

# 4

116. Jahrgang  
April 2021, S. 275–285  
ISSN 0005-9900

Sonderdruck

# Beton- und Stahlbetonbau



## Vergussbeton – Innovation in der Betoninstandsetzung

Grundlagen, Regelwerke und Anwendungsmöglichkeiten

Henning von Daake, Patrick Schäffel

# Vergussbeton – Innovation in der Betoninstandsetzung

## Grundlagen, Regelwerke und Anwendungsmöglichkeiten

Vergussbetone und -mörtel werden bereits seit vielen Jahren sehr erfolgreich im Betonbau eingesetzt. In den vergangenen Jahren hat sich ihr Einsatz vom anfänglichen Vergießen dünner Schichten unter Brückenlagern und Maschinen bis auf den Bereich der Betoninstandsetzung unter schwierigen Randbedingungen erweitert. Aktuelles Regelwerk ist die Vergussbetonrichtlinie des DAfStb 2011 [1], die 2019 [2] aktualisiert wurde. Diese Überarbeitung wurde nun in die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmung aufgenommen und wird in den kommenden Monaten in die Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen der Bundesländer übernommen.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick zur Entwicklung von zementgebundenem Vergussbeton und -mörtel. Anschließend wird auf Besonderheiten der Produkte im Vergleich zu herkömmlichem Normalbeton und Mörtel eingegangen. Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit den Aspekten der praktischen Anwendung und innovativen Möglichkeiten der Betoninstandsetzung.

**Stichworte** Vergussbeton; Vergussmörtel; VeBMR; Instandsetzung

### 1 Einführung

Vergussbetone und -mörtel werden bereits seit vielen Jahrzehnten erfolgreich im Betonbau eingesetzt. Während erste Anwendungsgebiete im Untergießen dünner Schichten von Maschinenfundamenten, Brückenlagern und Köcherfundamenten lagen, werden Vergussbetone bereits seit mehreren Jahren auch erfolgreich bei größeren Einbaustärken sowie bei besonderen Anforderungen in der Betoninstandsetzung eingesetzt [3–5]. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu konventionellem Normalbeton und Mörtel ist ihre hohe Fließfähigkeit und die damit verbundenen selbstverdichtenden Eigenschaften. Da die Konsistenzbereiche der DIN EN 206-1 [6] und DIN 1045-2 [7] deutlich überschritten werden, ähneln Vergussbetone somit eher Selbstverdichtenden Betonen (SVB), wobei die in der SVB-Richtlinie des DAfStb [8] genannten Grenzwerte bzgl. Mehlkorngelbalt und Quellvermögen nochmals erhöht sind. Insoweit sind in der Vergussbetonrichtlinie des DAfStb [1] eigene Konsistenzbereiche unterschieden nach Beton und Mörtel definiert.

Zementgebundene Baustoffe weisen materialbedingt während der Hydratation eine Volumenverringerng, äußerlich messbar als Schwinden, auf. Bis zur Entwicklung erster Vergussmörtel waren kraftschlüssige Verbindun-

### Grouting concrete – innovation in concrete repair – Basics, regulations and possible applications

Grouting concrete and mortar are used successfully in concrete construction for many years. In the past decades, their use has been expanded from the initial grouting of thin layers under bridge bearings and machines to the area of concrete repair under difficult conditions. The current German standard is the grouting concrete guideline of the DAfStb 2011 [1], which was updated in 2019 [2]. This revision has now been included in the model administration regulation for technical building regulations and will be adopted to the administrative regulations for technical building regulations of the federal states of Germany within the next month.

This article provides an overview of the development of cement-bound grouting concrete and mortar. Then the special features of such products compared to conventional normal concrete and mortar are discussed. The following chapters deal with the aspects of practical application and innovative possibilities for concrete repair.

**Keywords** grouting concrete; grout mortar; VeBMR; concrete repair

gen, bspw. zwischen Maschinen und Untergrund, durch das Untergießen mit mineralischen Mörteln und Betonen aufgrund des Schwindverhaltens nicht möglich. Erste Entwicklungen zur Vermeidung dieses Problems fanden in den 1920er Jahren in Amerika statt. Hierzu wurden Mörteln zunächst feingemahlene Eisengranulate zugegeben, die in Verbindung mit einem Chloridkatalysator sehr schnell korrodierten, und die damit verbundene Volumenexpansion der Oxidationsprodukte insbesondere das Fröhschwinden des Mörtels in der noch plastischen Phase kompensierte. Problematisch hierbei war der zusätzliche Chlorideintrag, der eine Korrosion der Stahlbewehrung verursachte und somit zu erheblichen Bauschäden führte.

Zu Beginn der 1960er Jahre entwickelte Arnfried Pagel in Deutschland ein damals neuartiges Mörtelkonzept. Durch Kombination mineralischer Zusatzstoffe und aluminiumbasierter Quellmittel war es möglich, Mörtel mit einem definierten Quellverhalten einzustellen. Die aluminiumbasierten Quellmittel reagierten im alkalischen Milieu des Zementleims unter Bildung geringer Mengen an Wasserstoffgas ( $H_2$ ), wodurch das Fröhschwinden gezielt kompensiert werden konnte, ohne die Mörtel Eigenschaften selbst oder Einbauteile negativ zu beeinflussen. Somit war es möglich, durch den Unterguss von z. B. Maschinen nachträgliche kraftschlüssige Verbindungen auszuführen,

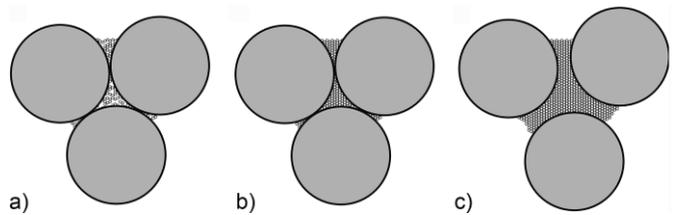
wodurch Belastungen und Reparaturanfälligkeit deutlich gesenkt und Betriebszeiten erhöht werden konnten. Dieses neuartige Mörtelkonzept konnte seine positiven Materialeigenschaften in den folgenden Jahren im praktischen Einsatz bestätigen und stellt heutzutage den Stand der Technik in der Entwicklung von zementgebundenen Vergussprodukten dar.

## 2 Zusammensetzung von Vergussbeton und -mörtel

Charakteristisch für zementgebundenen Vergussbeton und -mörtel sind deren ausgeprägtes Fließverhalten bei gleichzeitig selbstverdichtenden Eigenschaften sowie ein geringfügiges Quellen zur Verringerung des Frühschwindens. Das Fließverhalten wird wesentlich von der Fließgrenze und der Viskosität beeinflusst. Die Fließgrenze ist die Größe der mechanischen Spannung, oberhalb derer Suspensionen vom Ruhezustand in die Fließbewegung übergehen. Sie beeinflusst im Wesentlichen die Formfüllung der Vergussmaterialien während der Verarbeitung und deren Entmischungsstabilität in Ruhe. Bei Vergussbetonen und -mörteln ist die Fließgrenze sehr niedrig, um ein bestmögliches Fließverhalten zu gewährleisten. Der Begriff Viskosität bezeichnet die Materialeigenschaft der Zähigkeit oder Zähflüssigkeit. Mit ihr werden die Entmischungsstabilität während der Verarbeitung, die selbstentlüftenden Eigenschaften und die Füllgeschwindigkeit gesteuert. Mit zunehmender Viskosität steigt die Sedimentationsstabilität, grobe Gesteinskörnungen werden auch bei schwierigen Bauteilgeometrien gut verteilt und das Absondern von Zugabewasser, das sogenannte Bluten, wird vermieden. Gleichzeitig wird jedoch auch die Füllgeschwindigkeit herabgesetzt und die Materialien werden zunehmend klebriger und schwerer zu verarbeiten.

Beide beschriebenen Materialkenngrößen werden durch die Gesamtsieblinie, das volumetrische Verhältnis von grober Gesteinskörnung zu Feinststoffleim, den Wasser- und Luftgehalt sowie eingesetzte bauchemische Additive in der Mischungszusammensetzung beeinflusst. Mit Blick auf die Gesamtsieblinie und das volumetrische Verhältnis von Gesteinskörnung und Feinststoffleim zueinander können drei Bereiche unterschieden werden, Bild 1. Hierbei dominiert entweder die grobe Gesteinskörnung, das Verhältnis beider Anteile ist aufeinander abgestimmt, oder der Feinststoffleimgehalt überwiegt [9, 10]. Hochfließfähige Mörtel und Betone wie SVB, Vergussmörtel und -beton werden in ihrer volumetrischen Zusammensetzung grundsätzlich dem dritten Bereich mit einem „Überschuss“ an Feinststoffleimen zugeordnet, um die geforderten selbstverdichtenden Eigenschaften ohne zusätzliche Verdichtungsenergie zu erzielen. Die grobe Gesteinskörnung schwimmt hierbei im umgebenden Feinststoffleim [11, 12].

Die Anforderungen hoher Leimgehalte von Vergussprodukten hat direkte Auswirkungen auf deren Zusammensetzung. Hierbei unterscheiden sich Vergussmörtel und -betone insbesondere in den folgenden Punkten von



**Bild 1** Bereiche der volumetrischen Feinststoffleim-Gesteinskörnungszusammensetzung: a) Volumen der Gesteinskörnung dominiert, b) Volumen von Gesteinskörnung und Feinststoffleim sind aufeinander abgestimmt, c) Volumen des Feinststoffleims dominiert, nach [9]  
 Volumetric paste aggregate composition: a) volume of aggregate dominates, b) balanced volume of aggregate and paste, c) volume of paste dominates, according to [9]

Normalbeton und Mörtel nach DIN EN 206-1 [6] und DIN 1045-2 [7]:

- optimierte Zusammensetzung der gesamten Sieblinie,
- hoher Mehlkorngelalt durch vermehrten Zementeinsatz,
- Verwendung von in der Regel Portlandzement mit hoher Mahlfineinheit sowie die
- zusätzliche Verwendung von Feinststoffen, wie z. B. Flugaschen oder Mikrosilica.

Durch die Verwendung fein aufgemahlener Portlandzemente weisen zementgebundene Vergussprodukte eine schnelle Festigkeitsentwicklung auf, sodass in den meisten Fällen bereits nach 24 Stunden hohe Druckfestigkeiten erzielt werden, die eine frühe Nutzung der Bauteile zulassen. Zum Teil werden auch Spezialzemente verwendet, mit denen Frühfestigkeiten erreicht werden, die eine Nutzung bereits nach wenigen Stunden ermöglichen. Voraussetzung für die Verwendung von Spezialzementen ist deren nachgewiesene Eignung gemäß DIN 1045-2 [7], in der Regel durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt).

Die stoffliche Zusammensetzung beeinflusst neben den Eigenschaften des Festbetons und Festmörtels maßgeblich die Verarbeitbarkeitseigenschaften und die Dauerhaftigkeit. Zur Gewährleistung der Sedimentationsstabilität bei hoher Fließfähigkeit und sehr guten Verarbeitbarkeitseigenschaften wird die Viskosität rezepturtechnologisch in einem sehr geringen Bereich eingestellt. Zur genauen Steuerung der Fließeigenschaften werden pulverförmige Betonzusatzmittel verwendet. Diese werden auf die erforderliche Zugabewassermenge werkseitig genau abgestimmt. Abweichungen von den herstellerseitig vorgegebenen Zugabewassermengen können die Fließeigenschaften sowie die Entmischungsstabilität teilweise signifikant beeinflussen. Dies gilt insbesondere für eine Überschreitung der zulässigen Zugabewassermenge, bei der die zugesicherten Materialeigenschaften unter Umständen nicht eingehalten werden. Darüber hinaus wirken sich Erhöhungen des Wasserzementwerts generell negativ auf die Festigkeitsentwicklung und Dauerhaftigkeit der Materialien aus.

### 3 Regelwerke

#### 3.1 Vorbemerkungen

Durch den Deutschen Beton-Verein E. V. (DBV, heute Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.) wurde 1990 ein erstes Merkblatt herausgegeben, welches sich schwerpunktmäßig mit den Eigenschaften und der Anwendung von Vergussmörteln befasste [13]. Bauaufsichtliche Regelungen bestanden damals jedoch nicht. Vor dem Hintergrund fehlender allgemeingültiger Regelwerke zur Anwendung von Vergussbeton und -mörtel für tragende Bauteile wurde durch das DIBt 2004 die Anforderung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung eingeführt. Daraufhin, und vor dem Hintergrund positiver Erfahrungen in der praktischen Anwendung mit den Produkten, entschloss sich der DAfStb zur Erarbeitung einer entsprechenden Richtlinie, um die künftige allgemein bauaufsichtliche Regelung sicherzustellen. Die Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ (VeBMR) [14] wurde im Juni 2006 erstmals veröffentlicht und 2007 in die Bauregelliste A, Teil 1, aufgenommen. Diese Richtlinie basiert auf den Regelungen der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [6, 7] sowie DIN 1045-3 [15] in Verbindung mit DIN EN 13670 [16]. Sie ergänzt die Normen in speziell für Vergussbetone und -mörtel notwendigen Aspekten. Gleichzeitig wurden Regelungen der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel“ [17] mitberücksichtigt. Eine 1. Überarbeitung und Neuausgabe der Richtlinie erfolgte bereits 2011 [1]. Mit der 3. Berichtigung zur Instandsetzungsrichtlinie [18] wurden Vergussmörtel und -betone in diese erstmals mit aufgenommen, sodass zementgebundener Verguss seit deren Herausgabe 2014 regelkonform unter bestimmten Voraussetzungen in der Betoninstandsetzung eingesetzt werden kann. In den folgenden Jahren erfolgte eine 2. Überarbeitung der VeBMR [2], die der DAfStb 2019 herausgegeben hat. Derzeit existieren somit zwei Regelwerke. Einerseits die 1. Überarbeitung der VeBMR aus dem Jahr 2011 [1], andererseits die aktualisierte 2. Überarbeitung aus 2019 [2]. Die 2. Überarbeitung wurde im Januar 2021 in die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmung (MVV TB) aufgenommen. Anschließend wird die Richtlinie sukzessive in die Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der Bundesländer übernommen und damit bauaufsichtlich eingeführt. Vor diesem Hintergrund kommt es in den nächsten Monaten zu einer Übergangszeit, während der länderspezifisch zu prüfen ist, welche Version der Richtlinie regelkonform zur Anwendung kommen muss.

In Deutschland geltendes Regelwerk der Betoninstandsetzung war bis zur Aktualisierung der MVV TB im Januar 2021 die Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb (RL SIB) [19] aus dem Jahr 2001 in Verbindung mit der 3. Berichtigung. Aufgrund deutlich gestiegener Anforderungen an die Bauwerksinstandhaltung wurde dieses Regelwerk in den vergangenen Jahren mit dem Entwurf der Instandhaltungsrichtlinie des DAfStb [20] aktualisiert. Dieses Dokument wurde in Fachkreisen kontrovers dis-

kutiert, da es über die europäischen Regelungen für Produkte zur Betoninstandsetzung nach EN 1504 [21] hinaus weitere Anforderungen an Bauprodukte und -systeme stellt. Inwieweit diese Erweiterung der Regelungen mit europäischem Recht vereinbar ist, konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden, sodass die Überarbeitung der RL SIB zunächst ausgesetzt wurde.

Um den nationalen Anforderungen der Bauwerksinstandhaltung dennoch Rechnung zu tragen, wurde durch die Bauministerkonferenz (ArgeBau) beschlossen, die Technische Regel Instandhaltung (TR-IH) [22] innerhalb einer Projektgruppe des DIBt zu erarbeiten. Hierin enthalten sind u. a. Spezifikationen von Leistungsmerkmalen und Anforderungen an Produkte und Systeme für die Instandsetzung von Betonbauteilen, auf deren Grundlage Bauwerksanforderungen projektspezifisch erfüllt werden können. Diese Regel aktualisiert die bisher gestellten Anforderungen der RL SIB und berücksichtigt die in ZTV-ING [23], Teil 3.4 und 3.5, sowie ZTV-W LB 219 [24] überarbeiteten Regelungen zur Betoninstandsetzung. Auch diese, in der TR-IH [22] geforderten Anforderungen an Bauprodukte werden im Hinblick auf ihre Vereinbarkeit mit europäischem Recht z. T. weiter kritisch gesehen.

Zur Anwendung von zementgebundenem Vergussbeton in der Betoninstandsetzung wurde in die TR-IH der informative Bezug zur VeBMR 2019 [2] sowie zur RL SIB [19] aufgenommen. Die TR-IH wurde Anfang 2020 durch das DIBt veröffentlicht, anschließend zur Anhörung gestellt und ebenso wie die VeBMR 2019 im Januar 2021 in die MVV TB aufgenommen. Analog zur VeBMR wird es auch bei der TR-IH zu einer Übergangszeit kommen, während der zu prüfen ist, ob diese bereits in den betreffenden Bundesländern eingeführt wurde oder für den Bereich der Betoninstandsetzung weiterhin alleinig die RL SIB [19] in Verbindung mit der 3. Berichtigung Gültigkeit besitzt.

#### 3.2 Anwendungsbereich der VeBMR

Die VeBMR [1, 2, 14] regelt die Anwendung von Vergussbetonen und -mörtel mit hoher Früh- und Druckfestigkeit (mind. C50/60), die sich im Vergleich zu Beton und Mörtel nach DIN EN 206-1 [6] und DIN 1045-2 [7] durch eine deutlich weichere, fließfähige Konsistenz und einen erhöhten Mehlkorngelhalt auszeichnen. Vergussbetone und -mörtel dürfen entsprechend der Richtlinie als Betonerersatz in dünnen Schichten verwendet werden. Generell ist eine maximale Schichtdicke des 25-fachen Größtkorndurchmessers einzuhalten, wobei bei Vergussbetonen mit Frühfestigkeiten von 10 bis 25 N/mm<sup>2</sup> nach 24 h aufgrund der geringeren Hydratationswärmeentwicklung die Maximalschichtdicke auf das 40-fache des Größtkorndurchmessers erhöht werden darf. Des Weiteren gibt die Richtlinie von 2019 [2] zur Verwendung von Vergussbeton und -mörtel in der Betoninstandsetzung einen direkten Hinweis auf die Einhaltung der Regelungen der 3. Berichtigung zur RL SIB [19].

### 3.3 Leistungsanforderungen an Vergussbeton und -mörtel nach VeBMR

Wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Vergussbeton und -mörtel ist der, wie in der Betontechnologie üblich, verwendete Größtkorndurchmesser. Bis zu einem Größtkorn von  $\leq 4,0$  mm handelt es sich um Vergussmörtel, bei  $> 4,0$  mm um Vergussbeton. Als wesentliche Anforderungen macht die Richtlinien Festlegungen

- zur Konsistenz,
- zur Frühfestigkeit und Betondruckfestigkeit in höherem Alter,
- zum Schwindmaß sowie
- zur Stabilität gegenüber Entmischung, Sedimentation und dem Quellverhalten.

Die Kriterien zur entsprechenden Klasseneinteilung nach der VeBMR 2019 [2], unterschieden in Mörtel und Beton, sind in Tab. 1 und 2 zusammengefasst. Herstellerseitig sind die Frischbeton- und Mörtelkonsistenz bis 90 min nach Wasserzugabe sowie die Entmischungs- und Sedimentationsstabilität in einem Temperaturbereich von  $5^\circ\text{C}$  bis  $30^\circ\text{C}$  bzw. einem vom Hersteller festgelegten Temperaturbereich zu überprüfen und anzugeben. Die Konsistenzprüfung erfolgt auf Basis eines modifizierten Ausbreitversuchs in Anlehnung an DIN EN 12350-5 [25] und wird als Ausfließmaß angegeben. Hierbei wird der Ausbreitkonus mit 3 Litern Frischbeton gefüllt, nach 10 s langsam nach oben gezogen und das Ausfließmaß ohne weitere Hubschläge bestimmt. Die Konsistenzprüfung von Vergussmörtel erfolgt als Endfließmaß mit der Fließrinne. Fließzeiten über 30 s sind hierbei gesondert anzugeben. Alternativ kann eine vergleichende Konsistenzprüfung an Mörteln, insbesondere auf der Baustelle, auch mithilfe des Setztrichters nach DIN EN 1015-3 [26] durchgeführt werden, wobei im Vorfeld die Korrelation beider Verfahren nachzuweisen ist.

Festigkeitsuntersuchungen an Vergussbeton erfolgen nach DIN EN 12390-3 [27] an Würfeln mit einer Kantenlänge von 150 mm ebenfalls in einem Temperaturbereich von  $5^\circ\text{C}$  bis  $30^\circ\text{C}$  bzw. nach Angaben des Herstellers. Die Druckfestigkeit von Vergussmörtel wird an Prismen mit

den Abmessungen  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$  nach DIN EN 196-1 [28] bestimmt und ist nach Gl. (1) in Würfeldruckfestigkeiten umzurechnen. Die Hersteller können hiervon abweichen und die Umrechnung anderweitig vornehmen, sofern eine Korrelation zwischen Würfel- und Prismendruckfestigkeiten vorliegt. Die Druckfestigkeit von Vergussbeton und -mörtel ist gemäß der VeBMR [1, 2, 14] generell nach 24 h, 28 d, 56 d und 90 d zu bestimmen.

$$f_{c,\text{cube}} = 0,85 \times f_{c,\text{Prisma}} \quad (1)$$

Das Schwindmaß von Vergussbeton wird in Anlehnung an DAfStb-Heft 422 [29] an Zylindern der Abmessungen  $d/h = 150/300$  mm nach 1 d, 7 d, 28 d, 56 d und 91 d ermittelt. Für die Bestimmung des Schwindmaßes an Vergussmörtel gilt die RL SIB [19]. Hierbei wird die Längenänderung an Prismen mit den Abmessungen  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$  gemessen.

Neben den in Tab. 1 und 2 angegebenen Leistungsmerkmalen müssen für Vergussbeton und -mörtel darüber hinaus am Frischbeton und -mörtel visuell die Entmischungsstabilität und am ausgehärteten Baustoff ein ausreichendes Quellen von  $\geq 0,1$  Vol.-% nach 24 h sichergestellt sein. Die Bestimmung des Quellens erfolgt im Dosenverfahren nach DIN 4227 [30] mittels Doppelmessbrücke, Bild 2. Dieses Verfahren ist auch unter Baustellenbedingungen einfach durchführbar und ermöglicht die Beurteilung der Sedimentationsstabilität durch Aufschneiden der Prüfdosen und anschließendes Spalten des erhärteten Prüfkörpers.

Zur Einhaltung der an Vergussmörtel und -beton nach VeBMR gestellten Qualitätskriterien muss der Hersteller eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK) durchführen. Hierbei sind neben den Ausgangsstoffen auch die Produkteigenschaften laborseitig zu überwachen. Darüber hinaus ist die regelmäßige Überwachung der Produkte durch die WPK sowie des Herstellwerks durch eine unabhängige notifizierte Prüfstelle mit Erfahrung bei der Überwachung von Vergussbeton und -mörtel erforderlich. Auf dieser Basis erfolgt die Zertifizierung des Herstellers und der Produkte, verbunden mit dem Recht, die Übereinstimmung des jeweiligen Vergussbetons oder

**Tab. 1** Konsistenz-, Frühfestigkeits- und Schwindklassen für Vergussbeton nach VeBMR 2019 [2]  
Consistency, early strength and shrinkage class for grouting concrete according to VeBMR 2019 [2]

Ausfließmaßklasse	Ausfließmaß [mm]	Frühfestigkeitsklasse	Druckfestigkeit nach 24 h [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	Schwindklasse	Schwindmaß nach 91 d [‰]
a1	500 bis 590	A	$\geq 40,0$	SKVB 0	MW: $\varepsilon_{s, m, 91} \leq 0,6$ EW: $\varepsilon_{s, i, 91} \leq 0,8$
a2	600 bis 690	B	$\geq 25,0$ bis $< 40,0$	SKVB I	MW: $\varepsilon_{s, m, 91} \leq 0,8$ EW: $\varepsilon_{s, i, 91} \leq 1,0$
a3	$\geq 700$	C	$\geq 10,0$ bis $< 25,0$	SKVB II	MW: $\varepsilon_{s, m, 91} \leq 1,5$ EW: $\varepsilon_{s, i, 91} \leq 2,0$

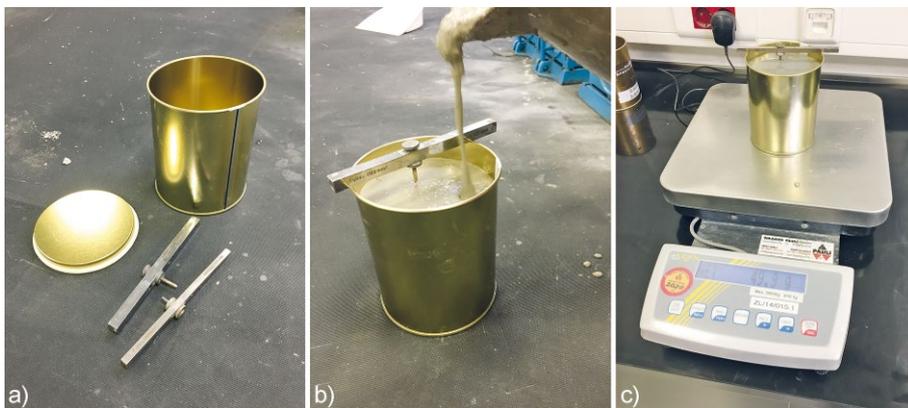
MW: Mittelwert  
EW: größter Einzelwert

**Tab. 2** Konsistenz-, Frühfestigkeits- und Schwindklassen für Vergussmörtel nach VeBMR 2019 [2]  
Consistency, early strength and shrinkage class for grouting mortar according to VeBMR 2019 [2]

Fließmaßklasse	Endfließmaß [mm]	Frühfestigkeitsklasse	Druckfestigkeit nach 24 h [N/mm <sup>2</sup> ]	Schwindklasse	Schwindmaß' nach 91 d [‰]
f1	550 bis 640	A	≥ 40,0	SKVM 0	MW: $\epsilon_{s, m, 91} \leq 0,6$ EW: $\epsilon_{s, i, 91} \leq 0,8$
f2	650 bis 740	B	≥ 25,0 bis < 40,0	SKVM I	MW: $\epsilon_{s, m, 91} \leq 0,8$ EW: $\epsilon_{s, i, 91} \leq 1,0$
f3	≥ 750	C	≥ 10,0 bis < 25,0	SKVM II	MW: $\epsilon_{s, m, 91} \leq 1,2$ EW: $\epsilon_{s, i, 91} \leq 1,4$
				SKVM III	MW: $\epsilon_{s, m, 91} \leq 1,5$ EW: $\epsilon_{s, i, 91} \leq 2,0$

MW: Mittelwert

EW: größter Einzelwert



**Bild 2** Bestimmung des Quellverhaltens von Vergussmörtel und -beton  
Determination of the swelling behavior of grouting mortar and concrete

-mörtels mit der VeBMR durch ein Überwachungszeichen (Ü-Zeichen) auf den jeweiligen Produkten deutlich zu kennzeichnen. Vergussbeton und -mörtel nach VeBMR stellen insoweit Bauprodukte dar, deren Qualitätskriterien deutlich über die Anforderungen und den Prüfumfang herkömmlicher Mörtel und Betone nach DIN EN 206-1 [6] und DIN 1045-2 [7] hinausgehen.

## 4 Besonderheiten bei der Verarbeitung

### 4.1 Untergrundvorbereitung und Schalung

An Untergründe und Schalmaterialien werden beim Einsatz von Vergussbeton teilweise erweiterte Anforderungen gestellt. Einen Überblick über die generelle Eignung von Untergründen, deren Beurteilung und entsprechende vorbereitende Verfahren gibt z.B. Momber [31]. Grundsätzlich muss der Untergrund sauber, ausreichend tragfähig und frostfrei sein. Der oberflächige Zementstein und Feinmörtel müssen entfernt werden, sodass eine makroskopische Verzahnung des Vergussbetons oder -mörtels mit dem tragfähigen Untergrund sichergestellt werden kann. Bei instand zu setzenden Bauteilen sind lose Bestandteile bis auf das feste und tragfähige Korngerüst zu entfernen. Bei bewehrten Bauteilen sind zusätzlich

chloridbelastete Betonbereiche zu entfernen, sofern diese die vom Sachkundigen Planer für Betoninstandsetzung festgelegten Grenzwerte überschreiten. Grundsätzlich sollten die Tragfähigkeit und der Haftverbund zum Untergrund durch die Überprüfung der Abreißfestigkeit nachgewiesen werden.

Zur Untergrundvorbereitung steht eine Vielzahl geeigneter Verfahren zur Verfügung, die sich in grobe und feine Untergrundvorbereitung unterteilen lassen. Bei Anwendung von Verfahren der groben Untergrundvorbereitung sind anschließend immer Verfahren der feinen Untergrundvorbereitung durchzuführen, da durch Erstgenannte der oberflächennahe Beton geschädigt werden kann, was wiederum zur Verringerung des späteren Haftverbunds führt. Metallische Oberflächen und im Bauteil liegende Bewehrung sollten grundsätzlich bis zur Erzielung des Reinheitsgrads Sa 2<sup>1/2</sup> gereinigt werden.

Vor dem Verguss sind mineralische Oberflächen bis zur kapillaren Sättigung vorzunässen. Dadurch wird vermieden, dass die Betonuntergründe während der Vergussarbeiten dem Mörtel bzw. Beton Zugabewasser entziehen, was zur Verschlechterung der Fließeigenschaften, insbesondere aber zu einem mangelhaften Haftverbund führen würde. Geschlossene Wasserfilme auf den Oberflächen



**Bild 3** Geeignete Zwangsmischer zum Anmischen von Vergussmörtel und Vergussbeton  
Suitable mixers for grouting mortar and concrete

sind jedoch zu vermeiden, um eine ungewünschte Erhöhung des Wasserzementwerts in der Verbundzone sowie eine Anreicherung an der späteren Vergussoberfläche durch Aufschwimmen zu verhindern.

Stahloberflächen können zur Verbesserung der Hafteigenschaften nach vorheriger Reinigung falls erforderlich z.B. mit Reaktionsharzen grundiert und anschließend im frischen Zustand mit feuergetrockneten Quarzsanden der Körnung 0,5/1,0 oder 1,0/2,0 im Überschuss abgestreut werden. Nach Aushärtung der Grundierung ist überschüssige Körnung vor Durchführung der eigentlichen Vergussarbeiten restlos zu entfernen. Alternativ ist die Grundierung mit Reaktionsharzen und anschließendem Verguss frisch-in-frisch möglich. Bei Anwendung von reaktionsharzgebundenen Produkten müssen die zu bearbeitenden Oberflächen trocken sein. Des Weiteren müssen die Umgebungs- sowie die Bauteiltemperatur 3 K über der Taupunkttemperatur liegen, um einen ungewollten Tauwasserausfall auf den Oberflächen zu vermeiden.

Für Vergussarbeiten sollten generell nichtsaugende Schalmaterialien verwendet werden. Die Verwendung sägerauer Schalung oder unbeschichteter Holzwerkstoffplatten ist zu vermeiden. Hintergrund hierfür ist, wie auch im Fall der ausreichenden Vornässung mineralischer Untergründe, dass die Schalmaterialien dem Verguss bei der Verarbeitung nicht das Anmachwasser entziehen dürfen, da sonst die Fließ- bzw. Vergusseigenschaften negativ beeinflusst werden können.

## 4.2 Mischen, Fördern und Vergießen

Durch den rezepturbedingten Einsatz pulverförmiger Additive ist beim Anmischen darauf zu achten, dass diese ausreichend aufgeschlossen werden können. Hierzu ist die Verwendung von Zwangsmischern erforderlich, Bild 3. Die Verwendbarkeit geeigneter Misch- und Förderaggregate sollte im Vorfeld der Planung größerer Vergussarbeiten und/oder komplizierter Geometrien mit den

Vergussmörtelherstellern abgestimmt werden. Ähnliches gilt für die Pumpbarkeit über größere Entfernungen und Höhen. Bei komplizierten und großen Vergusskörpergeometrien ist die Durchführung eines vorherigen Probevergusses an Demonstratoren zu empfehlen.

Vergussmörtel müssen meist lange angemischt werden. Üblich sind Mischzeiten von drei bis fünf Minuten. Nur bei Einhaltung der herstellerseitig angegebenen Mischzeiten können die enthaltenen Betonzusatzmittel ausreichend aufgeschlossen werden und ihre zugedachte Wirkung voll entfalten. Zu kurzes Mischen führt zu schlechteren Fließeigenschaften, was auf der Baustelle keinesfalls durch die unzulässige Zugabe weiteren Zugabewassers kompensiert werden darf. Anderenfalls würde zunächst die Viskosität abgesenkt und die Mörtel oder Betone verbessern sich augenscheinlich in ihrer Verarbeitbarkeit. Nach geringer Zeit stellt sich jedoch der gegenteilige Effekt ein. Die enthaltenen Betonzusatzmittel entfalten ihre verflüssigende Wirkung und verringern die Viskosität, was zur Instabilität des Vergussbetons oder -mörtels mit Absetzen grober Gesteinskörnung, Anreichern von Feinmörtel an der Oberfläche und ggf. zur Wasserabsonderung (Bluten) führen kann.

Mit Blick auf die Dauerhaftigkeit ist ein „Überwässern“ des Materials beim Anmischen ebenfalls zu vermeiden. Vergussmörtel und -betone haben verhältnismäßig geringe w/z-Werte, was sich günstig auf den Gesamtporengehalt sowie die spätere Porenradialverteilung im Festbeton auswirkt. Dadurch zeichnen sich die Produkte durch eine hohe Dauerhaftigkeit gegenüber Umwelteinflüssen aus. Durch Anpassung der Verarbeitungseigenschaften über zusätzliche Wasserzugaben beim Anmischen werden die w/z-Werte erhöht, was sich u. a. negativ auf die Dauerhaftigkeit auswirkt.

Aufgrund der im Vergleich zu Normalbeton selbstverdichtenden Eigenschaften beginnen Vergussbeton und -mörtel nach dem Anmischen ohne zusätzliche Verdichtung zu entlüften. Um bei großen Vergussflächen die

Stagnation des Fließens zu verhindern, können im Einfüllbereich zusätzlich Vergussrampen aus nichtsaugenden Materialien mit ausreichend Gefälle angeordnet werden, Bild 4. Hierdurch wird bei ausreichender Materialvorlage ein hydrostatischer Druck über der Verguss ebene aufgebaut und dadurch die Formfüllung des Materials in seinem Fließverhalten unterstützt. Des Weiteren kann der Vergussbeton oder -mörtel direkt nach dem Anmischen über einen verlängerten Fließweg bereits entlüften, bevor er eingebracht wird, wodurch die Bildung von Luftporen unter der Vergussfläche vermieden wird.

Vergussarbeiten sind grundsätzlich von einer Seite oder Ecke ohne Unterbrechung durchzuführen, um sämtliche Bereiche ohne Einschluss von Luft oder die spätere Ausbildung von Arbeitsfugen sicher mit Material zu füllen. Hierfür sind an den der Vergussöffnung gegenüberliegenden Seiten oder Ecken ausreichend Entlüftungsöffnungen vorzusehen, über die zunächst Luft und später das Vergussmaterial austreten können. Bei zu untergießenden Lagern und Maschinen empfiehlt es sich, einen Vergussüberstand vorzusehen sowie im „Überschuss“ zu vergießen, um den vollständigen Verguss und das Austragen von Luftporen unter den Lagerplatten zu gewährleisten. Sehr große Flächen sollten von der Mitte aus vergossen werden. Alternativ können diese auch durch die Verwendung von Vergussschläuchen zuvor in kleinere Teilflächen, sogenannte Vergussfelder, unterteilt und anschließend abschnittsweise vergossen werden.

Alternativ zur Anordnung von Vergussrampen kann das Material über Schläuche auch direkt in den Verfüllbereich gepumpt werden. Hierzu werden Schläuche im Vorfeld der Arbeiten im Vergussbereich ausgelegt. Nach ausreichender Verfüllung werden diese mit fortschreitenden Arbeiten aus den Bereichen herausgezogen. Bei dieser Methode ist besonders auf eine ausreichende Füllung zu achten. Ebenso kann es bei sehr enger Bewehrungslage oder vorhandenen Einbauteilen schwierig sein, die erforderliche Schlauchführung zu gewährleisten.

Bei vertikal angeordneten Vergussflächen und großen Fallhöhen des Materials besteht die Gefahr des Entmischens. Zwar zeichnen sich Vergussbetone und -mörtel aufgrund des hohen Anteils an Feinststoffleim durch eine gute Entmischungsstabilität aus, ein Entmischen kann in solchen Fällen jedoch nicht vollständig vermieden werden. Insoweit ist es empfehlenswert, ab einer Fallhöhe von einem Meter entsprechende Maßnahmen vorzusehen. Hierzu können z. B., angelehnt an das Contractorverfahren aus der Unterwasserbetonage, Fallrohre in die zu vergießenden Bereiche eingeführt werden, die mit fortschreitender Füllung nach oben gezogen werden. Alternativ bietet sich ein steigender Verguss vom Fußpunkt der Bereiche an. Hierzu werden Kugelhähne mit ausreichendem Durchmesser in die Fußpunkte der Schalung verbaut. Anschließend werden die Bereiche mittels maschineller Materialförderung vergossen bzw. verpumpt. Nach Abschluss der Arbeiten werden die Kugelhähne



**Bild 4** Vergussaufbau mit zwei Zwangsmischern und Vergussrampe  
Technical setup with two mixers and ramp

abgesperrt, nach Aushärtung des Materials mit der Schalung zurückgebaut und evtl. entstandene Ausbruchbereiche nachträglich vermörtelt.

Abschließend ist mit Blick auf die Verarbeitung von Vergussbeton und -mörtel noch auf die Verarbeitungseigenschaften in Zusammenhang mit den vorliegenden Umgebungs-, Material- und Untergrundtemperaturen hinzuweisen. Wie bereits in Abschn. 3 erläutert, müssen für Vergussmörtel und -beton, die der VeBMR [1, 2, 14] entsprechen, die Verarbeitungseigenschaften herstellereitig in einem Temperaturbereich von 5°C bis 30°C bzw. einem vom Hersteller festgelegten Temperaturbereich ermittelt und angegeben werden. Grundsätzlich ist bei niedrigen Temperaturen die Wechselwirkung zwischen Betonzusatzmittel und Zement verzögert, mit steigenden Temperaturen beschleunigt. Ebenso wirkt sich dies auf die Auflösung und Wirkung der enthaltenen Additive aus. Bei der Verarbeitung und Lagerung der Produkte sollten also grundsätzlich die Temperaturen beachtet werden. Bei sehr warmen Temperaturen ist mit Verringerung der Fließfähigkeit und beschleunigtem Ansteifverhalten zu rechnen, bei kalten Temperaturen tendenziell mit gegenteiligem Materialverhalten.

### 4.3 Nachbehandlung

Die Dauerhaftigkeit und spätere Funktion zementgebundener Werkstoffe ist wesentlich von den Bedingungen der Nachbehandlung während der Hydratation und Erhärtung abhängig. Während der Zementhydratation läuft eine Vielzahl chemischer Reaktionsprozesse gleichzeitig ab, ausgehend von der Oberfläche der Zementkörner in deren Kernbereiche hinein. Wird dem Zement nach initialer Startreaktion während dieser Prozesse jedoch Wasser entzogen, bzw. ist aufgrund fehlender oder unzureichender Nachbehandlung die Wasserverdunstung über freie Oberflächen zu groß, so kommen diese chemischen Reaktionsprozesse zum Stillstand. Eine einmal zum Erliegen gekommene Hydratationsreaktion lässt sich zwar re-

aktivieren, jedoch ist die Unterbrechung mit erheblichen Einbußen der später erzielbaren Festigkeiten sowie der Dauerhaftigkeit verbunden.

Entscheidender Punkt der Nachbehandlung ist somit, ein für eine möglichst vollständige Zementhydratation ausreichendes Wasserangebot insbesondere im jungen Alter des zementgebundenen Vergussmaterials zur Verfügung zu stellen. Frisch hergestellte, freiliegende Vergussflächen sind umgehend nach deren Herstellung vor Wasserverdunstung, z.B. durch Sonneneinstrahlung, Wind oder Zugluft, zu schützen. Geeignete Maßnahmen zur Nachbehandlung sind z. B.

- Abdecken freier Flächen durch Kombinationen von Folien und feuchten Jutebahnen,
- Auflegen wasserspeichernder Abdeckungen oder die
- Berieselung bzw. Beaufschlagung mit Wassersprühnebel [32].

## 5 Vergussbeton in der Betoninstandsetzung

Regelungen zur Anwendung zementgebundener Vergussmaterialien sind in der RL SIB [19] in Verbindung mit deren 3. Berichtigung [18] sowie neuerdings in der TR IH [22] festgelegt. Hiernach dürfen für die Betoninstandsetzung als Vergussmaterial lediglich Produkte eingesetzt werden, die der VeBMR [2] entsprechen und durch die erforderliche Fremdüberwachung zertifiziert sind. Darüber hinaus stellt die 3. Berichtigung zur RL SIB [18] weitere Anforderungen zur Verwendung von Vergussbeton als Betoninstandsetzungsprodukte:

- Die Produkte entsprechen den Schwindklassen SKVB 0 und I (vgl. Tab. 1).
- Sicherstellung des Verbunds über zusätzliche Bewehrung und Verankerung in den Untergrund über geeignete Verankerungselemente.
- Bei der Reprofilierung druckbeanspruchter Stützen ist in der Regel eine Umschnürungsbewehrung vorzusehen. Hierbei ist der Einfluss der Verformungseigenschaften des Vergussbetons auf die Spannungsverteilung im Stützenquerschnitt zu berücksichtigen.
- Vergussmörtel der Schwindklassen SKVM 0 bis II (vgl. Tab. 2) dürfen nicht zur Verfüllung großforma-

tiger Bereiche eingesetzt werden. Die Anwendung von Vergussmörteln der Schwindklasse III zu Zwecken der Betoninstandsetzung ist grundsätzlich nicht zulässig.

Vergussbeton nach VeBMR 2011 [1] darf gemäß RL SIB [19] in einem Schichtdickenbereich von 60 mm bis zum 25-fachen des Größtkorndurchmessers eingesetzt werden, wobei ab Schichtdicken von  $\geq 100$  mm nur die Verwendung von Produkten zulässig ist, die der Frühfestigkeitsklasse C entsprechen. Mit erfolgter Aufnahme der VeBMR 2019 [2] in die MVV TB ist nach deren bauaufsichtlicher Einführung in den VV TB der Bundesländer zukünftig eine Schichtdickenerhöhung für Produkte der Frühfestigkeitsklasse C auf das 40-fache des Größtkorndurchmessers unter gewissen, weiter unten genannten Voraussetzungen möglich. Daraus ergibt sich, dass Vergussbetone der Frühfestigkeitsklasse C künftig bis zu einer maximalen Schichtdicke von 640 mm eingesetzt werden könnten, Tab. 3. Mit Blick auf den Einsatz in der Betoninstandsetzung gilt jedoch weiterhin der Verweis auf die 3. Berichtigung zur Instandsetzungsrichtlinie [18]. Hierin ist die maximal auszuführende Schichtdicke auf das 25-fache des Größtkorndurchmessers beschränkt. Die Ausführung mit erhöhter Schichtdicke bis zum 40-fachen des Größtkorndurchmessers ist bei Betoninstandsetzungsarbeiten zwar technisch möglich, erfordert im Geltungsbereich des Bauordnungsrechts jedoch eine entsprechende behördliche Genehmigung. Daneben muss im privatrechtlichen Bereich gesondert eine Vereinbarung mit dem Auftraggeber getroffen werden.

Mit Vergussbeton lassen sich sowohl vertikale als auch horizontale Bauteile instand setzen. Vorteile der Verfahrenstechnik liegen im Vergleich zu anderen Verfahren in

- geringer Staub- und Lärmbelastung (günstig in innerstädtischen Bereichen),
- Einsatz unter beengten Platzverhältnissen,
- Möglichkeit zur abschnittweisen Instandsetzung bei weiterem Betrieb der Gebäude (z. B. Parkbauten),
- dem direkten Anmischen auf der Baustelle mit hoher Qualität der Betonzusammensetzung,
- dem geringen Reinigungsaufwand,
- Wegfall der erforderlichen Haftbrücke bei händischer Instandsetzung sowie der

**Tab. 3** Mögliche Schichtdicken mit Vergussbeton in Abhängigkeit von Frühfestigkeitsklasse, Größtkorndurchmesser und Schwindklasse  
Layer thickness of grouting concrete depending on early strength, aggregate size and shrinkage behavior

Frühfestigkeitsklasse	Größtkorndurchmesser [mm]	Schwindklasse	min. Schichtdicke [mm]	max. Schichtdicke [mm] nach	
				VeBMR 2011	VeBMR 2019
A	8, 16	SKVB 0, SKVB I	60	100	100
B	8, 16			100	100
C	8			200	320 <sup>1)</sup>
	16			400	640 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Gilt als regelkonform voraussichtlich nach Aufnahme der VeBMR 2019 [2] in die VV TB der Bundesländer. Für Instandsetzungszwecke gelten weiterhin die Grenzwerte der 3. Berichtigung der Instandsetzungsrichtlinie [18], die derzeit maximale Schichtdicken auf das 25-fache des Größtkorndurchmessers begrenzt.



**Bild 5** Betoninstandsetzung eines Stützenfußes mit Vergussbeton: a) vorbereitete Stütze bei vollständigem Ersatz des Betons, b) Verguss über Einfüllöffnung, nichtsaugende Schalung, abgedichtet gegen Untergrund, c) reprofiliertes Stützenfuß nach dem Ausschalen  
Concrete repair of a column base with grouting concrete: a) prepared column, b) grout, c) reprofiled column base

– sicheren Herstellung des Verbunds durch das Quellverhalten des Vergussbetons.

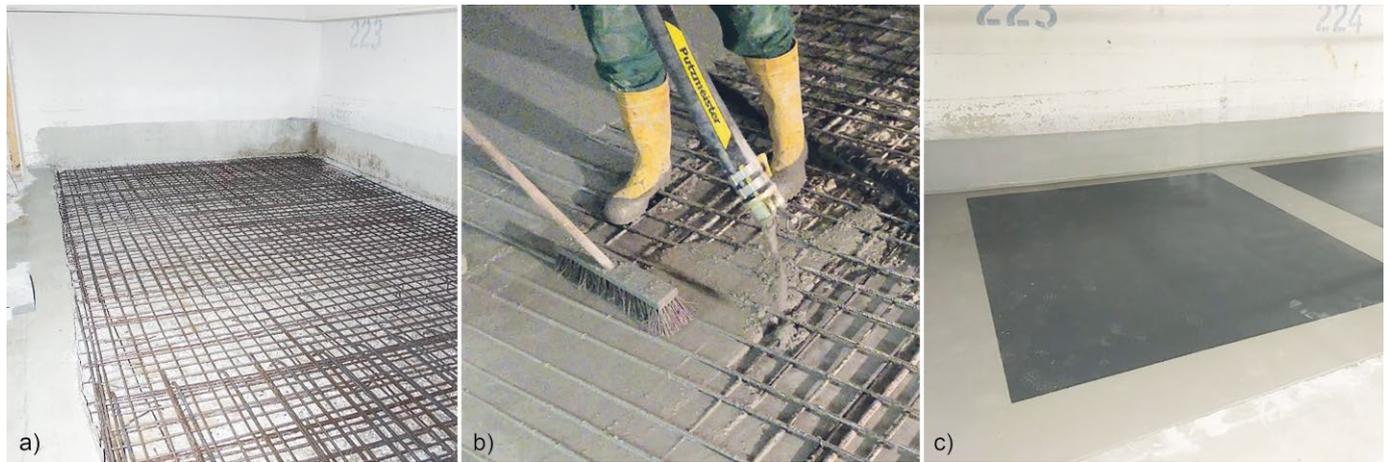
Sofern Schichtdickenerhöhungen über das 25-fache des Größtkorns von Vergussbeton hinaus über eine allgemein bauaufsichtlich eingeführte Regelung ermöglicht werden, ließen sich künftig die Anwendungsmöglichkeiten für Vergussbetone in der Betoninstandsetzung ausweiten. So können z. B. geschädigte Stützenfüße bis zu einer Höhe von 640 mm bei vollständigem Betonersatz/-austausch reprofiliert werden. Ein Anwendungsbeispiel ist exemplarisch in Bild 5 dargestellt (Planung und Ausführung: Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG, Oberstdorf). Nach Lastabfangung wurde der schadhafte Beton zunächst vollständig entfernt und die Bewehrung ersetzt/ergänzt, Bild 5a). Im nächsten Schritt wurde die Schalung aus nichtsaugenden Schaltafeln vorbereitet, der Untergrund ausreichend vorgenässt, die Schalung eingebaut und in den Aufstandsbereichen abgedichtet. Anschließend erfolgte der Verguss über eine Einfüllöffnung am Kopfpunkt der Schalung, Bild 5b). Alternativ wäre die Betonage über eine Vergussöffnung am Schalungsfußpunkt möglich gewesen, die nach Abschluss der Vergussarbeiten wie in Abschn. 4.2 beschrieben mittels eines Kugelhahns abgesperrt werden kann. Da in jedem Fall ausreichend Entlüftungsöffnungen vorgesehen werden müssen, werden Schalungen teilweise auch so konstruiert, dass die instand zu setzenden Bereiche mit einer zusätzlichen Erhöhung der Betondeckung ausgeführt werden. Bild 5c) zeigt den profilierten Stützenfuß nach Ausschalen und Nachbehandlung.

Bei nicht vollständigem Betonersatz ist die oben beschriebene Rückverankerung des Vergussbetons in den Untergrund erforderlich. Hintergrund hierfür ist, dass anderenfalls kein ausreichender Verbund zwischen Untergrund und den reprofilierten Bereichen entsteht, die Vergussene dadurch konstruktiv lediglich vor der Bewehrung steht und die ihr zugeordnete Funktion des Lastabtrags nicht übernimmt. In der Praxis lässt sich diese Rückverankerung dadurch gewährleisten, dass der Altbeton so weit hinter die Bewehrung abgetragen wird, dass die Ver-

gussene ausreichend weit dahinter geführt werden kann.

Aufgrund der hohen Zementgehalte von Vergussbetonen und damit einhergehender Schwindverformungen sollten für größere instand zu setzende Flächen, wie z. B. Parkbuchten in Parkhäusern, vorzugsweise Vergussbetone der Schwindklasse SKVB 0 eingesetzt werden, da deren mittleres Schwindmaß in der Größenordnung von konventionellem Normalbeton liegt. Im Vorfeld von Instandsetzungsarbeiten ist auch hier auf den ausreichenden Lastabtrag durch geeignete Maßnahmen zu achten, um spätere Bauwerksschäden zu vermeiden. Bild 6a) zeigt eine instand zu setzende Parkfläche nach Vorbereitung durch HDW-Strahlen und anschließender Bewehrungsergänzung (Planung: BauIngenieurSozietät Sasse & Fiebrich, Aachen; Ausführung: Schleiff Bauflächentechnik GmbH & Co. KG, Erkelenz). Nach ausreichendem Vornässen wurde vor Beginn der Vergussarbeiten auf den Oberflächen zurückgebliebenes Wasser mit geeigneten Saugern entfernt. Bild 6b) zeigt den Einbau der ersten Lage Vergussbeton. Hierbei wurde die Materialverteilung unter die Bewehrung händisch mit einem langborstigen Besen unterstützt. Nach ausreichend großflächigem Verguss der Bereiche unterhalb der Bewehrungslage wurde anschließend der Beton oberhalb der Bewehrung frisch-frisch bis zur geplanten Höhe eingebaut, geglättet und nach dem Ansteifen mit feuchten Bahnen und zusätzlicher Folienabdeckung nachbehandelt. Bild 6c) zeigt die fertige Fläche nach erfolgter Endbeschichtung mit einem geeigneten Oberflächenschutzsystem.

Aufgrund der Erstellung des Parkhauses in den 1960ern, mit entsprechend kleineren Parkflächen und Verkehrswegen als heute üblicherweise ausgeführt, lag die Anforderung in der Instandsetzung unter eingeschränkten Platzverhältnissen. Weiterhin wurde vorausgesetzt, die Arbeiten bei laufendem Betrieb der übrigen Parkflächen durchzuführen. Trotz dieser Herausforderungen konnte die Flächeninstandsetzung erfolgreich in kurzer Bauzeit durchgeführt werden. Der Einsatz von Spritz- bzw. Trans-



**Bild 6** Flächeninstandsetzung mit Vergussbeton: a) im HDW-Verfahren vorbereitete Fläche mit ergänzter Bewehrung, b) Einbau des Vergussbetons, c) instandgesetzte Fläche nach Endbeschichtung mit aufgebrachtem Oberflächenschutzsystem  
Surface repair with grouting concrete: prepared area with additional reinforcement, b) grout, c) repaired area with final surface protection system

portbeton wäre unter den gegebenen Voraussetzungen so nicht realisierbar gewesen.

## 6 Zusammenfassung

Im Vergleich zu konventionellen Normalbetonen und Mörteln handelt es sich bei Vergussbeton und -mörtel nach VeBMR [1, 2, 14] um Bauprodukte mit erhöhten Leistungs- und Qualitätsmerkmalen, die über eine werkeigene Produktionskontrolle und externe Fremdüberwachung nachzuweisen sind. In ihren Materialeigenschaften zeichnen sie sich durch ein sehr gutes Fließverhalten, meist selbstverdichtende Eigenschaften und leichtes Quellen aus. Somit ähneln sie eher selbstverdichtenden Betonen, gehen jedoch noch deutlich über die Anforderungen und Grenzwerte der SVB-Richtlinie des DAfStb [8] hinaus.

Regelkonform können Vergussmörtel und -betone seit der Aufnahme der VeBMR [14] in die Bauregelliste A, Teil 1 im Jahr 2007 eingesetzt werden. Seitdem haben positive Praxiserfahrungen mit Vergussbaustoffen zu entsprechenden Aktualisierungen der Richtlinie geführt.

## Literatur

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2011) *DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel*. Beuth, Berlin.
- [2] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2019) *DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel*. Beuth, Berlin.
- [3] Breitenbücher, R.; Benra, M. (2014) *Einfluss der Einbaudicke auf die Festigkeit und Dauerhaftigkeit von zementgebundenem Vergussbeton* in: *Beton- und Stahlbetonbau* 109, H. 10, S. 742–749. <https://doi.org/10.1002/best.201400036>
- [4] Breitenbücher, R.; Wiens, U.; Siebert, B. (2008) *Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel* in: *Beton- und Stahlbetonbau* 103, H. 9, S. 639–644. <https://doi.org/10.1002/best.200808222>
- [5] Bundesanstalt für Wasserbau (2012) *BAW Merkblatt Zweitebeton*. Karlsruhe.
- [6] DIN EN 206:2017-01 (2017): *Beton – Festlegung, Eigenschaften Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206:2013+A1:2016* (2017-01). Beuth, Berlin.
- [7] DIN 1045-2:2008-08 (2008) *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zur DIN EN 2016-1* (2008-08). Beuth, Berlin.
- [8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2003) *DAfStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton (SVB-Richtlinie)*, Beuth, Berlin.
- [9] Ramge, P.; Kühne, H.-C.; Meng, B. (2010) *MODINSYS – Modular system for the protection and repair of concrete*

Seit Einführung der 3. Berichtigung zur RL SIB [18] im Jahr 2014 darf Vergussbeton für die Betoninstandsetzung bis zu Schichtdicken des 25-fachen Größtkorndurchmessers eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die Instandsetzung horizontaler als auch vertikaler Flächen, wie die in Abschn. 5 vorgestellten Beispiele zeigen.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der 2. Überarbeitung der VeBMR 2019 [2] ist künftig außerhalb des Betoninstandsetzungsbereichs unter bestimmten Randbedingungen eine Erhöhung der maximal ausführbaren Schichtdicken bis zum 40-fachen des Größtkorndurchmessers möglich. Für Instandsetzungszwecke verweist die 2. Überarbeitung der Richtlinie jedoch weiter auf die 3. Berichtigung der Instandsetzungsrichtlinie [18] mit deren Schichtdickenbegrenzung auf das 25-fache des Größtkorndurchmessers. Um künftig dennoch von der Schichtdickenerhöhung im Bereich der Betoninstandsetzung Gebrauch zu machen, ist im Geltungsbereich des Bauordnungsrechts eine behördliche Zustimmung erforderlich, im privatrechtlichen Bereich eine gesonderte Vereinbarung zur Anwendung der VeBMR 2019 [2] mit dem Auftraggeber zu empfehlen.

- structures in: Aguiar, J. B. et al. [Hrsg.] *13th International Congress on Polymers in Concrete*. Funchal.
- [10] Range, P.; Lohaus, L. (2010) *Robustness by Mix Design – A New Approach for Mixture Proportioning of SCC* in: Khayat, K. H.; Feys, D. [Hrsg.] *Design, Production and Placement of Self-Consolidating Concrete*. Montreal, Springer, S. 37–49.
- [11] Okamura, H.; Ouchi, M. (1999) *Self-compacting concrete-Development, present use and future* in: Skarendahl, Å.; Petersson, Ö. [Hrsg.] *1st International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete*. Stockholm, S. 3–14.
- [12] Okamura, H.; Ouchi, M. (2003) *Self-compacting concrete*. in: *Journal of Advanced Concrete Technology* 1, H. 1, S. 5–15.
- [13] Deutscher Beton-Verein E.V. (1990). *DBV-Merkblatt Vergußmörtel*. Eigenverlag, Wiesbaden.
- [14] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2006) *DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel*. Beuth, Berlin.
- [15] DIN 1045-3:2012-03 (2012) *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670* (2012-03). Beuth, Berlin.
- [16] DIN EN 13670:2011-03 *Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009* (2011-03). Beuth, Berlin.
- [17] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2005) *DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel (Trockenbeton-Richtlinie)*. Beuth, Berlin.
- [18] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2014) *3. Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen*. Beuth, Berlin.
- [19] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2001) *DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen*. Beuth, Berlin.
- [20] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (2016) *DAfStb-Richtlinie Instandhaltung von Betonbauteilen (Instandhaltungs-Richtlinie)* Gelbdruck. Beuth, Berlin.
- [21] DIN EN 1504 (2005) *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität; Deutsche Fassung EN 1504:2005*. Beuth, Berlin.
- [22] Deutsches Institut für Bautechnik (2019) *Technischen Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung)* Gelbdruck. Berlin.
- [23] Bundesanstalt für Straßenwesen (2019) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)*. Bergisch Gladbach.
- [24] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [Hrsg.] (2017) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für die Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219)*. Karlsruhe.
- [25] DIN EN 12350-5:2019-0 (2019) *Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß; Deutsche Fassung EN 12350-5:2019* (2019-09). Beuth, Berlin.
- [26] DIN EN 1015-3:2007-05 (2007) *Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreitmaß); Deutsche Fassung EN 1015-3:1999+A1:2004+A2:2006* (2007-05). Beuth, Berlin.
- [27] DIN EN 12390-3:2019-10 (2019) *Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Deutsche Fassung EN 12390-3:2019* (2019-10). Beuth, Berlin.
- [28] DIN EN 196-1:2016-11 (2016) *Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit; Deutsche Fassung EN 196-1:2016* (2016-11). Beuth, Berlin.
- [29] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (1991) *DAfStb-Heft 422 – Prüfung von Beton, Empfehlung und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048*. Beuth, Berlin.
- [30] DIN 4227-5:1979-12 (1979) *Spannbeton; Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle (Gefäßverfahren mit der Doppelmeßbrücke)* (1979-12). Beuth, Berlin.
- [31] Momber, A. W.; Schulz, R.-R. (2006) *Handbuch der Oberflächenbearbeitung Beton – Bearbeitung; Eigenschaften; Prüfung*. Birkhäuser, Basel.
- [32] InformationsZentrum Beton GmbH [Hrsg.] (2014) *Zement-Merkblatt Betontechnik. Nachbehandlung und Schutz des jungen Betons*. Erkrath.

## Autoren



Dr.-Ing. Henning von Daake (Korrespondenzautor)  
vondaake@pagel.de  
PAGEL® Spezial-Beton GmbH & Co. KG  
Wolfsbankring 9  
45355 Essen



Dr.-Ing. Patrick Schäffel  
schaeffel@pagel.de  
PAGEL® Spezial-Beton GmbH & Co. KG  
Wolfsbankring 9  
45355 Essen

## Zitieren Sie diesen Beitrag

von Daake, H.; Schäffel, P. (2021) *Vergussbeton – Innovation in der Betoninstandsetzung – Grundlagen, Regelwerke und Anwendungsmöglichkeiten*. Beton- und Stahlbetonbau 116, H. 4, S. 275–285.  
<https://doi.org/10.1002/best.202100015>

Dieser Aufsatz wurde in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet. Eingereicht: 25. Januar 2021; angenommen: 16. Februar 2021.