

Herausgegeben von Ralf Ruhnau  
Begründet von Günter Zimmermann

Martin Achmus

# Schäden bei Baugrubensicherungen

Fraunhofer IRB  Verlag

Martin Achmus

## Schäden bei Baugrubensicherungen



# Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 44

## Schäden bei Baugrubensicherungen

Von

Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus

Fraunhofer IRB Verlag

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8602-3

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9019-8

Redaktion: Manuela Wallißen

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Umschlagfoto: »Korrektor Berliner Verbau«. Look Spezialtiefbau GmbH, Kleve

Layout: Martin Kjer

Herstellung: Dietmar Zimmermann

Satz: zazudesign, Fluorn-Winzeln

Druck: Ungeheuer + Ulmer, Ludwigsburg

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2012

Fraunhofer-Informationszentrum

Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

<http://www.baufachinformation.de>

# Fachbuchreihe Schadenfreies Bauen

Bücher über Bauschäden erfordern anders als klassische Baufachbücher eine spezielle Darstellung der Konstruktionen unter dem Gesichtspunkt der Bauschäden und ihrer Vermeidung. Solche Darstellungen sind für den Planer wichtige Hinweise, etwa vergleichbar mit Verkehrsschildern, die den Autofahrer vor Gefahrstellen im Straßenverkehr warnen.

Die Fachbuchreihe **SCHADENFREIES BAUEN** stellt in vielen Einzelbänden zu bestimmten Bauteilen oder Problemstellungen das gesamte Gebiet der Bauschäden dar. Erfahrene Bausachverständige beschreiben den Stand der Technik zum jeweiligen Thema, zeigen anhand von Schadensfällen typische Fehler auf, die bei der Planung und Ausführung auftreten können, und geben abschließend Hinweise zu deren Sanierung und Vermeidung.

Für die tägliche Arbeit bietet darüber hinaus die Volltextdatenbank **SCHADIS** die Möglichkeit, die gesamte Fachbuchreihe als elektronische Bibliothek auf DVD oder online zu nutzen. Die Suchfunktionen der Datenbank ermöglichen den raschen Zugriff auf relevante Buchkapitel und Abbildungen zu jeder Fragestellung ([www.irb.fraunhofer.de/schadis](http://www.irb.fraunhofer.de/schadis)).

## Der Herausgeber der Reihe:

Dr.-Ing. Ralf Ruhnau ist ö. b. u. v. Sachverständiger für Betontechnologie, insbesondere für Feuchteschäden und Korrosionsschutz. Als Partner der Ingenieurgemeinschaft CRP GmbH Berlin und in Fachvorträgen befasst er sich neben der Bauphysik und der Fassadenplanung vor allem mit Bausubstanzbeurteilungen. Er war mehrere Jahre als Mitherausgeber der Reihe aktiv und betreut sie seit 2008 alleinverantwortlich.

## Der Begründer der Reihe:

Professor Günter Zimmermann war von 1968 bis 1997 ö. b. u. v. Sachverständiger für Baumängel und Bauschäden im Hochbau. Er zeichnete 33 Jahre für die **BAUSCHÄDEN-SAMMLUNG** im Deutschen Architektenblatt verantwortlich. 1992 rief er mit dem Fraunhofer IRB Verlag die Reihe **SCHADENFREIES BAUEN** ins Leben, die er anschließend mehr als 15 Jahre als Herausgeber betreute. Er ist der Fachwelt durch seine Gutachten, Vortrags- und Seminartätigkeiten und durch viele Veröffentlichungen bekannt.

## Vorwort des Herausgebers

Im ›Zeitalter‹ des Bauens im Bestand steigen die Anforderungen an die Herstellung und Sicherung von Baugruben stetig an. Immer enger an vorhandener Bebauung, tiefer als deren Gründung und hinein ins Grundwasser heißt die Herausforderung an den Baugrubenplaner in innerstädtischen Gebieten. Neu- baumaßnahmen oder Bestandeingriffe, umringt von oftmals denkmalgeschützter Altbausubstanz zweifelhafter Standsicherheit, fordern weitgehend verformungsfreie Eingriffe in den Baugrund. Der Übergang von unvermeidbaren Risiken, trotz der Baugrubensicherung, zu vermeidbaren Schäden ist schmal und oft schwer zu definieren – »*hinterher ist man immer schlauer*«!

Ziel des vorliegenden Buches SCHÄDEN BEI BAUGRUBENSICHERUNGEN von Herrn Prof. Achmus ist es, den Planer und Gutachter schon vorher schlau genug zu machen, um den Bauherren und den Planungsbeteiligten Möglichkeiten und Risiken vorab aufzuzeigen. Damit werden nicht nur Schäden durch die richtige Wahl der Baugrubensicherungsmaßnahmen reduziert, sondern es wird auch einem Streit über auftretende nicht sicher vermeidbare Schäden vorgebeugt.

Mein Dank gilt Herrn Prof. Achmus dafür, dass er sich trotz der hohen beruflichen Belastung die Zeit genommen hat, dieses kompakte Werk als Leitfaden und Hilfestellung für eine wirtschaftliche und schadenfreie Planung von Baugrubensicherungen und zugleich als Kompendium für den Sachverständigen zu Papier zu bringen.

Berlin, im Januar 2012  
Ralf Ruhnau

## Vorwort des Autors

Von Herrn Dr.-Ing. Ruhnau war ich angesprochen worden, ob ich mir die Bearbeitung eines Buches zum Thema ›Baugrubensicherungen‹ im Rahmen der Fachbuchreihe SCHADENFREIES BAUEN vorstellen könnte. Diese Anregung habe ich sehr gern aufgenommen, da es nach meiner Erfahrung bei der Herstellung von Baugruben durchaus nicht selten zu Schäden kommt, und zwar nicht unbedingt an der Baugrubenkonstruktion selbst, sondern – und häufig viel schwerwiegender – an Nachbargebäuden bzw. -bauwerken.

Zu beachten ist, dass bei der Herstellung von Baugrubenwänden und beim anschließenden Baugrubenaushub unvermeidbare (verfahrensimmanente) Beeinflussungen des umgebenden Baugrunds und damit auch nahe liegender Bauwerke auftreten. Eine besondere Schwierigkeit bei der Bewertung von Schäden liegt dann oft darin, unvermeidbare Beeinflussungen bzw. Schäden von vermeidbaren, durch eine nicht fachgerechte Ausführung oder eine nicht ausreichende Bemessung der Wand zu trennen.

Das vorliegende Buch behandelt Planung und Herstellung von Baugrubensicherungen mit besonderem Blick auf mögliche Beeinflussungen bzw. eine Schädigung von Nachbarbauwerken. Ziel ist es, dem Leser die unvermeidbaren sowie auch die vermeidbaren Beeinflussungen vor Augen zu führen und Möglichkeiten zu ihrer Abschätzung und Minimierung darzustellen. Da in besonderen Fällen die Beobachtungsmethode, d. h. messtechnische Überwachung in Verbindung mit numerischen Prognosen von im Zuge des Aushubs auftretenden Baugrundverformungen einzusetzen ist, wurde auch ein Kapitel zur Ausführung von Verformungsprognosen integriert. Abschließend werden zur Veranschaulichung beispielhaft einige Schäden dargestellt.

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich meinen Mitarbeitern an der Leibniz Universität Hannover. Besonderer Dank gebührt Frau Brigitte Joch für die Herstellung der Zeichnungen. Herrn Dr.-Ing. Ruhnau und dem Fraunhofer IRB Verlag sei schließlich für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Hannover, im Januar 2012  
Martin Achmus



# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	Konstruktionsformen von Baugrubensicherungen	15
2.1	Verbauwandtypen	15
2.1.1	Trägerbohlwand	15
2.1.2	Spundwand	17
2.1.3	Bohrpfahlwand	19
2.1.4	Schlitzwand	21
2.1.5	Misch- und Sonderformen	22
2.2	Abstützungen	24
2.3	Baugruben im Grundwasser	28
3	Planungsgrundlagen für Baugrubensicherungen	31
3.1	Baugrunderkundungen	31
3.1.1	Allgemeines	31
3.1.2	Erkundungsverfahren	32
3.1.3	Umfang der Erkundung für die Planung von Baugrubensicherungen	34
3.1.4	Ergebnisse	37
3.2	Untersuchungen an Nachbarbauwerken	39
4	Herstellung von Baugrubenwänden	41
4.1	Allgemeines	41
4.2	Trägerbohlwände	41
4.3	Spundwände	44
4.3.1	Allgemeines	44
4.3.2	Rammen, Rütteln und Ziehen von Spundbohlen	47
4.3.3	Einpressen von Spundbohlen	51
4.3.4	Einfluss der Herstellung auf Nachbarbauwerke	53

4.4	Bohrpfahlwände	57
4.4.1	Allgemeines	57
4.4.2	Bohren	59
4.4.3	Bewehren und Betonieren	62
4.4.4	Einfluss der Herstellung auf Nachbarbauwerke	62
4.5	Schlitzwände	64
4.5.1	Allgemeines	64
4.5.2	Leitwand	66
4.5.3	Stützsuspension	67
4.5.4	Aushub	70
4.5.5	Bewehren und Betonieren	71
4.5.6	Einfluss der Herstellung auf Nachbarbauwerke	72
4.6	Unterfangungen	73
4.6.1	Allgemeines	73
4.6.2	Herkömmliche Unterfangung	76
4.6.3	Unterfangung mittels Injektion	80
5	Herstellung und Prüfung von Verpressankern	85
5.1	Allgemeines	85
5.2	Herstelltechnik	87
5.3	Vorbemessung der Ankertragfähigkeit	91
5.4	Ankerprüfung	94
5.5	Einfluss auf Nachbarbauwerke	98
6	Sohlabdichtungen	101
6.1	Allgemeines	101
6.2	Natürliche Dichtsohlen	104
6.3	Unterwasserbetonsohle	105
6.4	Poreninjektion mit Zement oder Weichgel	107
6.5	HDI-Dichtsohle	110

<b>7</b>	<b>Erdstatische Berechnung von Baugrubenwänden</b>	<b>115</b>
7.1	Allgemeines	115
7.2	Sicherheitskonzept	119
7.3	Lastansätze	121
7.4	Statische Systeme	125
7.5	Erforderliche Nachweise	129
7.5.1	Gleichgewicht der Vertikalkräfte	129
7.5.2	Nachweis des Erdauflagers	130
7.5.3	Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften	131
7.5.4	Nachweis der Horizontalkräfte für Trägerbohlwände	132
7.5.5	Nachweise für Verpressanker	133
7.5.6	Auftriebsnachweis für Baugruben mit Sohlabdichtung	135
7.5.7	Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch für umströmte Baugrubenwände	137
<b>8</b>	<b>Verformungsprognosen für Baugruben</b>	<b>139</b>
8.1	Allgemeines	139
8.2	Hinweise zu numerischen Verformungsprognosen	141
8.2.1	Stoffgesetze und Materialparameter	141
8.2.2	Berechnungssystem und Modellierung der Bauteile	142
8.2.3	Berechnungsablauf und Auswertung	144
<b>9</b>	<b>Schäden</b>	<b>147</b>
9.1	Allgemeines	147
9.2	Schadensbeispiele	149
9.2.1	Schaden infolge Grundbruchs am Verbauwandfuß	149
9.2.2	Setzungen und Risschäden an einem Nachbargebäude	150
9.2.3	Schaden infolge einer Bauwerksunterfangung	152
9.2.4	Schaden im Zuge der Herstellung einer Spundwandbaugrube	153
9.2.5	Sohlaufbruch einer wasserdichten Baugrube	155
9.2.6	Schaden an einer HDI-Sohle	156

Literaturverzeichnis	159
Stichwortverzeichnis	165