

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

# Hochdruckwasserstrahlen im Betonbau

---

## Vorbemerkung

---

Beim Hochdruckwasserstrahlen (kurz: HDWS) wird die Betonoberfläche durch einen wenige Millimeter dünnen Hochdruckwasserstrahl beaufschlagt. In Abhängigkeit vom Wasserdruck und Volumenstrom lassen sich unter Einsatz von automatisierten Spritzeinrichtungen (HDWS-Roboter), HDWS-Abtragsrahmen bzw. handgeführten Lanzen (HDWS-Handlanzen) durch die Anpassung der Betriebsparameter (Strahlabstand, Strahlwinkel, Versatz etc.) an den Anwendungsbereich die unterschiedlichsten Arbeiten im Betonbau von der oberflächlichen Reinigung bis hin zum tiefgehenden Betonabtrag durchführen. Dieses Merkblatt geht neben den o. g. technischen Aspekten auch auf die Arbeitssicherheit, den Gesundheitsschutz, den Lärmschutz und die Sicherungsmaßnahmen, den Umweltschutz sowie die Ausschreibung und Aufmaßerstellung bei der Durchführung von HDWS-Arbeiten ein.

Das Hochdruckwasserstrahlverfahren hat sich im Betonbau in den letzten 30 Jahren etabliert und insbesondere bei der flächigen Bearbeitung von Oberflächen auch wirtschaftlich durchgesetzt. Mittels HDWS lassen sich über die Anpassung der Strahlparameter (Wasserdruck, Volumenstrom, Düsengeometrie) sowie der Betriebsparameter der eingesetzten Geräte (Strahlabstand, Strahlbewegung, Strahlwinkel und Versatz bei Verwendung von HDWS-Robotern) alle Arten der Reinigung, der Untergrundvorbereitung und des tiefgehenden Betonabtrags durchführen.

Für den Einsatz der Hochdruckwasserstrahltechnik im Betonbau wurde beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. im Jahr 1997 ein Arbeitskreis gebildet und im Juni 1999 das erste DBV Merkblatt „Hochdruckwasserstrahltechnik im Betonbau“ [R1] veröffentlicht. Das überarbeitete Merkblatt „Hochdruckwasser-

strahlen im Betonbau“ berücksichtigt die in den letzten 20 Jahren fortgeschrittenen Entwicklungen in der Strahl- und Robotertechnik und gibt die für das HDWS-Verfahren maßgebenden Inhalte der Regelwerke für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie den Umweltschutz wieder.

Bezüglich der Bearbeitung von Betonbauteilen mittels Hochdruckwasserstrahlen gehen die aktuellen Regelwerke für den Schutz und die Instandsetzung – wie die Technische Regel „Instandhaltung von Betonbauwerken“ des DIBt [R2] und die Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ des DAfStb [R3] – nur auf den Anwendungszweck bzw. -bereich ein. Die DGUV-Regel 100-500, Kapitel 2.36 „Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern“ [R4] gibt die Anforderungen für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz wieder. Die Leistungsbeschreibung von Hochdruckwasserstrahlarbeiten im Betonbau wird in keinem der vorhandenen Regelwerke behandelt. Die Aufmaßerstellung erfolgt meist gemäß DIN 18349 „ATV für Betonerhaltungsarbeiten“ [R7], jedoch eignet sich diese nur bedingt für das selektive Abtragsverfahren HDWS. Die Praxis zeigt, dass auch in diesen Bereichen bei Auftraggebern und Auftragnehmern ein Bedarf nach Regelung besteht.

Dieses Merkblatt umfasst die unterschiedlichsten Anwendungsarten des HDWS-Verfahrens im Betonbau, begonnen bei der äußerlichen Bearbeitung von Betonoberflächen bis hin zum tiefgehenden Betonabtrag mittels handgeführter Lanze oder bei Einsatz von HDWS-Robotern. Neben den technischen Aspekten zu dem HDWS-Verfahren und den eingesetzten Geräten enthält dieses Merkblatt alle für die Planung, Ausschreibung und leistungsgerechte Abrechnung von HDWS-Arbeiten relevanten Informationen und Angaben.

---

## 1 Anwendungsbereich

---

Das vorliegende Merkblatt soll den Sachkundigen Planern, den Bauüberwachern und den Bauunternehmern die Anwendungen für den Einsatz von Hochdruckwasserstrahlen (HDWS) im Betonbau aufzeigen und auf die Vorzüge und Auswirkungen dieses selektiven Verfahrens beim Betonabtrag eingehen. Ebenfalls werden den ausführenden Unternehmen Hinweise zu der richtigen Wahl der Betriebs- und Strahlparameter für das jeweilige Einsatzgebiet an die Hand gegeben, sodass die ausgeschriebene Leistung in der Praxis zielsicher erbracht werden kann. Die Beschreibung der selektiven Wirkungsweise des Wasserstrahles und die