

Herausgegeben von Ralf Ruhnau  
Begründet von Günter Zimmermann

Stefan Wirth

# Schäden an Installationsanlagen

2., überarbeitete und erweiterte Auflage



Fraunhofer IRB  Verlag

Stefan Wirth

## Schäden an Installationsanlagen



# Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 24

## Schäden an Installationsanlagen

Von

PD Dr.-Ing. habil. Stefan Wirth

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

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](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8193-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9242-0

Redaktion: Manuela Wallißen

Herstellung: Gabriele Wicker

Layout, Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: Manuela Gantner – Punkt, STRICH.

Druck: Ungeheuer + Ulmer KG GmbH + Co., Ludwigsburg

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 Richtig-  
keit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen  
Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuzie-  
hen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2014

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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.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 Schäden an Gebäuden sowie 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 war der Fachwelt durch seine Gutachten, Vortrags- und Seminaraktivitäten und durch viele Veröffentlichungen bekannt.

## Vorwort des Herausgebers zur zweiten Auflage

Mit ständig fortschreitendem Komfortanspruch und dem Streben nach effizientem, sparsamem Energieverbrauch nimmt der Anteil der Installationsanlagen am Gesamtaufwand zur Errichtung eines Gebäudes rasant zu. Beschränkte sich die ›Haustechnik‹ in alten Zeiten noch auf Kerzenleuchter, Kaminfeuer und Ziehbrunnen, so kommen heute selbst einfachste Gebäude nicht mehr ohne komplexe Installationsanlagen aus, die überdies strengen baurechtlichen Regeln unterliegen. Allein schon die immer schärferen Anforderungen an den anlagentechnischen Wärmeschutz, mit der in den letzten dreizehn Jahren, seit Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches, ständig überarbeiteten Energieeinsparverordnung, ergaben einen dringenden Bedarf für diese zweite, überarbeitete und umfangreich ergänzte Auflage.

Betrachtet man die Ergebnisse sachverständiger Beurteilungen bestehender Gebäude, so fällt auf, dass haustechnische Mängel gegenüber bautechnischen Mängeln sehr häufig überwiegen und gravierende Auswirkungen haben. Auf den ersten Blick intakte Gebäude weisen auf den zweiten Blick oftmals schwerwiegende Mängel an Installationen auf, die nicht selten im hohen Maße Gefährdungspotenziale für Leib und Leben aufweisen.

Die vorliegende zweite Auflage des Bandes 24 SCHÄDEN AN INSTALLATIONSANLAGEN der Fachbuchreihe SCHADENFREIES BAUEN vermittelt den Lesern einen hervorragenden komprimierten Überblick über alle Bereiche der Haustechnik im unmittelbaren Zusammenhang mit plakativen Schadensschilderungen und Lösungsansätzen für die Schadensbeseitigung und -vermeidung. Hierfür gilt mein herzlicher Dank dem Autor, Herrn Dr.-Ing. Stefan Wirth, der trotz seiner hohen beruflichen Beanspruchung Zeit gefunden hat, diese dringend erforderliche Aktualisierung seines Buches vorzunehmen und zu Papier zu bringen.

Berlin, im Mai 2014

Ralf Ruhnau

# Vorwort des Autors zur zweiten Auflage

Seit der ersten Auflage dieses Buches sind fast vierzehn Jahre vergangen, die von einer rasanten Weiterentwicklung der technischen Gebäudeausrüstung geprägt waren. Die mittlerweile fünf Fassungen der Energieeinsparverordnung, die seit der ersten Auflage dieses Buches veröffentlicht wurden, haben eine deutliche Weiterentwicklung beim energiesparenden Bauen sowohl bei Neubauten als auch beim Bauen im Bestand bewirkt. Zum Zeitpunkt der ersten Auflage waren Passivhäuser, Ultrahäuser, 3-Liter-Häuser etc. noch eine Seltenheit. Heute gehören derartige Gebäude zum technischen Standard. Die Weiterentwicklung des energiesparenden Bauens hat die Technische Gebäudeausrüstung in folgenden Bereichen wesentlich beeinflusst:

- Das Marktvolumen für Wärmepumpen hat sich innerhalb weniger Jahre mehr als verhundertfacht. Wärmepumpen erfordern zusätzliche Überlegungen bei der Dimensionierung und der hydraulischen Einbindung in eine Warmwasser-Zentralheizung.
- Der Marktanteil von Wärmeerzeugern mit regenerativen Brennstoffen ist in einem vergleichbaren Umfang gewachsen wie der Wärmeanteil der Wärmepumpen.
- Zum Zeitpunkt der ersten Auflage waren Öl-Brennwertkessel noch eine Seltenheit. Heute gehört diese Technologie zum technischen Standard. Gleichwohl werden diese Produkte nur noch für den Austausch von Altkesseln eingesetzt. Für Neubauten besitzen Ölkessel keine Marktrelevanz.
- Die Wärmeerzeuger für Wohngebäude werden wegen der geringen Gebäudeheizlast nach dem Bedarf an erwärmtem Trinkwasser ausgelegt. Damit richtet sich die Dimensionierung eines Wärmeerzeugers nach dem Komfortanspruch eines Gebäudes.
- In Versammlungs- und Verkaufsstätten wird die Heizlast fast ausschließlich von den inneren Wärmequellen gedeckt. Ähnliches gilt, wenn auch nicht so ausgeprägt, für Bürogebäude. In diesen Gebäuden erfüllt die Gebäudeheizung lediglich noch die Aufgabe einer Restheizung. Bei der Dimensionierung der Wärmeerzeuger und Raumheizeinrichtungen wird die Wärmeabgabe innerer Wärmequellen heute sogar entgegen anderslautenden Vorgaben der gültigen Technischen Regeln berücksichtigt.
- Für neu errichtete oder wärmetechnisch sanierte Gebäude werden Nachweise über einen ausreichenden Luftwechsel zum Schutz vor Feuchtigkeitsschäden erforderlich. Im Regelfall sind Wohngebäude mit zusätzlichen Belüftungseinrichtungen (Außenwandluftdurchlässe) auszurüsten. Als Folge dieser Vorgaben sind die Umsatzzahlen für maschinelle Wohnungslüftungsanlagen deutlich angestiegen.



Die rasante bauliche und technische Weiterentwicklung in den vergangenen fast vierzehn Jahren wurde als Anlass genommen, das Kapitel 2 zur Dimensionierung von Heizungs-, Kälte- und Raumlufthechnischen Anlagen vollständig neu zu verfassen. Ziel war es hierbei, auch dieses Kapitel für den Baupraktiker noch anwendungsfreundlicher zu gestalten. Aus diesem Grund wurden die theoretischen Grundlagen wesentlich gekürzt. Anstelle einer detaillierten Beschreibung der theoretischen Grundlagen findet sich nun eine Zusammenfassung mit den entsprechenden Literaturhinweisen. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um in jedem Architektur-, Bauingenieur- oder Bausachverständigenbüro vorgehaltene Technische Regeln oder Standardliteratur. Insoweit erscheint hier eine Wiederholung theoretischer Grundlagen als nicht sinnvoll. Anstelle der theoretischen Grundlagen finden sich praktische Hinweise für die Festlegung der Randbedingungen bei der Dimensionierung von Heizungs-, Kälte- und Raumlufthechnischen Anlagen. Diese Darstellung beschränkt sich auf diejenigen Parameter, in deren Festlegung auch Architekten und Bauingenieure einbezogen sind (z. B. komfortdefinierende Randbedingungen wie die Raumtemperatur oder die Ausstoßzeit bei Trinkwasserinstallationen).

Daneben haben sich im Bereich der Hygiene von Trinkwasserinstallationen wesentliche Änderungen vollzogen. Das markanteste Beispiel ist wohl die heute zwingend vorgeschriebene Druckprüfung der Rohinstallationen mit Druckluft anstelle von Wasser. Auch in Bezug auf die Konstruktion und Ausführung von Trinkwasserinstallationen waren wesentliche Änderungen des Ursprungstextes vorzunehmen.

In den vergangenen Jahren sind auch viele neue Normen, Richtlinien und Verordnungen im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung erschienen oder neu aufgelegt worden. Die damit verbundenen Änderungen waren in das Fachbuch einzuarbeiten.

Karlsruhe, im Mai 2014

Stefan Wirth

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Installationssysteme in Gebäuden</b>	<b>15</b>
1.1	Bezeichnungen und Abkürzungen	15
1.1.1	Bezeichnungen	15
1.1.2	Abkürzungen	17
1.2	Übersicht	17
1.2.1	Heizungsanlagen	17
1.2.2	Raumlufttechnische Anlagen	22
1.2.3	Trinkwasserinstallationsanlagen	23
1.2.4	Abwasserinstallationsanlagen	30
1.2.5	Gasinstallationsanlagen	32
1.3	Gliederung der Ursachen und Schäden an Gebäudeinstallationen	33
1.3.1	Schadensursachen	33
1.3.2	Unmittelbare Schäden	33
1.3.3	Folgeschäden	34
<b>2</b>	<b>Fehlerhafte Anlagendimensionierung</b>	<b>37</b>
2.1	Grundlagen der Anlagendimensionierung	37
2.2	Komfortdefinition als Planungsgrundlage	38
2.3	Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmer	45
2.3.1	Gebäudebestand mit hohem Primärenergiebedarf	45
2.3.2	Neu- und Umbauten mit niedrigem Primärenergiebedarf	47
2.3.2.1	Ausgangsgrößen für die Dimensionierung	47
2.3.2.2	Einfluss der Trinkwassererwärmung	47
2.3.2.3	Einfluss des spezifischen Leistungspreises	51
2.3.2.4	Einfluss der Betriebsweise	52
2.3.2.5	Einfluss der Brennstoff- und Stromversorgung	53
2.3.2.6	Kompensation der Leistungsreserven durch regelungstechnische Maßnahmen	54
2.3.2.7	Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der Dimensionierung eines Wärmeerzeugers	54

2.4	Kälteerzeuger	56
2.5	Leitungsanlagen	57
2.5.1	Heizungs- und Kaltwasserleitungen	57
2.5.2	Trinkwasserleitungen	57
2.5.3	Lüftungsleitungen	59
2.5.4	Abwasserleitungen	60
2.6	Raumheizeinrichtungen	61
2.6.1	Heizkörper	61
2.6.2	Flächenheizungen	62
3	Konstruktive Schadensursachen	65
3.1	Trassenführung in Gebäuden	65
3.1.1	Technikzentralen	65
3.1.2	Verteilung	70
3.1.2.1	Horizontale Verteilleitungen	70
3.1.2.2	Installationsschächte	74
3.1.2.3	Stockwerksverteilung	79
3.1.2.4	Schlauchverbindungen	80
3.1.3	Revisionsöffnungen	82
3.2	Brandschutz	82
3.2.1	Wasserführende Installationen	83
3.2.2	Lüftungsleitungen	85
3.2.2.1	Entlüftung innen liegender Bäder und Toiletten	85
3.2.2.2	Raumlufttechnische Anlagen	86
3.3	Wärmeschutz	87
3.3.1	Wärmedämmung	87
3.3.2	Tauwasserdämmung	94
3.3.2.1	Kalt- und Trinkwasserleitungen, kalt	94
3.3.2.2	Lüftungsleitungen	96
3.3.2.3	Regenwasserleitungen	97
3.4	Schallschutz	97
3.4.1	Übersicht	97
3.4.2	Maschinengeräusche	100
3.4.2.1	Heizkessel, Pumpen, Kältemaschinen und Lüftungsgeräte	100
3.4.2.2	Knackgeräusche bei Heizungsanlagen	103

3.4.3	Strömungsgeräusche	105
3.4.3.1	Heizungs- und Trinkwasserinstallationen	105
3.4.3.2	Lüftungsinstallationen	108
3.4.3.3	Abwasserinstallationen	110
3.4.4	Betätigungsgeräusche	112
3.4.5	Nutzergeräusche	113
3.5	Frostschutz	113
3.6	Geruchsbelästigungen	117
3.6.1	Abwasserlüftungsleitungen, Fortluftausblas- öffnungen, Schornsteine und Abgasleitungen	117
3.6.2	Geruchsverschlüsse	119
3.6.3	Ölgeruch	125
3.7	Sonderprobleme	125
3.7.1	Hebeanlagen und Rückstauverschlüsse	125
3.7.2	Fußbodenheizungen	128
3.7.2.1	Allgemeines zu Schäden an Fußbodenheizungen	128
3.7.2.2	Bewegungsfugen	129
3.7.2.3	Temperaturwächter	131
3.7.2.4	Wärmedämmung der Anschlussleitungen	131
3.7.2.5	Fußbodentemperierung	132
3.7.2.6	Raumtemperaturregelung	134
3.7.3	Brennstoffversorgung	136
3.7.3.1	Flüssiggas und Erdgas	136
3.7.3.2	Heizöl	137
3.7.4	Dachentwässerungen	140
3.7.4.1	Allgemeines zu Schäden bei Dachentwässerungen	140
3.7.4.2	Notentwässerung	140
3.7.4.3	Dachentwässerung mit Druckströmung	141
3.7.5	Störungen bei der Verbrennung und Abgasableitung	142
3.7.5.1	Verbrennungsluftversorgung	142
3.7.5.2	Abgasableitung	144
3.7.6	Thermische Solaranlagen	146
3.7.6.1	Technologie	146
3.7.6.2	Schäden	154
3.7.7	Wärmepumpen	158
3.7.7.1	Konstruktion	158
3.7.7.2	Wirtschaftlichkeit	162
3.7.7.3	Dimensionierung der Wärmepumpe	164
3.7.7.4	Wärmequellenanlage	166

<b>4</b>	<b>Ausführungsfehler</b>	<b>169</b>
4.1	Installationstechnik	170
4.1.1	Leitungsverbindungen	170
4.1.2	Installationssysteme	172
4.1.3	Leitungsbefestigung	176
4.1.4	Montageunterbrechungen	181
4.2	Aufgaben der Bauleitung zur Schadensvermeidung	183
4.2.1	Kontrolle	183
4.2.2	Koordination	184
4.3	Inbetriebnahme von Installationen	186
4.3.1	Druckprobe	186
4.3.1.1	Heizungsleitungen	186
4.3.1.2	Trinkwasserleitungen	190
4.3.1.3	Abwasserleitungen	191
4.3.1.4	Lüftungsleitungen	192
4.3.2	Spülen	192
4.3.3	Einregulierung	194
4.3.3.1	Heizungsanlagen	194
4.3.3.2	Raumlufttechnische Anlagen	198
4.3.3.3	Trinkwasserinstallationsanlagen	199
<b>5</b>	<b>Betriebsbedingte Schäden</b>	<b>201</b>
5.1	Instandhaltung	201
5.2	Wiederkehrende Anlagenüberprüfungen	203
<b>6</b>	<b>Korrosions- und Steinschäden</b>	<b>205</b>
6.1	Übersicht	205
6.1.1	Korrosionen	205
6.1.2	Steinbildung	206
6.2	Ursachen	207
6.2.1	Außenkorrosionen	207
6.2.1.1	Elementbildung	207
6.2.1.2	Tauwasser	211
6.2.1.3	Raumlufttechnische Anlagen	213

6.2.2	Innenkorrosionen	217
6.2.2.1	Trinkwasserinstallationen	217
6.2.2.2	Heizungs- und Kaltwasserinstallationen	230
6.2.2.3	Abwasserinstallationen	235
6.2.3	Steinbildung	236
6.3	Korrosionsschutzgerechte Planung und Ausführung von Installationen	238
6.4	Vermeidung von Steinbildung	245
7	Sanierung unzugänglicher Installationen	247
7.1	Rohrinnensanierung auf chemischer Basis	247
7.1.1	Heizungsinstallationen	247
7.1.2	Trinkwasserinstallationen	249
7.2	Abwasserinstallationen	251
7.3	Lüftungsinstallationen	255
	Literaturverzeichnis	257
	Stichwortverzeichnis	271

