

Spritzbeton

Herstellung und Güteüberwachung

DIN
18 551

Shotcrete; Production and quality control
 Béton projeté; fabrication et contrôle de qualité

Ersatz für Ausgabe 07.79

Diese Norm wurde vom Fachbereich VII Beton- und Stahlbeton/Deutscher Ausschuß für Stahlbeton des NABau ausgearbeitet.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	5.3 Schalung	5
2 Begriffe	2	5.4 Abmessen, Mischen und Fördern	5
2.1 Baustoffe	2	5.5 Herstellen von Spritzbeton	5
2.1.1 Spritzbeton	2	5.6 Arbeitsfugen	6
2.1.2 Spritzmörtel	2	5.7 Nachbehandlung	6
2.1.3 Bereitstellungsgemisch	2	6 Nachweis der Güte des Spritzbetons	6
2.1.4 Spritzgemisch	2	6.1 Eignungsprüfung	6
2.2 Förderung, Geräte, Verfahren	2	6.1.1 Allgemeines	6
2.2.1 Dünnstromförderung	2	6.1.2 Eignung des Spritzbetons	6
2.2.2 Dichtstromförderung	2	6.1.3 Eignung des Bereitstellungsgemischs	6
2.2.3 Trockenspritzverfahren	2	6.2 Güteprüfung	6
2.2.4 Naßspritzverfahren	2	7 Überwachung	6
2.2.5 Spritzdüse	2	8 Bemessung	7
2.3 Rückprall	2	8.1 Allgemeines	7
2.4 Untergrund	2	8.2 Formänderungen	7
2.5 Auftragflächen	2	8.3 Zusammenwirken zwischen alten Betonbauteilen und neuem Spritzbeton	7
2.6 Spritzrauheit	2	8.3.1 Allgemeines	7
2.7 Verbundmittel	2	8.3.2 Nachweis des Verbundes	7
3 Personal und Ausstattung der Unternehmen	4	8.3.3 Gesamtquerschnitt	7
4 Anforderungen	4	8.3.4 Verminderte Schubdeckung	7
4.1 Allgemeines	4	8.4 Verbundmittel zwischen bestehenden Bauteilen und Spritzbeton	7
4.2 Ausgangsstoffe	4	8.4.1 Allgemeines	7
4.2.1 Zement	4	8.4.2 Mindestquerschnitt	7
4.2.2 Zuschlag	4	8.4.3 Bemessung	8
4.2.3 Zugabewasser	4	8.5 Bemessung von Stützenverstärkungen	8
4.2.4 Betonzusatzmittel	4	8.6 Verankerungen	8
4.2.5 Betonzusatzstoffe	4	8.7 Bauliche Durchbildung	8
4.3 Bereitstellungsgemische	4	Zitierte Normen und andere Unterlagen	13
4.4 Bewehrung	4	Frühere Ausgaben	13
4.5 Anforderungen an den Frischbeton	4	Änderungen	13
4.5.1 Zusammensetzung	4	Erläuterungen	13
4.5.2 Konsistenz	5		
4.6 Anforderungen an die Auftragfläche	5		
5 Verarbeiten	5		
5.1 Vorbehandlung der Auftragflächen	5		
5.2 Einbau der Bewehrung	5		

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Deutscher Ausschuß für Stahlbeton

1 Anwendungsbereich und Zweck

(1) Diese Norm gilt für Bauteile aus bewehrtem oder unbewehrtem Normal- oder Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge nach DIN 1045, DIN 4219 Teil 1 und Teil 2 sowie DIN 4227 Teil 1, Teil 2, Teil 4 und Teil 6, der im Spritzverfahren aufgetragen und dabei verdichtet wird. Sie gilt ferner für Bauteile, die im Spritzverfahren verstärkt oder instandgesetzt werden.

(2) Sie gilt auch für Spritzbeton für die Gebirgssicherung und die Auskleidung von Hohlraumbauten des konstruktiven Ingenieurbaus sowie für Spritzmörtel, sofern dieser für die Herstellung tragender Bauteile verwendet wird.

(3) Für Spritzbeton mit Stahlfasern wird auf das DBV-Merkblatt Stahlfaserspritzbeton, Fassung 02.84, verwiesen.

2 Begriffe

2.1 Baustoffe

2.1.1 Spritzbeton

Spritzbeton ist Beton, der in einer geschlossenen, überdruckfesten Schlauch- oder Rohrleitung zur Einbaustelle gefördert und dort durch Spritzen aufgetragen und dabei verdichtet wird.

2.1.2 Spritzmörtel

Spritzmörtel ist Zementmörtel mit Betonzuschlag bis höchstens 4 mm, bei gebrochenem Zuschlag bis höchstens 5 mm, der wie Spritzbeton hergestellt wird.

2.1.3 Bereitstellungsgemisch

(1) Bereitstellungsgemisch ist die Mischung aller oder eines Teiles der Ausgangsstoffe in der jeweils festgelegten Zusammensetzung, die werkmäßig oder auf der Baustelle hergestellt und für die Verarbeitung in der Spritzmaschine bereitgestellt wird.

(2) Das Bereitstellungsgemisch kann bestehen aus

- Trockenbeton TR,
- Erdfeuchtem Beton (Transportbeton TBe oder Baustellenbeton BBe),
- Naßgemisch (Transportbeton TBn oder Baustellenbeton BBn).

2.1.4 Spritzgemisch

Spritzgemisch ist jenes Gemisch, das die Spritzdüse verläßt.

2.2 Förderung, Geräte, Verfahren

Siehe Bild 1.

2.2.1 Dünnstromförderung

Dünnstromförderung bezeichnet eine pneumatische Förderung des Bereitstellungsgemisches, gegebenenfalls mit Zusätzen, zur Einbaustelle.

2.2.2 Dichtstromförderung

Dichtstromförderung bezeichnet eine Pumpförderung des Bereitstellungsgemisches, gegebenenfalls mit Zusätzen, zur Einbaustelle.

2.2.3 Trockenspritzverfahren

Beim Trockenspritzverfahren wird in der Regel erdfeuchter Transportbeton oder Baustellenbeton oder Trockenbeton durch eine Spritzmaschine der Förderleitung zugeführt und im Dünnstrom mit Druckluft zur Spritzdüse gefördert, wo das Zugabewasser, gegebenenfalls mit Betonzusätzen, beigemischt wird.

2.2.4 Naßspritzverfahren

Beim Naßspritzverfahren wird in der Regel Transportbeton oder Baustellenbeton mit w/z -Wert nach Eignungsprüfung oder Trockenbeton nach Wasserzugabe der Förderleitung zugeführt und entweder im Dünnstrom mit Spritzmaschine oder im Dichtstrom mit Pumpe zur Spritzdüse gefördert.

2.2.5 Spritzdüse

Die Spritzdüse ist der Endbereich der Förderleitung; dort können über einen Mischkörper Wasser, Luft und Zusätze unter Druck zugegeben werden. Beim Trockenspritzverfahren werden Zugabewasser und gegebenenfalls flüssige Betonzusatzmittel zugegeben, beim Naßspritzverfahren flüssige Betonzusatzmittel und gegebenenfalls Druckluft; letztere wird als Treibluft bezeichnet.

2.3 Rückprall

Rückprall ist derjenige Teil des Spritzgemisches, der beim Spritzen nicht an der Auftragfläche haftet. Der Rückprall verändert die Zusammensetzung des Spritzbetons gegenüber dem Spritzgemisch; Zusammensetzung und Menge des Rückpralls hängen von vielen Einflußgrößen ab.

2.4 Untergrund

Untergrund sind jene Bau-, Fels- und Erdkörper oder Schalungen, auf die der Spritzbeton aufgetragen wird.

2.5 Auftragflächen

(1) Auftragflächen sind jene Teile der Oberfläche des Untergrunds, auf die der Baustoff Spritzbeton aufgetragen wird.

(2) Hinsichtlich des Verbunds zwischen der Auftragfläche und dem Spritzbeton ist zu unterscheiden zwischen Auftragflächen, auf denen der Spritzbeton

- a) entsprechend der Annahme im Standsicherheitsnachweis oder aus Gründen des Brandschutzes fest und dauerhaft haften muß (z. B. Betonflächen unterschiedlichen Alters, bereits vorher eingebrachte Spritzbetonlagen, Mauerwerk, Felsflächen, Stahl)
- b) nicht haften soll, auch nicht vorübergehend, z. B. auf Schalungen, sowie
- c) nicht haften kann oder bei denen eine etwaige Haftung ohne Belang ist, z. B. auf Bauteilen aus Holz oder auf Erdboden.

(3) Bei verlorenen Schalungen als Auftragflächen hängt es von deren Werkstoff und Vorbehandlung ab, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang der Spritzbeton haftet.

2.6 Spritzrauheit

Spritzrauheit ist die Beschaffenheit der ohne Bearbeitung belassenen Oberfläche des Spritzbetonbauteils.

2.7 Verbundmittel

Verbundmittel dienen zur Sicherung des Verbundes zwischen der Auftragfläche nach Abschnitt 2.5 Absatz (2) a) und dem Spritzbeton.



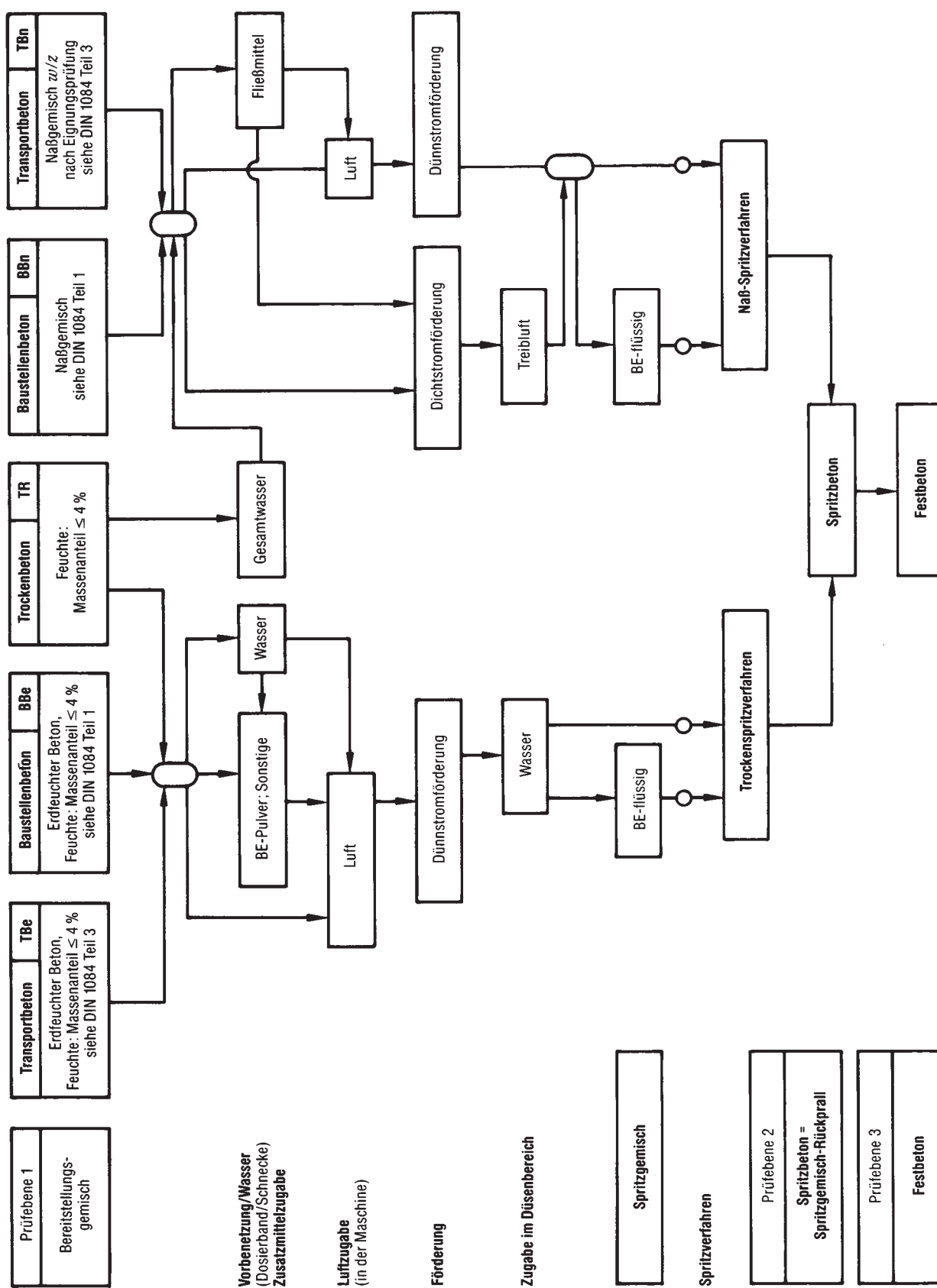


Bild 1. Prinzipien der Verfahrensabläufe und Prüfebenen für Spritzbeton

3 Personal und Ausstattung der Unternehmen

- (1) Es gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 5, sinngemäß.
- (2) Die Eigenschaften des Spritzbetons werden maßgeblich durch die Qualifikation des Bedienungspersonals bestimmt. Insbesondere der Düsenführer muß ausreichende Erfahrungen und Kenntnisse in den Besonderheiten der Verfahrenstechnik besitzen und entsprechend geschult sein.

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Für die Herstellung, Verarbeitung und Überwachung gelten unabhängig von der Festigkeitsklasse die Bedingungen für Beton B II.

4.2 Ausgangsstoffe

4.2.1 Zement

- (1) Es ist Zement nach DIN 1164 Teil 1, Teil 100, oder bauaufsichtlich zugelassener Zement zu verwenden.
- (2) Bei Spritzbeton mit Beschleunigern (BE) ist eine geeignete Kombination von Zement und Zusatzmittel in der Eignungsprüfung zu ermitteln. An der vorgesehenen Kombination von Zement und Beschleuniger sind unter Berücksichtigung der möglichen baupraktischen Verhältnisse, wie z.B. der Temperatur, Eignungsprüfungen durchzuführen. Erforderlichenfalls können zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Gleichmäßigkeit beider Ausgangsstoffe sowie bezüglich der Einhaltung des Beginns und des Endes der Erstarrung vereinbart werden.

4.2.2 Zuschlag

- (1) Es ist Betonzuschlag nach DIN 4226 Teil 1 oder Teil 2 zu verwenden. Der Zuschlag soll gemischtkörnig sein.
- (2) Es kann eigenfeuchter und ofentrockener Zuschlag verwendet werden. Eine gleichmäßige Eigenfeuchte des Zuschlags, besonders des Sandes, ist beim Trockenspritzverfahren im allgemeinen erforderlich; sie muß ein einwandfreies Mischen und Fördern gestatten. Die festgelegte Eigenfeuchte der Zuschläge ist mit einer Grenzabweichung des Massenanteiles von $\pm 1\%$ einzuhalten. Falls erforderlich, ist der Einfluß der Witterung durch geeignete Schutzmaßnahmen auszuschließen.
- (3) In Sonderfällen können erhöhte Anforderungen an den Zuschlag gestellt werden.

4.2.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muß den Festlegungen von DIN 1045 genügen.

4.2.4 Betonzusatzmittel

- (1) Betonzusatzmittel müssen die Anforderungen von DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.3.1 erfüllen.
- (2) Aufgrund der Eignungsprüfungen nach Abschnitt 4.2.1 Absatz (2) sind für die Beschleuniger (BE) Schwankungsbreite und Höchstzugabemenge für den vorgesehenen Beton festzulegen. Die Höchstzugabemenge darf die im Prüfbescheid des IfBt¹⁾ höchstzulässige Zusatzmenge nicht überschreiten.

4.2.5 Betonzusatzstoffe

Betonzusatzstoffe müssen die Anforderungen von DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.3.2 erfüllen.

4.3 Bereitstellungsgemische

- (1) Für vorgefertigte Bereitstellungsgemische gelten zusätzlich zu den Anforderungen an die Ausgangsstoffe nach Abschnitt 4.2 die folgenden Absätze (2) bis (5).
- (2) Trockenbeton muß der DAfStb-Richtlinie für die Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel entsprechen.
- (3) Abweichend von Absatz (2) dürfen die in der Richtlinie vorgesehenen Prüfungen bei einer Frischbetontemperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ durchgeführt werden. Wenn zwischen Hersteller und Abnehmer keine abweichenden Festlegungen getroffen werden, so ist dabei ein w/z -Wert von 0,60 zugrunde zu legen und für Trockenbeton für das Trockenspritzverfahren eine Konsistenz im Bereich KP (plastisch) bis KR (weich) und für Trockenbeton für das Naßspritzverfahren eine Konsistenz im Bereich KR (weich) bis KF (fließfähig). Die bei dieser Prüfung erzielten Festigkeiten müssen unter Berücksichtigung eines Vorhaltemaßes von 5 N/mm^2 einer Festigkeitsklasse nach DIN 1045/07.88, Tabelle 1 zugeordnet werden. Wird Trockenbeton mit Beschleuniger (BE) verwendet, so dürfen mit der fremdüberwachenden Stelle besondere Prüfbedingungen vereinbart werden.
- (4) Wird Trockenbeton als Siloware geliefert, so darf dessen Feuchte einen Massenanteil von im Mittel 0,4 % (Einzelwerte 0,5 %) aufweisen, wenn nachgewiesen wird, daß eine Verwendungsfähigkeit von 3 Monaten besteht.
- (5) Bereitstellungsgemische mit feuchten Zuschlägen müssen verarbeitbar, d.h. rieselfähig angeliefert werden. Im Einzelfall muß die Obergrenze ihrer zulässigen Eigenfeuchte ermittelt und die größte Zeitspanne für die Verarbeitung festgelegt werden. Die Eigenfeuchte des Bereitstellungsgemisches TBe, BBe muß in Abhängigkeit vom Spritzverfahren festgelegt werden und soll höchstens einen Massenanteil an Wasser von 4 % aufweisen.

4.4 Bewehrung

- (1) Bei Anordnung und Verteilung der Bewehrung und anderer Stahleinlagen sind die Besonderheiten des Spritzvorgangs zu beachten. Mehrlagige Bewehrungen sind gegebenenfalls entsprechend dem Spritzfortschritt in mehreren Arbeitsschritten einzubringen.
- (2) Der Abstand gleichlaufener Bewehrungsstäbe soll mindestens 50 mm betragen.

4.5 Anforderungen an den Frischbeton

4.5.1 Zusammensetzung

- (1) Durch den Rückprall weicht die Zusammensetzung des aufgespritzten Betons von der des Bereitstellungsgemischs ab. Die Festlegungen zum Mindestzementgehalt und zum Mehlkorngelalt nach DIN 1045 gelten für das Bereitstellungsgemisch. Höhere Mehlkorngelalte als nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.5.4, sind verfahrensbedingt möglich. Besondere Eigenschaften des Betons, wie z.B. der Frostwiderstand, der Frost- und Tausalz-widerstand und hoher Verschleißwiderstand nach DIN 1045/07.88, Abschnitte 6.5.7.3, 6.5.7.4 und 6.5.7.6, sind gegebenenfalls dann nachzuweisen.
- (2) Beim Trockenspritzverfahren ist das Wasser feinverteilt zuzugeben und die Wasserzugabe in Anpassung an den Förderstrom in solchen Grenzen zu halten, daß die Verdichtung und Haftung des Betons bei möglichst geringem Rückprall möglichst gut erreicht werden.
- (3) Beim Naßspritzverfahren sind für die Wasserzugabe außerdem die Erfordernisse der Rohr- und Schlauchförderung (Dichtstrom) in Abhängigkeit vom Zementgehalt und vom Mehlkorngelalt zu beachten.

¹⁾ Institut für Bautechnik, Berlin

(4) Zusatzmittel sind unabhängig von der Art des Abmessens bei der Herstellung des Bereitstellungsgemischs mit einer Grenzabweichung von $\pm 3\%$ zuzugeben. Die in der Eignungsprüfung festgelegten Grenzen für die Stoffmengenanteile der Zusatzmittel sind einzuhalten. Die Zusatzmittel sind gleichmäßig, z.B. über Dosieranlagen, zuzugeben.

(5) Verfahrensbedingt ist der w/z -Wert nicht meßbar; er liegt in der Regel beim Herstellen von lotrechten oder über Kopf gespritzten Flächen im Trockenspritzverfahren unter 0,50. Beim Nachweis der für Beton mit besonderen Eigenschaften festgelegten Höchstwerte des w/z -Wertes nach DIN 1045 darf daher für den Spritzbeton ein Wert, der geringer als 0,5 ist, angenommen werden.

4.5.2 Konsistenz

Beim Naßspritzverfahren ist die Konsistenz nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.5.3 in Abhängigkeit von der Förderart zu wählen. Als Regelwerte gelten bei

- Dünnstromförderung: Bereich KS (steif) bis KP (plastisch)
- Dichtstromförderung: Bereich KP (plastisch) bis KF (fließfähig)

4.6 Anforderungen an die Auftragfläche

Die Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit der Auftragfläche oder an den Haftverbund zwischen der Auftragfläche und dem Spritzbeton sind zu vereinbaren. Die Prüfung erfolgt nach DIN 1048 Teil 2.

5 Verarbeiten

5.1 Vorbehandlung der Auftragflächen

(1) Soll der Spritzbeton an der Auftragfläche haften, muß diese erforderlichenfalls mit Druckluft, Strahlen mit Zusatz von festen Strahlmitteln und/oder Wasser, Abstemmen oder anderen geeigneten Verfahren aufgeraut und gesäubert bzw. von Staub und losen, lockeren, verwitterten oder schädlichen Teilen oder von Rückprall befreit werden. Die Wahl geeigneter Verfahren und Geräte muß sicherstellen, daß durch die Vorbereitungsarbeiten die Eigenschaften des Untergrunds nicht nachteilig beeinflusst werden.

(2) Die Vorbereitung der Auftragfläche muß eine raue und feste Oberfläche ergeben. Das ist bei Beton in der Regel der Fall, wenn fest eingebettetes Zuschlagkorn sichtbar wird. Bei der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit der behandelten Auftragfläche muß der Bruch überwiegend im Untergrund auftreten. Bei Erreichen der vereinbarten Oberflächenzugfestigkeit oder einer Oberflächenzugfestigkeit von z.B. $1,5 \text{ N/mm}^2$ ohne Bruch darf der Versuch beendet werden. Die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit erfolgt nach DIN 1048 Teil 2. Auf das Vorbohren darf verzichtet werden.

(3) Die gesäuberten und ausreichend vorgehäßten Auftragflächen müssen bei Beginn der Spritzbetonarbeiten so weit abgetrocknet sein, daß sie mattfeucht aussehen. Fließendes Wasser ist von den Auftragflächen auf geeignete Weise fernzuhalten, z.B. durch Dränungen. Eine Haftbrücke ist in der Regel nicht erforderlich. Bei stark saugenden Untergründen kann sie zur Vermeidung oder Behinderung des Wassersaugens zweckmäßig sein.

5.2 Einbau der Bewehrung

Die Bewehrung ist so anzuordnen, daß sie das Spritzen möglichst wenig behindert und so zu befestigen, daß sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt. Die

konstruktive Ausbildung der Bewehrung und die Arbeitsschritte des Einbaus sind auf den Spritzvorgang abzustimmen.

5.3 Schalung

Der Spritzbeton ist in der Regel auf die Auftragfläche ohne Verwendung von Schalung aufzutragen. Sofern Schalung erforderlich ist, muß sie so ausgebildet werden, daß sie ausreichend steif ist und sich beim Spritzen kein Rückprall innerhalb der Schalung festsetzen kann.

5.4 Abmessen, Mischen und Fördern

(1) DIN 1045/07.88, Abschnitte 9.2, 9.3 und 10.1 gelten sinngemäß, jedoch ist die Mischdauer für erdfeuchte Betone BBe und TBe jeweils um eine halbe Minute zu verlängern.

(2) Die Förderung des Spritzbetons zur Auftragfläche soll gleichmäßig sein. Dieses kann bei einer Dicht- und Dünnstromförderung durch die gleichmäßige Arbeitsweise der Pumpenaggregate erfolgen. Beim Trockenspritzverfahren ist eine gleichbleibende Luftmenge zur gleichmäßigen Förderung von Bedeutung.

(3) Beim Trockenspritzverfahren kann das Material zur Verringerung des Staubauffalls und der Entmischung sowie zur Verbesserung der Benetzbarkeit mittels entsprechender Einrichtungen vorgefeuchtet werden.

5.5 Herstellen von Spritzbeton

(1) Die Rezepturen und Spritztechniken richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten, besonders nach der Spritzrichtung sowie nach dem angewendeten Spritzverfahren.

(2) Beim Spritzen ist die Spritzdüse so zu halten, daß ein gut verdichteter Beton mit gleichmäßigem Gefüge bei geringem Rückprall entsteht und daß Spritzschatten vermieden und die Stahleinlagen ausreichend umhüllt werden. Der Abstand der Spritzdüse zur Auftragfläche beträgt üblicherweise zwischen 1,50 m und 0,50 m. Der Spritzbeton wird in einer oder in mehreren Lagen aufgetragen, bis die geforderte Auftragdicke erreicht ist. Wird in mehreren Lagen gespritzt, so ist ein einwandfreier Verbund zwischen den Lagen sicherzustellen.

(3) Die Oberfläche soll in der Regel spritzrauh belassen werden, da bei ihrer Bearbeitung die Eigenschaften des Betons nachteilig verändert werden können. Wird eine glatte Oberfläche gefordert, so ist in einem getrennten Arbeitsgang Mörtel aufzubringen und entsprechend zu bearbeiten.

(4) Eine gleichmäßige Farbtönung ist verfahrensbedingt nicht möglich, sie erfordert zusätzliche Maßnahmen.

(5) Für die Ausführung der Spritzbetonarbeiten bei kühler Witterung gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 11. Bei dünnen Bauteilen können besondere Maßnahmen erforderlich sein (z.B. Vorwärmen des Untergrunds, wärmedämmende Abdeckungen). Werden Spritzbetonarbeiten bei heißer Witterung durchgeführt, sind Vorkehrungen zu treffen, daß die Temperatur der Auftragfläche 30°C nicht übersteigt.

(6) Bei Schwingungen der Auftragfläche oder Verformungsänderungen während des Erhärtungsverlaufs ist sicherzustellen, daß der Verbund oder der Spritzbeton nicht geschädigt werden. Gegebenenfalls sind besondere Maßnahmen erforderlich.

(7) Bei besonderen Umständen (z.B. Wassereintritt) sind im allgemeinen besondere Maßnahmen erforderlich.