfall müssen einschlägige Kontrollen der Ausgangsstoffe unabhängig von der Überwachungskategorie durchgeführt werden.						
6	Zusatzmittel ^b	Prüfung des Lieferscheins und der Beschriftung auf dem Behälter nach EN 934-6	Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung entspricht und ordnungsgemäß bezeichnet ist.	Jede Lieferung		
7		Dichteprüfung bei flüssigen Zusatzmitteln nach ISO 758	Vergleich mit den Angaben des Herstellers	Im Zweifelsfall		
8	Zusatzstoffe, pulverförmig	Prüfung des Lieferscheins	Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat.	Jede Lieferung		
9	Zusatzstoffe, in Suspension	Prüfung des Lieferscheins	Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat.	Jede Lieferung		
10		Dichteprüfung nach ISO 758	Sicherstellen der Gleichmäßigkeit	—	Jede Lieferung	
11	Wasser	Prüfung nach EN 1008	Sicherstellen, dass das Wasser frei von betonschädlichen Bestandteilen ist.	—	Wenn es sich nicht um Trinkwasser handelt; wenn eine neue Quelle erstmalig verwendet wird; im Zweifelsfall	
12	Fasern	Prüfung von Länge, Durchmesser und Form nach prEN 14889-1 und prEN 14889-2	Sicherstellen, dass die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat.	Jede Lieferung		
<p>^a Der Lieferschein oder das Produktdatenblatt muss auch Angaben über den Höchstchloridgehalt enthalten sowie eine Klassifizierung hinsichtlich der Alkali-Kieselsäure-Reaktion nach den am Verwendungsort des Betons geltenden Vorschriften. Der Lieferschein muss eine Konformitätserklärung oder ein Konformitätszertifikat, wie in der entsprechenden Norm oder Festlegung gefordert, enthalten oder diesem beigefügt sein.</p> <p>^b Es wird empfohlen, Proben bei jeder Lieferung zu entnehmen und zu lagern.</p>						

7.4.3 Kontrolle der Grundmischung

Die Kontrolle der Grundmischung muss nach Tabelle 11 durchgeführt werden.

Tabelle 11 — Kontrolle der Grundmischung

	Art der Prüfung	Überwachung/ Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit der Probenahme		
				Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
1	Konsistenz bei Verwendung des Nassspritzverfahrens	Prüfung nach EN 12350-2 oder EN 12350-5	Beurteilen der Übereinstimmung mit der geforderten Konsistenzklasse und Überprüfen möglicher Änderungen des Wassergehaltes	bei Produktionsbeginn		
2	Gehalt an Zusatzmittel außer Erhärtungsbeschleuniger	Aufzeichnen der zugegebenen Menge	Überprüfen des Gehaltes	Wahlweise	Jede Charge	
3	Gehalt an Zusatzstoffen	Aufzeichnen der zugegebenen Menge	Überprüfen des Gehaltes	Wahlweise	Jede Charge	
4	Fasergehalt	Aufzeichnen der zugegebenen Menge	Überprüfen des Gehaltes	Jede Charge		

7.4.4 Überwachung der Spritzbetoneigenschaften

Wenn aufgrund der Projektbeschreibung eine Prüfung erforderlich ist, muss der Spritzbeton nach Tabelle 12 geprüft werden.

Es dürfen andere als die in Tabelle 12 angegebenen Prüfverfahren angewendet werden, sofern ihre Eignung nachgewiesen wurde und die Anwendung vom Hersteller angegeben wird.

Die Prüfhäufigkeiten beziehen sich auf die normale kontinuierliche Produktionssituation. Zu Beginn eines Dauerbetriebes oder während bestimmter schwieriger Teile eines Vorhabens sollten viermal höhere Prüfhäufigkeiten angewendet werden. Jedoch sollten gewöhnlich nicht mehr als zwei Prüfungen je Arbeitstag notwendig sein.

Nach vier aufeinander folgenden annehmbaren Ergebnissen muss die normale Häufigkeit angewendet werden.

Die Häufigkeit für Probenahme und Prüfung für die Produktionslenkung von Beton muss die Rate sein, die zur höchsten Probenzahl führt.

Die Mindesthäufigkeiten der Probenahme gelten für die Produktionsvolumina oder -bereiche, wie in Tabelle 12 angegeben. Für Volumina und Bereiche, die kleiner als die in Tabelle 12 angegebenen sind, muss mindestens eine Probe entnommen werden.

EN 14487-1:2005 (D)

Tabelle 12 — Kontrolle von Spritzbetoneigenschaften

	Art der Prüfung	Überprüfung/Prüfung	Bodenverfestigung			Mindesthäufigkeit der Probenahme Instandsetzung und Verbesserung			Freistehende Konstruktionen		
			Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Kontrolle von Frischbeton											
1	Wassermenge von Frisch- beton beim Nass- spritzverfahren	Durch Berechnung oder Prüfverfahren			täglich			täglich			täglich
2	Beschleuniger	Nach Aufzeichnung der beigefügten Menge			täglich			täglich			täglich
3	Fasergehalt im Frischbeton	nach prEN 14488-7	min 1	1/200 m ³ oder 1/1 000 m ²	1/100 m ³ oder 1/500 m ²	min 1	1/500 m ² min 2	1/250 m ³ oder min 3	1/200 m ³ oder 1/1 000 m ² oder min 1	1/100 m ³ oder 1/500 m ² oder min 2	1/50 m ³ oder 1/250 m ² min 3
Kontrolle von Festbeton											
4	Festigkeitsprüfung des jungen Spritzbetons	prEN 14488-2	1/5 000 m ² oder 1/2 Monate	1/2 500 m ² oder 1/Monat	1/250 m ² oder 2/Monat						
5	Druckfestigkeit	EN 12504-1	1/1 000 m ³ oder 1/5 000 m ²	1/500 m ³ oder 1/2 500 m ²	1/250 m ³ oder 1/1 250 m ²	1/500 m ³ oder 1/2 500 oder min 1	1/100 m ³ oder 1/500 oder min 2	1/50 m ³ oder 1/250 oder min 3	1/500 m ³ oder 1/2 500 oder min 1	1/100 m ³ oder 1/500 oder min 2	1/50 m ³ oder 1/250 oder min 3
6	Rohdichte des Festbetons	prEN 12390-7	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird	Wenn die Druckfestigkeit geprüft wird
7	Wassereindring- widerstand	EN 12390-8				1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3	1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3
8	Frostwiderstand	Siehe Anmerkung d				1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3	1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3
9	Haftfestigkeit	prEN 14488-4 ^a EN 1542 ^b		1/2 500 m ²	1/1 250 m ²	1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3	1/1 000 m ² oder min 1	1/500 m ² oder min 2	1/250 m ² oder min 3
Kontrolle von faserverstärktem Spritzbeton											
10	Fasergehalt von Festbeton ^c	prEN 14488-7	Wenn die Restfestigkeit oder das Energieabsorptionsvermögen geprüft wird.			Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird
11	Restfestigkeit oder Energieabsorp- tionsvermögen	prEN 14488-3 oder prEN 14488-5	1/2 000 m ³ oder 1/10 000 m ²	1/400 m ³ oder 1/2 000 m ²	1/100 m ³ oder 1/500 m ²	min 1	1/2 000 m ² oder min 2	1/500 m ² oder min 3	1/2 000 m ² oder min 2	1/2 000 m ² oder min 2	1/500 m ² oder min 3
12	Biegezugfestigkeit	prEN 14488-3	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird
13	Erstfrischfestigkeit	prEN 14488-3	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird	Wenn die Restfestigkeit geprüft wird
a	für die Bodenverfestigung										
b	für die Instandsetzung										
c	Diese Prüfung ist eine Alternative zu der Prüfung in Reihe 4, wenn eine Bestimmung des Fasergehalts des frischen Spritzbetons nicht praktikabel ist.										
d	Da zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm keine Europäische Norm zu diesem Punkt zur Verfügung stand, gelten die nationalen Normen.										

7.5 Konformitätskriterien

7.5.1 Allgemeines

7.5.1.1 Frühfestigkeitsentwicklung

Übereinstimmung der Frühfestigkeitsentwicklung von jungem Spritzbeton, die nach prEN 14488-2 geprüft wird, liegt vor, wenn die Datenpunkte der Druckfestigkeit f_c [MPa] gegenüber der Zeit in den Bereich der Klassen der Frühfestigkeit nach 4.3 fallen.

7.5.1.2 Druckfestigkeit

Die Übereinstimmung der Druckfestigkeit von Spritzbeton wird nach Tabelle 13 beurteilt für:

- Gruppen von „n“ aufeinander folgenden Prüfergebnissen x_n (Kriterium 1);
- jedes einzelne Prüfergebnis x_i (Kriterium 2),

wobei jedes einzelne Prüfergebnis die durchschnittliche Druckfestigkeit von fünf Bohrkernen ist, die einer einzelnen Prüfplatte oder vor Ort entnommen wurden. Wenn der Wert von einem oder zwei Bohrkernen höher als $\pm 20\%$ des durchschnittlichen Wertes ist, ist (sind) das (die) Ergebnis(se) der Berechnung zu verwerfen, sofern der Durchschnitt an mindestens drei Bohrkernen ermittelt wurde.

Tabelle 13 — Übereinstimmungskriterien für Prüfergebnisse der Druckfestigkeit

Produktion	Anzahl „n“ Prüfergebnisse in der Gruppe	Kriterium 1	Kriterium 2
		Mittelwert von „n“ Ergebnissen f_{cm} in MPa	Jedes der einzelnen Prüfergebnisse f_{ci} in MPa
Erstherstellung	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
stetige Herstellung	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \delta$	$\geq f_{ck} - 4$

Dabei ist

- f_{ck} die charakteristische Druckfestigkeit;
- δ die Standardabweichung von mindestens 6 Proben.

Übereinstimmung der Druckfestigkeit liegt vor, wenn beide Kriterien nach Tabelle 13 erfüllt sind.

7.5.1.3 Wassereindringwiderstand

Übereinstimmung liegt vor, wenn der Mittelwert einer Reihe von Probekörpern (mindestens 3 Probekörper) jeder dem festgelegten Grenzwert entspricht.

ANMERKUNG Der Wert 50 mm sollte als Höchstwert für den Wassereindringwiderstand von Beton angesehen werden.

7.5.1.4 Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand

Übereinstimmung liegt vor, wenn jeder Messwert dem festgelegten Grenzwert entspricht.

ANMERKUNG Es liegt gegenwärtig keine Europäische Norm vor. Bis zur Verfügbarkeit einer entsprechenden Norm, darf auf nationale Normen und Vorschriften in einem nationalen Anhang zu dieser Europäischen Norm Bezug genommen werden.

7.5.1.5 Haftfestigkeit

Übereinstimmung der Haftfestigkeit von Spritzbeton liegt vor, wenn der Mittelwert einer Reihe von Probekörpern (mindestens 3 Probekörper) nicht geringer als der festgelegte Wert ist.

EN 14487-1:2005 (D)**7.5.1.6 Konsistenz**

Übereinstimmung der Konsistenz von Spritzbeton liegt vor, wenn das Prüfergebnis dem festgelegten Grenzwert entspricht.

7.5.2 Zusätzlich bei faserbewehrtem Spritzbeton**7.5.2.1 Fasergehalt**

Übereinstimmung liegt vor, wenn der Mittelwert des gemessenen Fasergehaltes im Frischbeton einer Reihe von mindestens 6 Proben nicht geringer als $V_f - 10\%$ bezogen auf den Massenanteil ist, wobei V_f der Zielwert für den Fasergehalt ist, der entsprechend der Vorfertigungsprüfung festgelegt ist.

Übereinstimmung des Stahlfasergehalts in Festbeton liegt vor, wenn der Mittelwert einer Reihe von mindestens 6 Proben nicht geringer als $V_f - 15\%$ bezogen auf den Massenanteil ist, wobei V_f der Wert ist, der entsprechend der Vorfertigungsprüfungen des Frischbetons festgelegt ist.

ANMERKUNG Der Wert des Fasergehalts in Frisch- und Festbeton unterscheidet sich aufgrund der Anwendung.

7.5.2.2 Erstrissfestigkeit

Übereinstimmung der Erstrissfestigkeit liegt vor, wenn

- der Mittelwert der Ergebnisse von Prüfungen an 3 Probekörpern die Anforderung an die Erstrissfestigkeit erfüllt;
- kein Einzelprüfergebnis mehr als $\pm 25\%$ vom berechneten Mittelwert abweicht.

7.5.2.3 Biegezugfestigkeit

Übereinstimmung der Biegezugfestigkeit liegt vor, wenn

- der Mittelwert der Ergebnisse von Prüfungen an 3 Probekörpern die Anforderung an die Biegezugfestigkeit erfüllt;
- kein Einzelprüfergebnis mehr als $\pm 25\%$ vom berechneten Mittelwert abweicht.

7.5.2.4 Restfestigkeit

Übereinstimmung der Restfestigkeit liegt vor, wenn

- der Mittelwert der Ergebnisse von Prüfungen an 3 Probekörpern die Anforderung an die Restfestigkeit nach Tabelle 2 bis zur Durchbiegungsgrenze besitzt, die für das festgelegte Verformungsniveau geeignet ist;
- kein Einzelprüfergebnis in irgendeinem Punkt (der dem festgelegte Verformungsniveau entspricht) eine Restspannung aufweist, die geringer als 10% der Spannung ist, die dem Grenzwert der festgelegten Festigkeitsklasse entspricht.

ANMERKUNG In diesem Fall ist das Prüfergebnis die gesamte Lastverteilungskurve.

7.5.2.5 Energieabsorptionsvermögen

Übereinstimmung des Energieabsorptionsvermögens liegt vor, wenn mindestens zwei der drei Prüfplatten ein Energieabsorptionsvermögen aufweisen, das nicht geringer ist als das Energieabsorptionsvermögen der in Tabelle 3 angegebenen festgelegten Klasse.

Anhang A **(informativ)**

Hinweise für Definitionen, Anforderungen und Konformität von Spritzbeton

Vorwort^{N1)}

In diesem Anhang werden Hinweise und vertiefende Informationen zum normativen Text angegeben. Der Inhalt dieses Anhangs wird, um den Bezug zu erleichtern, in der gleichen Weise wie der normative Text nummeriert.

A.1 Anwendungsbereich

Spritzbeton wird im gesamten Tief- und Hochbau angewendet. Er wird speziell eingesetzt für Arbeiten, bei denen:

- keine Betonschalungen angewendet werden;
- dünne Schichten aufgetragen werden;
- Frühfestigkeit gefordert wird;
- Sonderverfahren angewendet werden.

A.4 Klassifikation

A.4.5 Faserverstärkter Spritzbeton

A.4.5.1 Allgemeines

Ein direkter Vergleich der unterschiedlichen Arten zur Festlegung der Verformbarkeit von faserbewehrtem Spritzbeton durch die Restfestigkeit und das Energieaufnahmevermögen ist nicht möglich.

Die Restfestigkeit kann vorgeschrieben werden, wenn die Betoneigenschaften für ein Nachweisverfahren benötigt werden.

Das an einer Platte gemessene Energieaufnahmevermögen kann vorgeschrieben werden, wenn bei Verankerungen die Energieaufnahme während der Gesteinsverformung von Bedeutung ist.

A.4.5.2 Restfestigkeitsklassen

Die Anforderungen an die Restfestigkeit hängen von den Verformungsbedingungen des Gesteins ab. Bei einer stärkeren Verformung des Gesteins wird eine höhere Durchbiegungsfähigkeit des Betonausbaus gefordert.

^{N1)} Nationale Fußnote: Die nachfolgende Abschnittsbenummerung weicht von der Englischen Fassung der Norm ab, da dort der Zusammenhang zwischen der Erläuterung im Vorwort des Anhangs und der Benummerung unkorrekt ist. Hier ist dieser Sachverhalt richtig gestellt.

EN 14487-1:2005 (D)

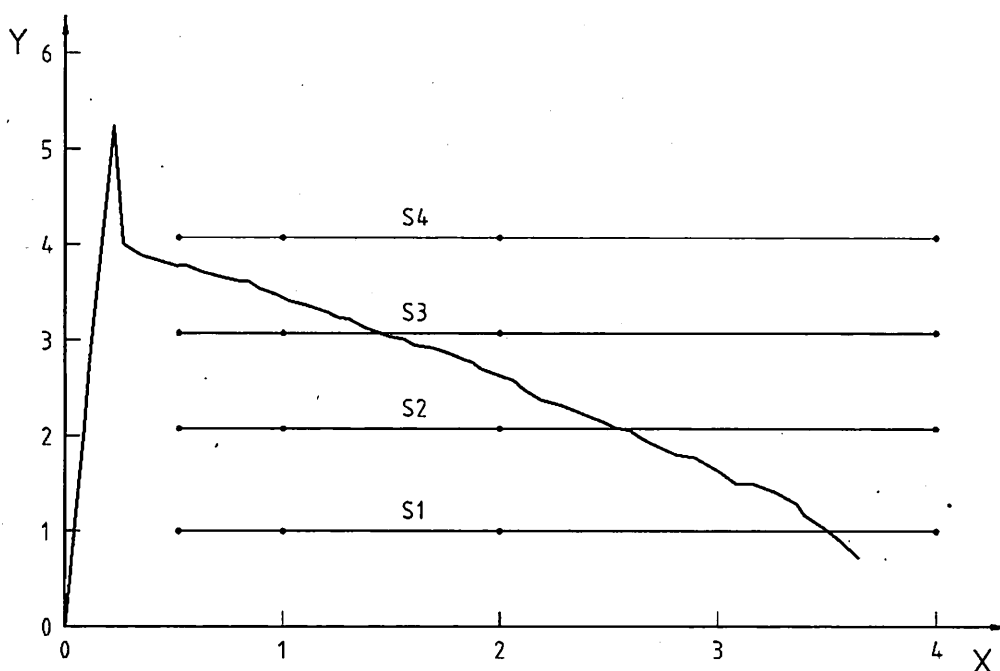
Die Verformungsbedingungen werden untersucht, um dem Planer bei der Auswahl der für den Spritzbeton unter Einsatzbedingungen erforderlichen Verformbarkeit einen Entscheidungsspielraum zu geben. Für Entwurfszwecke kann für eine bestimmte Verformung die Grenze für die Durchbiegung durch die äquivalente Winkelabweichung eines in der Mitte angerissenen Trägers erfasst werden (z. B. für einen Träger mit Maßen von 450 mm × 125 mm × 75 mm durch eine Prüfung nach prEN 14488-3).

Für das Gestein wurden drei typische Verformungsbereiche festgelegt:

- D1: für eine Durchbiegung = $l/250$;
- D2: für eine Durchbiegung = $l/125$;
- D3: für eine Durchbiegung = $l/56$.

Entsprechend werden vier mit S1 bis S4 bezeichnete Restfestigkeitsniveaus definiert, die in Kombination mit dem zutreffenden Verformungsbereich als Restfestigkeitsklassen festgelegt werden können.

Für einen herkömmlichen Träger aus faserbewehrtem Spritzbeton wird im Bild A.1 ein Beispiel vorgestellt, bei dem der Träger die Anforderungen an die Restfestigkeitsklasse D1S3 (und damit auch an D2S2 und D2S1) erfüllt.

**Legende**

X Durchbiegung des Trägers in mm
Y Restfestigkeit in MPa

Bild A.1 — Typische Festigkeits-Durchbiegungs-Kurve für einen Träger aus faserverstärktem Beton

A.4.5.3 Energieabsorptionsvermögen

Die Plattenprüfung gilt der Bestimmung der absorbierten Energie anhand einer Last-/Verformungskurve als Maß der Festigkeit. Die Prüfung wurde entwickelt, um auf realistischere Weise das biaxiale Biegen nachzubilden, das bei einigen Anwendungen auftreten kann, insbesondere beim Aufliegen auf Fels. Die mittige Punktlast kann auch als Nachbildung einer Felssicherung angesehen werden. Es hat sich herausgestellt, dass diese Prüfung von erheblichem Nutzen ist.

Die Plattenprüfung ist in der Phase der Vorprüfungen geeignet, um alle Parameter zu überprüfen, welche die in den Projektdokumenten festgelegten Anforderungen an den faserverstärkten Spritzbeton beeinflussen könnten. Für eine routinemäßige Qualitätskontrolle sollten Würfelprüfungen zur Bestimmung der Festigkeit und Auswaschungen zur Überprüfung des Stahlfasergehalts vor Ort durchgeführt werden. Die Plattenprüfung ist auch geeignet für einen Vergleich der verschiedenen Faserarten und -zusammensetzungen und sie ermöglicht einen Vergleich zwischen mattenverstärkten und faserverstärkten Betonen, sofern die Versagensart gleich ist.

A.5 Anforderungen an Spritzbeton

A.5.1 Anforderungen an Ausgangsstoffe

Zement

Für Spritzbeton ist es wichtig, Zemente mit geeigneten Eigenschaften anzuwenden, insbesondere mit geeigneter chemischer Zusammensetzung, Feinheit und Erhärtungsverlauf.

Falls sowohl Kennwerte als auch Anforderungen an die Homogenität zu definieren sind, sollten sich der Lieferant des Zements und der Auftragnehmer vor Lieferbeginn abstimmen.

A.5.2 Anforderungen an Zusammensetzung von Spritzbeton

A.5.2.1 Allgemeines

Bei Festlegung der Anteile der Beton-Grundmischung sollte die bei Ausführung der Spritzarbeiten auftretende Rückprallmenge berücksichtigt werden. Die Zusammensetzung der Grundmischung sollte so festgelegt werden, dass besonders die Menge des im Spritzbeton vor Ort enthaltenen Zementleims und der Wasserzementwert ausreicht, um die geforderten Eigenschaften und die geforderte Festigkeit zu erreichen. Eine hohe Rückprallmenge kann zu einem übermäßigen Bindemittelgehalt im Spritzbeton führen. Dies kann zu einem übermäßigen Schwinden führen.

A.5.2.2 Zusammensetzung von Beton

Verwendung von Zement

Die Temperatur des Zements sollte, wenn er vom Zementwerk geliefert wird, +80 °C nicht überschreiten; beim Einfüllen in die Silos der Mischanlage sollten +70 °C nicht überschritten werden. Eine höhere Temperatur des aus dem Zementwerk angelieferten Zements ist nur zulässig, wenn Maßnahmen festgelegt wurden, um den Zement vor seiner Anwendung abzukühlen.

Verwendung von Gesteinskörnung

Die Gesteinskörnung muss in einer geeignet abgestimmten Korngrößenverteilung vorliegen, um einerseits durch einen ausreichenden Feinkornanteil eine gute Pumpfähigkeit der Grundmischung sicherzustellen (Nassspritzen) und andererseits durch eine geeignete Menge grober Gesteinskörnung den Anforderungen an Verdichtung, Festigkeit und Permeabilität zu entsprechen, wobei für das Verhältnis Zement/Gesteinskörnung ein Minimum (geringes Schwinden) einzuhalten und die Rückprallrate zu verringern ist.

Die Anwendung von Gesteinskörnung mit einem relativ großen Größtkorn in der Mischung (besonders über 10 mm) kann zu einem höheren Rückprall führen.

Ein hoher Feinkornanteil der Mischung bedingt einen höheren Wasserbedarf.

EN 14487-1:2005 (D)**Verwendung von Zusatzmitteln****Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton**

Die Verträglichkeit des Zusatzmittels als Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton mit dem Bindemittel sollte besonders hinsichtlich des Erstarrens sowie der Früh- und Endfestigkeit beachtet werden.

Bei flüssigen Zusatzmitteln als Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton sollten entsprechend den vom Hersteller angegebenen Anweisungen besonders die Lagerbeständigkeit, die Verarbeitungstemperatur und die Kompatibilität mit dem Zugabewasser beachtet werden.

Verwendung von Fasern

Bereits bei Festlegung der Zusammensetzung des Betons muss ein möglicherweise erhöhter Faseranteil im Rückprall berücksichtigt werden.

Es ist üblich, Stahlfasern mit einer Länge bis zu 30 mm für das Trockenspritzverfahren und bis zu 40 mm für das Nassspritzverfahren anzuwenden. Die Länge der Fasern sollte 75 % des Innendurchmessers der verwendeten Rohre oder Schläuche nicht überschreiten, sofern nicht nachgewiesen wurde, dass durch längere Fasern keine Verstopfung hervorgerufen wird. Falls die Fasern in Form von Endlosdraht direkt an der Spritzdüse eingebracht werden, dürfen sogar noch längere Fasern verwendet werden.

Die Mindestüberdeckung s zwischen den Fasern kann nach folgender Gleichung errechnet werden:

$$s = 3 \sqrt{\frac{\pi \times d_f^2 \times l_f}{4 \rho_f}} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

- l_f die Länge der Faser;
- d_f der äquivalente Durchmesser der Faser;
- ρ_f der prozentuale Faseranteil.
- s sollte kleiner als $0,45 l_f$ sein, um eine Mindestüberdeckung sicherzustellen.

ANMERKUNG Gleichung A.1 und der Grenzwert s sind der Doktorarbeit von D. C. McKee, Universität von Louisiana „The properties of an expansive cement mortar reinforced with random wire fibres“ entnommen.

Wasserzementwert

Für eine Spritzbeton-Trockenmischung sollte der Wasserzementwert durch ständige Überwachung der Konsistenz beim Spritzen nachgewiesen werden. Bei ordnungsgemäß aufgebrachtem Spritzbeton kann erwartet werden, dass der Wasserzementwert weniger als 0,5 beträgt. Der Wasserzementwert vor Ort beträgt üblicherweise zwischen 0,35 bis 0,50.

A.6 Spezifikation von Spritzbeton**A.6.1 Allgemeines**

Üblicherweise wird ein Entwurfsbeton anstelle eines vorgegebenen Rezeptbetons verwendet.

A.7 Bewertung der Übereinstimmung

A.7.2 Überwachungskategorien

Beispiele für Überwachungskategorien werden in den Tabellen A.1, A.2, A.3 und A.4 angegeben.

Tabelle A.1 — Kategorien für die Instandsetzung und Verstärkung von nichttragenden Konstruktionen und Bauteilen

Kategorie	Beispiel für die Überwachungskategorien
1	Konstruktionen mit geringen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und ohne Risiko für Benutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — Konstruktionen in nicht städtischen Bereichen und entlegene Verkehrswege; — temporäre Instandsetzungen mit geringem Risiko.
2	Konstruktionen und Bauteile mit mittleren Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und mittlerem Risiko für Benutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — kleine Gebäude, Häuser; — Abwasserleitungen in mittelgroßen Städten.
3	Konstruktionen und Bauteile mit hohen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und hohem Risiko für Benutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — Eisenbahn- oder Straßentunnel mit starkem Verkehrsaufkommen; — Fabriken mit hohem Risiko, Krankenhäuser, Schulen.

Tabelle A.2 — Kategorien für die Instandsetzung und Verstärkung von tragenden Konstruktionen und Bauteilen

Kategorie	Beispiel für die Überwachungskategorien
2	Konstruktionen und Bauteile mit üblicher Entwurfskomplexität hinsichtlich des Risikos für die statische Instabilität oder die Funktionssicherheit und mit geringem Risiko für Nutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — Abwasserleitungen in kleinen Städten; — Tunnel, Brücken und andere Tragwerke mit geringem Verkehrsaufkommen; — dauerhafte Verfestigung von Böschungen.
3	Konstruktionen und Bauteile mit besonderer Entwurfskomplexität hinsichtlich des Risikos für die statische Instabilität oder die Funktionssicherheit sowie mit hohen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und mit mittlerem bis hohem Risiko für Nutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — Eisenbahn- und Straßentunnel mit mittlerem Verkehrsaufkommen; — Wasserleitungen für Trinkwasser; — kleine Dämme, Abwasserleitungen in mittelgroßen Städten, Kanäle; — Krankenhäuser, Schulen und Gebäude mit hohem Publikumsverkehr.

Tabelle A.3 — Kategorien für die Bodenverfestigung

Kategorie	Beispiel für die Überwachungskategorien
1	Konstruktionen mit geringem Risiko für konstruktive und statische Instabilität sowie mit geringen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, üblicherweise Konstruktionen mit kurzer Entwurfslebensdauer und geringem Risiko für die konstruktive Instabilität wie <ul style="list-style-type: none"> — kleine dauerhafte Konstruktionen; — Verfestigung kleiner oder zeitweilig angelegter Böschungen oder Baugruben.
2	Konstruktionen mit üblicher Entwurfskomplexität hinsichtlich des Risikos für die statische Instabilität oder die Funktionssicherheit sowie Konstruktionen mit mittleren Anforderungen an die Dauerhaftigkeit/Entwurfslänge wie <ul style="list-style-type: none"> — dauerhafte Verfestigung von Böschungen; — zeitweilig aufgebracht Spritzbeton für Tunnel und Hohlräume in schlechtem Boden.
3	Konstruktionen mit besonderer Entwurfskomplexität hinsichtlich des Risikos für die statische Instabilität oder die Funktionssicherheit sowie Konstruktionen mit hohen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit/lange Entwurfslänge wie <ul style="list-style-type: none"> — Hohlräume in sehr schlechtem Boden; — Verkehrstunnel

Tabelle A.4 — Kategorien für freistehende Konstruktionen

Kategorie	Beispiel für Überwachungskategorien
1	Konstruktionen mit geringem Versagensrisiko der Tragsicherheit sowie mit geringen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, üblicherweise Konstruktionen mit kurzer Standdauer und geringem Risiko für das Versagen der Tragsicherheit wie <ul style="list-style-type: none"> — dekorative Felsimitationen; — Ummauerungen.
2	Konstruktionen mit üblichem Schwierigkeitsgrad hinsichtlich der Tragwerksbemessung und mit üblichem Versagensrisiko der Tragsicherheit oder der Gebrauchstauglichkeit sowie Konstruktionen mit üblichen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und geringem Risiko für Nutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — oben offene Wasserleitungen oder Kanäle; — kleine Schwimmbäder; — dekorative Felsimitationen oder Skulpturen.
3	Konstruktionen mit hohem Schwierigkeitsgrad hinsichtlich der Tragwerksbemessung und mit hohem Versagensrisiko der Tragsicherheit oder der Gebrauchstauglichkeit sowie Konstruktionen mit hohen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und hohem Risiko für Nutzer und Einwohner wie <ul style="list-style-type: none"> — kleine Gebäude, Häuser; — Kuppeln und Schalen; — Brandschutz für Stahlbauten; — große Schwimmbäder; — Sicherheitsbauten; — hohe Felsimitationen mit Publikumsverkehr; — hohe Kletterwände.

Literaturhinweise

- [1] EN 12504-4, *Prüfung von Beton in Bauwerken — Teil 3: Bestimmung der Ausziehkraft*