

Nach Abschluss der Injektion sollte erforderlichenfalls der ursprüngliche Zustand bzw. der vereinbarte Zustand der Bauteiloberflächen hergestellt werden. Stichprobenartig sollte angemischter Schlauchfüllstoff (z. B. Erhärtungsprüfung mittels Film) möglichst bei den gleichen Witterungsbedingungen gelagert werden, wie sie am Bauteil vorherrschen. Nach der Lagerung – je nach Witterung meist am Folgetag – kann dann überprüft und protokolliert werden, ob dieser Schlauchfüllstoff erhärtet ist. Eine ungemischte Rückstellprobe jeder Materialcharge (z. B. ein Originalgebinde) sollte bis zum erfolgreichen Ergebnis der Erhärtungsprüfung aufbewahrt werden.

Die vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen, u. a. der Berufsgenossenschaft und der Materialhersteller (z. B. im Sicherheitsdatenblatt), sind zu beachten. Injektionsarbeiten sind von geschultem und erfahrenem Personal durchzuführen und sorgfältig zu protokollieren.

**2.4.5 Anforderungen an die Angaben zur Ausführung**  
Die Angaben zur Ausführung müssen mit den Angaben im abP übereinstimmen. Die Angaben zur Ausführung müssen folgende Angaben enthalten:  
- Dichtung (Material, Geometrie, Aufbau,

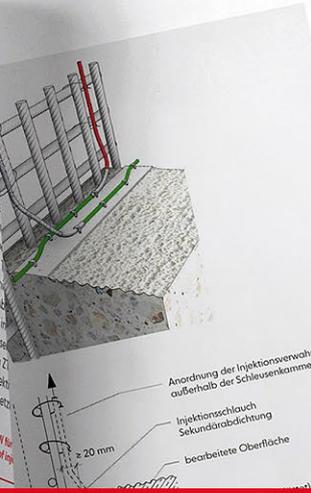
### 3 Injektionswasserbau

#### 3.1 Einsatzgebiet

Dieser Abschnitt enthält die Injektionsschlauchsysteme beim Wasserbau im Regelwerksbau (nach den Zusätzen und ZTV-W (R9), (R10)). Soweit zusätzlich die Regelungen nach Abschn. Es ist zwischen dem Einsatz im Bahnbau und des Verkehrsbaus bei Wasserbauwerken nach ZTV-W (R9) und Instandsetzung) werden Injektionsfälle nach Tabelle 2 eingesetzt.

**Tabelle 2. Anwendungsfälle nach ZTV-W für Table 2. Use cases according to ZTV-W of**

S	1	2
Z	Dichtung	



**DBV-Schriften**  
Praxisnah und stets aktuell!



DBV-Merkblatt | Bauen im Bestand

## Hochdruckwasserstrahlen im Betonbau

Fassung August 2022  
100 Seiten, DIN A5, broschiert

**Preis:**  
107,00 €  
53,50 € für DBV-Mitglieder

- Für wen:**
- Sachkundige Planer für Betoninstandsetzung
  - Bauunternehmen mit Schwerpunkt Betoninstandsetzung
  - Bauüberwacher

Das DBV-Merkblatt gibt den aktuellen Stand der Regelwerke sowie den technischen Stand der am Markt verfügbaren Geräte und Aggregate wieder, insbesondere zu modernen Klein- und Großrobotern. Es enthält zahlreiche Hintergrundinformationen zur richtigen Wahl der beim Einsatz von HDWS-Technik maßgebenden Strahl-, Betriebs- und Materialparameter. Für unterschiedliche Anwendungsbereiche – z. B. Reinigen, Entfernen von Farbanstrichen und Beschichtungen, Aufrauen, Betonabtrag – werden konkrete Hinweise gegeben.

Das DBV-Merkblatt in der Fassung August 2022 enthält neueste Entwicklungen in der Strahl- und Robotertechnik und gibt die für das HDWS-Verfahren maßgebenden Inhalte der Regelwerke für Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz sowie den Umweltschutz wieder.

Für ein einheitliches Verständnis von Aufmaß und Abrechnung sind außerdem Ausschreibungstexte sowie Hinweise zur Aufmaßerstellung als Basis einer leistungsgerechten Abrechnung von HDWS-Arbeiten enthalten.

#### Bestellungen:

- Printexemplare unter [betonverein.de/schriften](http://betonverein.de/schriften)
- Downloads im PDF-Format bei [beuth.de](http://beuth.de) oder [baufachinformation.de/dbv](http://baufachinformation.de/dbv)
- Im Online-Abo „DBV-Schriften“ sind Neuerscheinungen automatisch enthalten. Informationen unter [baufachinformation.de/dbv-abo](http://baufachinformation.de/dbv-abo)

DBV-Merkblatt | Bauen im Bestand

# Hochdruck- wasserstrahlen im Betonbau



DBV-Merkblatt  
„Hochdruckwasserstrahlen im Betonbau“

© Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV), Berlin 2022

Kontakt zum Herausgeber: DBV, Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin  
info@betonverein.de, betonverein.de

Das Merkblatt wurde von November 2019 bis Juli 2022 vom DBV-Arbeitskreis „Hochdruckwasserstrahlen“ (HABA-HDW) erarbeitet. Im Arbeitskreis wirkten mit: Dipl.-Ing. *Heinrich Bastert*, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV); Dipl.-Ing. *Siegfried Bepple*, GQ Quadflieg Bau GmbH; *Serdar Bilgin* M. Sc., DBV; Dipl.-Ing. *Roman Blutau*, Ingenieurbüro Roman Blutau; *Helmut Burger*, Reprotex GmbH; Dipl.-Ing. (FH) *Oliver Görg*, Geiger Bauwerksanierung GmbH & Co. KG; Dipl.-Ing. *Arne Goslar*, Kempen Krause Ingenieure GmbH; Betriebsw. (B. A.) *Falk Heilig*, Antoch GmbH; *Christian Herde*, Wannenwetsch GmbH; *Benjamin Hespeler*, Antoch GmbH; MBE *Christof Kirchoff*, BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft; Dr.-Ing. *Markus Plannerer*, PLANNERER + PARTNER mbB; *Christoph Priebe*, falch gmbh; *Reinhard Sauter*, SAAN Wasserstrahltechnik GmbH; Dr.-Ing. *Ingo Schachinger*, DBV; Dipl.-Ing. *Thomas Schiel*, Wannenwetsch GmbH; Dipl.-Ing. (FH) *Rolf Spreemann*, Karrié Bauwerks-erhaltung GmbH; *Thomas Trott*, Hammelmann GmbH; Dipl.-Ing. (FH) *Arndt Waldeck*, Ed. Züblin AG.

Das Merkblatt wurde in den DBV-Hauptausschüssen Bautechnik (HAB), Baustofftechnik (HABT) und Bauausführung (HABA) unter Beteiligung von Fachleuten aus Bauaufsicht, ausführenden Unternehmen, Baustoffindustrie, Wissenschaft und Ingenieurbüros abgestimmt.

Verlag: Eigenverlag  
Druck: AC medienhaus GmbH, 65205 Wiesbaden

Titelbild: Baustelle Brücke an der A99 bei München  
Quelle: DBV/Ingo Schachinger

Deskriptoren: Abnahme, Arbeitssicherheit, Aufmaß, Aufrauen, Ausschreibung, Betonabtrag, Betriebsparameter, Gesundheitsschutz, HDWS-Roboter, Hochdruckwasserstrahlen, Rückstoßkraft, Strahlparameter

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Schrift darf ohne schriftliche Genehmigung des DBV in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Markennamen, Handelsbezeichnungen oder sonstigen Kennzeichen in dieser Schrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

DBV-Merkblatt | Bauen im Bestand

# Hochdruckwasser- strahlen im Betonbau

*High-pressure Water Jetting  
in Concrete Construction*

Fassung August 2022

# Inhalt

Vorbemerkung .....	8
1 Anwendungsbereich .....	9
2 Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von HDWS .....	10
2.1 Abgrenzung zu mechanischen Bearbeitungsverfahren .....	10
2.2 Verfahrenstechnische Vorteile des HDWS .....	11
2.3 Anwendungsgrenzen des HDWS .....	13
3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole .....	14
3.1 Begriffe .....	14
3.2 Abkürzungen und Symbole .....	19
4 Regelwerke und vertragliche Einbindung des Merkblattes .....	20
5 Wirkungsweise des Hochdruckwasserstrahls bei der Bearbeitung von Betonbauteilen .....	22
6 Maßgebende Parameter beim Einsatz von HDWS im Betonbau .....	24
6.1 Zielparameter .....	24
6.2 Strahlparameter .....	25
6.2.1 Düsen .....	25
6.2.2 Volumenstrom und Druck .....	25
6.2.3 Rückstoßkraft .....	26
6.2.4 Pumpen- und Strahlleistung .....	26
6.3 Betriebsparameter bei Einsatz von HDWS-Robotern .....	26
6.3.1 Allgemeines .....	26
6.3.2 Strahlabstand .....	27
6.3.3 Strahlwinkel bei HDWS-Robotereinsatz .....	27
6.3.4 Strahlbewegung und Belastungslinie beim automatisierten Betonabtrag .....	28
6.3.5 Versatz bei HDWS-Robotereinsatz .....	30
6.3.6 Anzahl der Überfahrten .....	31
6.4 Materialparameter .....	31
6.4.1 Untersuchungen im Vorfeld von HDWS-Arbeiten .....	31
6.4.2 Materialparameter des Betons .....	31
6.4.3 Materialparameter der Beschichtungen (OS-Systeme) und Farbanstriche .....	32
6.4.4 Materialparameter von Mehrschichtensystemen bestehend aus Beton, mineralischen oder kunststoffmodifizierten Schichten .....	33
7 Anwendungsbereiche mit Strahl- und Betriebsparametern .....	35
7.1 Allgemeines .....	35

7.2	Reinigen der Oberflächen von Verschmutzungen und Bewuchs .....	36
7.3	Entfernen von Farbanstrichen .....	36
7.4	Entfernen von Beschichtungen (OS-Systeme) .....	37
7.5	Entfernen der Zementhaut und Öffnen von Poren und Lunkern .....	38
7.6	Abtragen von mineralischen oder kunststoffmodifizierten Schichten .....	38
7.7	Dekontamination von Oberflächen und Abtrag von schadstoffhaltigen Beschichtungen mittels HDWS .....	39
7.8	Aufräuen von Betonoberflächen .....	41
7.9	Nachbearbeitung im Anschluss an mechanische Abtragsverfahren .....	42
7.10	Entrosten des Bewehrungsstahls .....	43
7.11	Betonabtrag mit HDWS .....	44
7.11.1	Streifenförmiger oder kleinflächiger Betonabtrag mittels HDWS-Handlanze .....	44
7.11.2	Flächiger Betonabtrag mittels HDWS-Abtragsrahmen oder HDWS-Kleinroboter .....	45
7.11.3	Flächiger Betonabtrag mittels HDWS-Großroboter .....	47
7.12	Nacharbeiten im Anschluss an den Betonabtrag .....	49
7.12.1	Abtrag der Strahlschatten .....	49
7.12.2	Grobreinigung .....	49
7.12.3	Feinreinigung .....	50
8	Umweltschutz und Entsorgung .....	51
8.1	Allgemeines .....	51
8.2	Aufbereitung des Strahlwassers .....	51
8.3	Betonabbruch .....	54
9	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Lärmschutz und weitere Sicherungsmaßnahmen .....	55
9.1	Allgemeines .....	55
9.2	Kontrolle der Geräte und Maschinen .....	56
9.3	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für Baustellen- und Bedienpersonal ...	56
9.3.1	Leitung und Aufsicht .....	56
9.3.2	Bedienpersonal und Persönliche Schutzausrüstung (PSA) .....	57
9.3.3	Gefahrstoffe .....	58
9.3.4	Sichere Nutzung der HDWS-Geräte und Maschinen .....	58
9.4	Arbeitsmittel für hochgelegene Arbeitsplätze .....	59
9.4.1	Allgemeines .....	59
9.4.2	Gerüste .....	59
9.4.3	Hubarbeitsbühnen .....	60
9.4.4	Fahrbare Arbeitsbühnen .....	60
9.5	Sicherheitsbereich bei HDWS-Arbeiten .....	61

9.6	Schutz von angrenzenden Flächen und Bauteilen vor Wasser und Steinschlag .....	61
9.7	Lärmschutz der Umgebung .....	62
10	Ausschreibung von HDWS-Arbeiten im Betonbau .....	63
10.1	Allgemeines .....	63
10.2	Erprobungs- bzw. Musterflächen .....	65
11	Aufmaß und Abnahme von HDWS-Arbeiten .....	65
11.1	Aufmaß für Anwendungsbereiche ohne tiefgehenden Materialabtrag .....	65
11.2	Aufmaß für Anwendungsbereiche mit tiefgehendem Materialabtrag bzw. Betonabtrag .....	66
11.3	Aufmaß für örtlich begrenzten Betonabtrag mittels HDWS-Handlanze (< 1 m <sup>2</sup> ) .....	66
11.4	Aufmaß bei kleinflächigem Betonabtrag mittels HDWS-Handlanze (> 1 m <sup>2</sup> ) .....	67
11.5	Aufmaß bei automatisiertem Betonabtrag mittels HDWS-Abtragsrahmen/-Roboter .....	67
11.5.1	Allgemeines .....	67
11.5.2	Aufmaß nach Erprobungs- bzw. Musterflächen .....	68
11.5.3	Aufmaß der Abtragstiefe nach Referenzpunkten .....	68
11.5.4	Aufmaß der Abtragstiefe mittels Nivellement vor und nach dem Betonabtrag .....	68
11.5.5	Aufmaß der Abtragstiefe nach Lotmessung über ein Messpunkteraster an der Deckenuntersicht .....	69
11.5.6	Aufmaß der Abtragstiefe nach Einbauvolumen zur Reprofilierung .....	69
11.5.7	3D-Laserscanverfahren .....	69
11.6	Abnahme .....	70
Anhang A:	Beispiele für die Ausschreibung nach Anwendungsbereichen .....	71
A.1	Reinigen der Oberflächen von Verschmutzungen und Bewuchs.....	71
A.2	Entfernen von Farbanstrichen .....	71
A.3	Entfernen von Beschichtungen (OS-Systemen) .....	72
A.4	Untergrundvorbereitung „Entfernung der Zementhaut und Öffnen von Poren und Lunkern“ .....	72
A.5	Untergrundvorbereitung „Erzielung einer definierten Rauheit“ .....	73
A.6	Abtragen von mineralischen oder kunststoffmodifizierten Schichten .....	73
A.6.1	Im HDWS-Handlanzenbetrieb .....	73
A.6.2	Automatisiert mittels HDWS-Abtragsrahmen .....	74
A.7	Dekontamination von Oberflächen und Abtrag von schadstoffhaltigen Farbanstrichen/Beschichtungen mittels HDWS .....	74
A.8	Lokaler Betonabtrag bei Schadstellen mittels HDWS-Handlanze .....	75

A.8.1 Hauptposition .....	75
A.8.2 Bedarfsposition Mehrtiefen .....	76
A.9 Kleinflächiger Betonabtrag mittels HDWS-Handlanze .....	76
A.9.1 Hauptposition .....	76
A.9.2 Bedarfsposition Mehrtiefen .....	77
A.9.3 Zulage zum Betonabtrag für Bodenbereiche .....	77
A.9.4 Zulage zum Betonabtrag für die Bearbeitung in Pilgerschritten .....	78
A.10 Erprobungsflächen für den automatisierten Betonabtrag .....	78
A.11 Automatisierter, flächiger Betonabtrag mit HDWS-Abtragsrahmen oder HDWS-Roboter .....	79
A.12 Nacharbeiten im Anschluss an den automatisierten Betonabtrag .....	79
A.12.1 Betonabtrag mittels HDWS-Handlanze in Randbereichen, die nicht mittels HDWS-Roboter bearbeitet werden können .....	79
A.12.2 „Schuttberäumung“ nach Abtrag am Boden mittels HDWS-Roboter ....	80
A.12.3 Säubern „Nachwaschen“ der Flächen nach dem Abtrag mittels HDWS .....	80
Anhang B: Persönliche Schutzausrüstung und Sicherheitseinrichtungen .....	81
Anhang C: Anforderungen an die Gerätetechnik .....	84
C.1 Allgemeines .....	84
C.2 Arbeitswerkzeuge und Düsen .....	84
C.3 Pumpen .....	86
C.4 Schlauchleitungen und Verbindungen .....	86
Anhang D: Berechnungsgleichungen für Strahl- und Materialparameter .....	87
D.1 Berechnung des Volumenstroms .....	87
D.2 Berechnung der Rückstoßkraft .....	88
D.3 Berechnung der charakteristischen Länge des Betons als Kennwert für den Abtragswiderstand gegenüber HDWS .....	88
Schrifttum .....	90