



EUROPÄISCHE RICHTLINIE für SPRITZBETON

Deutsche Übersetzung der EFNARC Richtlinie, 1997

Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK

tel: +44(0)1252 739147 Fax: +44(0)1252 739140

www.efnarc.org

EFNARC wurde im März 1989 von fünf nationalen Handelsverbänden gegründet, die die Interessen von Herstellern und Anwendern von Spezialprodukten im Bauwesen vertreten. Die Zahl der Mitglieder hat sich seither erweitert, indem nun auch grössere europäische Firmen dazugehören, deren Interessen in ihrem jeweiligen Land durch keine nationalen Einrichtungen gewahrt werden. Die EFNARC bringt die Kommentare und Ansichten ihrer Mitglieder bei der Europäischen Kommission, in den Technischen CEN Komitees und anderen Einrichtungen, die sich mit der Harmonisierung von Richtlinien und Normen für Spritzbeton, Bodenbeläge sowie Schutz und Instandsetzung von Betonbauten befassen, zu Gehör.

Anfang 1991 wurde das Technische Komitee für Spritzbeton gegründet, welches 1993 einen Entwurf für die englische Originalversion dieses Dokumentes ausarbeitete. Über 1000 Exemplare sind bereits in Umlauf gebracht worden und finden eine breite Verwendung als Nachschlagewerk in Ausschreibungsbüros sowie bei Unternehmern und Materialzulieferern in vielen Ländern Europas und auch ausserhalb, zum Beispiel in den Vereinigten Staaten, Australien, im Fernen und Mittleren Osten und in Südafrika. Ebenso bildete es 1994 eine der Hauptgrundlagen bei der Erarbeitung der Europäischen Norm für Spritzbeton durch die Europäische Arbeitsgruppe CEN/TC104/WG10 ; im weiteren diente der Anhang 1 über Zusatzmittel als Grundlage für die von CEN/TC104/SC3 ausgearbeitete Europäische Norm für Zusatzmittel für Spritzbeton. Die von den Benutzern der Entwurfsfassung während dieses Zeitraums gemachten Kommentare wurden in dieser neuen deutschen Fassung berücksichtigt.

Bayhass El-Jazairi
Präsident

Danksagungen

Die EFNARC möchte sich bei den Benutzern der Entwurfsfassung von 1993 für die zahlreichen Beiträge und Kommentare sowie bei den Mitgliedern des Technischen Komitees für die aufwendige Arbeit bedanken. Ein besonderer Dank geht auch an Simon Austin, Loughborough University für seinen Beitrag zur Erstellung dieser Ausgabe der Richtlinie sowie an MBT International UGC und Meyco Equipment, Schweiz, und Holderchem AG, Schweiz, für die Übertragung ins Deutsche.

Die in dieser Richtlinie veröffentlichten Daten und Informationen wurden sorgfältig und nach unserem besten Wissen auf ihre Richtigkeit geprüft, insofern sie sich auf zur Zeit der Veröffentlichung gültige Tatsachen oder anerkannte Praktiken oder Meinungen beziehen. Die EFNARC lehnt jedoch jede Haftung ab für Fehler oder falsche Darstellungen dieser Daten und/oder Informationen oder Verluste oder Schäden, die aus oder im Zusammenhang mit ihrem Gebrauch entstehen könnten.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungssystemen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

INHALT

1	ANWENDUNGSBEREICH	1
2	REFERENZNORMEN.....	1
3.	DEFINITIONEN	1
4.	DIE EINZELBESTANDTEILE	2
	4.1 Zemente.....	2
	4.2 Zuschläge.....	2
	4.3 Zugabewasser.....	2
	4.4 Stahlbewehrung	2
	4.5 Fasern	2
	4.6 Zusatzmittel.....	3
	4.7 Zusatzstoffe.....	3
	4.8 Nachbehandlungsmittel.....	3
5	ANFORDERUNGEN AN DIE BETONZUSAMMENSETZUNG.....	3
	5.1 Allgemeines.....	3
	5.2 Zement.....	4
	5.3 Zusatzstoffe.....	4
	5.4 Zuschläge.....	4
	5.5 Zusatzmittel.....	5
	5.6 Fasern	5
	5.7 Konsistenz	5
	5.8 Arbeitstemperatur.....	5
6	ANFORDERUNGEN AN DIE DAUERHAFTIGKEIT	5
	6.1 Allgemeines.....	5
	6.2 Chloridgehalt.....	5
	6.3 Alkaligehalt.....	5
	6.4 Anforderungen bezüglich Umweltbedingungen.....	5
7	ZUSAMMENSETZUNG VON MISCHUNGEN.....	6
	7.1 Allgemeines.....	6
	7.2 Massgeschneiderte Mischungen („designed mixes“)......	6
	7.3 Vorgeschriebene Mischungszusammensetzung („prescribed mixes“)......	6
	7.4 Kombinierte Mischvorschrift.....	6
8	VORGEHEN BEIM EINBAU VON SPRITZBETON.....	7
	8.1 Vorbereitungsarbeiten.....	7
	8.2 Ausführung.....	7
	8.3 Nachbehandlung	7
	8.4 Schutz vor Frost.....	7
9	ANFORDERUNGEN AN DAS ENDPRODUKT	7
	9.1 Druckfestigkeit.....	7
	9.2 Biegezugfestigkeit.....	8
	9.3 Verformungsverhalten	8
	9.4 Elastizitätsmodul	10
	9.5 Haftzugfestigkeit	10
	9.6 Fasergehalt	10
	9.7 Permeabilität (Durchlässigkeit).....	11

	9.8	Frostbeständigkeit.....	11
10		PRÜFVERFAHREN.....	11
	10.1	Prüfplatten und Probekörper	11
	10.2	Druckfestigkeit und Dichte	11
	10.3	Biegezugfestigkeit und Restfestigkeit.....	12
	10.4	Energieabsorptionsklasse (Plattenversuch).....	15
	10.5	Elastizitätsmodul	16
	10.6	Haftzugfestigkeit	16
	10.7	Durchlässigkeit (Permeabilität).....	17
	10.8	Frostbeständigkeit.....	17
	10.9	Bestimmung des Fasergehaltes von Spritzbeton	17
11		QUALITÄTSKONTROLLE.....	18
	11.1	Allgemeines.....	18
	11.2	Vorversuche.....	19
	11.3	Qualitätskontrolle	19
12		GESUNDHEIT UND SICHERHEIT.....	21
ANHANG 1 Zusatzmittel für Spritzbeton; Definitionen, Richtlinien, Anforderungen, Vergleichsbetonmischungen und Prüfverfahren.....			22
		INHALT	23
1		ANWENDUNGSBEREICH	24
2		VERWEISE.....	24
3		DEFINITIONEN.....	25
4		ANFORDERUNGEN.....	26
5		VERGLEICHSSPRITZBETON.....	28
6		PRÜFVERFAHREN.....	30
7		ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG.....	31
8		BESCHRIFTUNG UND ETIKETTIERUNG.....	32

1 ANWENDUNGSBEREICH

Diese Richtlinie befasst sich mit Beton oder Mörtel, welche durch Druckluft auf eine Oberfläche aufgebracht werden. Der Begriff Spritzbeton beinhaltet sowohl das Nass- wie auch das Trockenspritzverfahren.

Spritzbeton kann je nach Verwendung in folgende Kategorien unterteilt werden:

- a. Für konstruktive Zwecke
- b. Gebirgs- und Ausbruchsicherung
- c. Kurzfristige Sicherung
- d. Oberflächenverbesserung
- e. Instandsetzung

2 REFERENZNORMEN

In der Richtlinie wird auf die nachstehenden Normen verwiesen. Zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlichte oder revidierte Europäische Normen (EN) sollten jedoch gegenüber den hier aufgeführten Normen stets Vorrang haben. Unter den verschiedenen Normtypen gilt folgende Hierarchie: EN-Norm, ISO-Norm, nationale Norm.

EN 197	Cement; Composition, specifications and conformity criteria
EN 206	Concrete - Performance, production, placing and compliance criteria
EN 450	Fly ash for concrete - Definitions, requirements and quality control
EN 934-2	Admixtures for concrete, mortars and grouts - Part 2: Concrete admixtures - definition, specification and conformity criteria
EN 934-5	Admixtures for concrete, mortars and grouts - Part 5: Sprayed concrete admixtures - definition, specification and conformity criteria
EN 934-6	Admixtures for concrete, mortars and grouts - Part 6: Sampling, quality control, evaluation of conformity and marking and labelling
EN 1008	Mixing water for concrete
EN 1504	Products and systems for the protection and repair of concrete structures
EN 1542	Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Measurement of bond strength by pull-off
EN 4012	Testing concrete - Determination of compressive strength of test specimens
EN 6275	Testing concrete - Determination of density of hardened concrete
EN 6784	Testing concrete - Determination of static modulus of elasticity under compression
EN 7031	Testing concrete - Determination of the depth of penetration of water under pressure
EN 7034	Testing concrete - Cored specimens - Taking, examining and testing under compression
EN 10080	Steels for Reinforcement of Concrete. Weldable, ribbed reinforcing steel B 500. Technically delivery conditions for bars, coils and welded fabric
EN 10138	Pre-Stressing steel, Part 1 - Part 5
ASTM C 666	Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing
ASTM C 672	Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to De-icing Chemicals
ASTM A 820	Specification for Steel Fibres for Fibres-Reinforced Concrete
SS 137244	Betongprovning - Hårdnad betong - Frostresistens

Anmerkung: Einige der vorgenannten EN-Normen sind noch in Vorbereitung.

3. DEFINITIONEN

Spritzbeton ist eine Mischung aus Zement, Zuschlagstoffen und Wasser, welche mit Druckluft aus einer Düse aufgespritzt wird und eine dichte, homogene Masse bildet. Spritzbeton enthält normalerweise Zusatzmittel und kann auch Zusatzstoffe oder Fasern oder eine Kombination davon enthalten.

Beim **Nassspritzverfahren** werden Zement, Zuschlagstoffe und Wasser zusammengegeben, gemischt, in eine dafür geeignete Maschine gegeben und durch eine Rohr-/Schlauchleitung zu einer Düse befördert, von wo aus die Mischung unter Druckluft gleichmässig aufgetragen wird. Die Mischung enthält normalerweise Zusatzmittel und kann auch Zusatzstoffe oder Fasern oder eine Kombination davon enthalten.

Beim **Trockenspritzverfahren** werden Zement und Zuschlagstoffe zusammengegeben, gemischt und in eine dafür geeigneten Maschine gegeben, von wo aus die Mischung in einem Druckluftstrom durch Schläuche oder Röhren zu einer Düse befördert wird. Im Düsenbereich wird dem Trockengemisch Wasser zudosiert, um die Mischung zu durchfeuchten, welche anschliessend in einem ununterbrochenen Strahl aufgetragen wird. Die Mischung kann auch Zusatzmittel oder Zusatzstoffe oder Fasern oder eine Kombination davon enthalten.

Unter dem Begriff „**Schicht**“ wird eine einzelne Lage von Spritzbeton verstanden, die man durch gezielte Bewegungen der Düse aufbaut und danach erstarren lässt.

Verluste durch Rückprall stellen einen Teil der Gesamtverluste bei der Herstellung von Spritzbeton dar und bestehen aus Material, welches zwar nach dem Austritt aus der Düse auf die Oberfläche auftrifft, jedoch nicht haften bleibt.

Die **Düse** ist am Ende der Schlauchleitung angebracht und stellt eine Verengung dar, durch welche die Mischung austritt. Sie besteht aus einer Röhre mit einer Mischeinheit, in die weitere Bestandteile des Spritzbetons zudosiert werden können. Beim Trockenspritzverfahren werden Wasser und flüssige Zusatzmittel (soweit verwendet) zugegeben; beim Nassspritzverfahren werden hier flüssige Zusatzmittel und Druckluft zugeführt.

Als **Bindemittel** wird die gesamte Menge an Zement und zementösen Zusatzstoffen im Spritzbeton bezeichnet.

Faserbewehrter Spritzbeton besteht hauptsächlich aus Zementen, Zuschlägen und einzelnen Bewehrungsfasern. Fasern, die sich für die Bewehrung von Beton und Mörtel eignen, werden gewöhnlich aus Stahl oder organischen Polymeren hergestellt. In Mörtelleimen kommen auch Glas- und Kohlenstoff-Fasern zur Anwendung.

4. DIE EINZELBESTANDTEILE

Die Materialien haben die nachfolgenden allgemeinen Anforderungen zu erfüllen. Spezifische Anforderungen an Materialien für Spritzbeton werden in Abschnitt 5 aufgeführt.

4.1 Zemente

Zemente müssen die Anforderungen gemäss EN 197, beziehungsweise gemäss den nationalen Normen oder Vorschriften, die am Verwendungsort des Spritzbetons gültig sind, erfüllen. Es darf nur Zement verwendet werden, dessen Eignung für die Verwendung in Spritzbeton nachgewiesen wurde.

4.2 Zuschläge

Zuschläge müssen den nationalen Normen und Vorschriften entsprechen, die am Verwendungsort des Spritzbetons gültig sind, und müssen die Anforderungen des jeweiligen Verwendungszweckes des Spritzbetons erfüllen.

4.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muss die Anforderungen gemäss EN 1008 erfüllen, beziehungsweise den nationalen Normen und Vorschriften entsprechen.

4.4 Stahlbewehrung

Die Bewehrung muss die Anforderungen gemäss EN 10080 für Bewehrungsstahl und EN 10138 für vorgespannten Stahl, beziehungsweise gemäss den nationalen Normen oder Vorschriften, die am Verwendungsort des Spritzbetons gültig sind, erfüllen.

4.5 Fasern

4.5.1 Stahlfasern

Stahlfasern müssen die Anforderungen gemäss ASTM A 820 oder ähnlichen nationalen Vorschriften erfüllen.

4.5.2 *Synthetische Fasern*

Synthetische Fasern müssen den nationalen Normen oder Vorschriften entsprechen, die am Verwendungsort des Spritzbetons gültig sind.

4.6 **Zusatzmittel**

Zusatzmittel für Beton und Spritzbeton müssen die Anforderungen gemäss EN 934-2, beziehungsweise gemäss EN 934-5, erfüllen. Zusatzmittel für Spritzbeton müssen ausserdem den Anforderungen in Anhang 1, beziehungsweise den nationalen Normen oder Vorschriften entsprechen, die am Verwendungsort des Spritzbetons gültig sind. Probeentnahme, Abklärung der Übereinstimmung sowie Beschriftung und Etikettierung müssen den Anforderungen gemäss EN 934-6 entsprechen.

4.7 **Zusatzstoffe**

4.7.1 *Allgemeines*

Die am häufigsten verwendeten Zusatzstoffe für Spritzbeton sind Flugasche, gemahlene bzw. gekörnte Hochofenschlacke und Silicastaub. Diese Zusatzstoffe müssen die Anforderungen gemäss den entsprechenden europäischen Normen, beziehungsweise die am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen oder Vorschriften, erfüllen.

4.7.2 *Flugasche (aus Kohlekraftwerken, pulverisiert)*

Flugasche ist ein sehr feines anorganisches puzzolanisches Material, welches dem Beton beigefügt werden kann, um gewisse Eigenschaften im plastischen und/oder ausgehärteten Zustand zu erreichen oder zu verbessern.

Für Spritzbeton verwendete Flugasche muss EN 450, beziehungsweise den am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen oder Vorschriften, entsprechen.

4.7.3 *Gemahlene, granuliert Hochofenschlacke (GGBS)*

GGBS ist ein feinkörniges, latent hydraulisch wirkendes Bindemittel, welches einem Beton beigefügt werden kann, um gewisse Eigenschaften im plastischen und/oder ausgehärteten Zustand zu erreichen oder zu verbessern.

Für Spritzbeton verwendete GGBS muss den am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen und Vorschriften entsprechen.

4.7.4 *Silicastaub (silica fume)*

Silicastaub ist ein extrem feines, hochaktives anorganisches puzzolanisches Material, welches dem Beton beigefügt werden kann, um gewisse Eigenschaften zu erreichen oder zu verbessern.

Für Spritzbeton verwendeter Silicastaub muss die Anforderungen gemäss den europäischen Normen, beziehungsweise gemäss den am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen oder Vorschriften, erfüllen. Sind solche Normen und/oder Vorschriften nicht vorhanden, müssen für die Verwendung von Silicastaub die Empfehlungen des Zulieferers befolgt werden.

4.7.5 *Pigmente*

Bei der Verwendung von Pigmenten müssen die Anforderungen gemäss den europäischen Normen, beziehungsweise gemäss den am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen oder Vorschriften, erfüllt werden.

4.8 **Nachbehandlungsmittel**

Die Nachbehandlungsmittel müssen die Anforderungen gemäss den europäischen Normen, beziehungsweise gemäss den am Verwendungsort des Spritzbetons gültigen nationalen Normen oder Vorschriften, erfüllen.

5 **ANFORDERUNGEN AN DIE BETONZUSAMMENSETZUNG**

5.1 **Allgemeines**

Eine Betonmischung, einschliesslich Zement, Zuschläge, Wasser sowie Zusatzmittel, Zusatzstoffe und Fasern - sofern verwendet -, ist so auszuwählen, dass sie alle Leistungskriterien im frischen und im ausgehärteten Beton erfüllt.

5.2 Zement

Der Mindestzementgehalt für eine bestimmte Umweltbedingung muss die Anforderungen gemäss Abschnitt 6.4 und gemäss EN 206 erfüllen.

5.3 Zusatzstoffe

Dem Unternehmer ist die Zugabe eines genehmigten zementösen Materials (gemäss Abschnitt 4.7, innerhalb der in Tabelle 5.3.1 angegebenen Grenzen) gestattet, falls keine anderen Bestimmungen durch den Bauherrn oder seinen Bevollmächtigten vorliegen. Die Zugabe von Pigmenten sollte die Anforderungen gemäss EN 206 erfüllen.

In den Spezifikationen dürfen zementöse Zusatzstoffe auch als Zementersatz eingesetzt werden, jedoch dürfen die in Tabelle 5.3.1 angegebenen Anteile nicht überschritten werden.

Tabelle 5.3.1: Maximale Zusatzstoffmengen (nach Masse-%)

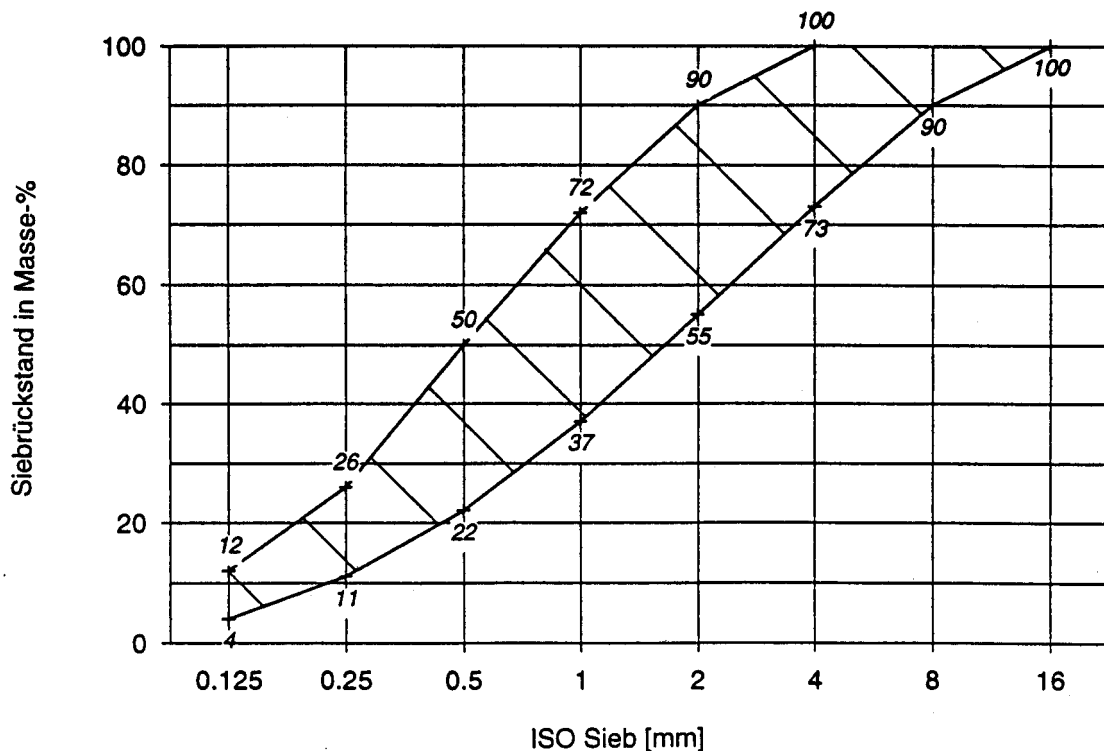
Zementöses Material	Maximale Zusatzmenge
Silicastaub (Silica fume)	15% von Portlandzement
Flugasche	30% von Portlandzement
	15% von Portlandflugaschezement
	20% von Portlandhüttenzement
GGBS	30% von Portlandzement

5.4 Zuschläge

Die Sieblinie sollte normalerweise innerhalb der schattierten Fläche von Abbildung 5.4.1 liegen, wobei der feinere Bereich für Trockenmischungen besser geeignet ist (obwohl ein hoher Anteil an Teilchen <0,25 mm zu Staubproblemen führen kann, wenn keine ausreichende Vorbenetzung erfolgt). Die Verantwortung für die Wahl der optimalen Sieblinie für das jeweilige Verfahren und die Qualität der zur Verfügung stehenden Materialien liegt beim Unternehmer.

Für Trockenmischungen muss die Eigenfeuchte der Zuschläge möglichst konstant sein und sollte 6% nicht überschreiten.

Abb. 5.4.1: Empfohlener Bereich für die Siebkurven der Zuschläge



5.5 Zusatzmittel

Zusatzmittel müssen die Anforderungen gemäss EN 934-5 oder gemäss Anhang 1 dieser Richtlinie (für Spritzbeton), bzw. die Anforderungen gemäss EN 934-2 (für Beton) erfüllen. Andere Zusatzmittel dürfen nur zugelassen werden, falls sie die allgemeinen Anforderungen gemäss Tabelle 1 dieser Normen und gemäss Tabelle 1 von Anhang 1 erfüllen. Ihr Einfluss auf den eingebauten Spritzbeton sollte vollumfänglich abgeklärt werden, und es sollten genügend Daten über ihre Eignung, einschliesslich früherer Erfahrungen mit solchen Materialien, vorhanden sein. Details zu den Eigenschaften solcher Zusatzmittel müssen aufgezeichnet werden.

5.6 Fasern

Die Faserbewehrung muss, wenn möglich, anhand der an den faserbewehrten Spritzbeton gestellten Leistungsanforderungen (oder wahlweise nach Typ und Menge im eingebauten Spritzbeton) vorgeschrieben werden. Unterschiedliche Fasertypen können verschiedene Dosierungen erforderlich machen, um gleiche Leistungsstufen zu erreichen.

Die Länge der Stahlfasern sollte 0,7 des inneren Durchmessers der verwendeten Röhren oder Schläuche nicht überschreiten, es sei denn, dass anhand eines Versuches bewiesen werden kann, dass längere Fasern ohne Verstopfungen gespritzt werden können.

Fasern müssen gemäss den Empfehlungen des Zulieferers gelagert werden.

5.7 Konsistenz

Die für das Nassspritzen benötigte Betonkonsistenz hängt von der Beförderungsart sowie vom Einbauverfahren ab. Für einen bestimmten Zementgehalt und W/Z-Wert kann die Konsistenz mittels Zugabe von Zusatzmitteln im Transportbetonwerk oder vor Ort angepasst werden.

5.8 Arbeitstemperatur

Ohne besondere Vorkehrungen darf die Temperatur der Mischung nicht unter +5°C sinken und +35°C nicht überschreiten. Bei Umgebungstemperaturen unter +5°C darf nicht gespritzt werden.

6 ANFORDERUNGEN AN DIE DAUERHAFTIGKEIT

6.1 Allgemeines

Um einen dauerhaften Beton herzustellen, welcher den Bewehrungsstahl gegen Korrosion schützt und den Umwelteinflüssen und Arbeitsbedingungen, denen er während seiner Lebensdauer ausgesetzt ist, in zufriedenstellender Weise standhält, müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- a) Wahl von geeigneten Bestandteilen, die weder schädliche Komponenten enthalten noch solche, die ungünstig miteinander reagieren könnten;
- b) Wahl einer Betonzusammensetzung, die alle vorgeschriebenen Leistungskriterien erfüllt.

6.2 Chloridgehalt

Der Chloridgehalt des vor Ort eingebauten Spritzbetons darf die in ENV 206, Abschnitt 5.5 vorgeschriebenen Werte nicht überschreiten.

6.3 Alkaligehalt

Der Alkaligehalt der Zuschlagstoffe muss den Anforderungen der gültigen nationalen Normen entsprechen, um Alkali-Silikatreaktionen zu verhindern.

6.4 Anforderungen bezüglich Umweltbedingungen

Die Qualität von Spritzbeton muss so ausgeschrieben werden, dass die Anforderungen der zutreffenden Umweltklasse gemäss EN 206, Abschnitt 5, sowie damit in Verbindung stehende normative Anforderungen erfüllt werden, wobei folgende Ausnahmen gelten:

- (i) Der maximale Wasser/Bindemittel-Wert darf 0,55 nicht überschreiten;
- (ii) Der Mindestzementgehalt muss bei 300 kg/m³ liegen;
- (iii) Die Frostbeständigkeit muss durch Frost-Tau-Wechsel-Prüfungen (siehe Abschnitt 9.8) und nicht durch Messungen des minimalen Luftgehaltes ermittelt werden; und

- (iv) Die Mindestanforderungen an Überdeckung beziehen sich auf Stab- und Netzbewehrung, jedoch nicht auf Stahlfasern.

7 ZUSAMMENSETZUNG VON MISCHUNGEN

7.1 Allgemeines

Der „Designed Mix“- massgeschneiderter (an die Rahmenbedingungen angepasster) Mischungsansatz - ist das bevorzugte Verfahren der Mischungsbestimmung für Spritzbeton im Trockenspritzverfahren, da damit ein besser definiertes und einheitlicheres Endprodukt hergestellt werden kann als mit dem „Prescribed Mix“- (Vorgeschriebene Mischungszusammensetzung).

7.2 Massgeschneiderte Mischungen („designed mixes“)

Die Mischung ist durch den Unternehmer so auszuarbeiten, dass vorgeschriebene Druckfestigkeiten und/oder andere vorgeschriebene Eigenschaften (siehe Abschnitt 9) erreicht werden, wobei die Materialien die Anforderungen gemäss Abschnitt 4 erfüllen müssen.

Die Betonvorschrift kann auch zusätzliche Anforderungen enthalten wie:

- Mindestzementgehalt
- Maximaler W/Z-Wert
- Biegezugfestigkeit
- Verformungsverhalten
- Frühfestigkeit
- Maximale Festigkeit
- Durchlässigkeit (Permeabilität)
- Wasseraufnahme, Wassereindringtiefe
- Haftung zum Untergrund

7.3 Vorgeschriebene Mischungszusammensetzung („prescribed mixes“)

Eine vorgeschriebene Mischung, die sich gemäss früheren Erfahrungen als für den beabsichtigten Zweck geeignet gezeigt hat, wird durch den Unternehmer gestellt oder von diesem dem Bauherrn zur Genehmigung vorgelegt.

Die vorgeschriebene Mischung muss durch folgende Daten gekennzeichnet sein:

- Zementtyp und -gehalt
- Wasser/Zement-Wert und/oder Konsistenz
- Zuschlag/Zement-Wert
- Fasertyp und -gehalt (in situ)
- Typ und Menge der Zuschlagstoffe
- Typ und Menge der Zusatzmittel
- Typ und Menge der Zusatzstoffe

Es ist schwierig, beim Trockenspritzverfahren den Wassergehalt vorzuschreiben, jedoch werden sich in situ-W/Z-Werte normalerweise im Bereich von 0,35 bis 0,50 befinden.

7.4 Kombinierte Mischvorschrift

Wo weder ein „Designed Mix“- noch der „Prescribed Mix“-Ansatz geeignet ist, darf vom Unternehmer verlangt werden, dass er eine Kombination nach einer Hybrid-Vorschrift herstellt, welche Elemente aus den Abschnitten 7.2 und 7.3 beinhaltet.

8 VORGEHEN BEIM EINBAU VON SPRITZBETON

8.1 Vorbereitungsarbeiten

Bevor mit dem Spritzen des Betons begonnen werden kann, müssen folgende Vorbereitungsarbeiten ausgeführt werden:

Für Gebirgssicherung:

- Lockergestein muss von der Oberfläche entfernt werden;
- der Fels muss vermessen werden, um den Totalbedarf an Sicherung zu ermitteln; und
- austretendes Wasser muss entweder durch Entwässerungskanäle abgeleitet oder mit einem beschleunigten Zementpasten- "Mörtel" oder mittels Injektionen gestoppt werden.

Für Betoninstandsetzung:

- Der Zustand des Bauwerkes muss beurteilt werden;
- die Schadensursachen müssen festgestellt und, wenn möglich, ausgeschaltet werden;
- schadhafter und loser Untergrund (Beton, Mauerwerk usw.) ist zu entfernen, und das verbleibende Material muss einen tragfähigen Untergrund bilden.
- Wenn der Betonuntergrund vollständig carbonatisiert oder durch Chloride durchdrungen ist, muss er realkalisiert oder müssen die Chloride entfernt werden. Ist dies nicht möglich, muss der geschädigte Beton entfernt werden, unter der Voraussetzung, dass die konstruktive Einheit dabei erhalten bleibt.

8.2 Ausführung

Das Spritzen ist wie folgt auszuführen:

- Vornässen, sofern nichts anderes vorgeschrieben.
- Grosse Hohlräume müssen vor dem eigentlichen Einbau sorgfältig ausgefüllt werden.
- Das Spritzen muss kontinuierlich von unten nach oben ausgeführt werden. Damit wird das Überspritzen und Einbinden von Rückprallmaterial vermieden.
- Die Düse muss im allgemeinen in einem 90 Grad-Winkel zur Oberfläche gehalten werden.
- Die Geschwindigkeit und die Spritzdistanz müssen so optimiert werden, dass eine möglichst gute Haftung und Verdichtung entsteht.

8.3 Nachbehandlung

Spritzbeton muss entsprechend den Empfehlungen (gemäss EN 206) oder anhand jedes anderen Verfahrens nachbehandelt werden, welches nachweislich während der Dauer der Nachbehandlung eine ununterbrochene Hydratation des Zementes gewährleistet.

Nachbehandlungsmittel, welche die Zwischenschicht-Haftung beeinträchtigen, dürfen nicht verwendet werden, wenn eine weitere Schicht von Spritzbeton vorgesehen ist. Bei Verwendung von anderen Nachbehandlungsmitteln müssen vor dem Aufbringen einer neuen Spritzbetonschicht Feldversuche durchgeführt werden, um die Haftung zwischen den Schichten zu prüfen.

Falls nötig, muss das Nachbehandlungsmittel vor dem Aufbringen der nächsten Schicht mit einem Hochdruckreiniger oder durch Sandstrahlen oder einem ähnlichen Verfahren entfernt werden.

8.4 Schutz vor Frost

Schutzvorkehrungen vor Frost sind solange notwendig, bis der Spritzbeton eine Druckfestigkeit von mindestens 5 MPa entwickelt hat.

9 ANFORDERUNGEN AN DAS ENDPRODUKT

9.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit eines Spritzbetons muss entsprechend der Festigkeitsklassen C24/30 bis C48/60 für Beton gemäss EN 206 vorgeschrieben werden (siehe Tabelle 9.1.1).

Tabelle 9.1.1: Druckfestigkeitsklassen für Spritzbeton (EN 206)

Charakteristische Druckfestigkeit (MPa)							
FESTIGKEITS-KLASSEN	C24/30	C28/35	C32/40	C36/45	C40/50	C44/55	C48/60
Druckfestigkeit Zylinder	24	28	32	36	40	44	48
Druckfestigkeit Würfel	30	35	40	45	50	55	60

Um sicherzustellen, dass ein Beton die Anforderungen an die Druckfestigkeit erfüllt, müssen die in situ-Festigkeitsanforderungen (gemäß Tabelle 9.1.2) erfüllt werden, welche anhand eines Bohrkerns mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Länge von 100 mm ermittelt und um den Faktor 0,85 reduziert wurden, um die Auswirkungen der in situ-Probeprobung auszugleichen.

Tabelle 9.1.2: In situ-Festigkeitsanforderungen

Mindestwerte Druckfestigkeit (MPa)							
FESTIGKEITS- KLASSEN	C24/30	C28/35	C32/40	C36/45	C40/50	C44/55	C48/60
Druckfestigkeit Bohrkern	20,5	24	27	30,5	34	37,5	41

Die in Tabelle 9.1.2 aufgeführten Werte sind Durchschnittswerte von 3 Proben, die nach 28 Tagen entnommen wurden. Keiner der Einzelwerte darf unter 75% der geforderten Druckfestigkeit liegen.

Falls die Durchführbarkeit gegeben ist, muss die Druckfestigkeitsentwicklung vorgeschrieben und anhand von Druckfestigkeitsversuchen überprüft werden (bei vereinbarten Betonalterstufen). Falls der Einfluss der Baustellenbedingungen auf die Druckfestigkeitsentwicklung miteinbezogen werden muss, sind die spezifischen Nachbehandlungsbedingungen für die Probekörper zu vereinbaren.

Die verwendeten Prüfverfahren werden in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

9.2 Biegezugfestigkeit

Wenn Anforderungen an die Biegezugfestigkeit vorgeschrieben sind, können die in Tabelle 9.2.1 aufgeführten Werte verwendet werden. Die Biegezugfestigkeit hängt hauptsächlich vom Beton-/Mörtelleim ab (auch bei Faserbewehrung) und wird in dieser Richtlinie als Äquivalent der maximalen elastischen Zugspannung unter erster Spitzenbelastung definiert (siehe Abschnitt 10.3.2).

Tabelle 9.2.1: Biegezugfestigkeit

Mindestwerte für die Biegezugfestigkeit (MPa)			
FESTIGKEITS- KLASSEN	C24/30	C36/45	C44/55
Biegezugfestigkeit Balken	3,4	4,2	4,6

Der aus drei Balken ermittelte Durchschnittswert der Biegezugfestigkeit muss gleich dem oder über dem in Tabelle 9.2.1 angegebenen Wert für die geforderte Klasse liegen. Keiner der Einzelwerte darf unter 75% der geforderten Biegezugfestigkeit liegen. Das verwendete Prüfverfahren wird in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

9.3 Verformungsverhalten

9.3.1 Allgemeines

Das Verformungsverhalten des Materials wird entweder durch die Restfestigkeitsklasse (ermittelt aus einem Balkenversuch) oder durch die Energieabsorptionsklasse (ermittelt aus einem Plattenversuch) vorgeschrieben. Die anhand der verschiedenen Verfahren für die Bestimmung des Verformungsverhaltens gewonnenen Werte können nicht untereinander verglichen werden.

Die verwendeten Prüfverfahren werden in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

9.3.2 Restfestigkeitsklasse

Für Spritzbeton gibt es fünf Restfestigkeitsklassen, welche in Abbildung 9.3.1 und in Tabelle 9.3.1 als Last-Durchbiegungskurve eines Balkens definiert sind. Die Tabelle enthält eine genaue Definition der vier Punkte, welche die Grenzen zwischen jeder Restfestigkeitsklasse darstellen.

Mindestens zwei der drei Balken müssen bis zur Durchbiegungsgrenze der jeweiligen Verformungsklasse einer Biegespannung standhalten, die auf oder über der Grenzlinie der geforderten Restfestigkeitsklasse (gemäß Abbildung 9.3.1) liegt; dies bedeutet, dass ein Balken der Normalen Verformungsklasse einer Biegespannung standhalten muss, die bei einer mittigen Durchbiegung zwischen 0,5 und 2,0 mm auf oder über der Grenzlinie der vorgeschriebenen Restfestigkeitsklasse liegt. Kein Balken darf eine Last-Durchbiegungskurve aufweisen, die unterhalb der nächst niedrigeren Klasse liegt (mit Ausnahme von Balken der Klasse 1).

Die Verformungsklassen haben zum Zweck, den Planern Flexibilität bei der Wahl der vom Spritzbeton unter der Belastung geforderten Verformung zu bieten. Bei der Dimensionierung kann die Durchbiegungsgrenze einer Verformungsklasse als Äquivalent der Winkelrotation oder der rechnerischen Rissbreite eines Balkens, der in der Mitte gerissen ist, angenommen werden (z.B. 1 mm entspricht $0,25^\circ$, respektive 0,67 mm).

Abbildung 9.3.1: Restfestigkeitsklassen

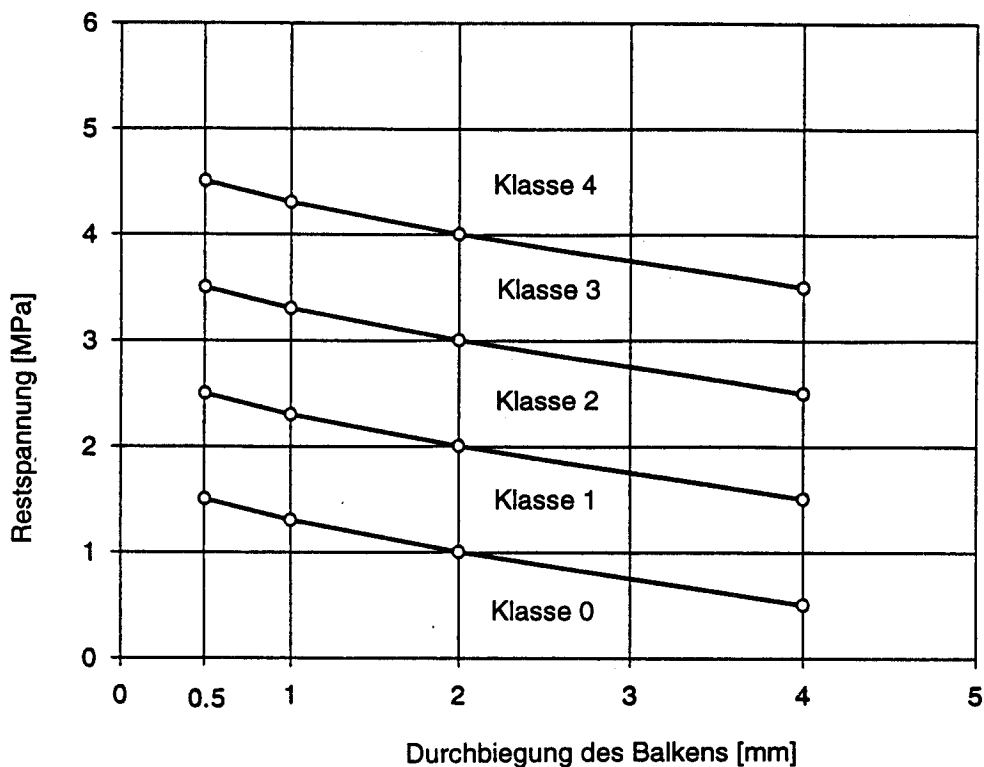


Tabelle 9.3.1: Grenzpunkte der Restfestigkeitsklassen

Verformungsklasse	Balkendurchbiegung [mm]	Restspannung [MPa] der Festigkeitsklasse			
		1	2	3	4
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Niedrig	1	1,3	2,3	3,3	4,3
Normal	2	1,0	2,0	3,0	4,0
Hoch	4	0,5	1,5	2,5	3,5

9.3.3 Energieabsorptionsklasse

Wenn das Energieabsorptionsvermögen des Materials vorgeschrieben ist, kann der Plattenversuch durchgeführt werden. Dazu können die in Tabelle 9.3.2 aufgeführten Anforderungen verwendet werden.

Tabelle 9.3.2: Anforderungen an das Energieabsorptionsvermögen

Klassifizierung des Verformungsverhaltens	Energieabsorption in Joules für eine Durchbiegung von bis zu 25 mm
a	500
b	700
c	1000

9.4 Elastizitätsmodul

Wenn der Elastizitätsmodul (unter Druck, Zug oder Biegung) das geplante Leistungsvermögen oder das geforderte Verhalten der Struktur beeinflusst, muss der für den Konstruktionsplan verwendete in situ-Modul nachgewiesen werden. Falls es Anforderungen an Wärmeausdehnung oder -schwund gibt, sollten diese vom Planer vorgeschrieben werden.

Das verwendete Prüfverfahren wird in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

9.5 Haftzugfestigkeit

Wenn Anforderungen an die Haftzugfestigkeit vorgeschrieben sind, können die in Tabelle 9.5.1 aufgeführten Werte für Beton- und Felsoberflächen benützt werden. Sollte der Untergrund auch nach ordnungsgemäßer Reinigung keine Haftung bieten, darf keine Haftzugfestigkeit vorgeschrieben werden.

Das verwendete Prüfverfahren wird in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

Tabelle 9.5.1: Mindestanforderungen an die Haftzugfestigkeit

Art der Haftung	Minimale Haftzugfestigkeit auf Beton [MPa]	Minimale Haftzugfestigkeit auf Fels [MPa]
NICHT TRAGEND	0,5	0,1
TRAGEND	1,0	0,5

Die in Tabelle 9.5.1 aufgeführten Werte sind Mittelwerte aus 3 Proben, die nach 28 Tagen entnommen wurden. Keiner der einzelnen Werte darf unter 75% der geforderten Festigkeit liegen.

9.6 Fasergehalt

Der Stahlfasergehalt eines Spritzbetons muss nach dem Einbau in kg/m³ angegeben werden. Der in situ-Fasergehalt, der erforderlich ist, um die Anforderungen an die Biegezugfestigkeit und/oder das Verformungsverhalten zu erfüllen, kann durch Versuche bestimmt werden. Für die Qualitätskontrolle kann ein Mindestfasergehalt (entweder vor Ort oder anhand von Prüfplatten ermittelt) abgemacht werden; dazu muss der Fasergehalt aus dem Durchschnitt von drei frischen oder ausgehärteten Proben bestimmt

werden. Der Mittelwert muss den abgemachten Mindestwert überschreiten, und kein einzelner Wert darf unter 75% des geforderten Mindestgehaltes liegen.

Die verwendeten Prüfverfahren werden in Abschnitt 10 (Prüfverfahren) beschrieben.

9.7 Permeabilität (Durchlässigkeit)

Wenn wasserundurchlässiger Spritzbeton vorgeschrieben ist, darf gemäss EN 7031 der Wasser-Eindringwert nicht höher als 50 mm sein, und der Durchschnittswert muss unter 20 mm liegen.

Als Alternative kann die Wasserdichtigkeit auch durch Messen der Wasserdurchlässigkeit ermittelt werden. Spritzbeton gilt dann als wasserundurchlässig, wenn der Koeffizient der Wasserdurchlässigkeit geringer als 10^{-12} m/s ist.

Wenn wasserdichter Beton vorgeschrieben ist, wird normalerweise Spritzbeton der Umweltklasse 'Hochaggressiv' verwendet.

Falls gefordert, müssen gegebenenfalls die Werte auch für die Gasundurchlässigkeit durch den Bauherrn vorgeschrieben werden. Es müssen hierzu Vorversuche durchgeführt werden.

9.8 Frostbeständigkeit

Für Spritzbeton, welcher dem Gefrieren und Auftauen bei mässiger Wassersättigung ohne Salz ausgesetzt ist (Klasse EN 206), muss keine zusätzliche Anforderung für Frostbeständigkeitsprüfungen gestellt werden. Spritzbeton, der aggressiveren Umgebungen (gemäss EN 206) ausgesetzt ist, muss die Anforderungen an Frostbeständigkeit gemäss den folgenden Normen erfüllen:

- SS 137244 oder ASTM C 672 für die Beständigkeit gegenüber Abplatzungen (mit und ohne Salzwasser geprüft) je nach Klassifizierung der Belastung.
- ASTM C 666 für die Frost-/Tauwechselbeständigkeit bei Wasserlagerung.

10 PRÜFVERFAHREN

10.1 Prüfplatten und Probekörper

Es müssen Stahlformen oder andere starre Materialien verwendet werden, die kein Wasser aufnehmen (mindestens 4 mm dickes Stahlblech oder 18 mm dickes Sperrholz). Beim manuellen Spritzen müssen die Formen eine Länge und Breite von mindestens 600 x 600 mm aufweisen, beim Bespritzen mit Robotern 1000 x 1000 mm. Die Schichtdicke sollte sich nach der Grösse der Probekörper richten, die aus den Platten geschnitten werden, darf aber nicht unter 100 mm liegen. Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, um das Einschliessen von Rückprallmaterial auf der Platte zu vermeiden (z.B. durch die Verwendung von abgeschrägten oder geschlitzten Rändern).

Zum Spritzen müssen die Formen vertikal gestellt werden; Gerät, Verfahren, Schichtstärke pro Bewegung, Spritzdistanz usw. müssen identisch sein wie bei der eigentlichen Bauausführung. Der Düsenführer muss ebenfalls derselbe sein.

Die Platte muss unmittelbar nach dem Spritzen anhand derselben Methode wie bei der eigentlichen Bauausführung gegen Feuchtigkeitsverluste geschützt werden. Die Probekörper müssen für eine spätere Identifizierung (Mischung, Standort, Temperaturen, Datum, Düsenführer) markiert werden.

Die Platte darf während 18 Stunden nach dem Spritzen nicht bewegt werden. Die Nachbehandlung muss während 7 Tagen oder bis zum Zeitpunkt der Probeentnahme aufrechterhalten werden.

Die Probekörper müssen gemäss EN 7034 gebohrt oder aus der Platte gesägt werden, dürfen aber kein Material enthalten, welches näher als 125 mm von der Kante entfernt liegt (mit Ausnahme der Enden von Balken für die Prüfung von Biegezugfestigkeit/Verformungsverhalten).

Während des Transportes zum Prüflabor müssen die Platten, bzw. die Probekörper, verpackt werden, um sie vor mechanischen Schäden und vor Feuchtigkeitsverlust zu schützen.

10.2 Druckfestigkeit und Dichte

Druckfestigkeitsversuche müssen gemäss EN 4012 an Bohrkernen durchgeführt werden, die an der Baustelle oder von Versuchsplatten entnommen wurden. Ihr Mindestdurchmesser muss 50 mm betragen und der Höhe/Durchmesser-Wert muss im Bereich zwischen 1,0 und 2,0 liegen. Prüfergebnisse von Bohrkernen mit einem Höhe/Durchmesser-Wert, der nicht 2,0 beträgt, müssen anhand der in Tabelle 10.2.1 angegebenen Werte in äquivalente Zylinderdruckfestigkeiten umgerechnet werden.

Tabelle 10.2.1: Faktoren für die Umrechnung in äquivalente Würfel- und Zylinderdruckfestigkeiten

Höhe/Durchmesser-Wert des Bohrkerns	Würfelfaktor	Zylinderfaktor
2,00	1,15	1,00
1,75	1,12	0,97
1,50	1,10	0,95
1,25	1,07	0,93
1,10	1,03	0,89
1,00	1,00	0,87
0,75	0,88	0,76

Als weitere Möglichkeit kann die Druckfestigkeit anhand von Würfeln, die von Prüfplatten entnommen wurden, bestimmt werden. Dabei müssen die Mindestmasse 60 x 60 x 60 mm betragen und die Proben gemäss EN 4012 geprüft werden.

Die Rohdichte der Probe muss durch Wiegen in Wasser und in Luft (gemäss EN 6275, Wasserverdrängungsverfahren) ebenfalls bestimmt werden.

Als normale Prüfalter gelten 7 und 28 Tage.

Der Prüfbericht muss folgendes enthalten:

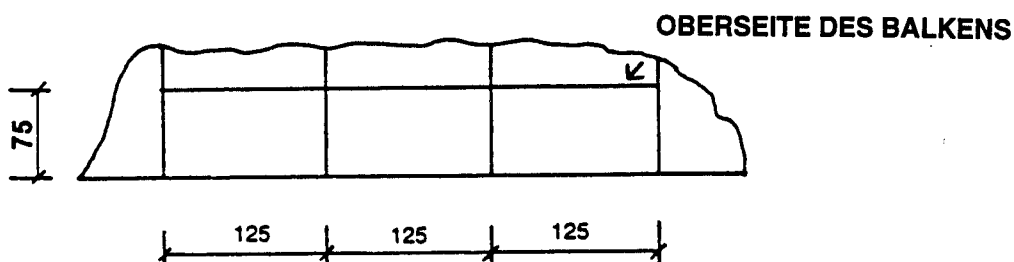
- Identifizierung des Probekörpers
- Feuchtigkeit des Probekörpers
- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfalter
- Maximale Belastung und Druckfestigkeit (auf 0,5 MPa genau)
- Rohdichte des Probekörpers (auf 10 kg/m³ genau)
- Aussehen des Probekörpers (falls ungewöhnlich)
- Bemerkungen (wenn angebracht)

10.3 Biegezugfestigkeit und Restfestigkeit

10.3.1 Versuchsanordnung

Die Biegezugfestigkeit und die Restfestigkeit müssen an von Prüfplatten entnommenen Balken mit den Massen 75 x 125 x 600 mm ermittelt werden. Die Balken müssen unter Dreipunktbelastung bei einer Spannweite von 450 mm geprüft werden. Die Prismen müssen nach dem Zusägen und bis unmittelbar vor den Versuchen mindestens 3 Tage unter Wasser aufbewahrt werden. Die gesägten Balken müssen normalerweise gemäss Abbildung 10.3.1 ausgerichtet sein. Auf Verlangen des Planers kann die Oberseite des Balkens parallel zur Spannungsrichtung ausgerichtet sein; in diesem Falle sollte die Oberfläche der Oberseite nicht gesägt werden, um ein Zerschneiden der Endverankerungen der Stahlfasern zu vermeiden. Die Versuche müssen normalerweise nach 28 Tagen durchgeführt werden.

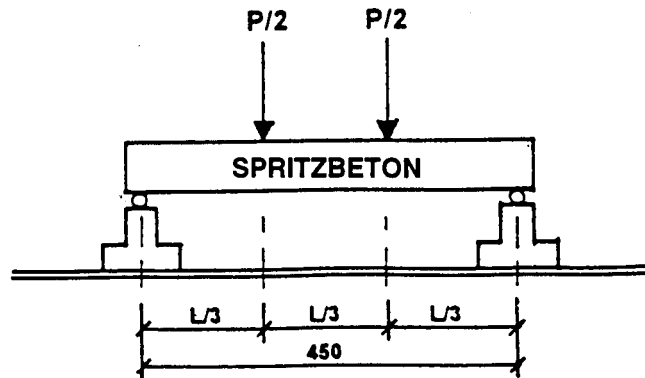
Abb. 10.3.1: Schneiden und Ausrichtung der Balken aus dem Spritzbeton



Die Versuchsanordnung muss gemäss Abbildung 10.3.2 sein und sollte so beschaffen sein, dass es möglich ist, die eigentliche Durchbiegung (d.h. die Nettosenkung der Unterlage) in der Mitte des Balkens zu messen. Bis zu einer Durchbiegung von 0,5 mm muss die Verformungsgeschwindigkeit der Balkenmitte 0,25 ±0,05 mm pro Minute betragen. Danach kann die Durchbiegungsgeschwindigkeit auf 1,0 mm pro Minute erhöht werden. Die Last-Durchbiegungskurve (Verformung in Balkenmitte) muss kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Das Prüfgerät muss so starr sein, dass die wirkliche Durchbiegung gemessen werden kann. Die Stütz- und Belastungspunkte des Prüfgerätes müssen alle mit einem Radius von 10-20 mm gerundet werden. Der Versuch ist beendet, wenn in der Balkenmitte eine Verformung von 4 mm erreicht worden ist.

Abb. 10.3.2: Biegeversuch unter Dreipunktbelastung



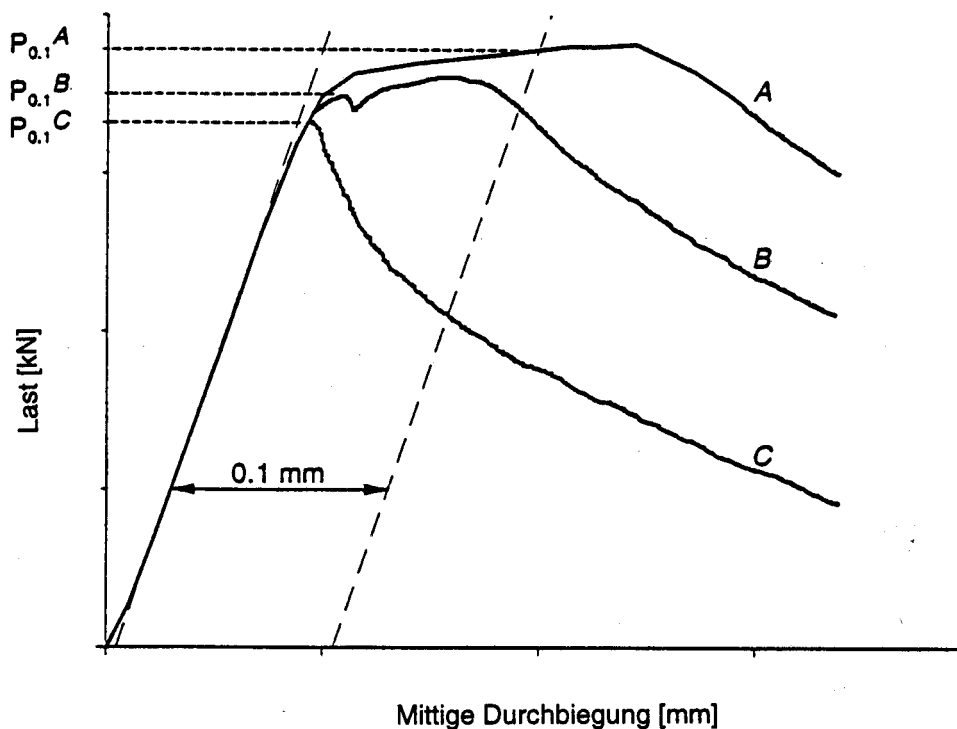
10.3.2 Bestimmung der Biegezugfestigkeit

Die Biegezugfestigkeit muss aus der Last-Durchbiegungskurve (siehe Abb. 10.3.3) wie folgt geschätzt werden. Aufgrund von Daten bis 50% der Maximalbelastung muss der geradlinige Teil am Anfang der Kurve bestimmt werden; parallel dazu wird eine Linie gezeichnet, die um 0,1 mm von der Durchbiegung in Balkenmitte verschoben ist. Die Biegezugfestigkeit muss aus der ersten Maximalbelastung ($P_{0,1}$) berechnet werden, die bis und mit dem Punkt erreicht wurde, wo die um 0,1 mm verschobene Linie die Last-Durchbiegungskurve schneidet (siehe Abb. 10.3.3). Die Biegezugfestigkeit muss als Äquivalent der elastischen Biegezugfestigkeit berechnet werden:

$$\text{Biegezugfestigkeit (in MPa)} = P_{0,1} \times L / b \times d^2$$

- wobei
- $P_{0,1}$ = gemäss obiger Definition (in N)
 - L = Spannweite (450 mm)
 - b = tatsächliche Länge des Balkens (rechnerisch 125 mm)
 - d = tatsächliche Breite des Balkens (rechnerisch 75 mm)

Abb. 10.3.3: Bestimmung der $P_{0,1}$ -Belastung aus der Last-Durchbiegungskurve



Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Art des Prüfgerätes
- Identifizierung des Probekörpers
- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfalter
- Verformungsgeschwindigkeit
- Last-Verformungskurve, einschliesslich erste Maximalbelastung ($P_{0,1}$)
- Berechnete Biegezugfestigkeit

10.3.3 Bestimmung der Restfestigkeitsklasse

Die Restfestigkeitsklasse muss aus der Last-Durchbiegungskurve geschätzt werden, unter Verwendung der Biegespannungswerte zwischen 0,5 und 1, 2 oder 4 mm je nach vorgeschriebener Verformungsklasse, siehe Abb. 9.3.1 und Tabelle 9.3.1.

Es wird empfohlen, jeden Balken zu klassifizieren, indem die Biegespannungen, die die Klassifizierungsgrenzen definieren (siehe Tabelle 9.3.1), in Belastungswerte umgewandelt (unter Verwendung der tatsächlichen Masse der Balken) und zusammen mit geraden Linien auf die Last-Durchbiegungskurve des Balkens gedruckt werden.

Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Art des Prüfgerätes
- Identifizierung des Probekörpers
- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfalter
- Verformungsgeschwindigkeit
- Last-Verformungskurve, einschliesslich Biegespannungswerte für die Durchbiegungen der jeweils vorgeschriebenen Verformungsklasse

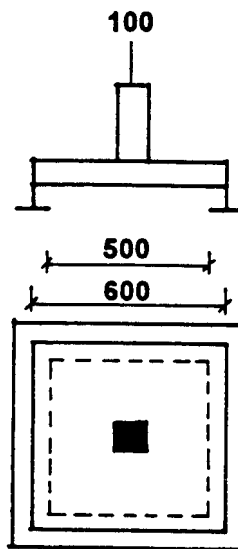
- Verformungsklasse und Restfestigkeitsklasse

10.4 Energieabsorptionsklasse (Plattenversuch)

Die Prüfplatte mit den Massen 600 x 600 x 100 mm muss auf allen 4 Seiten unterstützt sein. Die Mittelpunktsbelastung muss auf einer Kontaktfläche von 100 x 100 mm einwirken (Abb. 10.4.1). Die spritzrauh Seite muss für den Versuch nach unten weisen, d.h., die Belastung wirkt entgegen der Spritzrichtung.

Die Verformungsgeschwindigkeit des Mittelpunktes muss 1,5 mm pro Minute betragen.

Abb. 10.4.1: Versuchsanordnung für den Plattenversuch



Die Platte muss aus einer Prüfplatte entnommen werden, deren Oberfläche unmittelbar nach dem Spritzen auf eine Dicke von 100 mm $-0/+10$ mm abgeglättet wurde. Die abfallenden Enden der Platte müssen während der Vorbereitungsarbeiten im Labor abgesägt werden. Die so vorbereitete Platte muss unmittelbar vor den Versuchen mindestens 3 Tage unter Wasser aufbewahrt und während der Versuche feucht gehalten werden.

Die Last-Verformungskurve (Abb. 10.4.2) muss aufgezeichnet und der Versuch solange fortgesetzt werden, bis im Mittelpunkt der Platte eine Durchbiegung von 25 mm erreicht worden ist.

Aus der Last-Verformungskurve ist eine zweite Kurve zu zeichnen, welche die absorbierte Energie als eine Funktion der Verformung der Platte darstellt (siehe Abb. 10.4.3).

Die Verformbarkeitskenngrößen werden zur Festlegung der Anforderung als Funktion der Kräfteinwirkung und der daraus resultierenden Durchbiegung angegeben.

Abb. 10.4.2: Beispiele von Last-Verformungskurven

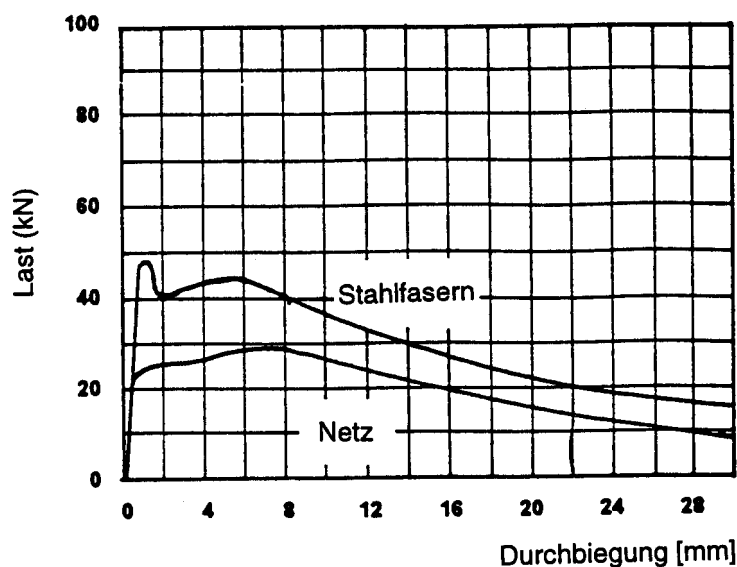
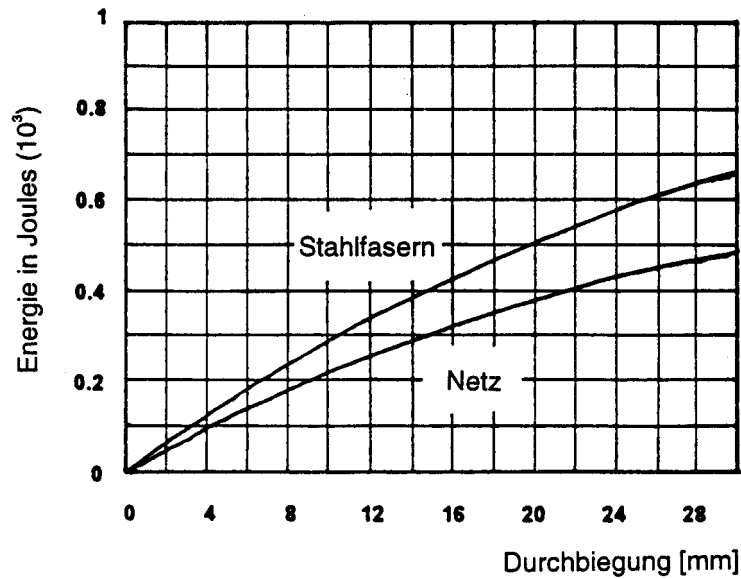


Abb. 10.4.3: Beispiele von Energie-Verformungskurven



Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Art und Starrheit des Prüfgerätes
- Identifizierung des Probekörpers
- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfalter
- Verformungsgeschwindigkeit
- Berechnete Energie-Verformungskurven
- Belastung beim ersten Riss und Höchstbelastung
- Energieabsorption in Joules für eine Durchbiegung bis 25 mm

10.5 Elastizitätsmodul

Die Versuche müssen gemäss EN 6784 durchgeführt werden.

Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Identifizierung des Probekörpers
- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfalter
- Verformungsgeschwindigkeit
- Last-Verformungskurve, einschliesslich Höchstbelastung
- Geschätzter Elastizitätsmodul

10.6 Haftzugfestigkeit

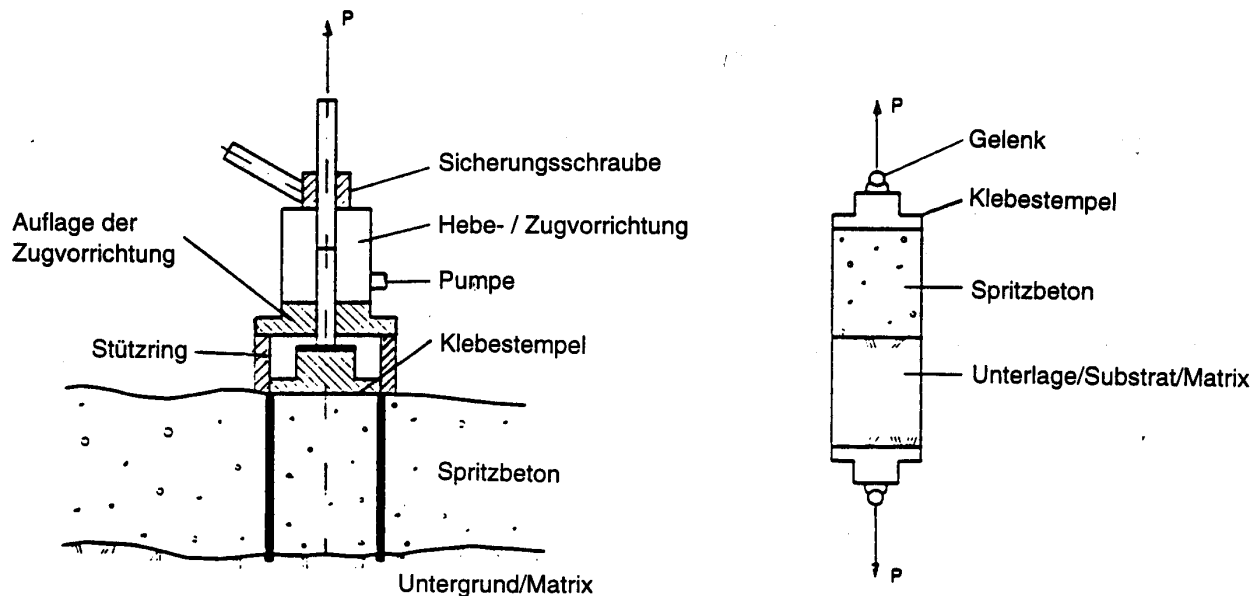
Die Haftzugfestigkeit muss anhand eines partiellen Bohrkernversuches (wenn möglich gemäss EN 1542) oder eines Biegeversuches bestimmt werden, wobei die Versuchsanordnung den in Abb. 10.6.1 gezeigten ähnlich sein soll. Die Belastungsgeschwindigkeit muss zwischen 1,0 und 3,0 MPa pro Minute liegen. Der Bohrkerndurchmesser muss im Bereich zwischen 50 bis 60 mm sein. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Biegekraft parallel zur Achse ausgeübt wird.

Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Identifizierung des Probekörpers

- Masse des Probekörpers
- Nachbehandlungsbedingungen und Prüfaller
- Belastungsgeschwindigkeit
- Höchstbelastung und berechnete Haftzugfestigkeit
- Beschreibung von Oberfläche und Art des Bruches

Abb. 10.6.1: Beispiele von Versuchsanordnungen für das Ausziehverfahren und die Messung des direkten Zuges zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit



10.7 Durchlässigkeit (Permeabilität)

Die Versuche müssen gemäss EN 7031 durchgeführt werden.

10.8 Frostbeständigkeit

Die Versuche müssen gemäss ASTM C 672 oder SS 137244 (für die Beständigkeit gegenüber Abplatzungen), beziehungsweise gemäss ASTM C 666 (für die Frost-/Tauwechselbeständigkeit) durchgeführt werden.

10.9 Bestimmung des Fasergehaltes von Spritzbeton

Der Fasergehalt von Spritzbeton kann anhand von frischen oder ausgehärteten (d.h. vor oder nach dem Erstarren entnommenen) Mörtel-/Betonproben ermittelt werden. Für Stahlfasern eignen sich beide Probearten, während bei synthetischen Fasern nur das Verfahren mit einer frischen Probe geeignet ist.

Frische Proben können aus der Ausgangsmischung, aus vor Ort eingebautem Material oder aus einer Versuchsplatte entnommen werden. Ausgehärtete Proben können aus vor Ort eingebautem Material oder aus Versuchsplatten geschnitten werden. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass wegen des Spritzvorgangs der Fasergehalt an den verschiedenen Stellen der Probeentnahme unterschiedlich sein kann. Daher sollte die für die Qualitätskontrolle und die Erfüllungsanforderungen der Ausschreibung am besten geeignete Art und Stelle der Probeentnahme gewählt werden.

Was den Feuchtigkeitsgrad der ausgehärteten Proben betrifft, können diese für den Versuch so wie sie vorliegen, aber auch im gesättigten Zustand oder ofengetrocknet verwendet werden.

Das Volumen der Probe (vor Entfernung der Fasern) kann durch Berechnung (unter Verwendung der tatsächlichen Masse) oder durch Wasserverdrängung (Referenzmessverfahren) bestimmt werden. Die Masse der aus der frischen oder ausgehärteten Probe gewonnenen Fasern wird anschliessend durch Abwiegen bestimmt.

10.9.1 Ausgehärtete Probe (Verfahren A)

Drei Probekörper werden aus dem vor Ort eingebauten Material oder aus einer Versuchsplatte geschnitten. Durchmesser und Länge müssen je 75-150 mm betragen (wenn die Schichtdicke unter 75 mm liegt, sollte die Länge der Schichtdicke entsprechen).

Das Volumen (V_c) der Probekörper muss durch Berechnung (unter Verwendung der tatsächlichen Masse) oder durch Abwiegen in Luft und Wasser (Verfahren gemäss EN 6275) bestimmt werden.

Die Probekörper müssen in einem Gerät, das zur Prüfung der Druckfestigkeit dient, oder mittels einer anderen geeigneten Vorrichtung gebrochen werden, so dass bei jeder Probe sämtliche Fasern aus dem Beton entfernt werden können. Magnetische Fasern können danach leicht mit einem Magnet entfernt werden. Die Fasern müssen für jeden einzelnen Probekörper separat gewaschen, getrocknet und auf 0,1 g genau ausgewogen werden (m_f).

10.9.2 Frische Probe (Verfahren B)

Drei Proben müssen aus dem vor Ort eingebauten Material oder einer Versuchsplatte geschnitten werden. Die Proben sollen 1-2 kg wiegen und müssen sorgfältig in einem Stück entnommen werden.

Das Volumen (V_c) der Proben muss durch Abwiegen in Luft und Wasser (gemäss EN 6275) bestimmt werden.

Die Fasern müssen aus jeder Probe separat ausgewaschen werden. Dazu wird der Spritzbeton in eine Filtrieranlage gegeben, in der Zement und andere Feinstoffe ausgewaschen werden können, so dass die Fasern von der Masse getrennt werden können. Bei synthetischen Fasern können die Proben mit Alkohol suspendiert werden. Danach wird solange gerührt, bis die Fasern an der Oberfläche schwimmen. Die Fasern müssen gereinigt, getrocknet und anschliessend auf 0,1 g genau gewogen werden (m_f).

10.9.3 Berechnung des Fasergehaltes

Der Fasergehalt muss für jede Probe aus der ermittelten Faser Masse und dem Volumen der Probe bestimmt werden. Dazu wird folgende Formel verwendet:

$$C_f \text{ (kg/m}^3\text{)} = m_f \times 1000 / V_c$$

wobei C_f = Fasergehalt (in kg /m³)

m_f = Masse der aus der Probe gewonnenen Fasern (in g)

V_c = Volumen der Probe (in cm³)

Der Bericht muss folgendes enthalten:

- Identifizierung des Probekörpers (einschliesslich Ort der Probeentnahme und Zeitpunkt des Einbaus)
- Art (ausgehärtet oder frisch), Grösse und Volumen des Probekörpers
- Datum und Zeit der Prüfung
- Beschreibung der Faserart
- Berechneter Fasergehalt jeder Probe sowie Mittelwert aus den drei Proben

11 QUALITÄTSKONTROLLE

11.1 Allgemeines

Die Herstellung von Spritzbeton muss durch Qualitätskontrollverfahren überwacht werden. Qualitätskontrolle wird definiert als eine Kombination von Handlungen und Entscheidungen, die auf die Ausschreibungen gestützt sind, sowie Kontrollen, um sicherzustellen, dass die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt werden.

Es gibt 3 Kontrollstufen:

- I Geringe Kontrolle
- II Normale Kontrolle

III Intensive Kontrolle

Die Wahl der Kontrollstufe ist dem Planer überlassen und hängt von der Art des Projektes und den Auswirkungen eines Versagens ab.

Es gibt keine besonderen Anforderungen an die Organisation der Arbeiten in den Kontrollstufen I und II. Bei Kontrollstufe III muss für jedes Projekt ein Organigramm erstellt werden mit einem Qualitätssicherungsingenieur, der für die Kontrolle der Qualität zuständig ist.

11.2 Vorversuche

Die Zusammensetzung des Spritzbetons wird anhand von Vorversuchen bestimmt, in denen die geforderten Eigenschaften überprüft werden. Beispiele von zu überprüfenden Eigenschaften:

Beim Frischbeton:

- Wasserbedarf, Verarbeitbarkeit, Pumpbarkeit
- Spritzbarkeit/Rückprall
- Slump, Rohdichte
- Beschleunigerdosierung

Beim ausgehärteten Beton:

- Druckfestigkeit nach 7 und 28 Tagen
- Biegezugfestigkeit
- Restfestigkeit
- Fasergehalt
- Haftzugfestigkeit

Der Bedarf an solchen Versuchen hängt von der Art des Projektes und der Anwendung des Spritzbetons ab. Im Falle von Kontrollstufe III müssen Vorversuche jedoch immer durchgeführt werden.

11.3 Qualitätskontrolle

11.3.1 Sicherung des Untergrundes

Zwei Arten von Kontrollen müssen vorgeschrieben werden:

- Herstellungskontrolle
- Konformitätskontrolle

Die Herstellungskontrolle muss die Anforderungen gemäss EN 206 erfüllen. Die Konformitätskontrolle beinhaltet:

- Druckfestigkeit
- Biegezugfestigkeit
- Restfestigkeitswert
- Restfestigkeit
- Energieabsorption
- Haftzugfestigkeit
- Fasergehalt
- Dicke

Alle Versuche müssen anhand von aus in situ-Material oder von Prüfplatten entnommenen Proben gemäss Abschnitt 10.1 durchgeführt werden.

Die Häufigkeit der verschiedenen Versuche muss vom Planer festgelegt werden und ist abhängig von der Funktion des Spritzbetons (einschliesslich der strukturellen Unversehrtheit), seiner bemessenen Lebensdauer, der Schwierigkeiten beim Einbau, der Umweltklassifizierung und den

Folgen eines Versagens. Die in Tabelle 11.3.1 aufgeführten Werte können als Richtlinie verwendet werden.

Tabelle 11.3.1: Häufigkeit von Kontrollversuchen

KONTROLLKLASSE	GERING	NORMAL	INTENSIV
Druckfestigkeit	500	250	100
Biegezugfestigkeit		500	250
Restfestigkeitswert		1000	500
Energieabsorption		1000	500
Haftung		500	250
Fasergehalt		250	100
Schichtdicke	50	25	10
(aufgetragene m ² zwischen den Kontrollversuchen)			

11.3.2 Kontrolle der Ausrichtung

Die Kontrolle der Ausrichtung ist nötig, um Richtung und Neigung beim Spritzbetoneinbau vorzugeben und um sicherzustellen, dass eine ordnungsgemäße und einheitliche Materialdicke und Überdeckung eingehalten werden. Die Kontrolle der Ausrichtung geschieht anhand von Führungsdrähten, Führungsschienen, Tiefenmessern, Tiefensonden oder durch konventionelle Verschalung.

Führungsdrähte - Führungsdrähte bestehen aus 1 oder 0,8 mm dickem Hochleistungsstahldraht und sind mit einem Mechanismus verbunden, meist einer Befestigungsrolle oder einer Sprungfeder, durch den der Draht nach Bedarf angespannt werden kann. Sie sind das geeignetste Mittel, um Richtung und Neigung aufzuzeigen, wo Formen für Sicherungszwecke verwendet werden. Die Drähte können einzeln benützt werden, um Ecken aufzuzeigen, während eine Kombination von mehreren parallelen Drähten, im Abstand von 0.6 bis 0.9 m gespannt, als horizontale Führung für flache Bereiche verwendet werden kann.

Führungsschienen - Führungsschienen bestehen aus Holzlatten, die nicht breiter als 25 x 50 mm und in Abständen von 0.6 bis 0.9 m durch Querstangen miteinander verbunden sind. Führungsschienen sind eine ausgezeichnete Methode zur Kontrolle der Ausrichtung sowohl bei Instandsetzungen als auch bei neuen Spritzbetonkonstruktionen. Abgeschrägte Kanten können leicht geschaffen werden, indem eine Schrägkantenleiste neben die Führungsschienen gelegt wird.

Tiefenmesser - Tiefenmesser sind kleine Markierungen aus Metall oder Kunststoff, die in geeigneten Abständen und Höhen senkrecht an Untergrund oder Stützformen befestigt oder darin eingebaut werden. Sie bilden eine Vorgabe für die Dicke des Spritzbetons und befinden sich gerade unterhalb der Endbeschichtung des Spritzbetons. Sofern sie die Sicherheit der Konstruktion nicht beeinträchtigen, müssen sie nicht entfernt werden.

Tiefensonden - Tiefensonden werden in Situationen verwendet, wo eine grössere Toleranz bei den Anforderungen an die fertige Oberfläche herrscht. Sie sind meist aus 0,67 bis 0,78 mm dickem Stahl, und die vorgeschriebene Spritzbetondicke ist darauf vermerkt. Die Sonden werden in den Spritzbeton eingeführt, bis sie auf den Untergrund treffen; daraus kann die Dicke des Spritzbetons abgelesen werden. Sie sollten nur verwendet werden, wo Einstichlöcher in der Verkleidung toleriert werden können.

Verschalungen - Die Verwendung von herkömmlichen Verschalungen beim Einbau von Spritzbeton ist eher die Ausnahme als die Regel; wenn sie jedoch verwendet werden, bewirken sie normalerweise eine automatische Kontrolle der Ausrichtung, so dass sich die Verwendung von speziellen Verfahren für die Einhaltung von Richtung und Neigung erübrigt. Die Düsenführung muss sorgfältig überwacht werden, um Sandeinschlüsse und andere Mängel zu verhindern.

Oberflächenbearbeitung - Die Anforderung bezüglich Oberflächenbearbeitung muss wie folgt erläutert werden:

- „Spritzrauh“ Die Spritzbetonoberfläche wird so belassen wie sie aufgespritzt wurde.
- „Cut & Flash“ Der Spritzbeton wird in die richtige Form gebracht und nach Erstarrungsbeginn mit einer übermässigen Flash-Beschichtung bespritzt, um eine strukturierte Oberfläche zu erhalten.

Abgeglättete Oberflächen - Anschliessend an das „Cut & Flash“-Verfahren muss das Material mit einem der folgenden Geräte abgeglättet werden:

- Stahltraufel
- Holztraufel
- Bürste
- Schwamm

Abweichungen - Folgendes muss vom Ausschreibenden ausführlich vorgeschrieben werden:

- Maximale +/- Abweichung der Dicke
- Maximale Abweichung innerhalb eines 2 m langen Konstruktionsabschnittes

12 GESUNDHEIT UND SICHERHEIT

Beim Einbau von Spritzbeton sollten alle Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften, die am Baustellenort gültig sind, befolgt werden.

ANHANG 1

**Zusatzmittel für Spritzbeton; Definitionen, Richtlinien, Anforderungen,
Vergleichsbetonmischungen und Prüfverfahren.**

INHALT

1	ANWENDUNGSBEREICH	24
2	VERWEISE	24
3	DEFINITIONEN	25
	3.1 Basismischungen für Nass- und Trockenspritzbeton	25
	3.2 Zusatzmittel für Spritzbeton	25
	3.3 Beschleunigende Zusatzmittel für Spritzbeton	25
	3.4 Thixotropierende Zusatzmittel	25
	3.5 Zusatzmittel für die Hydratationssteuerung	25
	3.6 Zusatzmittel für die Haftverbesserung von Spritzbeton	25
	3.7 Identifizierung	25
	3.8 Eigenschaften (Leistung)	25
	3.9 Für die Erfüllung der Anforderungen erforderliche Dosierung	25
	3.10 Empfohlener Dosierbereich	25
4	ANFORDERUNGEN	26
	4.1 Allgemeine Anforderungen	26
	4.2 Leistungsanforderungen	27
5	VERGLEICHSSPRITZBETON	28
	5.1 Bestandteile der Mischung	28
	5.2 Vergleichsspritzbetonmischungen für die Prüfung der Erfüllung der Anforderungen	29
	5.3 Mischverhältnisse	29
	5.4 Herstellung von Vergleichsmischungen für Laborversuche	29
	5.5 Verfahrensweise	29
6	PRÜFVERFAHREN	30
	6.1 Allgemeines	30
	6.2 Laborbedingungen	30
	6.3 Bestimmung der Erstarrungszeit	30
	6.4 Bestimmung der Druckfestigkeit	31
	6.5 Bestimmung der Haftzugfestigkeit zwischen den Schichten und zum Untergrund	31
7	ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG	31
	7.1 Allgemeines	31
	7.2 Versuche	31
	7.3 Qualitätskontrolle	32
	7.4 Übereinstimmungserklärung des Herstellers	32
8	BESCHRIFTUNG UND ETIKETTIERUNG	32

1 ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang beschreibt Definitionen und Vorschriften bezüglich Anforderungen, Vergleichsmischungen und Prüfverfahren im Zusammenhang mit Zusatzmitteln für Spritzbeton.

Bestimmungen, die die praktische Verwendung dieser Zusatzmittel bei der Herstellung von Spritzbeton betreffen, d.h., Anforderungen an Zusammensetzung, Misch- und Spritzvorgang, Nachbehandlung, usw. von Spritzbeton, sind in dieser Richtlinie nicht enthalten. Für solche Bestimmungen sollte man sich an die Richtlinie für Spritzbeton der EFNARC oder an nationale Normen oder Vorschriften, die am Verwendungsort gültig sind, halten.

2 VERWEISE

Dieser Anhang beinhaltet datierte oder undatierte Verweise und Bestimmungen aus anderen Publikationen. Diese Verweise, meist auf Normen, werden in den betreffenden Textstellen zitiert, und die Publikationen sind im Anschluss aufgeführt. Für datierte Verweise, später genehmigte Änderungen an, oder Revisionen von diesen Publikationen wird auf diesen Anhang verwiesen. Für undatierte Verweise gilt die letzte Ausgabe der angegebenen Publikation.

EN 196-3	Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting time and soundness
EN 196-6	Methods of testing cement - Part 6: Determination of fineness
EN 197-1	Cement - Composition, specifications and conformity criteria - Part 1: Definitions and compositions
EN 206	Concrete - Performance, production, placing and compliance criteria
EN 480-1	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout; Test Methods - Part 1: Reference concrete and reference mortar for testing
EN 480-2	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout; Test Methods - Part 2: Determination of the setting time
EN 480-6	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout; Test Methods - Part 6: Infrared analysis
EN 480-8	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout; Test Methods - Part 8: Determination of the conventional dry material content
EN 480-10	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout; Test Methods - Part 10: Determination of water soluble chloride content
EN 934-2	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout - Part 2: Concrete Admixtures - Definitions, Specifications and Conformity Criteria
EN 934-6	Admixtures for Concrete, Mortar and Grout - Part 6: Sampling, quality control and evaluation of conformity
EN 1008	Mixing Water for Concrete - Specification and Tests
EN 1542	Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures; Test Methods - Pull off test
EN 4012	Testing concrete - Determination of compressive strength of test specimens
EN 4109	Testing concrete - Determination of consistency - Slump test
EM 7034	Testing concrete - Cored specimens - Taking, examining and testing in compression
EN 9812	Testing concrete - Determination of consistency - Flow test
EN 29000	Quality systems - Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing
ISO 780-1979	Liquid chemical products for industrial use - Determination of density at 20°C
ISO 1158: 1984	Plastics - Vinyl chloride homopolymers and copolymers - Determination of chlorine
ISO 4316: 1977	Surface active agents - Determination of pH of aqueous solutions - Potentiometric method
DIN 1048-2: 1991	Testing methods for concrete - Hardened concrete in structures and components
ZTV-SIB 90	"Regulation for bond testing of surfaces and layers" issued by the Federal Ministry of Traffic, Germany (1990)

Anmerkung: Einige der vorgenannten EN-Normen sind noch in Vorbereitung.

3 DEFINITIONEN

Für diesen Anhang gelten die folgenden Definitionen.

3.1 Basismischungen für Nass- und Trockenspritzbeton

- Basismischung für Nassspritzbeton - Nassmischung vor dem Spritzvorgang
- Basismischung für Trockenspritzbeton - Trockenmischung vor der Zugabe von Wasser und vor dem Spritzvorgang

3.2 Zusatzmittel für Spritzbeton

Stoff, welcher einer Mischung vor oder während des Spritzvorgangs zugefügt wird, um die Eigenschaften einer Mischung in der Frischbetonphase und/oder im ausgehärteten Zustand zu verändern.

3.3 Beschleunigende Zusatzmittel für Spritzbeton

Zusatzmittel, welches einer Mischung vor oder während des Spritzvorgangs zugeführt wird, um eine sehr frühe Erstarrungsbeschleunigung und/oder ein sehr frühes Erhärten des Betons zu bewirken, welche die in EN 934-2 definierten und vorgeschriebenen Grenzwerte für herkömmliche betonbeschleunigende Zusatzmittel übertreffen.

3.4 Thixotropierende Zusatzmittel

Zusatzmittel, welche der Mischung vor oder während des Spritzvorgangs zugeführt werden, um ein Verdicken des Betons zu bewirken und so ein Durchhängen des Spritzbetons vor der Erstarrung zu verhindern.

3.5 Zusatzmittel für die Hydratationssteuerung

Ein zweikomponentiges Zusatzmittelsystem. Die erste Komponente wird vor dem Spritzvorgang zur Basismischung des Nassspritzbetons gegeben, um den Erstarrungsvorgang zu verzögern und die Konsistenz zu erhalten. Beim Trockenspritzbeton mit feuchten Zuschlägen wird die erste Komponente zur Basismischung gegeben, um den Erstarrungsvorgang zu verzögern. Die zweite Komponente wird an der Düse zugeführt, um den Erstarrungs- und Erhärtungsvorgang zu reaktivieren.

3.6 Zusatzmittel für die Haftverbesserung von Spritzbeton

Zusatzmittel, welche der Basismischung oder an der Düse zugeführt werden, um die Haftung zwischen Spritzbetonschichten und/oder die Haftzugfestigkeit an der Untergrundoberfläche des Spritzbetons zu verbessern.

3.7 Identifizierung

Ein Verfahren, um ein Zusatzmittel zu bestimmen und seine Gleichmässigkeit von Charge zu Charge zu überprüfen. Dazu werden Homogenität, Farbe, relative Dichte, Gehalt an Trockenbestandteilen und pH-Wert gemessen und ein Infrarot-Spektrum aufgenommen.

3.8 Eigenschaften (Leistung)

Das Vermögen eines Zusatzmittels, in seiner beabsichtigten Anwendung ohne schädliche Auswirkungen wirksam zu sein.

3.9 Für die Erfüllung der Anforderungen erforderliche Dosierung

Die in Prozent auf den Bindemittelgehalt des Spritzbetons bezogene und vom Hersteller genannte Menge eines Zusatzmittels, die es diesem ermöglicht, die in dieser Richtlinie beschriebenen Leistungsanforderungen zu erfüllen. Diese Dosierung muss innerhalb des empfohlenen Dosierbereiches liegen.

3.10 Empfohlener Dosierbereich

Die in Prozent auf den Bindemittelgehalt des Spritzbetons bezogenen Dosiergrenzen, welche vom Hersteller aufgrund von Baustellenerfahrungen für dieses Produkt empfohlen werden.

ANMERKUNG: Die Verwendung einer empfohlenen Dosierung bedeutet nicht, dass damit die Anforderungen für einen ganzen Spritzbereich erfüllt werden. Daher sollten mit den beim Einbau verwendeten Materialien Vorversuche durchgeführt werden.

4 ANFORDERUNGEN

Alle in dieser Richtlinie definierten Zusatzmittel sollten die in Tabelle 1 angeführten allgemeinen Anforderungen und - soweit zutreffend - die in den Tabellen 2 bis 5 angeführten Leistungsanforderungen erfüllen. Andere Zusatzmittel, die die Anforderungen gemäss EN 934-2 erfüllen, müssen ebenfalls als mit den Anforderungen dieser Richtlinie konform erachtet werden.

4.1 Allgemeine Anforderungen

Alle in dieser Richtlinie definierten Zusatzmittel müssen die in Tabelle 1 angeführten allgemeinen Anforderungen erfüllen, sofern sie nach den darin angegebenen Verfahren geprüft werden. Homogenität, Farbe, wirksamer Bestandteil, relative Dichte, durchschnittlicher Gehalt an Trockenbestandteilen und pH-Wert bilden gemäss Abschnitt 3.7 die Identifizierungskriterien.

Tabelle 1: Allgemeine Anforderungen

Eigenschaft	Prüfverfahren	Anforderungen
Homogenität ⁽¹⁾	Visuell	Homogen während der Verarbeitung. Die Entmischung darf den vom Hersteller angegebenen Grenzwert nicht überschreiten.
Farbe ⁽¹⁾	Visuell	Gleichmässig und der vom Hersteller angegebenen Farbe ähnlich.
Wirksamer Bestandteil ⁽¹⁾	EN 480-6 ⁽²⁾	Die Infrarot-Spektren dürfen bezüglich des wirksamen Bestandteils keine Abweichung zum vom Hersteller vorgelegten Vergleichsspektrum aufweisen.
Relative Dichte ⁽¹⁾	ISO 758	$D \pm 0,03$ für $D > 1,10$; $D \pm 0,02$ für $D < 1,10$; D ist der vom Hersteller angegebene Wert für die Dichte.
Durchschnittlicher Gehalt an Trockenbestandteilen ⁽¹⁾	EN 480-8 ⁽³⁾	$0,95 T < X < 1,05 T$ für $T > 20\%$; $0,90 T < X < 1,10 T$ für $T < 20\%$; T ist der vom Hersteller angegebene Wert in Masse-%. X ist das Prüfergebnis in Masse-%.
pH-Wert ⁽¹⁾⁽⁴⁾	ISO 4316	Muss innerhalb von ± 1 des vom Hersteller genannten Wertes oder innerhalb des vom Hersteller genannten Bereiches liegen.
Gesamtchlorgehalt ⁽¹⁾⁽⁵⁾	ISO 1158	Entweder $< 0,10\%$ bezogen auf die Masse oder nicht über dem vom Hersteller angegebenen Wert.
Wasserlöslicher Chloridgehalt ⁽¹⁾	EN 480-10	Entweder $< 0,10\%$ bezogen auf die Masse oder nicht über dem vom Hersteller angegebenen Wert.
Alkaligehalt (Na ₂ O-Äquivalent) ⁽¹⁾	EN 480-12	Nicht über dem vom Hersteller angegebenen Höchstwert.
Korrosionsverhalten	⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾	Keine Korrosion, die sich auf den im Beton eingebetteten Stahl auswirkt.

⁽¹⁾ Der vom Hersteller angegebene Wert muss dem Verbraucher auf Verlangen schriftlich vorgelegt werden.

⁽²⁾ Falls das Infrarot-Verfahren nicht anwendbar ist, muss vom Hersteller ein alternatives Prüfverfahren zur Verfügung gestellt werden.

⁽³⁾ Falls das Verfahren gemäss EN 480-8 nicht anwendbar ist, muss vom Hersteller ein alternatives Prüfverfahren empfohlen werden.

- (4) Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen, dass Zusatzmittel für Spritzbeton, die an der Düse zugeführt werden, einen pH-Wert im Bereich von 4 - 10 haben sollten.
- (5) Falls es zwischen dem Gesamtchloridgehalt und dem wasserlöslichen Chloridgehalt keinen signifikanten Unterschied gibt, muss für die weiteren Proben nur der wasserlösliche Chloridgehalt des jeweiligen Zusatzmittels untersucht werden.
- (6) Für das Prüfen von Zement muss CEM I mit einem C₃A-Gehalt von weniger als 5 Masse-% verwendet werden.
- (7) Eine CEN-Norm für dieses Prüfverfahren ist noch nicht verfügbar.

4.2 Leistungsanforderungen

Die in dieser Richtlinie definierten Zusatzmittel müssen die entsprechenden Leistungsanforderungen in den Tabellen 2 bis 5 erfüllen.

Die Prüfungen der Eigenschaften müssen gemäss dem in den jeweiligen Abschnitten dieser Richtlinie beschriebenen Prüfverfahren an Vergleichsspritzbeton ausgeführt werden, der gemäss dieser Richtlinie hergestellt wurde. Das Ergebnis eines Versuches mit einem Vergleichsbeton, der das Zusatzmittel enthält (Probemischung), wird mit dem Ergebnis desselben Versuches, der mit einem Vergleichsbeton oder -mörtel ohne das Zusatzmittel (Kontrollmischung) durchgeführt worden ist, verglichen. Die Dosierung des Zusatzmittels in der Probemischung muss der vom Hersteller empfohlenen Dosierung entsprechen.

Tabelle 2: Leistungsanforderungen an beschleunigende Zusatzmittel für Spritzbeton

Eigenschaft	Prüfverfahren	Leistungsanforderung
Erstarrungszeit	EN 196-3	Bei zwei von drei Versuchen darf die Zeit bis zum Erstarrungsbeginn nicht mehr als 10 min und bis zum Erstarrungsende nicht mehr als 60 min betragen.
Druckfestigkeit	EN 7034	Nach 28 Tagen: Probemischung 75% der Kontrollmischung nach 28 Tagen.
		Nach 90 Tagen: Probemischung Probemischung nach 28 Tagen.

Tabelle 3: Leistungsanforderungen an thixotropierende Zusatzmittel

Eigenschaft	Prüfverfahren	Leistungsanforderung
Fliessverhalten	EN 9812	Verminderung des Fliessverhaltens der Probemischung um 50% gegenüber der Kontrollmischung.
Slump	EN 4109	Verminderung des Slumps der Probemischung um 50% gegenüber der Kontrollmischung.
Druckfestigkeit	EN 7034	Druckfestigkeit der Probemischung nicht geringer als Kontrollmischung nach 28 Tagen.

Tabelle 4: Leistungsanforderungen an Zusatzmittel für die Hydratationssteuerung

Eigenschaft	Prüfverfahren	Leistungsanforderung
Konsistenz	Fliessverhalten: EN 9812	Aufrechterhaltung der Konsistenz der
	oder Slump: EN 4109	Probemischung > Aufrechterhaltung der Konsistenz der Kontrollmischung, in Übereinstimmung mit den Angaben des Herstellers.

Erstarrungszeit	EN 480-2	Unmittelbar nach Herstellung der Probemischung und nach dem vom Hersteller angegebenen Zeitraum für die Aufrechterhaltung der Konsistenz.
Druckfestigkeit	EN 7034	Druckfestigkeit der Probemischung nicht geringer als Kontrollmischung, beide nach 28 Tagen.

Tabelle 5: Leistungsanforderungen an Zusatzmittel für die Haftverbesserung von Spritzbeton

Eigenschaft	Prüfverfahren	Leistungsanforderung
Haftzugfestigkeit zwischen den Schichten	EN 1542 DIN 1048-2	Probemischung > 125% der Kontrollmischung, gemessen nach 28 Tagen an Bohrkernen mit einem Durchmesser von 100 mm.
Haftzugfestigkeit zum Untergrund	EN 1542 DIN 1048-2	Probemischung > 125% der Kontrollmischung, gemessen nach 28 Tagen an Bohrkernen mit einem Durchmesser von 50 mm.
Druckfestigkeit	EN 7034	Druckfestigkeit der Probemischung nicht geringer als Kontrollmischung, beide nach 28 Tagen.

5 VERGLEICHSSPRITZBETON

Dieser Abschnitt schreibt Bestandteile und Aufbau der Mischung sowie Misch- und Spritzverfahren für die Herstellung von Vergleichsspritzbeton vor, der für die Prüfung der Wirksamkeit eines Zusatzmittels, das dieser Richtlinie entspricht, verwendet wird.

5.1 Bestandteile der Mischung

5.1.1 Vergleichszement

Die Vergleichsspritzbetonmischungen und Vergleichsmörtel für die Prüfung der Eigenschaften müssen mit CEM I-Zement der Festigkeitsklasse 42,5 gemäss EN 197-1 durchgeführt werden. Der verwendete Zement muss einen C_3A -Gehalt von 7-11 Masse-% und eine spezifische Oberfläche von 320-400 m^2/kg (bestimmt gemäss EN 196-6) haben.

5.1.2 Vergleichszuschlagstoffe

Es muss ein natürlicher Zuschlagstoff von normalem Gewicht und mit einer geringen Wasserabsorption (weniger als 2 Masse-%) verwendet werden. Die Kornzusammensetzung des für die Herstellung von Vergleichsbeton verwendeten Zuschlags muss die Anforderungen gemäss Tabelle 6 erfüllen.

Tabelle 6: Kornzusammensetzung des Zuschlags für Vergleichsspritzbetonmischungen

Siebgrösse [mm]	Siebdurchgang in Masse-% ⁽¹⁾
4,00	100
2,00	75-100
1,00	50-75
0,50	25-50
0,25	7,5-20
0,125	<7,5

⁽¹⁾ Innerhalb der gewählten Kornzusammensetzung dürfen im Siebdurchgang jeder Siebgrösse die Abweichungen zwischen den beiden Mischungen (Kontroll- und Probemischung) $\pm 2,0\%$ nicht überschreiten.

5.1.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muss die Anforderungen gemäss EN 1008 erfüllen. Destilliertes oder deionisiertes Wasser darf verwendet werden.

5.2 Vergleichsspritzbetonmischungen für die Prüfung der Erfüllung der Anforderungen

Für die Laborauswertung eines Zusatzmittels für Spritzbeton wird das Nassspritzverfahren verwendet. Die Leistung eines Zusatzmittels wird bestimmt, indem Versuche anhand eines Vergleichsspritzbetons durchgeführt werden.

Das Ergebnis eines an Vergleichsspritzbeton mit einem Zusatzmittel (Probemischung) ausgeführten Versuches wird entweder direkt angegeben oder mit demselben Versuch, ausgeführt an einem Vergleichsspritzbeton ohne Zusatzmittel (Kontrollmischung), verglichen. Dabei wird das Verhältnis der beiden Ergebnisse in Prozentzahlen ausgedrückt. Die Probe- und die Kontrollmischung müssen beide denselben Zuschlag/Zement-Wert haben. Die Bestandteile müssen aus derselben Lieferung stammen.

Vorausgesetzt, dass der frische Beton ordnungsgemäss gespritzt wurde, muss die Zusammensetzung des eingebauten Spritzbetons mit und ohne Zusatzmittel für Spritzbeton der in Abschnitt 5.1 vorgeschriebenen Zusammensetzung entsprechen.

Die Bestandteile der Versuchsmischungen müssen vor dem Mischen eine Temperatur von $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ haben, oder die Temperatur des frischen Betons muss unmittelbar nach dem Mischen bei $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ liegen.

5.3 Mischverhältnisse

Die Mischverhältnisse der Bestandteile müssen Tabelle 7 entsprechen.

Tabelle 7: Mischverhältnisse von Vergleichsspritzbetonmischungen¹ für die Prüfung von Zusatzmitteln für Spritzbeton

MATERIAL	MENGE FÜR 1 m ³
Zement	500 kg \pm 5 kg
Wasser	225 kg \pm 5 kg
Zuschlagstoffe (gemäss Tabelle 6)	um auf 1 m ³ aufzufüllen

Die Dosiermenge des Zuschlags muss aus seiner relativen Dichte berechnet werden. Zuschläge müssen entweder in ofentrockenem Zustand verwendet werden, um Variationen in der Eigenfeuchte zu vermeiden, oder ihre Eigenfeuchte muss bestimmt und das Mischverhältnis danach angepasst werden. Im Zweifelsfalle müssen ofentrockene Zuschläge verwendet werden.

Der Wassergehalt von flüssigen Betonzusatzmitteln muss im W/Z-Wert einberechnet werden, wenn die Anteile der Mischung festgelegt werden.

5.4 Herstellung von Vergleichsmischungen für Laborversuche

Die Vergleichsspritzbetonmischungen müssen gemäss Tabelle 7 hergestellt werden. Das Mischen kann entweder in einem Zwangsmischer oder in einem im Spritzgerät integrierten Mischer erfolgen.

5.5 Verfahrensweise

5.5.1 Maschinen

Die Nassspritzmaschine² muss eine Förderleistung von $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ³ haben. Die Dosiereinheit für das Zusatzmittel muss eine Genauigkeit von $\pm 0.5 \text{ Vol.-%}$ bezogen auf die empfohlene Dosierung aufweisen. Das Zusatzmittel muss gemäss den Empfehlungen des Herstellers zugeführt werden.

¹ Zusätzlich kann der Mischung ein wasserreduzierender Verflüssiger oder ein Hochleistungssuperverflüssiger zugesetzt werden, um eine pumpbare Konsistenz mit einem Slump von mindestens 100 mm, gemessen anhand des in ISO 4109 beschriebenen Prüfverfahrens, zu erhalten.

² Pumpentyp: Mono-/Schneckenpumpe mit stufenlos verstellbarer Förderleistung.

5.5.2 Bespritzen von Prüfplatten

Vor dem Bespritzen der Prüfplatten muss das Spritzverfahren optimiert werden, um eine kontinuierliche Förderleistung sicherzustellen. Die Förderleistung muss ermittelt werden. Die Kontrollplatte und die Platte mit dem beschleunigten Beton muss mit derselben Mischung gespritzt werden.

5.5.2.1 Laborformen

Die Formen müssen starr sein und ungefähr die Abmessungen von 500x500x120 mm aufweisen.

5.5.2.2 Spritzverfahren für die Kontrollplatte

Die Form muss horizontal auf den Boden gelegt werden. Die Düse muss im rechten Winkel zur Form und in einem Abstand zwischen 0,5 und 1 m gehalten werden. Der Zeitpunkt des Spritzens muss festgehalten werden. Die Kontrollmischung darf Zusatzmittel enthalten, wobei der Verbrauch mittels Abwiegen bis auf eine Genauigkeit von $\pm 5\%$ bestimmt werden muss. Die Dosiermenge des Zusatzmittels muss aufgrund der ermittelten Spritzleistung berechnet werden und darf die empfohlene Maximaldosierung nicht überschreiten. Nach dem Spritzvorgang kann die Spritzbetonplatte mit einer Nachbehandlungsmembrane bespritzt und/oder mit Plastikfolie abgedeckt werden, um eine korrekte Nachbehandlung zu gewährleisten.

5.5.3.3 Spritzverfahren für die Probplatte

Die Form muss vertikal gestellt werden. Die Düse muss im rechten Winkel zur Form und in einem Abstand zwischen 0,5 und 1 m gehalten werden. Der Zeitpunkt des Spritzens muss festgehalten und der Verbrauch des Beschleunigers mittels Abwiegen bis auf eine Genauigkeit von $\pm 5\%$ bestimmt werden. Die Dosiermenge des Zusatzmittels muss aufgrund der ermittelten Spritzleistung berechnet werden und darf die empfohlene Maximaldosierung nicht überschreiten. Nach dem Spritzvorgang kann die Spritzbetonplatte mit einer Nachbehandlungsmembrane bespritzt und/oder mit Plastikfolie abgedeckt werden, um eine korrekte Nachbehandlung zu gewährleisten.

6 PRÜFVERFAHREN

6.1 Allgemeines

Alle Versuche müssen sowohl anhand der Kontrollmischung (Vergleichsmischung ohne Zusatzmittel) wie auch anhand der Probemischung (Vergleichsmischung mit Zusatzmittel) durchgeführt werden.

6.2 Laborbedingungen

Falls nicht anders beschrieben gelten als Laborbedingungen für Probekörper und Prüfverfahren:

Temperatur	20 \pm 2°C
Relative Luftfeuchtigkeit	>65%

6.3 Bestimmung der Erstarrungszeit

6.3.1 Nichtbeschleunigende Zusatzmittel

Für das Prüfverfahren mit einem Vergleichsmörtel - mit Ausnahme von Spritzbeton mit beschleunigenden Zusatzmitteln - muss die Erstarrungszeit von unter Zugabe von Zusatzmitteln hergestelltem Spritzbeton die Anforderungen gemäss EN 480-2 erfüllen. Die Bestandteile, Mischverhältnisse sowie der Mischvorgang des Vergleichsmörtels müssen sich nach EN 480-1 richten.

6.3.2 Bestimmung der Erstarrungszeit von Spritzbeton mit beschleunigenden Zusatzmitteln

Es müssen Vergleichszementleime mit Zusatzmittel (Probemischung) und ohne Zusatzmittel (Kontrollmischung) verwendet werden. Die Prüfung der Erstarrungszeit (mit Vicat-Gerät) muss sich nach EN 196-3 richten. Bei der Prüfung der Erstarrungszeit handelt es sich nicht um einen

³ Nominelle Kapazität

Vergleich zwischen Probe- und Kontrollmischung. Sowohl die Daten zur Erstarrungszeit der Probe- wie auch der Kontrollmischung sind wichtig.

Anmerkung: Diese Richtlinie beschreibt das Vergleichsverfahren. Unter der Voraussetzung, dass sie die Ergebnisse nicht beeinflussen, sind jedoch auch andere Prüfverfahren erlaubt. Im Streitfall darf jedoch nur das in diesem Anhang beschriebene Vergleichsverfahren verwendet werden.

6.3.2.1 Bestandteile der Mischung

Die Bestandteile müssen die Anforderungen der Abschnitte 5.1.1 bis 5.1.3 dieser Richtlinie erfüllen.

6.3.2.2 Herstellung des Vergleichsbetonleims

Vor der Herstellung des Vergleichsbetonleims müssen Zement, Wasser, Zusatzmittel und Prüfgerät während mindestens 12 Stunden unter Laborbedingungen gemäss Abschnitt 6.2 aufbewahrt werden.

In einem geeigneten Gefäss werden 300 ± 15 g Vergleichszement mit 105 ± 5 g Wasser zu einem homogenen Leim vermischt. Anschliessend wird das Zusatzmittel in der vom Hersteller vorgeschriebenen Menge zugegeben und rasch und gründlich untergemischt, und der Zementleim wird in die dafür vorgesehene Schale des Vicat-Gerätes gefüllt. Mischen und Füllen der Schale müssen innerhalb von 15-30 Sekunden erfolgen und ohne unnötige Entmischung und Vibration durchgeführt werden.

6.3.2.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren und die Bestimmung von Erstarrungsbeginn und -ende müssen die Anforderungen gemäss EN 196-3 erfüllen.

6.3.2.4 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgendes enthalten:

- Art des Prüfgerätes
- Bestandteile der Mischung
- Temperatur, bei welcher der Versuch durchgeführt wurde, auf 1°C genau bestimmt
- Erstarrungsbeginn und -ende der Kontroll- und Probemischung, in Minuten

6.4 Bestimmung der Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit muss gemäss EN 4012 bestimmt werden. Kerne für die Druckfestigkeitsmessung müssen von den Kontroll- und den Probepplatten nach 1, 7, 28 und 90 Tagen entnommen werden. Die Kerne müssen jeweils einen Durchmesser von 100 mm und eine Länge von 100 mm aufweisen.

Das Bohren der Kerne muss 2 Stunden vor Prüfbeginn geschehen, sofern der Zeitpunkt der Bohrung und die Nachbehandlung der entnommenen Kerne nicht anders vorgeschrieben sind. Für jeden Messwert der Druckfestigkeit muss der Durchschnitt aus 5 Prüfergebnissen verwendet werden.

6.5 Bestimmung der Haftzugfestigkeit zwischen den Schichten und zum Untergrund

Vorbereitungen und Verfahren für die Prüfung der Haftzugfestigkeit müssen die Anforderungen gemäss den entsprechenden Richtlinien von EN 1542 oder ZTV-SIB 90 erfüllen. (Letztere enthält auch die Richtlinie für die Herstellung des Spritzbetons für diesen Versuch.)

7 ÜBEREINSTIMMUNGSERKLÄRUNG

7.1 Allgemeines

Dieses Verfahren ist für die Zustimmung zur Verwendung eines Spritzbetonzusatzmittels bestimmt.

7.2 Versuche

Um die Übereinstimmung der Anforderungen an ein Zusatzmittel zu beweisen, muss der Hersteller Versuche durchführen, um nachzuweisen, dass dieses die allgemeinen Anforderungen von Tabelle 1 sowie die zutreffenden Leistungsanforderungen der Tabellen 2 bis 5 erfüllt.

7.3 Qualitätskontrolle

Der Hersteller muss jede Produktionsanlage für Zusatzmittel nach einem Qualitätssicherungssystem gemäss EN 29000 betreiben.

Die Erfüllung dieser Anforderung muss von einer anerkannten Prüfungskommission beglaubigt werden. Für jede einzelne solchermassen geprüfte Produktionsanlage muss ein Zertifikat ausgestellt werden.

Nach der ersten Zertifizierung muss durch die anerkannte Prüfungskommission in jeder Produktionsanlage mindestens einmal pro Jahr eine Revision durchgeführt werden. Im Falle einer Nichterfüllung von Anforderungen gemäss EN 29000 muss die Prüfungskommission entweder:

- (i) eine Behebung der Nichterfüllung innerhalb einer vorgegebenen Zeit verlangen - und, sofern dieser Forderung nicht nachgekommen wird, das Zertifikat entziehen

oder

- (ii) das Zertifikat sofort entziehen.

7.4 Übereinstimmungserklärung des Herstellers

Sind die Anforderungen der Abschnitte 7.2 und 7.3 erfüllt, muss vom Hersteller für jedes einzelne Produkt, welches die jeweiligen Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt, eine Übereinstimmungserklärung bezüglich dieser Richtlinie herausgegeben werden.

Werden die Bestandteile oder die Formulierung eines Produktes in einer Weise geändert, dass sich daraus Veränderungen seiner Eigenschaften ergeben, muss eine neue Übereinstimmungserklärung vorgelegt werden.

Der Zeitraum zwischen den Übereinstimmungsprüfungen darf 5 Jahre nicht überschreiten.

8 BESCHRIFTUNG UND ETIKETTIERUNG

Wenn Zusatzmittel in Gebinden geliefert werden, müssen diese klar mit der folgenden Information markiert sein. Wird das Material in Tankwagen o.ä. geliefert, muss dieselbe Information zum Zeitpunkt der Lieferung schriftlich vorliegen:

- a) Name, Firmenzeichen oder andere Hinweise auf den Hersteller
- b) Handelsbezeichnung des Produktes, d.h. Markenname, Referenznummer und/oder Buchstabencode, Chargennummer und Herstellungsdatum
- c) Art des Zusatzmittels
- d) Chloridgehalt, in Masse-% des kompletten Zusatzmittels
- e) Alkaligehalt, als äquivalenter Na_2O -Gehalt, in Masse-% des Zusatzmittels
- f) Eine klar ersichtliche zusammenfassende Liste der Lagerbestimmungen, einschliesslich eventueller besonderer Anforderungen an die Lagerzeit, z.B. "Dieses Zusatzmittel darf nach Ablauf der Lagerzeit (Datum) für Versuche bezüglich Übereinstimmung mit dieser Richtlinie nicht mehr verwendet werden."
- g) Gebrauchsanleitungen und, sofern erforderlich, Sicherheitsvorkehrungen
- h) Der vom Hersteller empfohlene Dosierbereich
- i) Entsprechender Abschnitt dieser Richtlinie