

Herausgeber
Ralf Ruhнау, Nabil Fouad, Silke Sous

Hans-H. Zimmermann

Schäden an Fenstern und Fensterwänden

2., vollständig neu bearbeitete Auflage

Fraunhofer IRB | Verlag

Schadenfreies Bauen Band 6

Schäden an Fenstern und Fensterwänden

Hans-H. Zimmermann

Schadenfreies Bauen

Band 6

Ralf Ruhнау, Nabil Fouad, Silke Sous (Hrsg.)

Schäden an Fenstern und Fensterwänden

Hans-H. Zimmermann

2., überarbeitete 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 abrufbar.

ISSN: 2367-2048

ISBN (Print): 978-3-8167-9781-4

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9782-1

Layout · Satz · Herstellung: Gabriele Wicker

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Offizin Scheufele Druck & 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-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.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2024

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

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 Instandsetzung 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).

Zur Entstehung der Reihe

Die Reihe ›Schadenfreies Bauen‹ wurde 1992 vom Fraunhofer IRB-Verlag mit Professor Günter Zimmermann (†) als Herausgeber ins Leben gerufen, der 33 Jahre lang auch für die Bauschäden-Sammlung im Deutschen Architektenblatt verantwortlich zeichnete. Mehrere Jahre lang übernahm Dr.-Ing. Ralf Ruhnau die Mitherausgeberschaft der Reihe und betreute sie von 2008 bis 2022 alleinverantwortlich. Seit 2022 setzt er diese Arbeit im Team mit Prof. Dr.-Ing. Nabil Fouad und Dipl.-Ing. Silke Sous fort.

Die Herausgeber

Dr.-Ing. Ralf Ruhnau ist ö. b. u. v. Sachverständiger für Betontechnologie, insbesondere für Feuchteschäden und Korrosionsschutz sowie für Schäden an Gebäuden. Als Gründungspartner der Ingenieurgemeinschaft CRP Bauingenieure in Berlin befasste er sich 35 Jahre lang vor allem mit der Bausubstanzbeurteilung sowie der Planung im Neubau und Bestand. Mit seiner Gutachtertätigkeit sowie in Fachvorträgen und Veröffentlichungen deckt er ein breites Spektrum des konstruktiven Hochbaus und der Bauphysik ab. Seit 2016 ist er Präsident der Baukammer Berlin.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nabil Fouad ist Professor für Bauphysik und Bauwerkssanierung an der Leibniz Universität Hannover. Er ist von der IHK Hannover ö. b. u. v. Sachverständiger für Bauphysik und vorbeugenden Brandschutz und Partner der 3B Bauconsult GmbH & Co. KG mit Hauptsitz in Hannover. Der Fachwelt ist er als Autor zahlreicher Veröffentlichungen und Forschungsarbeiten bekannt. Er ist Mitglied in mehreren DIN-Ausschüssen und Sachverständigenausschüssen des Deutschen Instituts für Bautechnik.

Dipl.-Ing. Silke Sous ist Architektin und ö. b. u. v. Sachverständige für Schäden an Gebäuden sowie staatlich anerkannte Sachverständige für Schall- und Wärmeschutz. Seit 1997 forscht und arbeitet sie für das Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH – AIBau. Als Lehrbeauftragte der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen sowie als Referentin in der Architekten- und Ingenieurfortbildung setzt sie sich für schadenfreies Bauen ein.

Herausgebervorwort

Fenster, die Augen unserer Bauten liegen stets im Blick der Bewohner und Passanten. Schäden an Fenstern sind damit allseits augenfällig. Bereits einer der ersten Bände dieser Fachbuchreihe ›Schadenfreies Bauen‹ befasste sich folgerichtig mit dem Thema. Die erste Auflage des Bandes 6 aus dem Jahr 1994, damals von Wolfgang Klein verfasst, liegt aber nun schon fast 30 Jahre zurück. Allerhöchste Zeit also, die Inhalte zu aktualisieren und um aktuelle Schadenfälle zu erweitern.

Die Fülle auf dem Markt befindlicher Fensterkonstruktionen aus den unterschiedlichsten Materialien und Materialkombinationen sind fast unüberschaubar. Aber die Aufgaben, die Fenster erfüllen müssen und die physikalischen Grundlagen sind im Prinzip die gleichen wie auch schon vor 30 Jahren:

Sonnenlicht, Regen, Wärme und Schall sind vom Fenster wohltdosiert zu bewahren.

Der neu gewonnene Autor für diesen Band 6, Herr Hans-H. Zimmermann, gibt in für diese Fachbuchreihe bewährter Weise zunächst einen Überblick über die bauphysikalischen Grundlagen, Konstruktionsweisen und Materialien für Fensterkonstruktionen. Anschließend zeigt er dann an einer Vielzahl unterschiedlicher Schadensbilder, von Undichtigkeiten an Holzfenstern bis zu Glasbrüchen an Fensterscheiben, die breite Palette möglicher Schäden, deren Ursachen sowie der Schadensbeseitigung und Schadensvermeidung auf.

Ich danke Herrn Zimmermann, dass er sich neben der hohen beruflichen Belastung als Fassadenberater und Gutachter die Zeit für diesen Band 6 ›Schäden an Fenstern und Fensterwänden‹ genommen hat.

Berlin, September 2023

Ralf Ruhnau

Vorwort des Autors

Die technische Entwicklung erfordert ständige Anpassung und Aktualisierung des Wissens. »Schadensfreies Bauen« kann nicht nur durch Lernen aus Schadensbeispielen und Hinweisen auf deren Vermeidung im Einzelfall erreicht werden. Es gehört dazu auch die Kenntnis der Grundlagen der Bauphysik und des Stands der Technik. Die Neuauflage des »6. Bandes« zeigt äußerlich durch ein neues Layout, einen etwas weiter gefassten Inhalt mit Verknüpfungen zu den theoretischen Grundlagen und maßgeblichen Normen sowie einem neuen Autor die Absicht, dieser Notwendigkeit Rechnung zu tragen. Hier gilt dem Autor der ersten Auflage, Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Klein besonderer Dank für die anschauliche Darstellung typischer Schadensfälle und die qualifizierten Ausführungen zu deren Instandsetzung bzw. Vermeidung. Fortgeschrittene Materialentwicklungen und eine Vielzahl angebotener Fachseminare haben zu einem Rückgang grundlegender Mängel und Fehler insbesondere im ausführenden Handwerk geführt. Leider ist eine deutliche Abnahme der gerichtlichen und außergerichtlichen Gutachtertätigkeiten damit offensichtlich nicht verbunden. Mit der erhöhten Sicherheit neuer Produkte und Techniken erhöhen sich parallel die Anforderungen an Fenster und Fassaden mit der Tendenz zum Ausgleich der positiven und negativen Ergebnisse. Maßgeblich hierfür erscheint dem Verfasser nach fast zwanzigjähriger Erfahrung in der Lehrtätigkeit einerseits mangelnde Vermittlung der Fachkenntnisse an den Hochschulen und andererseits eine »Inflation« an Normen und Richtlinien. Mit jeder neuen Norm steigt die Unsicherheit der Bauschaffenden, ob denn alles richtig und berücksichtigt ist. Es entsteht der bereits von Wolfgang Klein beschriebene Eindruck, dass die Ingenieur-tugenden verantwortlichen Handels und Entwickelns der Normgläubigkeit weichen.

Bei der Neufassung dieses Buches wird versucht, einen behutsamen Übergang zwischen bewährten Inhalten und neuen Techniken zu erreichen. Neben den typischen Fensterarten in Wohngebäuden aus den Materialien Holz und Kunststoff, deren Konstruktions- und Einbaubedingungen im Handwerk hinlänglich bekannt sind, werden insbesondere Metallfenster und Elementbauweisen für höherwertige Wohn- und Geschäftshäuser behandelt. Wenn auch die Verwendung von Holzfensterkonstruktionen einerseits aus Kostengründen und Unterhaltungsaufwand dem Einsatz von Kunststoff- und Aluminiumfenstern mehr und mehr unterliegt und andererseits wegen der technischen Anforderungen flexiblere Materialkombinationen verlangt werden, die industriemäßige Herstellverfahren erleichtern, so bleiben die bisher dargestellten Beispiele doch grundsätzlich richtig. Entsprechend wurde in der nun vorliegenden Neufassung Bewährtes erhalten, zum Teil aktualisiert und Neues hinzugefügt. Aus der Erfahrung des Autors war die Einbeziehung grundlegender theoretischer Zusammenhänge, ohne die schadensfreies Bauen im Fenster- und Fassadenbau nur schwer möglich ist, eine sinnvolle Ergänzung. Auch die Einbeziehung einiger Normen und Richtlinien war notwendig, um Risiken von Baufehlern zu vermeiden. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass

mit diesen Ergänzungen kein Fachbereich ersetzt werden soll, sondern die »Lücke« zwischen anderen Bänden und zu anderen Fachbüchern der Bauphysik und Fassadentechnik geschlossen werden soll. Es findet also keine Konkurrenz zu den anderen Bänden der Reihe oder anderen einschlägigen Fachbüchern statt, es wird im Gegenteil Bezug auf diese genommen und deren Studium ausdrücklich empfohlen. Eine Ausweitung von Titel und Inhalt auf Fensterwände geschah zwangsläufig, da die theoretischen Grundlagen für beide, Fenster wie Fensterwände, innerhalb der Fassaden zutreffen und bei modernen Bauwerken oft beide ineinander übergehen.

Das Buch ist für eine breite Zielgruppe gedacht. Literatur unter dem Leitthema Schadenfreies Bauen richtet sich zunächst natürlich an Planer. Der Planer schuldet in der Regel den Erfolg, kann ihn aber alleine nicht sicherstellen. Er benötigt bei komplexen Anforderungen in der Regel einen Fachingenieur für Fassadentechnik bei der Ermittlung der technischen und qualitativen Anforderungen. Während der Ausführung ist eine Bauleitung notwendig, die zu prüfen hat, ob die Ausführung der Baugenehmigung und den baurechtlichen Anforderungen, dem Vertrag und den geltenden Normen entspricht. Also sind in erster Linie Planer und Bauleiter maßgebliche Verwalter der Interessen des Bestellers bzw. des Bauherrn.

Jeder Planer bezieht sein Wissen aus Studium und Erfahrung. Folglich empfiehlt es sich, bereits die Ausbildung durch geeignete Fachliteratur zu ergänzen.

Das Studium dieses Buches wird ausdrücklich den Architekten und Architekturstudenten empfohlen, da die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die besonderen Anforderungen an die Fassadenplanung, zu denen die Fenster, Fassaden und vorgehängten hinterlüfteten Bekleidungen gehören, nur sehr oberflächlich betrachtet werden. Dort steht die Gestaltung im Vordergrund, die aber nur dann Bestand hat und den hohen Kostenanteil am Bauwerk rechtfertigt, wenn sie auch dauerhaft gebrauchstauglich ist und die Lebenszyklusfaktoren berücksichtigt. Die Fassaden machen im heutigen Hochbau immerhin einen Kostenanteil zwischen 15 % und 25 % der gesamten Baukosten aus.

Im vorliegenden Band stehen deshalb neben der Schadensbeurteilung vor allem die Planung und die Schadensvermeidung im Vordergrund.

Das gilt umso mehr, je weniger im Studium die Zusammenhänge zwischen Theorie und Praxis erkennbar werden, je weniger das Fachgebiet Fassadentechnik betreut wird und je weniger man aus eigenen Bauschäden lernen möchte. Hilfreich, wenn auch nicht zwingend, ist die Literatur dieser Buchreihe auch für Juristen mit Schwerpunkt Baurecht.

Für Fenster- und Fassadenbauer mag die Darstellung der Zusammenhänge von Ursache und Wirkung ebenso wichtig sein wie die Kenntnis von Normen und deren Rechtsnatur und nicht zuletzt der Zusammenhang von Planung und Bauschaden.

Inhaltsverzeichnis

I	Grundlagen	17
1	Bedeutung und Definition des Fensters	19
1.1	Bedeutung	19
1.2	Definition	20
2	Planungs- und Bewertungsgrundlagen für die Konstruktion funktionsgerechter Fenster und Fensterwände	23
2.1	Fenster und Fensterwände als besondere Risikofaktoren	23
2.2	Typisierung von Fenstern und Fensterwänden	24
2.2.1	Lochfenster in Massivwänden (Thermohaut/WDVS)	25
2.2.2	Lochfenster in Massivwänden (hinterlüftet)	26
2.2.3	Lochfenster in Massivwänden mit Doppelflügel	27
2.2.4	Kastenfenster in Massivwänden	28
2.2.5	Lochfenster in Massivwänden mit Prallscheibe	29
2.2.6	Lochfenster in Massivwänden mit Doppelflügel und Brüstungs-Festfeld	30
2.2.7	Fensterbänder	31
2.2.8	Fensterbänder mit Prallscheibe	32
2.2.9	Verbundfenster	33
2.2.10	Fensterwände	34
2.3	Beanspruchungen und Anforderungen	36
3	Bauphysikalische Grundlagen	39
3.1	Thermische Einflüsse	39
3.2	Luftdurchlässigkeit	41
3.3	Tauwasserbildung	42
3.4	Sonnenschutz	43
3.5	Sonnenschutz und Behaglichkeit	45
3.5.1	Sonnenschutz außen - Typ 1	45
3.5.2	Sonnenschutz in der Fassade - Typ 2	46
3.5.3	Sonnenschutz raumseits - Typ 3	47

3.6	Schallschutz	48
3.6.1	Einfluss von Teilflächen	49
3.6.2	Einfluss von Prallscheiben	50
3.7	Materialeigenschaften und Verwendung	53
3.7.1	Werkstoff Holz	53
3.7.2	Werkstoff Aluminium	56
3.7.3	Werkstoff Stahl	57
3.7.4	Glas	58
3.7.5	Dichtstoffe	59
3.7.6	Kontaktkorrosion	60
3.7.7	Antidröhnbeschichtung	60
3.8	Statische Anforderungen	60
4	Hinweise zum regelgerechten Bauen	63
4.1	Planungsempfehlungen	63
4.2	Baurechtliche Hinweise	64
II	Schadensfälle	67
1	Holzfenster	71
1.1	Regendurchlass und Holzzerstörungen durch aufgegangene Eckfügen	71
1.2	Wind- und Regenundichtheiten	75
1.2.1	Undichtheiten zwischen Flügelrahmen, Verglasung und Blendrahmen	75
1.2.2	Durchfeuchtungen im Brüstungsbereich	76
1.2.3	Anhaltende Feuchtigkeitseinwirkungen aufgrund fehlerhafter Falzraumdrainage	79
1.3	Fleckenbildung auf Naturholzfenstern	81
1.4	Holzschäden an Schwimmbad-Fensterwänden	83
2	Aluminiumfenster	89
2.1	Undichte Eckfügen bei Aluminiumfenstern	89
2.2	Falsche Durchdringungen	91
2.3	Mangelhafte Fensteranschlüsse, Regenundichtheit im Brüstungsbereich	93
2.4	Mangelhafte Fensteranschlüsse, Regenundichtheit im Anschluss an WDVS	96
2.5	Undichte Mitteldichtungen bei Aluminiumfenstern	100
2.6	Undichte Fenster in Pfosten-Riegelkonstruktion	102
2.7	Fehlende Wartungsmöglichkeit	104
3	Stahlfenster	107
3.1	Korrosion von Stahlprofilen	107
3.2	Korrosion von Stahlfensterrahmen	108

4	Kunststoff-Fenster	111
4.1	Funktionsstörungen durch Klemmen oder Festhaken	111
4.2	Sprung im PVC-Fenstertür-Blendrahmen	113
4.3	Profilverglasungen, undichte Fußpunkte	115
5	Rolladenkästen	117
5.1	Wärmebrücken und Undichtheiten an Rolladenkästen eines Terrassenhauses	117
5.2	Unzureichender Schallschutz von Rolladenkästen	119
5.3	Fehlende obere Fensterbefestigung bei Rolladenkästen	123
6	Sonstige bauphysikalische Schäden an Fenstern	125
6.1	Missglückte Verbesserung des Schallschutzes	125
6.2	Tauwasserausfall an Fensterkonstruktionen	127
6.3	Tauwasserschäden in Fensterverglasungen	132
6.4	Wasser im Isolierglas durch undichte Rahmenprofile	135
6.5	Farbabweichungen bei Fensterverglasungen	137
6.6	Schimmelbildung	139
7	Fehlerhafte Befestigung	141
7.1	Nicht fachgerechte Fenstermontage	141
7.2	Nicht fachgerechte Befestigung	143
8	Fehlerhafte Anschlüsse	147
8.1	Undichte seitliche Fensterbankanschlüsse	147
8.2	Undichter Anschluss rückwärtiger Fensterbankaufkantungen	150
8.3	Fehlende Fußpunktabdichtung einer Aluminium-Fensterwand	151
8.4	Undichte Fensterwandanschlüsse bei einem Terrassenhaus	153
8.5	Undichter Anschluss zwischen Fensterbank und Blendrahmen	158
9	Fehler in der Dichtzone zwischen Flügel und Blendrahmen	161
9.1	Wind- und Regenundichtheiten	161
9.2	Funktionsstörungen durch Festhaken und Aufsitzen	164
9.3	Glas und Glasanschluss – Regendurchlässigkeit des Glasanschlusses	166
10	Mängel und Schäden in Abhängigkeit der Art der Wand- und Fassadenkonstruktion	169
10.1	Mangelhafte Abdichtung zur anschließenden Dachdecke	169
10.2	Winddurchlässige Fensteranschlüsse	172
10.3	Luftdurchlässigkeit an Kastenfenstersystemen	174
10.4	Unsaubere Arbeiten	177

11	Außenwände mit Fassadenbekleidungen	179
11.1	Undichte Holzfenster-Anschlüsse bei keramischen Außenbekleidungen	179
11.2	Durchfeuchtungen von Fensterlaibungen bei hinterlüfteten Aluminium-Fassadenbekleidungen	181
11.3	Nicht fluchtender Einbau von Anschlagzargen	183
11.4	Schäden durch falsche Wasserführung	184
12	Glasbruch bei verschiedenen Glasarten und Konstruktionen	189
12.1	Feststehenden Isolierglasscheibe	189
12.2	Feststehende Floatglasscheibe mit erhöhter Wärmeabsorption	191
12.3	Gussglasscheiben	193
12.4	Drahtglas	195
12.5	Sprossenfenstertüren	197
12.6	Thermische Spannungen und Glaskantenverletzungen	200
12.7	Ungünstige Überlagerung von Schlagschatten und Aufheizung durch innen liegenden Sonnenschutz an nach Süden ausgerichteten Sicherheitsgläsern	202
12.8	Klimalasten als Bruchursache	204
12.9	Nickelsulfideinschlüsse	206
12.10	Schäden durch falsche Sicherung von ESG-Verglasungen	209
13	Glasschäden durch mangelhafte Materialabstimmung	213
13.1	Fehlerhafter Randverbund bei Dachverglasung	213
13.2	Glas-Verkittungsmängel bei Sprossenfenstern	216
13.3	Falsche Verglasung durch Verwendung von Pfosten-Riegelprofilen	218
13.4	Visuelle Beurteilung von Mängeln an Mehrscheiben-Isolierglas	220
13.5	Trennung von VSG-Gläsern	222
14	Sonnenschutz mängel	225
14.1	Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum	225
14.2	Ungenügender Sonnenschutz	227
14.3	Überhitzungen von Komfortwohnungen	232
14.4	Zuglufterscheinungen hinter Fensterwänden	236
15	Thermische Längenänderungen	239
15.1	Fehlende Dehnungsfugen zwischen Aluminiumlamellen	239
15.2	Fehlende Dehnungsfugen zwischen Profilglastafeln.	240
16	Schlussbemerkungen	243

III	Anhang _____	245
1	Literatur _____	247
1.1	DIN-Normen _____	247
1.2	Merkblätter _____	250
1.3	Gerichtsurteile und Gesetze, Zulassungen _____	251
1.4	Bücher und Zeitschriften _____	251
2	Stichwortverzeichnis _____	252

I Grundlagen

1 Bedeutung und Definition des Fensters

1.1 Bedeutung

Mit zunehmender Größe von Fenstern und Glasflächen vermögen wir die Umwelt immer besser in die Wohn-, Arbeits- und damit Erlebniswelt des Menschen einzubeziehen. Große Fensterflächen bis hin zu voll verglasten Außenwänden begünstigen und fordern darüber hinaus die ästhetisch ansprechende Gestaltung eines Gebäudes. Je nach Jahreszeit und der konstruktiven Ausbildung führen verglaste Flächen zu einer vermehrten Energieeinstrahlung, erhöhten Energieverlusten und einer verstärkten Schalldurchlässigkeit. Um das Raumklima in behaglichen Grenzen zu halten, sind in Abhängigkeit von Nutzung und Konstruktion Schutzvorkehrungen erforderlich. Dazu gehören insbesondere die richtige Wahl des Glases hinsichtlich Licht- und Gesamtenergiedurchgang, Schallschutz, Sonnenschutzvorkehrungen sowie Lüftungs- oder Klimaanlageanlagen. Gegebenenfalls sind weitere Maßnahmen erforderlich, um ungebetenen Zutritt zu verhindern oder zumindest zu erschweren. Hinzu kommen Beschuss- und in besonderen Fällen Sprengsicherung.

Der Einfluss des Fensters auf den Wohn- und Gebrauchswert eines Gebäudes und auf dessen Herstellungs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten hat das Fenster auch zu einem bedeutsamen Wertfaktor gemacht. Mit steigendem Wohlstand nimmt die Bedeutung der Fenster- und Verglasungsqualität für den Wohnwert stark zu. Der Gebrauchswert als Teil des Gebäudewertes wird vor allem durch die Lebensdauer und die Größenordnung der Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen bestimmt. Die Intervalle der Fenstererneuerung haben sich von früher 80 Jahren auf 30 bis 40 Jahre verkürzt. Der Benutzungszeitraum wird dabei vielfach nicht mehr von der Lebensdauer der eingesetzten Werkstoffe und Konstruktionen, sondern von veränderten Anforderungen bestimmt. Hierzu gehören verbesserter Wärme- oder Schallschutz, geringere oder wirtschaftlichere Instandhaltungsaufwendungen oder formal-funktionale Aspekte.

Die enormen Fortschritte in der Entwicklung von Funktionsgläsern, die gezielte Steuerung von Sonnenschutzanlagen und Fensterflügeln zur Raumbelüftung sowie die elektronischen Sicherungssysteme erfordern heute eine sorgfältige Abstimmung von Glas, Außenwand, natürlicher Lüftung und Sicherheitsfunktionen in Abhängigkeit von der

Nutzung eines Gebäudes. Mit diesen Möglichkeiten wachsen die Anforderungen an Materialkenntnis und Bauphysik und damit auch die möglichen Planungs- und Ausführungsfehler.

Die stark gestiegenen Anforderungen an die Planung von Fenstern und Fassaden erfordern zunehmend besondere Kenntnisse der Technik, Bauphysik und Umweltverträglichkeit. Die komplexen Zusammenhänge und technisch konstruktiven Anforderungen lassen sich im bisher üblichen Planungsprozess durch die Objektplanung nur noch eingeschränkt berücksichtigen. In der Praxis setzt sich die Planung und Qualitätskontrolle durch den Fachingenieur für Fassadentechnik durch, dem die Regelungen der HOAI nur sehr schleppend folgen. So kommt die aktuelle Überarbeitung der HOAI in den Jahren 2021 und 2022, veranlasst durch die europäische Gesetzgebung, noch immer ohne die Berücksichtigung des Fachwissens von Fachingenieuren für Fassadentechnik aus. Längst rechtlich verbindliche statische Nachweise werden im Fachbereich der Tragwerksplanung bzw. deren Ergänzung ausgelassen. Die bisher nicht einheitlich geregelten Leistungsbilder können den sogenannten »grünen Heften« des AHO-Ausschusses der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. Berlin entnommen werden. Für die hier behandelten Fachingenieurleistungen gilt das Heft 28 in der zurzeit gültigen Fassung von September 2021.

1.2 Definition

Das Fenster wird im vorliegenden Band als von allen bzw. mindestens zwei Seiten von opaken Bauteilen begrenztes, transparentes, offenbares und ggf. im Wechsel mit Festverglasungen angeordnetes Bauteil oder als Einbauteil in Pfosten-Riegel-Fassaden und Elementfassaden verstanden. Die Kombination eines Fassadenbauteils mit z. B. feststehendem Glasunter- oder -oberlicht oder eine Aneinanderreihung von Fenstern wird hier als Fensterwand bezeichnet. Die heutigen Architekturmerkmale sind geprägt von der Kombination aller genannten Elemente, deshalb behandelt dieser Band nur zwei wesentliche Unterscheidungen:

- › Fenster als Lochfenster in opaker Umgebung
- › Fassaden als nicht tragende Außenwände mit integrierten Fenstern in transparenter Umgebung.

Als additive Elemente werden alle in Kombination notwendigen oder sinnvollen Ergänzungen, die erforderlich sind, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen, in Zusammenhang gebracht. Hierzu gehören insbesondere:

- › außen, mittig und/oder innen liegender Sonnenschutz,
- › Absturzsicherungen und
- › Prallscheiben (Doppelfassaden) und Kasten- bzw. Verbundfenster.

Nicht behandelt werden Türen und Tore, die innerhalb der Buchreihe ›Schadenfreies Bauen‹ Gegenstand des Bandes 23 ›Schäden an Türen und Toren‹ sind. Mit Band 21 ›Schäden an Ganzglasfassaden und Dächern‹ gibt es einige Überschneidungen an den Stellen, an denen keine klare Bauabtrennung vorliegt und thematisch gleichartige Grundlagen gelten. Das betrifft insbesondere Fensterwände und Glasfassaden mit raumhohen Fenstern. Den Interessenten für das Thema **Glasfassaden** wird empfohlen, sich vorrangig mit ›Band 21‹ zu befassen.

Bauphysikalische Themen werden im vorliegenden Band nur so weit behandelt, wie sie zum Verständnis von Schadensursachen oder zur Schadensvermeidung erforderlich sind. Dem Leser soll so ermöglicht werden, Sachzusammenhänge ohne Hinzuziehung weiterer Literatur zu verstehen, und auf Schadensbeispiele zu übertragen. Für eine Vertiefung dieser Themen eignen sich in besonderer Weise die Bände 32 ›Schäden durch mangelhaften Wärmeschutz‹, 42 ›Schimmelschäden an Wänden und Decken‹ und 49 ›Schimmelschäden und Tauwasserbildung an Fenstern‹ aus dieser Reihe. Neben der Fachbuchreihe ›Schadenfreies Bauen‹ und weiterer Literatur, insbesondere der zwingend einzuhaltenden Normen der Technischen Baubestimmungen werden vorrangig die Merkblätter des Verbands Fenster und Fassade (VFF, Frankfurt) zur Information empfohlen, da diese Richtlinien und Merkblätter praxisbezogen sind und teilweise Normen erklären und vertiefen.

Ferner wird verwiesen auf die Merkblätter des Institut für Fenstertechnik (ift) Rosenheim, die sich vorrangig mit den Forschungsergebnissen an Fenstern, Türen und Toren sowie Fassaden befassen.

2 Planungs- und Bewertungsgrundlagen für die Konstruktion funktionsgerechter Fenster und Fensterwände

2.1 Fenster und Fensterwände als besondere Risikofaktoren

Die Weiterentwicklung der technologischen Fertigungsmöglichkeiten und die steigenden Anforderungen an Fenster und Fassaden haben aus dem ursprünglich einfachen Fenster in opaker, meist massiver Wand in den letzten Jahren ein technisch hoch kompliziertes Bauelement werden lassen.

Auf kaum einem anderen Gebiet des Bauwesens gibt es so viele Normen, Vorschriften, Richtlinien, Ausführungsempfehlungen und Veröffentlichungen, die den technischen Erkenntnisstand dokumentieren, wie bei der Fenster- und Fassadentechnik. Trotzdem bleiben an verschiedenen Stellen nach wie vor Ungereimtheiten, Widersprüchlichkeiten und Fehler, die noch nicht ausgeräumt werden konnten und das kritische Mitdenken des Planers und Ausführenden erfordern. Die Berücksichtigung der ständig zunehmenden Zahl an Vorschriften, Normen und Richtlinien ist für Architekten kaum mehr zu bewältigen. In nicht wenigen Fällen verhindern oder erschweren die Eigeninteressen einzelner Produzenten oder Verbände durch das Ignorieren der Fachingenieurwerke für Fassadentechnik eine sachgerechte Lösungsentwicklung. Einseitiges Spezialistendenken und verkaufsorientierte Beratung führen oft zu Mängeln in anderen Bereichen. Nicht selten ist es der Planende, der mit seinem Form- und Funktionsdenken die Möglichkeiten und Grenzen einer werkstoffgerechten Konstruktion übersieht oder technisch und wirtschaftlich falsch einschätzt. Oft ist es aber auch der Bauherr, der aufgrund seiner Unkenntnis der Zusammenhänge zwischen Fassade, Haustechnik, Behaglichkeit und Nebenkosten Probleme mit auslöst.

Einseitiges, durch Investitionskostenminimierung bestimmtes Denken und eine periodisch rückläufige Baukonjunktur haben neben einem verschärften Wettbewerb eine weitere Nebenwirkung: Viele Planer und Produzenten versuchen, mit weniger Mitarbeitern gleich große oder größere Planungsaufgaben zu bewältigen, mit dem Ergebnis, dass eine gute Detailplanung weitgehend auf der Strecke bleibt und viele Details, insbesondere

im Fenster- und Fassadenbereich, zwar an-, aber nicht zu Ende gedacht werden. Dabei müsste mit den zunehmenden Ansprüchen an das Gebäude und die Fassade auch hier die Qualität der Planung und Ausführung verbessert werden.

Das Fenster und die Fassade bleiben deshalb die größten Risikofaktoren, solange:

- › die am Bau Beteiligten nicht den jeweils neuesten Erkenntnisstand – der ja an den unterschiedlichsten Stellen publiziert wird – in Planung und Ausführung berücksichtigen,
- › Planer in diesem Bereich unzureichend ausgebildet werden,
- › die Fensterindustrie sich zunehmend auf Systemgeber statt auf objektbezogene Lösungsoptimierungen konzentriert und aus Fehlern und Schäden nicht gelernt wird.

Durch das Aufzeigen wesentlicher Zusammenhänge und anhand einiger Beispiele versucht der Verfasser – selbst seit 30 Jahren als Lehrbeauftragter und als Bausachverständiger für Fassaden und Fensterfragen tätig – darzulegen, wie sich mangelhafte Lösungen frühzeitig erkennen und vermeiden lassen.

2.2 Typisierung von Fenstern und Fensterwänden

Die folgenden Typenbilder stellen schematisch die in den einzelnen Kapiteln und Beispielen behandelten Fenster und Fensterwände dar. Sie dienen einerseits der Veranschaulichung der in den Texten genannten Fenstertypen und weisen darüber hinaus beispielhaft auf wesentliche Besonderheiten hin, die bei der Wahl der verschiedenen Typen zu beachten sind.

Anhand von Schadensbeispielen wird später in Teil II auf die in der Praxis häufig anzutreffenden »Problempunkte« der verschiedenen Fenstertypen eingegangen.

Besondere Beachtung ist den Fensteranschlüssen und deren Abdichtung zu widmen. Die in Bild 1 symbolisch dargestellte Dämmung gilt sowohl für mineralische Dämmstoffe nach DIN EN 13162, Anhang C, als auch für geschäumte Dämmstoffe nach DIN EN 13163, Anhang D. Es ist zu beachten, dass PS-Dämmstoffe nur bis zu einer begrenzten Bauwerkshöhe eingesetzt werden dürfen und festgelegte Brandschotten in der Regel alle zwei Geschosse erfordern.

Grundsätzlich gehört zu den besonders zu beachtenden Maßnahmen aller Fensterarten die elastische und dauerhaft luft- **und** dampfdichte Anbindung zwischen Blendrahmen und Wand auf der Raumseite und die schlagregendichte und diffusionsoffene Abdichtung auf der Außenseite – vergl. DIN 18355, Abschnitt 3.5.3, S. 16.

Die alte deutsche Fassadenbauer(n)regel bringt es auf den Punkt:

Innen dichter als außen.

2.2.1 Lochfenster in Massivwänden (Thermohaut/WDVS)

Insbesondere bei Mauerwerkswänden sind der Glattstrich der Wandoberflächen im Bereich der Abdichtung, also der Haftflanken der Versiegelung oder Klebeflächen, sowie eine vollfugige Vermauerung erforderlich (Beispiel: auszubetonierende Schalensteine oder Gitterziegel).

Nicht hinterlüftete Bekleidungen, z. B. Thermohautsysteme (Wärmedämm-Verbundsysteme) bedürfen besonderer Beachtung bei der Ausführung der Fensterbänke im Laibungsanschluss.

Der Planer sollte beachten, dass es im Hinblick auf die Bauzeit und auf die Gewerketrennung im Gewährleistungsfall äußerst hilfreich ist, die Primärabdichtung zwischen Fensterrahmen und Rohbaulaibung auszuführen und sich nicht auf das Folgewerk Thermohaut (WDVS) zu verlassen. Nach Ansicht des Autors gehört die Abdichtung zwischen Fenster und Rohbau, unabhängig von der späteren Wandbekleidung, **immer** zum Leistungsumfang des Fensterbauers und ist als Nebenleistung oder als Position im Leistungsverzeichnis zu benennen.

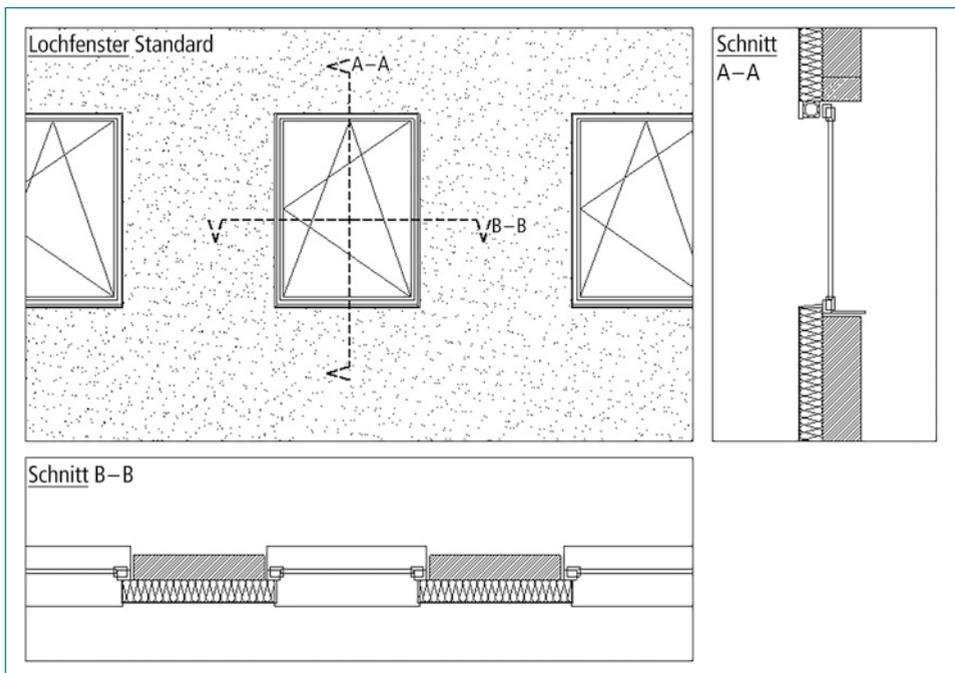


Bild 1 Lochfenster in Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)