

Herausgegeben von Ralf Ruhnau
Begründet von Günter Zimmermann

Christian Dialer

Rissschäden an Mauerwerks- konstruktionen

Fraunhofer IRB  Verlag

Christian Dialer

Rissschäden an Mauerwerkskonstruktionen

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 7

Risschäden an Mauerwerkskonstruktionen

Von

Dr.-Ing. Christian Dialer

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 www.dnb.de abrufbar.

ISSN: 2367-2048
ISBN (Print): 978-3-8167-9458-5
ISBN (E-Book): 978-3-8167-9459-2

Redaktion: Manuela Wallißen
Herstellung: Gabriele Wicker
Layout, Umschlaggestaltung: Martin Kjer
Satz: Manuela Gantner – Punkt, STRICH.
Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG, Stuttgart

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-Gesetz-
gebung 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 Arbei-
ten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Anschrift des Autors:
Dr.-Ing. Christian Dialer
Emmeringer Straße 40
82275 Emmering

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2016
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 7 11 970-25 00
Telefax +49 7 11 970-25 08
irb@irb.fraunhofer.de
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 online als elektronische Bibliothek zu nutzen. Die Suchfunktionen der Datenbank ermöglichen den raschen Zugriff auf relevante Buchkapitel und Abbildungen zu jeder Fragestellung (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

Risschäden an Mauerwerkskonstruktionen zählen ohne Zweifel zu den häufigsten Schadensbildern, die unsere Bauwerke aufweisen. Risse zeigen uns die Abweichungen zwischen Theorie und Praxis im Bauwesen in schonungsloser Weise auf – oftmals als »hinnehmbare« optische Beeinträchtigungen und mitunter als dramatische Warnung vor dem Versagen von Tragwerken. Wie schon Prof. Pfefferkorn sinngemäß im vorherigen Band 7 mit dem Titel Risschäden an Mauerwerk anmerkte, ermöglichen es Risse, das Verhalten gemauerter Bauwerke in der Praxis zu studieren und die Verträglichkeit von Planung und Wirklichkeit zu kontrollieren.

Der jetzt neu vorgelegte Band 7 der Fachbuchreihe Schadenfreies Bauen von Herrn Dr. Christian Dialer, Risschäden an Mauerwerkskonstruktionen, spannt den eindrucksvoll bebilderten Bogen vom rissgeschädigten Natursteinmauerwerk früherer Jahrhunderte bis zu den Grenzbereichen der mit Mauerwerk noch gestaltbaren Leichtbaukonstruktionen unserer Tage. Dieses Buch soll helfen, nicht nur Sachverständigen mit pathologischem Ansatz Schadensmechanismen aufzuzeigen, sondern vor allem bei Planern und Bauschaffenden den Blick für das »tatsächliche« Tragverhalten von Konstruktionen und das Verformungsverhalten von Bauwerken näherzubringen und so der Rissentstehung vorzubeugen.

In diesem Sinne danke ich Herrn Dr. Dialer für die Mühe und die Zeit, die er in dieses Werk investiert hat. Dem Autor und seinem Buch wünsche ich viele Leser, den Lesern viele neuen Erkenntnisse über technisch richtiges Bauen.

Berlin, im April 2016

Ralf Ruhnau

Vorwort des Autors

*»There's a crack in ev'rything,
that's where the light gets in.«
(Mr. Morgan's Last Love)*

Das vorliegende Fachbuch erscheint nunmehr unter neuem Verfasser völlig neu bearbeitet.

Es ist Herrn Prof. Pfefferkorns Verdienst, ein über Jahre entwickeltes Standardwerk zu Mauerwerksrissen geschaffen und über mehrere Auflagen zusammen mit Herrn Klaas betreut zu haben.

Dem Verfasser ist es ein Anliegen, diese Tradition mit praxisnahen Beispielen fortzuführen und dabei ebenso aktuelle Bauweisen wie neue Betrachtungsweisen zum Mauerwerksbau einfließen zu lassen und dadurch ein vollkommen überarbeitetes Standardwerk vorlegen zu können.

Danken will ich Herrn Dipl.-Ing. Thomas Altmann und Frau Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Manuela Wallißer vom Fraunhofer IRB Verlag für das kritische Lektorat und die organisatorischen Bemühungen. Herrn Dr.-Ing. Ralf Ruhnau als Herausgeber danke ich für seine kritischen Hinweise und dafür, dass er stets Verständnis hatte, wenn es terminliche Verschiebungen gab. Herrn Dr.-Ing. Peter Schubert ist für den ersten Kontakt und die Initiative zum Verfassen des vorliegenden Buches zu danken, wie ihm auch generell zu danken ist, da er der Fachwelt seit Jahrzehnten entscheidende Impulse für das Verständnis von Mauerwerk gibt.

Mein Dank gilt auch meinem ehemaligem Doktorvater, Herrn Prof. Kupfer (†), ehemaliger Ordinarius am Lehrstuhl für Massivbau der TU München, der es mir vor über 30 Jahren ermöglichte, an seinem Institut meine ersten »Geh- und Bruchversuche« mit Mauerwerk durchzuführen. Eine Verbindung, die auch durch Herrn Dr. Stöckl vertieft und durch eine Vielzahl interessanter Ideen und Gespräche mit den kreativen Ansätzen von Herrn Prof. Mann (†), ehemals TU Darmstadt, abgerundet wurde.

Danken möchte ich auch meinem geschätzten Mitarbeiter, Herrn Dipl.-Ing. Oliver Fiegert, ohne dessen loyale Mitarbeit, Fachkenntnis und Engagement dieses Buch nicht hätte fertiggestellt werden können.

Schließlich danke ich meiner Familie, meinen Freunden und meinen Kollegen, die alle mit viel Ruhe und Verständnis das familiär-emotionale, das freundschaftliche, aber auch das kollegial-berufliche Umfeld geschaffen haben, das es mir ermöglichte, dieses Buch letztlich über einen Zeitraum von sieben Jahren zu verfassen.

Anregungen, Ergänzungen und kritische Hinweise nehme ich unter dialer@dialer.de gerne auf.

München, im April 2016

Christian Dialer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	17
1.1	Panta rhexnytai – alles reißt	17
1.2	Bauen ist ein Kampf wogegen?	17
1.3	Zielsetzung und Aufbau des Buches	18
2	Kurzer historischer Rückblick	19
2.1	Mauerwerk als ältester Werkstoff	19
2.2	Mauerwerk als »historisierender« Schaden	26
3	Grundelemente des Mauerwerksbaus	29
3.1	Allgemeines	29
3.2	Grunddefinition »Mauerwerk«	29
3.3	Werkstoffmatrix	30
3.4	Werkstoffeigenschaften	32
3.4.1	Generelles	32
3.4.2	Steinfestigkeiten	33
3.4.3	Steinformate	33
3.4.4	Verformungseigenschaften	35
3.4.5	Druckfestigkeit des Mörtels	37
3.4.6	Druckfestigkeit des Mauerwerks	38
3.4.7	Zugfestigkeit des Mauerwerks	40
3.4.8	Spannungsverteilung in einem Prisma nach Hilsdorf	40
3.4.9	Zweiachsiges Festigkeit von Mauerwerk – die Schubfestigkeit	41
3.5	Konsequenzen und Schlussfolgerungen aufgrund der Werkstoffeigenschaften	45
3.5.1	Mauerwerk ist kein zugfester Werkstoff	45
3.5.2	Mauerwerk benötigt Aussteifung	48
3.5.3	Scheibenabschluss durch Ringanker/Ringbalken	48
3.5.4	Numerische Modellierung	49
3.5.5	Besonderheiten des Werkstoffs »Mauerwerk«	53

4	Der Mangelbegriff	59
4.1	Einleitung	59
4.2	Was ist ein Mangel? Mögliche Definitionen	59
4.3	Was ist eine allgemein anerkannte Regel der Technik?	60
4.4	Wie grenzt man den Begriff des Schadens von dem des Mangels ab?	61
4.5	Der Mangelbegriff nach BGB	62
4.6	Allgemeines zur Mängelunterscheidung	64
4.7	Optischer Mangel	67
4.8	Zum Thema »Verhältnismäßigkeit«	68
4.9	Unterschied zwischen »Verantwortung« und »Verursachung«	68
4.10	Zum Begriff der »Sowiesokosten«	69
4.11	Zum Begriff »Neu für Alt«	69
4.12	Bestandsschutz	69
5	Voruntersuchung	71
5.1	Grundsatz	71
5.2	Einschränkende Parameter für die Diagnose	71
5.3	Erfassbare Kennwerte	73
5.4	Übersicht über die Methoden der Rissaufnahme	75
5.4.1	Nomenklatur	75
5.4.2	Arten der Rissaufnahme	75
5.4.3	Meterstab	76
5.4.4	Rissmaßstab	76
5.4.5	Risslupe	78
5.4.6	Digitale Stereolupe	80
5.4.7	Bohrkern	81
5.4.8	Gipsmarken	84
5.4.9	Setzdehnungsmesser	85
5.4.10	Rissmonitoring (mechanisch und elektronisch)	89
5.4.11	Rissaufnahme mittels Gerüst oder Befahrung	92
5.4.12	Optisch-fotografische Untersuchung	95
5.4.13	Bauteilöffnung	96

5.4.14	Thermografie	103
5.4.15	Endoskopie	106
5.4.16	Stimmgabel	107
5.4.17	Sonstige Geräte	108
6	Rheumatologie: Riss-Typisierung – die Lehre von den Rissen	109
6.1	Begriffliches	109
6.2	Rissdefinition – Begriffe	114
6.3	Rissgeometrien	115
6.4	Rissverlauf	116
6.5	Risserscheinungen an der Oberfläche	117
6.6	Rissalter	117
6.7	Zur Behandlung von Rissen in Normen oder: Ab wann ist ein Riss ein Riss (ein Mangel)?	121
6.8	Auswirkung von Rissen auf die Funktion	123
6.9	Das Spektrum möglicher Rissursachen	124
6.10	Rissauswirkung auf das jeweilige Eigentum	125
6.11	Risssicherheit	125
6.12	Zur Erläuterung von Rissen	125
7	Vorgehen bei der Ursachenergründung	127
8	Versuch einer systematischen Zusammenfassung von Risslagen und -verläufen und ihren Ursachen	137
9	Typische Mängel- bzw. Schadensfälle	141
9.1	Allgemeines	141
9.2	Der Riss als optischer Mangel	142
9.3	Schubrisse	144
9.4	Risse infolge ungünstiger Grundrissgestaltung	147
9.5	Biegerisse infolge von Erddruck	154

9.6	Biegerisse infolge Betonierdrucks	158
9.7	Risse infolge Ausknickens	161
9.8	Risse infolge Deckenaufschüsselns/Deckensenkens	163
9.9	Risse infolge abhebender Ecken einer drillsteifen Platte	167
9.10	Risse infolge der Deckendurchbiegung einer Einfelddecke	169
9.11	Risse in Innenwänden infolge der Deckendurchbiegung einer Einfelddecke	172
9.12	Risse an der zurückgesetzten Giebelwand infolge der Durchbiegung einer Einfelddecke	175
9.13	Risse infolge der Deckendurchbiegung einer Durchlaufdecke	178
9.14	Risse infolge der Deckendurchbiegung eines Stahlbetonträgers	181
9.15	Risse infolge fehlender Ringankerwirkung – Beispiel 1	184
9.16	Risse infolge fehlender Ringankerwirkung – Beispiel 2	188
9.17	Risse infolge mangelhafter Gebäudeaussteifung	190
9.18	Risse infolge mangelhafter Hallenaussteifung	193
9.19	Risse infolge von Witterungseinflüssen	195
9.20	Risse infolge unterschiedlicher Verformungen im Attikabereich – Beispiel 1	198
9.21	Risse infolge unterschiedlicher Verformungen im Attikabereich – Beispiel 2	202
9.22	Risse infolge fehlender Lagerfugenvermörtelung	209
9.23	Risse infolge fehlender Lagerfugenvermörtelung	214
9.24	Risse infolge von Dachverformungen eines Stahlbeton-Faltwerkes (Sargdeckelkonstruktion)	217
9.25	Risse durch Dachstuhllasten	221
9.26	Risse durch Dachstuhllasten – Kehlbalkendach	223
9.27	Risse durch Dachstuhllasten – Pfetten	226
9.28	Risse durch äußere Lasten auf den Dachstuhl	229

9.29	Risse infolge fehlender Dehnungsfugen zwischen unterschiedlichen Gebäudeteilen	231
9.30	Risse infolge Übermauerns einer Schallentkopplungsfuge	238
9.31	Risse infolge zu starrer Dehnfugenausbildung	241
9.32	Risse infolge Ignorierens einer Dehnfugenausbildung	243
9.33	Risse infolge freier Verformbarkeit eines massiven Pultdachs	244
9.34	Risse infolge von Zwang aus Schwindverformungen aufgrund fehlender Dehnfugenausbildung	247
9.35	Risse infolge von Zwang an einer langen Wand	250
9.36	Risse infolge von Zwang an einer kurzen Wand zwischen starren Gebäudeteilen	251
9.37	Risse an Fertigteilstößen	253
9.38	Risse im zweischaligen Mauerwerk	256
9.39	Der Setzungsschaden	260
9.40	Risse infolge von Bergsenkung/Berghebung	282
9.41	Risse infolge von Setzung eines Gewölbes aufgrund Kämpfersetzung	286
9.42	Risse infolge von Setzung eines Gewölbes aufgrund fehlender Druckzone	288
9.43	Risse infolge von Setzung/Gewölbeöffnung im Natursteinmauerwerk	290
9.44	Risse infolge nicht kraftschlüssiger Unterfangung einer tragenden Wand	292
9.45	Risse infolge nicht kraftschlüssiger Unterfangung nach DIN 4123	294
9.46	Risse infolge fehlender Gewölbewirkung bei einer Unterfangung	297
9.47	Risse in gemauertem Bogen eines Balkons	300
9.48	Risse infolge von Durchbiegung eines auskragenden Eckträgers	302
9.49	Risse infolge von Durchbiegung einer langen Giebelabfangung	304

9.50	Risse infolge von Setzung eines Punktfundaments	306
9.51	Risse infolge von Erschütterungen	309
9.52	Risse infolge von Erdbeben	315
9.53	Rissöffnung infolge von überputzter Fachwerktragstruktur	319
9.54	Risse in Klinkermauerwerk	320
9.55	Risse infolge von Überlastung einer Stützwand für Erddruck und Verkehrslasten	322
9.56	Risse infolge von Überlastung einer Stützwand für Schüttgüter	326
9.57	Risse infolge von Erddruck auf kleine Stützwände und Gründungen aus Natursteinen	327
9.58	Risse infolge von unterdimensionierten Unterzügen/Stürzen	331
9.59	Risse infolge von Anprallschäden	333
9.60	Risse bei starrem Anschluss einer nicht tragenden Wand	339
9.61	Mögliche künftige Rissbildung infolge mangelhafter Ausführung in der Rohbauphase	340
9.62	Mögliche Rissbildung bei teilweise tragender/ nicht tragender Wand	342
9.63	Mögliche Rissgefahr bei nachträglich tragenden Wandstücken	343
9.64	Risse infolge von mangelhafter Wandeinbindung/ nicht lagegesicherter Wandscheiben	345
9.65	Mögliche Rissbildung bei Verwendung von Bruchstückmauerwerk	347
9.66	Mögliche Rissbildung bei verschmierten Putzgründen	350
9.67	Mögliche Rissbildung bei ungleichen Putzgründen	352
9.68	Mögliche Rissbildung bei ungleichmäßigem Fugenbild	353
9.69	Mögliche Rissbildung bei nicht vollflächigem Fugenverschluss	356
9.70	Mögliche Rissbildung bei Vermauerung quer zur Tragrichtung	358

9.71	Mögliche Rissbildung bei Mischmauerwerk	362
9.72	Mögliche Rissbildung bei zu breiten Stoßfugen	364
9.73	Mögliche Rissbildung bei unklarer Lasteinleitung	367
9.74	Mögliche Rissbildung bei instabiler Lasteinleitung	369
9.75	Mögliche Rissbildung bei fehlendem Verband	371
9.76	Mögliche Rissbildung bei unterschiedlichem Format	375
9.77	Mögliche Rissbildung bei starrer Anbindung des Dachstuhls	376
9.78	Mögliche Rissbildung infolge zu großer Schlitztiefen	377
9.79	Mögliche Rissbildung infolge zu großer Wandverjüngung	379
9.80	Mögliche Rissbildung infolge fehlender Auflagerung	381
9.81	Mögliche Rissbildung infolge fehlender Unterzüge/Stürze	382
9.82	Mögliche Rissbildung infolge falscher Stürze/Unterzüge	384
9.83	Mögliche Rissbildung infolge konzentrierter Einzellasten	386
9.84	Mögliche Rissbildung infolge sich überlagernder Ursachen	388
9.85	Mögliche Rissbildung infolge zu hoher Dübellasten	389
9.86	Mögliche Rissbildung infolge falscher Befestigungen	390
9.87	Mögliche Rissbildung an stumpf gestoßener Kommunwand ohne Ankerlaschen	391
9.88	Riss an der Laibungsecke (Rollladenkasten)	394
9.89	Der Steinriss	396
9.90	Risse infolge fehlender Steinverfugung	400
9.91	Risse infolge des Schwindens von Steinen	402
9.92	Risse infolge fehlender Steinvermörtelung	404
9.93	Rissbildung durch chemisches Treiben des Mörtels	405
9.94	Risse infolge einer Kombination mehrerer Ursachen	407
9.95	Risse infolge von Durchwurzelung	409
9.96	Abgrenzung zum Thema »Putzriss«	411
9.97	Unerklärliche Rissbilder	412

9.98	Das Kuriosum »Fugenbild«	415
9.99	Das Kuriosum »Standsicherheit«	416
9.100	Zum Schluss: das Kuriosum »Gerstenkorn«	418
10	Hinweise zur Beweissicherung	421
10.1	Sprachgebrauch und Notwendigkeit	421
10.2	Klassische Beweissicherung	421
10.3	Das selbstständige Beweisverfahren nach ZPO	422
11	Instandsetzung von Rissen	423
11.1	Generelles	423
11.2	Bauprodukte	423
11.3	Instandsetzungsverfahren	424
12	Zusammenfassung	439
12.1	Vorbemerkung	439
12.2	Drei Beispiele als salvatorisches Ende	441
	Literaturverzeichnis	445
	Stichwortverzeichnis	451