

DIN EN 14487-2

DIN

ICS 91.100.30

**Spritzbeton –
Teil 2: Ausführung;
Deutsche Fassung EN 14487-2:2006**

Sprayed concrete –
Part 2: Execution;
German version EN 14487-2:2006

Béton projeté –
Partie 2: Exécution;
Version allemande EN 14487-2:2006

Gesamtumfang 21 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14487-2: 2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist als nationales Spiegelgremium der Arbeitsausschuss NA 005-07-10 AA „Spritzbeton“ im NABau zuständig.

Dieses Dokument ist Teil der Normenreihe DIN EN 14487 „Spritzbeton“, die aus folgenden Teilen besteht:

- *Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Konformität*
- *Teil 2: Ausführung*

Es gilt im Zusammenhang mit der Normenreihe DIN EN 14488 „Prüfverfahren für Spritzbeton“.

ICS 91.100.30

Deutsche Fassung

**Spritzbeton —
Teil 2: Ausführung**

Sprayed concrete —
Part 2: Execution

Béton projeté —
Partie 2: Exécution

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. August 2006 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, Rumänien, 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
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Dokumentation	4
4.1 Projektbeschreibung	4
4.2 Dokumentation über die Ausführung	5
5 Vorbereitung der Arbeiten	6
5.1 Zur Bodensicherung	6
5.1.1 Vorbereitung des Untergrundes	6
5.1.2 Entfernung von Staub und Felstrümmern	6
5.1.3 Anfeuchten	6
5.1.4 Schutz gegen extreme Umgebungstemperaturen	6
5.2 Instandsetzen und Verstärken von Tragwerken sowie Erstellung freistehender Konstruktionen	6
5.2.1 Gerüste, Lehrgerüste und Schalungen	6
5.2.2 Vorbereitung des Untergrundes	7
5.2.3 Vornässen des Untergrundes	7
5.2.4 Schutz gegen extreme Umgebungstemperaturen	7
6 Bewehrung	7
7 Ausrüstung	8
7.1 Lagerung von Materialien	8
7.2 Dosiereinrichtung	8
7.3 Mischer	9
7.4 Spritzanlage	9
7.5 Prüfeinrichtung	9
8 Dosieren, Mischen und Lieferung des Betons	9
8.1 Dosieren und Mischen	9
8.2 Lieferung	9
8.2.1 Trockenspritzverfahren	9
8.2.2 Nassspritzverfahren	10
9 Ausführung der Spritzarbeiten	10
9.1 Spritzvorgang	10
9.2 Oberfläche des fertigen Spritzbetons	11
9.3 Nachbehandlung und Schutz	11
10 Geometrische Toleranzen	12
10.1 Allgemeines	12
10.2 Dicke	12
11 Überwachung	12
11.1 Allgemeines	12
11.2 Umfang der Überwachung der Ausführung	12
11.3 Überwachungsmaßnahmen, bezogen auf den Umfang der Überwachung	14
Anhang A (informativ) Anleitung für die Dokumentation	17
Literaturhinweise	19

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14487-2:2006) 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 April 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2007 zurückgezogen werden.

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, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Spritzbeton, der zur Bodensicherung, zur Instandsetzung und Verstärkung von bestehenden Tragwerken sowie für freistehende Konstruktionen verwendet wird.

Die Norm enthält Anforderungen an die Ausführung von Spritzbeton sowohl im Nassspritzverfahren als auch im Trockenspritzverfahren.

Die Norm gilt sowohl für temporäre als auch für permanente Tragwerke.

Die Norm berücksichtigt nicht Aspekte der Arbeitssicherheit bei der Ausführung.

Die Norm beinhaltet keine Anforderungen an die Qualitätssicherung und an die Qualifikation des Personals der verschiedenen Gewerke.

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

ENV 13670-1, *Ausführung von Betontragwerken — Teil 1: Allgemeine Regeln*

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 1504-10, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität — Teil 10: Anwendung von Produkten und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung*

EN 14487-1: 2005, *Spritzbeton — Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Konformität*

EN 14488-6, *Prüfverfahren für Spritzbeton — Teil 6: Dicke des Betons auf einem Untergrund*

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in EN 14487-1: 2005 angegebenen Begriffe.

4 Dokumentation

4.1 Projektbeschreibung

Die Projektbeschreibung muss alle erforderlichen Angaben und alle technischen Anforderungen hinsichtlich der Ausführung des Bauwerks enthalten.

Es sind mindestens folgende Angaben aufzuführen:

- Art des Projektes (Brücke, Haus, Straße, Bahnanlage, Wasserkraftanlage usw.);
- Zweck des Spritzbetonarbeiten (dauerhafter oder temporärer Untergrund zur Bodensicherung), (tragender oder nicht tragender Spritzbeton zur Instandsetzung);
- Überwachungsklasse nach EN 14487-1;
- Anforderungen hinsichtlich der Arbeitssicherheit;
- Qualifikationen des Personals;
- sofern erforderlich: Anforderungen an einen Qualitätssicherungsplan für die Ausführung;

ANMERKUNG 1 Ein Qualitätsplan für die Ausführung ist in der Regel für die Überwachungsklassen 2 und 3 erforderlich.

- maßgebende europäische technische Zulassungen und Bestimmungen, die für die Baustelle gelten;

ANMERKUNG 2 Die Bestimmungen, die für die Baustelle gelten, sind nationale Normen sowie Dokumente, die durch die in der Projektbeschreibung angegebene zuständige Behörde anerkannt wurden.

- Verfahren, wie bei Änderungen von Festlegungen vorzugehen ist;
- eine Liste der maßgebenden Planungsdokumente.

Für die Bodensicherung sind darüber hinaus folgende Angaben erforderlich:

- allgemeine Bodenverhältnisse (Art des Felsens und dessen Eigenschaften usw.);
- wesentliche Konstruktionsgrundsätze bei der Bodensicherung mit Spritzbeton;
- jegliche besonderen Ausführungsbedingungen (z. B. gefrorener Untergrund, Spritzen mit Druckluft, Sondermülldeponien).

Für die Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken sowie für freistehende Konstruktionen sind darüber hinaus folgende Angaben erforderlich:

- Anforderungen an die endgültige Oberflächenbeschaffenheit;
- Anforderungen an die Dicke;
- wesentliche Bemessungsgrundsätze und -verfahren.

ANMERKUNG 3 Der informative Anhang A enthält eine Checkliste hinsichtlich Anforderungen und Angaben, deren Aufnahme in die Projektspezifikation zweckmäßig sein könnte.

Vor Beginn jeglicher Ausführungsschritte muss die Projektbeschreibung für diese vollständig sein und zur Verfügung stehen. Die Projektbeschreibung sollte darüber hinaus Angaben hinsichtlich der Verteilung, Archivierung und Aufzeichnung der technischen Dokumente, die die Ausführung der Arbeiten betreffen, enthalten.

4.2 Dokumentation über die Ausführung

Sofern erforderlich, ist ein Qualitätssicherungsplan für die Ausführung der Arbeiten zu erstellen, in dem alle einschlägigen Bezugsdokumente aufgeführt sind. So weit zutreffend, ist auf die Anforderungen und Konformitätskriterien nach EN 14487-1 zu verweisen.

Die Ausführung des Spritzbetons ist entsprechend in dieser Norm nachfolgend und im Qualitätssicherungsplan festgelegten Anforderungen zu dokumentieren.

5 Vorbereitung der Arbeiten

5.1 Zur Bodensicherung

5.1.1 Vorbereitung des Untergrundes

Jeglicher brüchiger und loser Fels ist festlegungsgemäß zu entfernen.

Austretendes Grundwasser ist in Schläuchen, Rohren oder anderen Entwässerungssystemen zu sammeln, um eine Beeinträchtigung des Spritzbetons zu verhindern.

Alle vorgesehenen felsmechanischen Messeinrichtungen sind einzubauen.

5.1.2 Entfernung von Staub und Felstrümmern

Vor Beginn der Spritzarbeiten sind Staub, Felstrümmern und andere lose Ablagerungen mit Wasserstrahl zu entfernen.

5.1.3 Anfeuchten

Zusätzlich kann vor dem Auftrag des Spritzbetons ein Vornässen des Untergrunds notwendig werden. Dabei ist die Saugfähigkeit des Untergrundes ebenso zu berücksichtigen wie eine mögliche Beeinträchtigung des Spritzbetons.

5.1.4 Schutz gegen extreme Umgebungstemperaturen

Wenn die Spritzbetonarbeiten bei hohen oder niedrigen Temperaturen ausgeführt werden, sind besondere Vorkehrungen zu treffen, um die Güte des Spritzbetons sicherzustellen.

Ist zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags oder innerhalb der Nachbehandlungszeit mit Umgebungstemperaturen unter 0 °C zu rechnen, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um den Spritzbeton gegen Frostschädigungen im jungen Alter zu schützen.

Sind zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags oder innerhalb der Nachbehandlungszeit hohe Umgebungstemperaturen vorzusehen, sind Vorkehrungen zum Schutz des Betons gegen entsprechende Schädigungen zu treffen.

5.2 Instandsetzen und Verstärken von Tragwerken sowie Erstellung freistehender Konstruktionen

5.2.1 Gerüste, Lehrgerüste und Schalungen

Gerüste, Lehrgerüste und Schalungen müssen grundsätzlich ENV 13670-1 entsprechen.

Für die bei Spritzbetonarbeiten vorgesehenen Gerüste und Lehrgerüste sind darüber hinaus folgende Punkte zu berücksichtigen:

- alle auftretenden Lasten, einschließlich des erzeugten Rückpralls, müssen ohne übermäßige Verformungen aufgenommen werden;
- die Arbeitssicherheit des Düsenführers ist sicherzustellen;

- Gerüste und Lehrgerüste sind so aufzustellen, dass ein ausreichender Abstand zwischen der Spritzdüse und der Auftragfläche eingehalten wird (siehe 9.1);
- Gerüste und Lehrgerüste müssen den problemlosen Zugang zu den zu bearbeitenden Bauteilen ermöglichen.

Die Schalung für Spritzbeton muss so beschaffen sein, dass sich darin kein Rückprall ansammeln kann.

5.2.2 Vorbereitung des Untergrundes

Es ist wichtig, dass der Spritzbeton auf einen sorgfältig gereinigten, rauhen und fehlerfreien Untergrund aufgebracht wird. Für die Reinigung und das Aufrauen des Untergrunds sind vor allem Hochdruckwasserstrahl oder Sandstrahlverfahren zu empfehlen.

Für die Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken sind Betonuntergrund und Bewehrung nach EN 1504-10 vorzubereiten.

5.2.3 Vornässen des Untergrundes

Für die Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken ist der bestehender Betonuntergrund (bzw. Untergrund aus einem anderen porösen Material) vor Beginn der Spritzarbeiten entsprechend EN 1504-10 vorzunässen.

5.2.4 Schutz gegen extreme Umgebungstemperaturen

Schalungen und Bauteile, die mit dem Teil, auf den Spritzbeton aufgetragen werden soll, in Verbindung stehen, müssen eine solche Temperatur aufweisen, dass ein Gefrieren des Spritzbetons vermieden wird, bevor dieser eine ausreichende Gefrierbeständigkeit erreicht hat.

Ist zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags oder innerhalb der Nachbehandlungszeit mit Umgebungstemperaturen unter 0 °C zu rechnen, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um den Spritzbeton gegen Frostschädigungen im jungen Alter zu schützen.

Sind zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags oder innerhalb der Nachbehandlungszeit hohe Umgebungstemperaturen vorauszusehen, sind Vorkehrungen zum Schutz des Beton gegen entsprechende Schädigungen zu treffen.

6 Bewehrung

Als Bewehrung dürfen Stahlmatten, Stabstahl oder Fasern verwendet werden.

Zur Bodensicherung dürfen Gitterträger und Stahlrippen in den Spritzbeton nach einer separaten Materialbeschreibung eingebaut werden.

Stahlmatten oder Stabstahl, die als Bewehrung für Spritzbeton vorgesehen sind, müssen ENV 13670-1 entsprechen.

Stahl- oder Polymerfasern, die als Bewehrung eingesetzt werden, müssen EN 14889-1 bzw. EN 14889-2 entsprechen.

Ferner ist sicherzustellen, dass

- die Bewehrung so befestigt ist, dass sie während des Spritzvorgangs sich weder verschiebt noch vibriert;
- die Konstruktion und die Anordnung der Bewehrungsstäbe sind so anzupassen, dass beim Spritzvorgang Spritzschatten weitgehend vermieden werden und die Verdichtung des Spritzbetons verbessert wird.

- beim Einbau von zwei oder mehreren Lagen Bewehrungsmatten, die hintere Matte zuerst — vor Befestigung der vorderen Matte — mit Spritzbeton eingebettet wird (gilt nicht für Überlappungsbereiche). Die vordere Matte muss in einen Abstand größer als das 2-fache des Größtkorns von der zuvor aufgetragenen Spritzbetonschicht befestigt werden.
- die verwendete Pressluft durch geeignete Einrichtungen (z. B. Ölabscheider) ölfrei gehalten wird.

7 Ausrüstung

7.1 Lagerung von Materialien

Die Ausgangsstoffe sind so zu lagern und zu handhaben, dass sich ihre Eigenschaften z. B. durch Witterungseinflüsse, durch Vermischen oder durch Verunreinigung nicht wesentlich verändern, und dass die Übereinstimmung mit den geltenden Normen gegeben ist.

Vorratsbehälter sind deutlich zu kennzeichnen, um Verwechslungen bei der Verwendung der Ausgangsstoffe zu vermeiden.

Besondere Anweisungen der Lieferanten der Ausgangsstoffe sind zu beachten.

Für Probenahmen, z. B. aus Lagerhalden, Silos und Sammelbehältern, sind entsprechende Einrichtungen vorzusehen.

7.2 Dosiereinrichtung

Werkgemischte Trockenmischungen müssen prEN 1504-3 entsprechen. Für Betonmischungen, die auf der Baustelle hergestellt werden, muss die Dosiereinrichtung unter Praxisbedingungen die Einhaltung der in Tabelle 1 festgelegten höchstzulässigen Abweichungen ermöglichen.

Tabelle 1 — Höchstzulässige Abweichungen für die Dosierung der Ausgangsstoffe

Ausgangsstoff	Höchstzulässige Abweichungen % der festgelegten Menge	
	Überwachungsklasse 2	Überwachungsklasse 3
Zement	± 5 %	± 3 %
Wasser (nur für das Nassspritzverfahren)	± 5 %	± 3 %
Gesamtmenge an Gesteinskörnungen	± 5 %	± 3 %
Zusatzstoffe	± 5 %	± 3 %
Fasern	± 5 %	± 5 %
Zusatzmittel, die mit einem Anteil ≤ 5 %, bezogen auf den Zementgehalt bei der Betonherstellung im Mischer zugegeben werden,	± 7 %	± 5 %
Stoffe, die an der Spritzdüse zugegeben werden	± 10 %	± 5 %

ANMERKUNG Die Abweichung entspricht der Differenz zwischen dem Sollwert und dem Messwert.

Die Genauigkeit der Messeinrichtungen muss den einschlägigen nationalen Anforderungen bzw. den Bestimmungen, die am Einsatzort des Betons gelten, entsprechen. Sollten derartige Anforderungen nicht vorliegen, gelten die Festlegungen nach EN 206-1:2000, 9.6.2.2.

7.3 Mischer

Sowohl für das Nass- als auch für das Trockenspritzverfahren muss der Mischer in der Lage sein, eine gleichmäßige Verteilung der Ausgangsstoffe zu ermöglichen.

7.4 Spritzanlage

Bei Verwendung eines Erstarrungsbeschleunigers muss die Dosiereinrichtung sicherstellen, dass die Menge des Erstarrungsbeschleunigers innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen zulässigen Grenzen für Stoffe, die in der Spritzdüse zugegeben werden, liegt.

ANMERKUNG Da der Spritzbetonfluss üblicherweise zeitlich nicht konstant ist, ist die Zugabemenge des Erstarrungsbeschleunigers mit der Spritzbetonzufuhr zu synchronisieren.

Bei Verwendung von Stahl- oder Polymerfasern darf die Faserlänge 70 % des Innendurchmessers der Rohre oder der Schläuche nicht überschreiten, es sei denn, dass in einer Prüfung der Nachweis erbracht wurde, dass die Verwendung längerer Fasern nicht zu einem Verstopfen der Rohre bzw. Schläuche während des Spritzvorgangs führen würde.

7.5 Prüfeinrichtung

Alle für die Überwachung und Prüfung der Arbeitsgeräte, der Baustoffe und des Betons notwendigen Prüfeinrichtungen und -geräte sowie die zugehörigen Prüfanweisungen müssen bei Bedarf zur Verfügung stehen.

Die entsprechenden Prüfeinrichtungen müssen zum Zeitpunkt der Prüfung ordnungsgemäß kalibriert sein. Das Vorgehen bei der Prüfung ist aufzuzeichnen.

8 Dosieren, Mischen und Lieferung des Betons

8.1 Dosieren und Mischen

Zement, Gesteinskörnungen, Fasern, pulverförmige Zusatzmittel und Zusatzstoffe sind nach Massenanteilen zuzugeben. Andere Verfahren, einschließlich der Abmessung nach Volumen, sind zulässig, wenn die erforderliche Dosiergenauigkeit erreicht und dies dokumentiert wird.

Die Bestandteile sind so lange zu mischen, bis die Mischung ein gleichmäßiges Aussehen aufweist. Besondere Sorgfalt ist im Falle der Zugabe von Fasern aufzuwenden, um deren gleichmäßige Verteilung in der Mischung sicherzustellen.

Beton, der während des Transports und Entladung abgetrennt oder aus der Spritzanlage ausgeworfen wird, darf nicht wieder verwendet werden.

8.2 Lieferung

8.2.1 Trockenspritzverfahren

Um eine sachgerechte Verarbeitung der Trockenmischung über die gesamte Dauer des Spritzvorgangs sicherzustellen, sind geeignete Maßnahmen zu treffen,.

Trockenmischungen mit feuchten Gesteinskörnungen sind in der Regel innerhalb von 90 min nach dem Mischen aufzutragen. Übersteigt die Dauer des Spritzvorgangs 90 min, sind die Maßnahmen, durch die eine längere Verarbeitungszeit der jeweiligen Lieferung erreicht wird, im Voraus festzulegen und nachzuweisen.

Trockenmischungen mit ofentrockenen Gesteinskörnungen können für eine begrenzte Dauer gelagert werden; sie sind jedoch unmittelbar nach dem Mischen mit Wasser aufzutragen. Ofentrockene Stoffe sollten vor der Spritzdüse oder schon vor der Zuführung in die Spritzmaschine vorbefeuchtet werden.

Bei Verwendung von schnell erstarrendem Zement, ist das Verfahren der begrenzten Verarbeitungszeit der Mischung anzupassen.

Nachteilige Veränderungen der Trockenmischung, wie z. B. Entmischung, sind während des Beladens, Transports und Entladens sowie während der Handhabung auf der Baustelle zu vermeiden.

8.2.2 Nassspritzverfahren

Um eine sachgerechte Verarbeitung der Frischbetonmischung über die gesamte Dauer des Spritzvorgangs sicherzustellen, sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Die normale Verarbeitbarkeitszeit der Frischbetonmischung ist in Vorversuchen zu ermitteln. Erfordern die Spritzbetonarbeiten eine längere Verarbeitbarkeitszeit, ist diese durch zusätzliche Prüfungen nachzuweisen.

Nachteilige Veränderungen der Frischbetonmischung wie z.B. Entmischung, Wasserabsonderung, Verlust von Zementleim sowie alle anderen Veränderungen sind während des Beladens, Transports und Entladens sowie während der Handhabung auf der Baustelle zu vermeiden.

9 Ausführung der Spritzarbeiten

9.1 Spritzvorgang

Für den Spritzvorgang gelten folgende allgemeine Regeln.

Vor Beginn der Spritzarbeiten ist immer die Betontemperatur und die Konsistenz der Frischbetonmischung auf der Baustelle zu prüfen.

Beim Einstellen der Düse bzw. des Spritzbetonvorgangs (Luftdruck, Beschleuniger und Betonfluss) muss die Düse immer vom Untergrund wegweisen.

Spritzbeton muss so zusammengesetzt und verarbeitet werden, dass der Rückprall minimiert wird. Maßgebende Faktoren, die den Rückprall beeinflussen, sind die Betonzusammensetzung, der Spritzwinkel und die Entfernung der Düse zum Untergrund, die Dosierung des Beschleunigers, die Auftragfläche im Tunnel, usw.

Soweit möglich, ist die Spritzdüse senkrecht zur Auftragfläche zu führen, um eine Spritzbetonschicht mit optimaler Dichte und Dicke herzustellen, die Bewehrung vollständig einzubetten und den Rückprall zu minimieren. Verschiebungen oder Abgleiten des aufgetragenen Spritzbetons darf nicht auftreten. Abweichungen vom optimalen Düsenabstand und Spritzwinkel können zu erhöhtem Rückprall und zu einer Verringerung der Spritzbetongüte führen.

Der Abstand zwischen der Spritzdüse und der Auftragfläche richtet sich nach den Randbedingungen auf der Baustelle und danach, wie sich eine gute Verdichtung, eine volle Einbettung der Bewehrung und ein möglichst geringer Rückprall erzielen lassen. Zur Bodenverfestigung wird in der Regel ein Abstand von 1 m bis 2 m empfohlen. Die festgelegte Dicke des Spritzbetons kann den Einbau in zwei oder mehreren Schichten erfordern, um ein Absacken oder Abrutschen des Spritzbetons zu verhindern. Dies gilt insbesondere bei Überkopparbeiten.

Die Dicke der einzelnen Spritzbetonschichten hängt von mehreren Parametern ab und soll entsprechend den Randbedingungen auf der Baustelle und der Betonzusammensetzung festgelegt werden. Die Schichtdicke kann durch die Verwendung von Zusatzmitteln (z. B. von Erstarrungsbeschleunigern), Zusatzstoffen (z. B. Silikastaub) oder schnell abbindendem Zement erhöht werden.

Eine nachfolgende Schicht darf erst dann aufgetragen werden, wenn die vorherige Schicht ausreichend tragfähig ist.

Falls zwischen dem Einbau der einzelnen Schichten, die zum Erreichen der festgelegten Gesamtdicke erforderlich sind, ein längerer Zeitraum liegt, ist die jeweils letzte Spritzbetonschicht entsprechend Abschnitt 5 durch Druckluft, Hochdruckwasserstrahl, Bürsten oder Sandstrahlen zu reinigen und vorzunässen.

Bei Spritzbetonarbeiten auf unregelmäßige oder raue Felsoberflächen (überwiegend beim Sprengvortrieb) kann eine zusätzliche Glattschicht festgelegt werden. Ist dies der Fall, ist die Glattschicht zuerst einzubauen.

Der eingebaute Spritzbeton muss eine gleichmäßige Zusammensetzung aufweisen; Rückprall darf nicht mit eingespritzt werden.

Vor dem Auftrag des Spritzbetons sind Spritzbetonüberstände und loser Rückprall vom Untergrund und von den angrenzenden Bereichen zu entfernen.

Beim Einspritzen der Bewehrung sind die Auswirkungen von Rückprall und Spritzschatten sorgfältig zu berücksichtigen. Obwohl sich Spritzschatten nicht vollständig vermeiden lassen, sollen Anstrengungen unternommen werden, um mögliche negative Auswirkungen der Spritzschatten auf ein Minimum zu beschränken. Insbesondere sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Es ist sicherzustellen, dass die Geschwindigkeit des Luftstroms um die Stäbe ausreichend ist. Um dies zu erreichen, ist entweder ein geeigneter Abstand zwischen der Spritzdüse und den Bewehrungsstäben einzuhalten oder es ist der Spritzbeton mit höherer Fördergeschwindigkeit aufzutragen.
- Die Einbettung der Bewehrung ist möglichst rasch erfolgen. Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass die erforderliche Betondeckung der Bewehrung erreicht wird. Dabei ist zu beachten, dass hinsichtlich der Betondeckung bei einer rau gespritzten Oberflächen die gleichen Anforderungen wie bei einem Beton in glatter Schalung gelten.
- Bei Stahlfaserspritzbeton, der auf andere Bewehrungen aufgetragen wird, ist eine eingeschränkte Verdichtung zu vermeiden.
- Vorgenässter Untergrund darf kein abfließendes Wasser aufweisen.

9.2 Oberfläche des fertigen Spritzbetons

Da sich eine Bearbeitung der Oberfläche des frisch aufgetragenen Spritzbetons nachteilig auf den Verbund und die Festigkeit des Spritzbetons auswirken kann, muss im Allgemeinen die Oberfläche spritzrau belassen werden. Eine Oberflächenbearbeitung darf in der Regel nur erfolgen, wenn die Eigenschaften des Spritzbetons dies erlauben und der Vorgang dokumentiert wird.

Wird eine besondere Oberflächenstruktur gefordert, kann in einem zusätzlichen Arbeitsgang z. B. eine Abschlusschicht aufgebracht werden, die dann entsprechend der gewünschten Oberflächenstruktur bearbeitet wird.

9.3 Nachbehandlung und Schutz

Der Spritzbeton ist nachzubehandeln, um das Fröhschwinden auf ein Minimum zu beschränken, sowie um eine ausreichende Dauerhaftigkeit und Haftung zwischen den Spritzbetonschichten sicherzustellen.

Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Oberfläche des Spritzbetons unverzüglich nachzubehandeln. Dies gilt auch für Spritzbetoneinbau in mehreren Schichten, sofern die darauf folgende Schicht erst nach einem Zeitraum von mehr als 2 Stunden eingebaut werden soll.

Für Spritzbeton, der ausschließlich den Expositionsklassen X0 oder XC1 ausgesetzt sein wird, beträgt die Nachbehandlungsdauer mindestens 12 h, vorausgesetzt, dass die Temperatur der Betonoberfläche ≥ 5 °C ist.

Enthalten nationale Normen oder die Bestimmungen, die auf der Baustelle gelten, keine weiteren Anforderungen, gilt Folgendes:

- Spritzbeton, der anderen Expositionsklassen als X0 oder XC1 ausgesetzt sein wird, ist so lange nachzubehandeln, bis die Festigkeit des Spritzbetons mindestens 50 % der festgelegten Druckfestigkeitsklasse erreicht hat. Spritzbeton nach Zusammensetzung ist mindestens für einen äquivalenten Zeitraum nachzubehandeln.
- In nationalen Normen oder Bestimmungen, die auf der Baustelle gelten, darf die oben aufgeführte Anforderung in einen entsprechend fest definierten Zeitraum umgewandelt werden.

Die Nachbehandlung darf mit einem flüssigem Nachbehandlungsmittel erfolgen, das auf die Betonoberfläche gespritzt wird, oder mit einem Zusatzmittel, das beim Mischen des Betons zugegeben wird. Ein aufgetragenes flüssiges Nachbehandlungsmittel ist vor dem Aufbringen einer weiteren Spritzbetonschicht zu entfernen. Die Wirkung des Nachbehandlungsmittels ist vorab in einer Eignungsprüfung oder andere einschlägige Überprüfungen nachzuweisen.

Hierzu sind auch vor Beginn der Spritzbetonarbeiten auf der Baustelle Prüfungen der Verbundfestigkeit zwischen einzelnen (mit Nachbehandlungsmitteln versehenen) Spritzbetonschichten durchzuführen. Bei einem Wechsel des flüssigen Nachbehandlungsmittels sind diese Verbundprüfungen auf der Baustelle ebenfalls durchzuführen.

Beim Einbau von Spritzbeton bei kalter Witterung, auf gefrorenem Fels oder Boden sind Maßnahmen zum Schutz gegen Frost zu ergreifen. Diese Schutzmaßnahmen dürfen erst entfernt werden, wenn der Spritzbeton eine Druckfestigkeit von mindestens 5 MPa erreicht hat.

10 Geometrische Toleranzen

10.1 Allgemeines

Sofern geometrische Toleranzen festzulegen sind, gilt ENV 13670-1.

10.2 Dicke

Es sind Vorkehrungen zu treffen, die eine Überprüfung der Schichtdicken während des Spritzvorgangs ermöglichen. Hierzu können Abstandshalter, Einbauteile, Führungsdrähte und Profileleisten zweckmäßig sein.

Sofern festgelegt ist die Dicke von Spritzbeton nach EN 14488-6 zu bestimmen.

Im Falle von Faserspritzbeton ist die Dicke vor dem Einbau einer weiteren, faserfreien Schicht zu überprüfen.

Die Häufigkeit der Dickenüberprüfung ist in der Projektbeschreibung anzugeben.

11 Überwachung

11.1 Allgemeines

Durch die Überwachung ist sicherzustellen, dass die Spritzbetonarbeiten in Übereinstimmung mit dieser Norm und mit den Festlegungen der Projektbeschreibung durchgeführt werden.

Der Umfang der Überwachung hängt von der nach EN 14487-1 festgelegten Überwachungskategorie ab.

Für die Prüfung der Ausgangsstoffe, der Grundmischung und des Spritzbetons gilt EN 14487-1.

Ausgangsstoffe mit CE-Kennzeichnung oder durch eine unabhängige Stelle zertifizierte Stoffe, sind mit den Angaben im Lieferschein zu vergleichen und wie üblich zu überwachen. Im Zweifelsfall sind weitere Überprüfungen durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Produkte der Spezifikation entsprechen. Andere Produkte sind den in der Projektbeschreibung festgelegten Überwachungen und Abnahmeprüfungen zu unterziehen.

11.2 Umfang der Überwachung der Ausführung

Sofern in der Projektbeschreibung nichts anderes festgelegt wird, gilt Tabelle 2 für den Umfang der durchzuführenden Überwachungen.

Tabelle 2 — Umfang der Überwachung

Gegenstand	Überwachungs-kategorie 1	Überwachungs-kategorie 2	Überwachungs-kategorie 3
Überwachungsplanung	Keine Anforderungen	Überwachungs- und Prüfplan, Verfahren und Anweisungen wie festgelegt. Maßnahmen, die bei Nichtkonformität zu ergreifen sind.	
Gerüste, Lehrgerüste und Schalungen	Sichtprüfung	Wesentliche Gerüste und Schalungen sind vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.	Alle Gerüste und Schalungen sind vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.
Vorbereitung des Untergrundes und Vornässen	Sichtprüfung	Wesentliche Flächen sind vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.	Alle Flächen sind vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.
Schutz gegen extreme Umgebungstemperaturen	Sichtprüfung und Temperaturmessungen		
Bewehrung	Sichtprüfung und stichpunktartige Messung	Die Hauptbewehrung ist vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.	Die gesamte Bewehrung ist vor Ausführung der Spritzbetonarbeiten zu überprüfen.
Eingebettete Bauteile	Sichtprüfung	Nach der Projektbeschreibung.	
Lagerung der Baustoffe	Sichtprüfung		
Dosiereinrichtung	Sichtprüfung	Überprüfung der Prüfdokumentation des Lieferers.	Stichpunktartige Kontrolle der Dosierung der Ausgangsstoffe.
Mischer	Sichtprüfung		
Spritzanlage	Sichtprüfung	Überprüfung der Prüfdokumentation des Lieferers.	Stichpunktartige Messung des Durchsatzes und Kontrolle der Dosierung des Beschleunigers.
Prüfeinrichtung	Sichtprüfung		
Dosieren und Mischen	Sichtprüfung		
Lieferung des Betons	Sichtprüfung	Stichpunktartige Kontrolle der Verarbeitungszeit (Trockenmischungen) und Verarbeitbarkeitszeit (Frischbetonmischungen)	
Spritzen des Betons	Sichtprüfung		
Oberflächenbearbeitung	Sichtprüfung		
Nachbehandlung und Schutz des Betons	Sichtprüfung	Stichpunktartige Messung der Temperatur und der Luftfeuchte zum Zeitpunkt des Spritzvorgangs und während der Nachbehandlung.	Häufige Messungen der Temperatur und der Luftfeuchte zum Zeitpunkt des Spritzvorgangs und während der Nachbehandlung.
Geometrie der fertigen Bauteile	Sichtprüfung	Nach der Projektbeschreibung	
Dokumentation der Überwachung	Aufzeichnungen aller ungewöhnlichen Ereignisse. Alle Mängel und Berichte über Korrekturmaßnahmen.	Alle Planungsunterlagen. Aufzeichnungen aller Überprüfungen. Alle Mängel und Berichte über Korrekturmaßnahmen.	

11.3 Überwachungsmaßnahmen, bezogen auf den Umfang der Überwachung

Tabelle 3 — Überwachungsmaßnahmen, bezogen auf den Umfang der Überwachung

X: Gilt in der Regel

Überwachungsmaßnahmen	Boden-sicherung	Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken		Freistehende Konstruktionen
Planung der Überwachung	X	X	X	X
Gerüste, Lehrgerüste und Schalungen				
Geometrie und Stabilität der Schalungen		X	X	X
Dichtheit der Schalungen		X	X	X
Entfernung von Staub, Felstrümmern u. Ä. von dem Abschnitt, auf dem der Spritzbeton einzubauen ist		X	X	X
Vorbereitung der Oberfläche der Schalung		X	X	X
Beurteilung vor dem Ausschalen, ob eine ausreichende Betonfestigkeit erreicht wurde		X	X	X
Vorbereitung des Untergrundes und Vor-nässen				
Befreiung des Felsens von anhaftendem losem Material nach der Projektbeschreibung	X			
Sauberer, mattsfeuchter Untergrund, jedoch ohne fließendes Wasser	X	X	X	
Einbau felsmechanischer Messeinrichtungen	X			
Falls erforderlich: Abschlauchung von Grundwasser	X			
Schutz gegen extreme Umgebungstempe-raturen				
Schutz gegen Frost	X	X	X	X
Schutz gegen hohe Temperaturen, extremen Luftzug usw.	X	X	X	X
Bewehrung				
Matten und Stäbe				
Art und Anordnung in Übereinstimmung mit den Zeichnungen und der Projektbeschrei-bung	X	X	X	X
Ordnungsgemäße Befestigung und Siche-rung gegen Verschiebung während des Spritzvorgangs	X	X	X	X
Keine Verunreinigung durch schädliche Sub-stanzen (Öl, Fett, Farbe usw.)	X	X	X	X

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Überwachungsmaßnahmen	Boden- sicherung	Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken		Freistehende Konstruktionen
Ausreichender Abstand zwischen den Stäben, um eine ordnungsgemäße Verdichtung des Spritzbetons zu ermöglichen	X	X	X	X
Keine unnötigen Überlappungen zwischen den Stäben	X	X	X	X
Betondeckung in Übereinstimmung mit der Projektbeschreibung	X	X	X	X
Stahl- und Kunststofffasern				
Art und Gehalt in Übereinstimmung mit der Projektbeschreibung	X	X	X	X
Einbauteile				
Art und Anordnung in Übereinstimmung mit den Zeichnungen und der Projektbeschreibung		X	X	X
Ordnungsgemäße Befestigung und Sicherung gegen Verschiebung während des Spritzvorgangs		X	X	X
Lagerung der Materialien				
Schutz gegen Feuchte	X	X	X	X
Keine Verunreinigung durch schädliche Substanzen	X	X	X	X
Dosiereinrichtung	X	X	X	X
Mischer	X	X	X	X
Spritzanlage				
Genauigkeit der Dosiereinrichtung des Erstarrungsbeschleunigers	X	X	X	X
Prüfeinrichtung				
Sichtprüfung	X	X	X	X
Lieferung des Betons				
Überprüfung, dass die festgelegte Verarbeitungszeit bzw. Verarbeitbarkeitszeit nicht überschritten wird	X	X	X	X
Überprüfung der Homogenität des Spritzgutes bei Zufuhr in die Spritzanlage	X	X	X	X
Spritzen des Betons				
Ausreichende Druckluftzufuhr, um eine gute Verdichtung zu erzielen	X	X	X	X
Ausreichend niedrige Dosierung des Erstarrungsbeschleunigers, um eine Klumpung des Betons auf der Bewehrung zu verhindern	X	X	X	X

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Überwachungsmaßnahmen	Boden- sicherung	Instandsetzung und Verstärkung von Tragwerken		Freistehende Konstruktionen
Gut eingestellter Spritzabstand und Änderung des Spritzwinkels, wenn erforderlich	X	X	X	X
Oberflächenbearbeitung				
Überprüfung, dass die Oberflächenbearbeitung in Übereinstimmung mit der Projektbeschreibung durchgeführt wurde		X	X	X
Nachbehandlung und Schutz				
Überprüfung, dass die Nachbehandlung des Spritzbetons wie festgelegt erfolgt	X	X	X	X
Aufgespritzte flüssige Nachbehandlungsmittel wurden in Übereinstimmung mit der Projektbeschreibung vor dem Einbau einer weiteren Spritzbetonschicht entfernt	X	X	X	X
Geometrie der fertigen Bauteile				
Messung der Dicke	X	X	X	X
Dokumentation	X	X	X	X

Anhang A (informativ)

Anleitung für die Dokumentation

Tabelle A.1 enthält eine Zusammenfassung der Angaben, die – soweit zutreffend - in die Projektbeschreibung aufgenommen werden sollten, um die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen.

Tabelle A.1 — Checkliste für die Angaben, die die Projektbeschreibung enthalten sollte

Abschnitt	Text	Verweis
1 Anwendungsbereich	Festlegung von genauen Projektanforderungen	4.1
	Festlegung von Anforderungen an Gesundheit und Sicherheit	
	Festlegung von Anforderungen an die Qualifizierung des Personals	
	Festlegung der Verantwortlichkeiten, sofern zutreffend	
2 Normative Verweisungen	Ergänzung durch alle nationalen Normen oder Bestimmungen, die für die Baustelle gelten	2
3 Dokumentation	Festlegung aller erforderlichen technischen Angaben in der Projektbeschreibung	4.1
	Angabe von nationalen Bestimmungen, die zu beachten sind	
	Aufnahme eines Verfahrens für Änderungen in der Projektbeschreibung	
	Anforderung an die Verteilung von Dokumenten	
	Angabe, ob ein Qualitätsplan erforderlich ist	
	Angabe, ob eine Dokumentation der Ausführung erforderlich ist	
4 Vorbereitungen	Festlegungen hinsichtlich des Auftrags von Trennmitteln	5.2.1
	Festlegung von Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit, besondere Oberflächenbearbeitungen oder Versuchsplatten	9.2
5 Bewehrung	Festlegung der Bewehrungsarten	6
	Festlegung hinsichtlich des Betonstahls	
	Bereitstellung von Schneide- und Biegeplänen oder Vorgabe, dass dies die Aufgabe des Bauausführenden ist	
	Falls eine Biegung der Bewehrung bei Temperaturen unter -5 °C zulässig ist: Angabe der erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen	
	Angabe, ob Warmbiegen zulässig ist	
	Festlegung von Anforderungen hinsichtlich des Rückbiegens von gebogenen Stäben	
	Festlegungen für das Schweißen der Bewehrung	
	Bestätigung, dass das Punktschweißen zulässig ist	
	Festlegungen hinsichtlich der Bewehrungsstöße	
	Anordnung der Bewehrung, einschließlich der Stöße	
6 Einrichtung	Festlegung von Anforderungen an die Lagerung der Ausgangsstoffe	7.1

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Text	Verweis
7 Ausführung der Spritzbetonarbeiten	Überprüfung, dass alle erforderlichen Betoneigenschaften festgelegt wurden	4.1
	Angabe, ob Spritzversuche erforderlich sind	9.2
	Angabe aller zusätzlichen Anforderungen an die Betonoberfläche	9.3
	Angaben für die Umrechnung der prozentualen Druckfestigkeit in eine Zeitdauer (Nachbehandlungsdauer)	
	Angabe aller Einschränkungen für Nachbehandlungsmittel auf der Betonoberfläche	5.2.4
	Angabe, ob höhere Maximaltemperaturen zulässig sind	
8 Geometrische Toleranzen	Angabe aller ästhetischen Anforderungen	10
9 Überwachung	Festlegung der Überwachungskategorie und der für die Überwachung zuständigen Stelle	11.1
	Festlegungen, hinsichtlich des Überwachungspersonals	
	Festlegung von Überwachungen und Abnahmeprüfungen für Produkte ohne CE-Kennzeichnung oder Zertifizierung durch eine unabhängige Stelle	

Literaturhinweise

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