

Tobias Huckfeldt • Hans-Joachim Wenk (Hrsg.)

Holzfenster

Konstruktion, Schäden, Sanierung, Wartung



Rudolf Müller

Tobias Huckfeldt · Hans-Joachim Wenk (Hrsg.) **Holzfenster**

Holzfenster

Konstruktion, Schäden, Sanierung, Wartung

mit 936 Abbildungen und 90 Tabellen

Herausgeber:

Dipl.-Biol. Dr. Tobias Huckfeldt

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold

Dipl.-Phys. Dr. Josef Theo Hein

Dipl.-Biol. Dr. Tobias Huckfeldt

Herman Klos

Dipl.-Holzwirt Dr. habil Gerald Koch

Guido Kramp

Rainer W. Leonhardt

Dipl.-Rest. (FH) Gereon Lindlar

Dipl.-Holzwirt Dr. Dirk Lukowsky

Dipl.-Ing. (FH) Rüdiger Müller

Peter Newcombe

Dipl.-Biol. Dr. Uwe Noldt

Dipl.-Ing. Martin Paal

Ivo Andreas Piotrowicz

Dipl.-Holzwirt Mathias Rehbein

Dipl.-Holzwirt Dr. Hans-Georg Richter

Carsten Stamms

Ekkehard Wagner

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk



Rudolf Müller

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

© Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG Köln, 2009
Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Wiedergabe der Abbildungen 4.6, 4.55, 4.64, 4.80, 4.91 aus den DIN 4108-2, 4108-3, 1055-4 und 1055-5 mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Bei Abbildungen ohne Quellenangabe liegen die urheberrechtlichen Nutzungsrechte beim Autor des jeweiligen Beitrags.

Maßgebend für das Anwenden von Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist. Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen usw. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist. Zitate aus Normen, Merkblättern usw. wurden, unabhängig von ihrem Ausgabedatum, in neuer deutscher Rechtschreibung abgedruckt.

Holzschutz- und Beschichtungsmittel sind sach- und fachgerecht anzuwenden. Einzelheiten zur Verwendung und zu Nutzungseinschränkungen sind im „Technischen Merkblatt“ bzw. „Sicherheitsdatenblatt“ der Hersteller und detailliert im Zulassungsbescheid aufgeführt. Eine verbindliche Auskunft zu den Holzschutz- und Beschichtungsmitteln ist beim jeweiligen Hersteller zu beziehen.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag, Herausgeber und Autoren können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns, Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen per E-Mail: fachmedien.bau@rudolf-mueller.de oder Telefax: 0221 5497-6141 mit.

Lektorat: Dieter Schlichting, Hamburg
Umschlagsgestaltung: Pizzicato Design-Agentur, Köln
Satz: Grafikbüro Lars Holzwarth, Ostfildern
Druck und Binderarbeiten: fgb freiburger graphische betriebe, Freiburg
Printed in Germany

ISBN 978-3-481-02504-5

Vorwort

Ein umfangreiches Buch nur über Holzfenster – scheint das nicht überzogen? Nun, es gibt gute Gründe, die für eine Renaissance des Holzfensters sprechen. Da ist zum einen ein gewachsenes Umweltbewusstsein, da sind zum anderen die steigenden Preise für die Rohstoffe anderer Fenstermaterialien. Wir wagen deshalb die Prognose, dass sich hochwertige Holzfenster und Fenster mit kombinierten Werkstoffen, bei denen die besten Eigenschaften der jeweiligen Materialien miteinander verbunden sind, im Wettbewerb mit Aluminium und Kunststoff durchsetzen werden.

Daneben werden sich überwiegend aus Kiefernspalintholz gefertigte Holzfenster, zumal wenn sie gut verarbeitet und hochwertig beschichtet sind, zumindest so lange am Markt behaupten, wie die Gewährleistungsfristen der Hersteller so kurz bemessen sind wie derzeit. In baulich gut geschützten Einbaulagen versagen auch Holzfenster mit einem hohen Splintholzanteil nicht und haben bei entsprechender Wartung eine lange Lebensdauer. Doch schon bei leichter Bewitterung nimmt die Bedeutung der Holzqualität zu und in schwierigen Einbaulagen ist sie entscheidend.

Dieses Buch möchte Wege in eine Zukunft zeigen, in der die Wegwerfkultur überwunden wird und Einbau, Sanierung, Restaurierung sowie Erhaltung und Pflege von Holzfenstern mehr Raum bekommen. Eine Hinwendung zu nachhaltigeren Produkten beginnt sich selbst in der Entwicklung europäischer wie auch deutscher Fensternormen abzuzeichnen und wir können den heimischen Produzenten nur empfehlen, sich an die Spitze dieser Bewegung zu setzen.

Dieses Buch will bei Architekten, Sachverständigen, Restauratoren und Bauherren den Blick dafür schärfen, wo und wie hochwertige Holzfenster mit der Aussicht auf eine lange Lebensdauer eingebaut werden sollten. Wir wollen dazu beitragen, dass ungünstige Konstruktionen und Fehler bei der Auswahl und beim Einbau von Holzfenstern vermieden werden.

Außerdem werden zahlreiche Möglichkeiten der Reparatur bzw. der Restaurierung bestehender Fenster aufgezeigt. Meist können dabei moderne Anforderungen an Schall-, Wärme- und Einbruchschutz erfüllt oder sogar übertroffen werden – und dies oft kostengünstiger als durch einen Fensteraustausch. Zugleich kann so das „Gesicht“ eines Hauses erhalten werden.

Fenster sind langlebige Gebrauchsgüter – täglich sind sie Klima und Wetter ausgesetzt, und so verändern sich Holz wie Beschichtung. Eine Reihe von Beiträgen widmet sich deshalb auch der Frage, wie Holzfenster durch regelmäßige Wartung und geeignete Pflege erhalten werden können.

Am Ende des Buches stehen beschriftete Ansichten von Fenstern, die das Verständnis der Holzfenster-Fachbegriffe erleichtern sollen.

Hamburg und Berlin, Februar 2009

Die Herausgeber

Dank

Die Liste derjenigen, die uns auf vielfältige Weise geholfen haben, ist lang, sodass wir nicht alle namentlich nennen können. Viele haben uns dankenswerterweise Material oder Bilder von Fenstern gesandt.

Wir danken Heinrich Opper (Kassel) und Sylvia Huckfeldt für die Hilfe bei der Textarbeit.

Dem Lektor Dieter Schlichting (Hamburg) danken wir für seine freundliche Akribie und die pragmatische Herangehensweise an unsere heterogenen Texte.

Eine Reihe von Sachverständigen und Firmen hat uns Hinweise gegeben und auch seltene Pilze und Insekten übersandt: Ekkehard Flohr (Sachverständiger, Dessau), Axel und Uwe Einemann (Sachverständige, Hamburg), Wolfgang Böttcher (Sachverständiger, Ganzkow/Brunn), Christian Schröter (Sachverständiger, Hamburg), Dr. Peter Jüngel (Kurt Obermeier GmbH & Co. KG, Bad Berleburg-Raumland), Hardo Kaiser (Bruno E. Bojarzin Holz- und Bautenschutz GmbH, Hamburg), Hans-Joachim Rüpke (Sachverständiger, Hannover), Dr. Hubert Köhler (LWL-Freilichtmuseum, Hagen), Dr. Bernd Wischer (Sachverständiger, Warmsroth), Klaus Renhak (Sachverständiger, Benshausen), P. und J. Löbbert, Uwe Schneider (PaX Classic GmbH, Bad Lausick), D. Ullrich, Harald Urban (Remmers Baustofftechnik GmbH, Lönigen), Kramp & Kramp GmbH & Co. KG (Lemgo-Lieme) sowie Andrea Görges.

Dr. Uwe Noldt dankt im Besonderen Andrea Niemeyer, Anne Wettich, Dorothea Martin-Klößner, Christina Waitkus (vTI), Jutta Lax, Bernd Ixmeyer, Britta Witt, Ralf Engelken (Universität Hamburg) und vor allem seiner Frau, Dr. Guna Noldt, der er sein Kapitel wegen „all der Wochenenden“ in Liebe widmet.

Hans-Joachim Wenk dankt insbesondere Herrn Jürgen Peter Jürgensen (Meister des Maler- und Lackiererhandwerks und Holzschutzsachverständiger, Berlin, Dellstedt) – ohne es zu wissen, hat er den Grundstein für dieses Buch gelegt –, Alexander Koch (Meister des Maler- und Lackiererhandwerks, Berlin), Soeren Matthias Brauner (Meister des Maler- und Lackiererhandwerks, Berlin), Prof. Dr.-Ing. Manfred Puche (Sachverständiger, Berlin) sowie Dipl.-Ing. Angelika Ehlers (Architektin, Berlin), der er seinen Beitrag widmet.

Dem Verlag danken wir für die Begleitung und die Geduld bei der Durchführung des Projekts „Holzfenster“.

Inhalt

	Vorwort.....	5
	Dank	6
1	Die historische Entwicklung von Glasfensterverschlüssen in Mitteleuropa (Klos)	13
1.1	6.000 Jahre Hausbau ohne Fenster	13
1.2	Römische Baukunst – der Zeit voraus	13
1.3	Frühes Mittelalter und Hochmittelalter	15
1.4	Spätes Mittelalter – vom Holzverschluss zum Glasfensterverschluss	18
1.4.1	Bildliche Darstellungen als Quellen	18
1.4.2	Erhalten gebliebene Fenster	20
1.5	Frühe Neuzeit	23
1.6	Glasherstellung und Glastypen	26
1.7	Funktionsverbesserungen der Fensterverschlüsse	29
1.7.1	Verglasung	29
1.7.2	Öffnungsmechanismen	31
1.8	Schlussbemerkung	32
2	Holzarten für den Fensterbau (Koch, Richter)	33
2.1	Einleitung	33
2.2	Anforderungen an Fensterhölzer	33
2.3	Für den Fensterbau wesentliche Holzeigenschaften	34
2.3.1	Rohdichte	34
2.3.2	Stehvermögen	34
2.3.3	Natürliche Dauerhaftigkeit	35
2.3.4	Bearbeitbarkeit	36
2.3.5	Weitere wichtige physikalische Eigenschaften des Holzes	36
2.3.6	Anforderungen an lamellierte Kanteln aus einer Holzart	36
2.4	Etablierte Holzarten für den Fensterbau	38
2.5	Neu eingeführte Holzarten für den Fensterbau	39
2.6	Neuartige Verbundsysteme (kombinierte Systeme)	40
2.6.1	Kombinierte Holzkanteln aus verschiedenen Holzarten	40
2.6.2	Holz-Metall-Fenster- und Holz-Metall-Fassadenkonstruktionen	41
2.7	Verfahren zur Holzmodifizierung	41
3	Schutz von Holzfenstern	43
3.1	Chemischer Holzschutz (Arnold, Lukowsky)	43
3.1.1	Einleitung	43
3.1.2	Schadensausprägungen und -häufigkeiten	43
3.1.3	Holzschutzkonzepte in Deutschland und europäischen Nachbarstaaten	44
3.1.3.1	Holzschutz in Deutschland	44

3.1.3.2	Holzschutz in europäischen Nachbarstaaten	44
3.1.4	Regelwerke	44
3.1.4.1	Normen.	45
3.1.4.2	Weitere Regelwerke	46
3.1.5	Holzschutzmittel	47
3.1.5.1	Gesundheits- und Umweltaspekte	47
3.1.5.2	Zulassungsverfahren	47
3.1.5.3	Einbringmengen	48
3.1.5.4	Im Fensterbau eingesetzte biozide Wirkstoffe.	49
3.1.5.5	Nachweis von Holzschutzmitteln	49
3.1.6	Applikationsverfahren.	50
3.1.6.1	Betriebliche Verfahren.	50
3.1.6.2	Reparatur- und Sanierungsverfahren.	50
3.1.7	Vorschläge zur Anwendung chemisch vorbeugender Holzschutzmittel an Fenstern.	52
3.2.	Beschichtung von Holzfenstern (Hein)	53
3.2.1	Grundlagen.	53
3.2.1.1	Historische Entwicklung der Fensterbeschichtung.	53
3.2.1.2	Zusammensetzung und Eigenschaften von Beschichtungen	54
3.2.1.3	Gesundheitliche und umweltbezogene Anforderungen an Beschichtungen . .	56
3.2.1.4	Vorteile industriell hergestellter Beschichtungsstoffe.	57
3.2.1.5	Risikostoffe in Denkmalpflege und Restaurierung.	57
3.2.1.6	Gesetzliche Forderungen nach neuen Beschichtungsstoffen	58
3.2.1.7	Raumluftbelastung aus Beschichtungen	59
3.2.2	Anforderungen an den Beschichtungsuntergrund.	60
3.2.2.1	Beschichtungsuntergrund, Holzart und Holzqualität	61
3.2.2.2	Modifizierte Hölzer	63
3.2.2.3	Überprüfung der Altbeschichtung auf Eignung als Beschichtungsuntergrund	65
3.2.2.4	Entfernen alter Beschichtungen	66
3.2.2.5	Erkennen von Problemen und Vermeiden von Risiken	70
3.2.3	Aufbau und Ausführung der Beschichtung	72
3.2.3.1	Normen, Richtlinien und Merkblätter zur Fensterbeschichtung	72
3.2.3.2	Auswahl der geeigneten Beschichtung.	73
3.2.3.3	Anlagengebundene Beschichtung	77
3.2.3.4	Handwerkliche Beschichtung mit dem Pinsel.	82
3.2.4	Wartung und Pflege.	85
3.3	Baulicher Holzschutz: Bilddokumentation (Arnold)	89
3.3.1	Einbaulage	89
3.3.2	Kantengeometrie	92
3.3.3	Beschichtung	92
3.3.4	Wetterschutzschienen	93
3.3.5	Fugenausbildung	94
3.3.6	Sohlbankkonstruktionen.	96
3.3.7	Fenstertüren.	96
3.3.8	Schutz gegen Tauwasser.	97
3.3.9	Holzmodifizierung.	99
3.3.10	Besonderheiten bei Fachwerkgebäuden.	100
4	Klimatisch bedingte Schäden an Holzfenstern (Wenk)	101
4.1	Grundlagen.	101
4.2	Schäden durch Feuchtebelastung aus Niederschlägen	103
4.2.1	Regen, Nebel und Tau	104
4.2.2	Hagel	114
4.2.3	Schnee.	116
4.2.4	Sekundäre Schäden durch Feuchte.	117
4.2.5	Zusammenfassung.	118
4.3	Schäden durch Windbelastung.	118
4.3.1	Windbelastung.	119
4.3.2	Einbaulage	120

4.3.3	Anschluss maßhaltiger Bauteile an das Gebäude und Befestigungsmittel	121
4.3.4	Fassaden und Fensterwände	122
4.3.5	Zusammenfassung	122
4.4	Schäden durch Strahlen- und Temperatureinwirkung	122
4.4.1	UV-Strahlung	122
4.4.2	Wärme	125
4.4.3	Frost	128
4.4.4	Zusammenfassung	129
4.5	Raumseitige Feuchtebelastung von Fensterkonstruktionen durch Tauwasserbildung	129
4.5.1	Tauwasserbildung	129
4.5.2	Tauwasserschäden in und an der Fensterkonstruktion	131
4.5.3	Tauwasserschäden durch Gebäudenutzung	142
4.5.4	Tauwasserschäden durch Bautätigkeiten	142
4.5.5	Zusammenfassung	143
4.6	Holzfensterkonstruktionen: Übersichten zu Belastungen und Anforderungen	143
4.7	Grundlagen des Quell- und Schwindverhaltens hölzerner Bauteile (Rehbein) . .	147
4.7.1	Einleitung	147
4.7.2	Anatomie des Holzes	147
4.7.2.1	Aufbau des Holzgewebes	147
4.7.2.2	Makroskopische Strukturmerkmale	148
4.7.2.3	Mikroskopischer Holzaufbau	150
4.7.3	Sorption	152
4.7.3.1	Feuchteaufnahme	152
4.7.3.2	Aufnahme von flüssigem Wasser	153
4.7.4	Holzfeuchte	155
4.7.4.1	Grundlagen	155
4.7.4.2	Holzfeuchtebestimmung	157
4.7.5	Quellen und Schwinden des Holzes	159
4.7.5.1	Reaktionsgewebe	159
4.7.5.2	Behindertes Quellen und Schwinden	160
4.7.5.3	Relevante Quell- und Schwindwerte	160
4.7.5.4	Kenngrößen des Quell- und Schwindverhaltens	160
4.7.6	Trocknungsverhalten des Holzes	161
5	Biotische Schäden an Holzfenstern	163
5.1	Schäden durch Pilze und Pflanzen (Huckfeldt)	163
5.1.1	Pilze	163
5.1.1.1	Was sind Pilze?	163
5.1.1.2	Der Aufbau der Pilze	163
5.1.1.3	Die verschiedenen Fäuletypen	167
5.1.1.4	Voraussetzungen für das Auftreten von Hausfäulepilzen	170
5.1.1.5	Bläue-, Schimmel- und Schleimpilze	174
5.1.1.6	Exkurs: Bakterien	179
5.1.1.7	Häufige Pilze an maßhaltigen Bauteilen	179
5.1.1.8	Seltenere Pilze an maßhaltigen Bauteilen	197
5.1.2	Pflanzen	206
5.1.2.1	Algen und Flechten	206
5.1.2.2	Efeu und Wilder Wein	207
5.2	Schäden durch Insekten (Noldt)	208
5.2.1	Einleitung	208
5.2.2	Befallstypen und Schäden	209
5.2.2.1	Lebenszyklus der Insekten	209
5.2.2.2	Befallstypen nach der Art des befallenen Holzes	212
5.2.2.3	Befallstypen nach der Art der Nutzung des Holzes durch die Insekten	212
5.2.2.4	Schadensarten und -häufigkeiten	213
5.2.2.5	Befallsorte und Schadensstufen	213
5.2.2.6	Anzeichen und Nachweise eines Holzinsektenbefalls	214

5.2.3	Insekten, die in Fensterhölzern, an Fenstern oder umgebenden Konstruktionshölzern auftreten können	214
5.2.3.1	Käfer (Coleoptera)	214
5.2.3.2	Hautflügler (Hymenoptera)	234
5.2.3.3	Schmetterlinge (Lepidoptera)	242
5.2.3.4	Termiten (Isoptera)	244
5.3	Schadensaufnahme und Bekämpfungsmaßnahmen bei Insektenschäden an Fenstern (Newcombe)	246
5.3.1	Auftreten von Insektenschäden an Fenstern	246
5.3.2	Bekämpfungsmaßnahmen	247
5.3.3	Anwendung von Holzschutzmitteln	247
6	Wartung und Wartungsverträge zur Instandhaltung von Holzbauteilen im Außenbereich (Stamms)	249
6.1	Wartung – eine Notwendigkeit	249
6.2	Instandhaltung, Wartung und Instandsetzung – Begriffe	249
6.3	Wartungsvoraussetzungen	249
6.3.1	Wartung durch Fachleute	249
6.3.2	Wetterbeanspruchung der Bauteile	250
6.4	Wartungszeiträume für Fensterbeschichtungen	251
6.5	Inhalt von Wartungsverträgen	251
7	Restaurierung und Reparatur von Holzfenstern	257
7.1	Konservierung – Restaurierung – Rekonstruktion (Lindlar)	257
7.1.1	Vorbemerkung	257
7.1.2	Historische Fenster im Kontext des Baudenkmals	257
7.1.3	Grundkonzepte	258
7.1.3.1	Konservierung	258
7.1.3.2	Restaurierung	259
7.1.3.3	Rekonstruktion	263
7.1.4	Schlussbemerkung	264
7.2	Neue Holzfenster für alle Anforderungen (Piotrowicz)	265
7.2.1	Bauzeitliche und historisch wertvolle Fenster im Bestand	265
7.2.2	Die Erhaltung mit Ergänzung oder Umrüstung verbinden	266
7.2.2.1	Einbruchhemmung bei bauzeitlichen oder historischen Fenstern	267
7.2.2.2	Rekonstruktion historischer Fenster	269
7.2.2.3	Eigenschaften neuer Holzfenster	269
7.3	Fensterrestaurierung mit Verbesserung der Wärmedämmung und des Schallschutzes – Praxisbeispiele (Kramp)	276
7.3.1	Bestandsaufnahme und Restaurierungskonzept	276
7.3.2	Restaurierungsablauf an einem Praxisbeispiel	278
7.3.3	Restaurierungskonzepte mit Funktionswertverbesserung historischer Fenster	285
7.3.3.1	Energiespar-Vorsatzscheiben	285
7.3.3.2	Innenvorfenster als Kastenfenster	288
7.3.3.3	Umrüstung auf Isolierverglasung	292
7.4	Restaurierung historischer Kastendoppelfenster (Paal)	295
7.4.1	Vom Winterfenster zum Kastendoppelfenster – die Entwicklung zum Kastendoppelfenster im deutschsprachigen Raum	295
7.4.2	Konstruktion und Funktion	298
7.4.2.1	Funktionsweise des Kastendoppelfensters	298
7.4.2.2	Konstruktion und Funktion der Bauteile	298
7.4.3	Schäden und Sanierungsmaßnahmen	300
7.4.3.1	Grundsätzliches	300
7.4.3.2	Schäden und Instandsetzungsarbeiten	300
7.4.4	Anpassung an heutige Anforderungen	303
7.4.4.1	Fugendichtigkeit und Lüftungsmöglichkeit	303

7.4.4.2	Wärmedämmung	304
7.4.4.3	Schallschutz	305
7.4.4.4	Einbruchschutz	305
7.5	Reparatur und Instandhaltung von Fensterbeschlägen (Leonhardt)	306
7.5.1	Einleitung	306
7.5.2	Schadensbilder und deren Ursachen	306
7.5.3	Demontage von Beschlägen	307
7.5.4	Farbentfernung an Beschlägen	308
7.5.5	Beschlagmaterialien	310
7.5.6	Oberflächenüberzüge von Beschlägen	312
7.5.7	Reparatur	314
7.5.8	Alte Fensterbeschläge und neue Fenstertechnik	315
7.5.9	Pflege von Fensterbeschlägen	316
7.5.10	Vermeidung von Schäden	317
7.6	Glasschäden und Glasrestaurierung (Wagner)	318
7.6.1	Glasherstellung und Glaseigenschaften	318
7.6.1.1	Entwicklung der Herstellungsverfahren	318
7.6.1.2	Glasdicken	319
7.6.1.3	Glasbeschichtungen	319
7.6.1.4	Physikalische Eigenschaften von Glas	320
7.6.1.5	Normen und Richtlinien	320
7.6.2	Glasschäden	320
7.6.2.1	Glasbruch	320
7.6.2.2	Kondensatbildung	325
7.6.2.3	Materialunverträglichkeit	326
7.6.3	Glasrestaurierung	327
7.6.3.1	Bleiverglasung	327
7.6.3.2	Einfachverglasung	327
7.6.3.3	Isolierverglasung	329
7.6.3.4	Sicherheitsglas	330
7.6.3.5	Glasarten für die Restaurierung	331
8	Anforderungen und Normen im Fensterbau (Müller)	335
8.1	Einleitung	335
8.2	Notwendige und freiwillige Nachweise	335
8.3	Prüf- und Kennzeichnungskategorien	336
8.3.1	Ersttypprüfung	336
8.3.2	Teilprüfung	336
8.3.3	Systemprüfung	338
8.3.4	CE-Kennzeichnung	338
8.4	Montage und Einbau	339
8.5	Anforderungen der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	339
8.5.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	339
8.5.1.1	Prüfdruck/Windböen	339
8.5.1.2	Rahmendurchbiegung	340
8.5.1.3	Sicherheitsprüfung	340
8.5.1.4	Klassifizierung der Widerstandsfähigkeit bei Windlast	340
8.5.1.5	Anwendung der Windlastklassifizierung (vereinfachtes Verfahren)	340
8.5.2	Schlagregendichtheit	341
8.5.3	Luftdurchlässigkeit	341
8.5.3.1	Fugendurchlasskoeffizient	343
8.5.3.2	Flächendurchlasskoeffizient	343
8.5.4	Stoßfestigkeit	344
8.5.5	Bedienkräfte (Bedienungskräfte)	344
8.5.6	Gefährliche Substanzen	344
8.5.7	Tragfähigkeit von Sicherheitseinrichtungen	345
8.5.8	Schallschutz	346
8.5.9	Wärmeschutz	347

8.5.10	Differenzklimaverhalten	347
8.5.11	Dauerfunktion	348
8.5.12	Mechanische Festigkeit	349
8.6	Zusätzliche Anforderungen außerhalb der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	350
8.6.1	Einbruchhemmung	350
8.6.1.1	Widerstandsklassen	350
8.6.1.2	Anforderungen an Gläser und Ausfachungen	350
8.6.1.3	Einsatzempfehlungen entsprechend dem Gefährdungsbereich	351
8.6.2	Beschusshemmung	351
8.6.2.1	Wahl der Widerstandsklassen FB 4 und FB 6/FB 7	351
8.6.2.2	Anforderungen an Gläser	351
8.6.3	Sprengwirkungshemmung	352
8.6.3.1	Sprengwirkungshemmung durch den Nachweis mittels Stoßrohr	352
8.6.3.2	Sprengwirkungshemmung durch den Nachweis mittels Freilandversuch	352
8.6.4	Hochwasserbeständigkeit	352
8.6.5	Hurrikanschutzz	353
8.6.6	Ballwurfsicherheit	353
8.7	Qualitätssicherung	354
8.7.1	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	354
8.7.2	Kennzeichnung mit zusätzlichen Qualitätszeichen und Zertifizierung	354
8.7.3	Visuelle Qualitätsbeurteilung	354
9	Anhang	355
9.1	Glossar	355
9.2	Normen, Vorschriften, Merkblätter und Literatur	374
9.3	Institute und Verbände	402
9.4	Autoren	403
9.5	Stichwortverzeichnis	405
9.6	Übersichtsbilder	411

1 Die historische Entwicklung von Glasfensterverschlüssen in Mitteleuropa

Hermann Klos

1.1 6.000 Jahre Hausbau ohne Fenster

Häuser ohne Öffnungen, ja sogar ein Rathaus ohne Fenster, gibt es im Land der Schildbürger (Kästner, 1954). Für diese ist es kein Problem: Sie tragen das Licht mit Säcken ins Haus oder decken das Dach ab (Abb. 1.1).

Die ersten Häuser, Hütten und Behausungen in Mitteleuropa hatten zumindest eine Tür und meist auch ein Rauchloch im Dach. Über Jahrtausende hat sich bezüglich Konstruktion, Material und Bautechnik daran wenig geändert. Ob es sich um die ersten frühgeschichtlichen Behausungen ca. 6000 v. Chr. handelt (Abb. 1.2), als aus nomadisierenden Sammlern und Jägern sesshafte Bauern wurden, um bronzezeitliche Seerandsiedlungen, sogenannte Pfahlbauten (Abb. 1.3 bis 1.5), oder um den keltischen oder germanisch/alemannischen Hausbau im 1. Jahrtausend n. Chr. (Abb. 1.6): Die Häuser und Hütten waren Holzbauten, ebenerdig aufgestellt, Pfahlbauten oder als Grubenhaus (Abb. 1.7) ins Erdreich eingegraben. Die steilen, zum Teil bis auf den Boden reichenden Satteldächer ruhten auf kräftigen Firstsäulen und die zunächst gespaltenen, später behauenen Pfosten waren im Erdreich verankert. Verwendet wurde das in der Umgebung vorhandene Material: Die Wände bestanden aus lehmverstrichenem Flechtwerk, die Dächer waren mit Stroh, Ried oder Schindeln gedeckt.

Es bestanden regionale Unterschiede in der Größe der Häuser und in ihrer Funktion als Wohn-, Stall- oder Speicherhaus. Doch allen Haustypen gemeinsam war, dass es neben dem Tür- und Rauchloch keinen Bedarf an weiteren Öffnungen gab. Die keinesfalls luftdichte Bauweise sorgte auch ohne weitere Öffnungen für ausreichende Belüftung. Belichtung war kein Thema, da die Häuser tagsüber kaum genutzt wurden. Weitere Öffnungen hätten nicht den Bedürfnissen der Bewohner in dieser Zeit entsprochen: Unterkünfte sollten Schutz bieten, sicher sein und Wind und Wetter standhalten. Ein- und Ausblicke waren nicht gewünscht und nicht notwendig.

1.2 Römische Baukunst – der Zeit voraus

Eine Ausnahme bildet die Zeit der römischen Besatzung. Das Römische Reich brachte zahlreiche bautechnische Erneuerungen wie Mauerwerk, Hohlziegeldächer, Hypokaustenheizung (Wand- und/oder Bodenheizung) und verglaste Fenster in die besetzten Gebiete. Bei Ausgrabungen in Pompeji wurden gegossene Scheiben mit Kantenlängen bis zu 70 cm gefunden. Der Guss erfolgte auf ein mit Sand bestreutes Blech und ergab so ein nur einseitig ebenes und



Abb. 1.1: So bringen die Schildbürger Licht ins Haus. (Quelle: Jeserich, 1988, S. 103)



Abb. 1.2: Rekonstruktion eines Bauernhauses, ca. 6000 v. Chr., mit Türöffnung und Rauchloch im Giebelspitz, basierend auf Befunden von Oberschwaben über Niederbayern bis zum Niederrhein (Quelle: Gromer, 2000, S. 17)

Abb. 1.3: Rekonstruktion eines jungsteinzeitlichen Pfahlhauses nach den Ausgrabungsergebnissen von Hornstaad am Untersee (Bodensee): Die Konstruktion gründet sich auf tief gehende Pfählungen und auf Ständer, die zur besseren Lastverteilung in Pfahlschuhe eingezapft sind. (Quelle: Schlichtherle, 1997, S. 60)



Abb. 1.4: Pfahlbauten am Zürichsee, ca. 3000 v. Chr., rekonstruiert nach Grabungsbefunden von 1854 (Quelle: Ziegler, 1998, S. 11)



Abb. 1.5: Rekonstruktion der spätbronzezeitlichen Ufersiedlung von Unteruhldingen am Bodensee (Quelle: Schlichtherle, 1997, S. 63)



Abb. 1.6: Rekonstruktion des karolingischen Dorfes am Münsterbauhof in Zürich: Die Gebäude entstanden in derselben Epoche wie das 853 gegründete und 874 geweihte Frauenmünster. (Quelle: Gromer, 2000, S. 30)

damit in der Durchsichtigkeit gemindertes Fensterglas. Zu jener Zeit wurde auch klares, geblasenes Fensterglas entwickelt. Zur Schwitzwasserreduzierung und -vermeidung setzten die Römer vor allem für die Bäderanlagen bereits sehr früh Doppelglasfenster ein, wie ein Fund Ende der 1980er-Jahre an den suburbanen Thermen in Herculaneum nahe Neapel zeigt (Abb. 1.8). Dieses Fenster, das ins 1. Jahrhundert n. Chr. datiert wird, wurde beim Ausbruch des Vesuv 69 n. Chr. zerstört und verschüttet. Die archäologischen Funde belegen verschiedene Techniken der Fassung und Rahmung der Fenstergläser und der Herstellung von festen Fenstern und sogar von beweglichen Fensterflügeln.

Die Forcierung der Entwicklung von Bautechniken wie Zentralheizung und Glasfenster fällt mit der Ausdehnung des Römischen Reiches auf Gallien und Germanien zusammen. Es wird angenommen, dass die neuen Techniken den Aufenthalt für Soldaten wie Zivilisten in der ungewohnten feuchtkalten Umgebung angenehmer gestalten sollten. Selbst die Kasernen wurden entsprechend ausgestattet, zwar nicht mit Hypokaustenheizung, aber doch immerhin Zimmer für Zimmer mit einem Herd und einem Glasfenster. Glasfenster erhielten sogar Wachtürme am Limes.

Neben Militärbaumeistern und weiteren Bauspezialisten verfügte jede Legion auch über einen Fensterglasermeister. Allein auf dem Gebiet des heutigen Baden-Württemberg wurden archäologisch mehr als 1.000 römische Glasfenster nachgewiesen. Mit dem Vorrücken der Alemannen in der Mitte des 3. Jahrhunderts und dem Untergang des Römischen Reiches ging auch das Wissen über die römische Haustechnik verloren. Es sollte 1.000 Jahre dauern, bis im 14. Jahrhundert mit der beginnenden Renaissance wieder vergleichbare bauliche Standards erreicht wurden.

1.3 Frühes Mittelalter und Hochmittelalter

Nach dem Untergang des Römischen Reiches wurde Glas zunächst jahrhundertlang ausschließlich an sakralen Gebäuden eingesetzt. Bekannt ist der Einsatz von Glas z. B. an französischen und englischen Kathedralen oder an der



Abb. 1.7: Grubenhaus in Pfostenbauweise, Grabungsbefund mit Rekonstruktion von Gladbach, Kreis Neuwied, 7./8. Jahrhundert n. Chr. (Quelle: Gromer, 2000, S. 28)

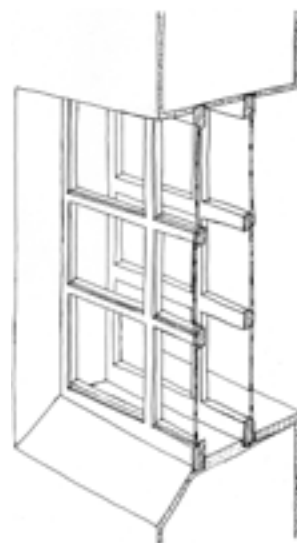


Abb. 1.8: Herculaneum, Therme Suburbane, 1. Jahrhundert n. Chr.: Rekonstruktionsskizze des beim Ausbruch des Vesuv 69 n. Chr. zerstörten und verschütteten Kastenfensters nach Holzresten im Fenstergewand; die Scheiben wurden vermutlich durch schmale, aufgenagelte Holzleisten gehalten (Quelle: Gundolf Precht, Xanten)

Hagia Sofia in Konstantinopel. Erst später folgten herrschaftliche Profanbauten und Bauten städtischer Ansiedlungen.

Von Häusern und Hütten des Hochmittelalters gibt es kaum Sachüberreste und die Bild- und Schriftquellen sind vorwiegend sakralen Themen gewidmet und enthalten nur selten Informationen zu Details im Profanbau. Auch für die frühen Kirchenbauten ab dem 4. Jahrhundert, die etwas später folgenden ersten Fürsten- und Königssitze sowie die

Abb. 1.9: Augsburg, Dom, Prophetenfenster, Prophet Hosea, erste Hälfte des 12. Jahrhunderts: Die 5 Prophetenfenster in der Westwand des Augsburger Doms gehören zu den ältesten vollständig erhaltenen Glasfenstern der Welt. (Quelle: Müller, 1996, S. 293)



Klosterbauten ab dem ausgehenden 1. Jahrtausend können zu den Details verglaster Fensterverschlüsse keine gesicherten Aussagen gemacht werden.

Belegt ist der Einsatz von Fensterglas für unseren Kulturkreis durch Befunde, schriftliche Quellen und archäologische Funde ab dem späten 9. Jahrhundert, dies jedoch nur für den sakralen und herrschaftlichen Bereich. Blanke, farbige und bemalte Scheiben brachten Licht zunächst in die immer höher werdenden Kirchen. Die bei Grabungen am hessischen Kloster Lorch gefundenen Reste figürlicher Darstellungen werden auf das Ende des 9. Jahrhunderts datiert, die Prophetenfenster des Augsburger Doms (Abb. 1.9) stammen aus der Zeit um 1130.

Deutsche Glaser werden zum ersten Mal im 9. Jahrhundert erwähnt (Lerner, 1981). Ludwig der Fromme und Karl der Kahle beschenkten sie für nicht näher beschriebene Leistungen. Glaser waren zu dieser Zeit diejenigen, die die Kunst verstanden, Glas herzustellen, zu verarbeiten und zu bemalen. Die ersten Glashütten im deutschen Raum gehen ins 10. Jahrhundert zurück. Es wird vermutet, dass sie ausschließlich für Klöster und Kirchen arbeiteten. Die ersten Zunftgemeinschaften von Glasern sind für 1156 in Köln belegt.

Bekannt ist, dass Burgen und Paläste in den Obergeschossen großzügige, in der Regel aber noch unverglaste Öffnungen hatten; in den gefährdeten Sockelzonen gab es schießschartengroße, mit Gittern gesicherte Öffnungen (Abb. 1.10). Bildquellen aus der Zeit vor 1300 zeigen, dass vor allem repräsentative Gebäude große Öffnungen aufweisen, Detail-



Abb. 1.10: Belagerung von Burgen und Abwehr von Angriffen, Darstellung aus der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts: Nur die Öffnungen in den höherwertigen, repräsentativen Räumen weisen kleinteilige Verglasungen auf. (Quelle: Schmidtchen, 1996, S. 297)

lierungen zum Verschluss gibt es jedoch keine. Die für diese Zeit gängigen Fensteröffnungen – und dies auch nur in den Wohnstuben – waren 20 bis 30 cm breit und 30 bis 40 cm hoch. Die Ausbildungen der Öffnungen mit raumseitig angelegten Falzen lassen darauf schließen, dass ein Verschluss möglich war.

Im 9. Jahrhundert entstand in Bad Urach auf dem Runden Berg, der schon in vorgeschichtlichen Zeiten besiedelt war, auf den Ruinen eines fränkischen Adelssitzes eine neue Burg, komfortabel ausgestattet mit Kachelofen und Glasfenstern. Die dort gefundenen Glasbruchstücke gehörten zu einem rautenförmigen Fensterglas mit einer Kantenlänge von 8 bis 10 cm (Abb. 1.11). Bei den Funden handelt es sich um kleine Scherben aus überwiegend bläulich-hellgrünem Glas, die an den Kanten mit dem Kröseleisen bearbeitet wurden, einem hakenförmigen Instrument, mit dem von Glastafeln, Glasgefäßen etc. kleine Stücke abgebrochen werden.

Bei archäologischen Grabungen wurden im Primärschutt von zerstörten oder aufgelassenen Burganlagen aus der Zeit um 1000 Reste von Fenster- und Türverschlüssen gefunden. So fanden sich im nördlichen Rheinland an der Niederungsburg Husterknupp im ehemaligen Kreis Grevenbroich Bleistege und Glasreste als Spuren der Fensterverschlüsse.

Weitere Befunde aus dem 12. Jahrhundert liegen von Schlössern und Burgen vor, die sich offenbar zumindest in

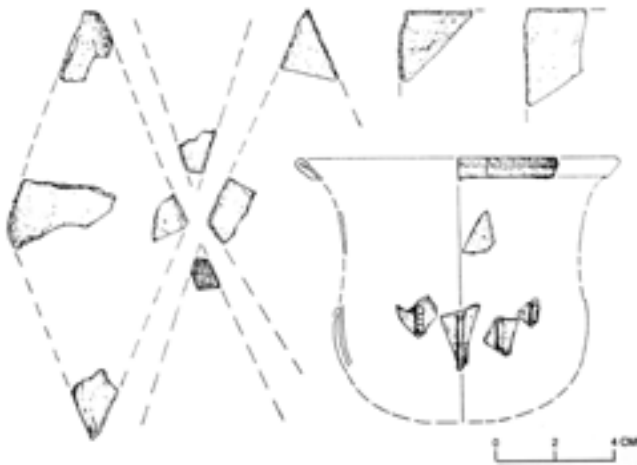


Abb. 1.11: Fensterglas des 9. und 10. Jahrhunderts vom Runden Berg bei Urach: Aus den Bruchstücken lässt sich ein rautenförmiges Fensterglas mit einer Kantenlänge von 8 bis 10 cm rekonstruieren. (Quelle: Kirchberger, 1995, S. 79)

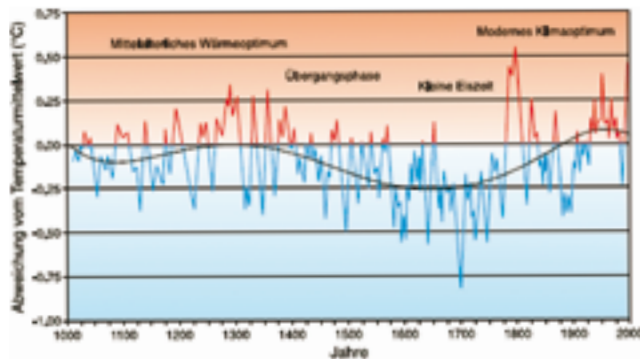


Abb. 1.12: Klimaentwicklung in Mitteleuropa zwischen 1000 und 2000 (Quelle: GFZ Deutsches GeoForschungsZentrum, nach National Research Council, 1994)

Teilbereichen verglaste Fensterverschlüsse leisten konnten. Es ist jedoch selbst für den Palastbau vorrangig von Holzläden als Fensterverschlüssen auszugehen. Bei anderen Grabungen wurden vor allem eiserne Fensterladenbeschläge gefunden. Insgesamt ist die Befundlage hier aber äußerst schmal, denn die Glas- und Metallfunde können zwar bezüglich ihrer Herkunft zugeordnet werden, eine Datierung des Materials ist derzeit jedoch oft nicht möglich.

Von Bedeutung für die Art und Entwicklung der Fensterverschlüsse sind die klimatischen Bedingungen des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit in Mitteleuropa. Im kleinen Klimaoptimum der hochmittelalterlichen Wärmeperiode zwischen 900 und 1300 lagen die Durchschnittstemperaturen um etwa 2 °C höher als heute. In einer naturkundlichen Chronik wird von blühenden und grünen Bäumen im Januar gesprochen. Weinanbau in England und die Besiedlung Grönlands waren in diesen Jahrhunderten möglich. Diese Rahmenbedingungen förderten die Entwicklung verglaster Verschlüsse von Fensteröffnungen eher nicht. In der Zeit der Renaissance setzte jedoch ab ca. 1550 die bis ca. 1850 währende Kleine Eiszeit ein (vgl. Abb. 1.12). Dies klimatische Veränderung führte zu verstärkten wärmeschutztechnischen Maßnahmen und damit zu einem Prosperieren des Glaser- und Fensterhandwerks.

Auch mit der Welle der Stadtgründungen im 11. Jahrhundert waren bautechnische Weiterentwicklungen verbunden.



Abb. 1.13: Esslingen, Hafenmarkt 8, zweites Obergeschoss: Lichtöffnungen einer Bohlenstube aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts: Diese Bohlenwand war ursprünglich eine Außenwand und wurde hier in Zweitverwendung eingesetzt. (Quelle: Ewald/Köhle-Hezinger/Könekamp, 1991, S. 35)



Abb. 1.14: Leutkirch, „Gotisches Haus“, erbaut 1377, Bohlenstube im zweiten Obergeschoss: Links ist eine jetzt zugemauerte originale schmale bauzeitliche Fensteröffnung mit Fensterfalz zu erkennen (siehe Markierung); die rechte Fensteröffnung ist sekundär.

Aus Holzhäusern wurden mehrgeschossige, unterkellerte Steinhäuser mit repräsentativen Stuben in den Obergeschossen und großzügiger Befensterung, die jedoch in der Regel auch erst um 1500 verglaste Fensterverschlüsse besitzen.

Als Verschluss dienten seitlich in den Leibungen angeschlagene, zum Teil mehrfach geteilte Fensterläden aus Holz, die – wenn überhaupt – nur mit kleinen Lichtöffnungen in der Brettfläche versehen waren (Abb. 1.13 bis 1.15). Alternativ gab es außen auch seitlich, oben oder unten angeschlagene Fensterläden, vertikal verschiebbare Zieh- oder Fallläden oder horizontal laufende Schiebeläden.

Für den Profanbau fehlen bis zum Ausgang des Mittelalters ausreichend gesicherte Befunde zum Umfang von verglasten Fensterverschlüssen. Die wenigen archäologisch zugeordneten Befunde zeigen lediglich, dass das Glas, das Gold des Mittelalters, nicht im Bauschutt landete, sondern zu nahezu 100 % wiederverwendet wurde.

Für die bäuerliche Bevölkerung sollte erst in der Zeit der Renaissance in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts Tageslicht ins Haus kommen.

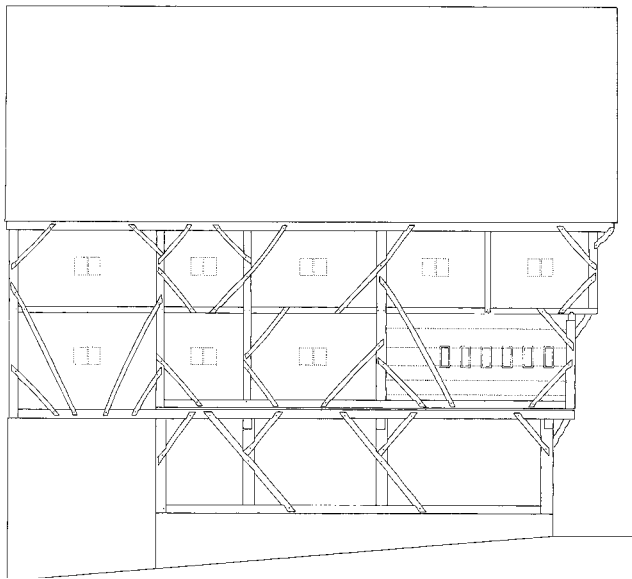


Abb. 1.15: Esslingen, Hafenmarkt 10: Rekonstruktion des Fachwerk-Erstzustands von 1331: Die Befensterung ist vermutet, stützt sich jedoch auf die im Haus vorgefundenen Öffnungen in den Staken- und Bohlenwänden. (Quelle: Ewald/Köhle-Hezinger/Könekamp, 1991, S. 45)

1.4 Spätes Mittelalter – vom Holzverschluss zum Glasfensterverschluss

Der verglaste Fensterverschluss hat sich aus dem Holzladen entwickelt (Abb. 1.16, 1.17). Mit den aus dem Möbelbau bekannten Techniken konnten problemlos Brettverschlüsse oder Verschlüsse mit Rahmen und Füllung gefertigt werden. Inwieweit die in der Literatur zur Entwicklung der Fensterverschlüsse oft erwähnten durchscheinenden Ersatzmaterialien, wie gefirniste Leinen oder Pergamente, Häute und Blasen, Alabaster und anderes mehr, Verwendung fanden, ist nicht geklärt.

Der Holzladen, nachts, bei Kälte oder Abwesenheit in die Öffnungen eingestellt, war ein solider Verschluss. Eine Weiterentwicklung war bereits der mit Holzapfen oder eisernen Beschlägen versehene bewegliche Laden. In einem nächsten Schritt folgten kleine Ausschnitte in der Brettfläche, die je nach den bestehenden Möglichkeiten mit Glas oder anderen durchscheinenden Materialien verschlossen wurden.

Die Kombination aus Holz und Glas für die Belichtung war ein kostspieliger Komfort und bedeutete auch den Verzicht auf Schutz vor Eindringlingen. Einen für Belichtung, Belüftung und Schutz zufriedenstellenden Verschluss bot nur die Ausführung mit Fenster und Fensterladen, ein Standard, der von ca. 1500 bis heute nur noch variiert und baukonstruktiv verfeinert werden sollte.

1.4.1 Bildliche Darstellungen als Quellen

Die zahlreich überlieferten Bildquellen aus der Zeit ab dem 13. Jahrhundert zeigen zeittypisch präzise Darstellungen der Fenster. Die Künstler dieser Zeit waren um eine nahezu fotografisch genaue Wiedergabe der Wirklichkeit bemüht. Bilder wie die 1337/39 entstandene Ansicht von Siena zeigen hohe bautechnische Standards (Abb. 1.18).

Nur wenige Darstellungen aus dieser Zeit haben keine sakralen Themen, doch finden sich bereits Abbildungen von



Abb. 1.16: Esslingen, Hafenmarkt 10: Brettfläche mit Gratleisten und Wendezapfen als Verschluss an einer Kammeröffnung von 1331: Für das frühe 14. Jahrhundert war dies bereits ein komfortabler Fensterverschluss, der ohne die teuren eisernen Beschläge gefertigt werden konnte. (Quelle: Ewald/Köhle-Hezinger/Könekamp, 1991, S. 37)

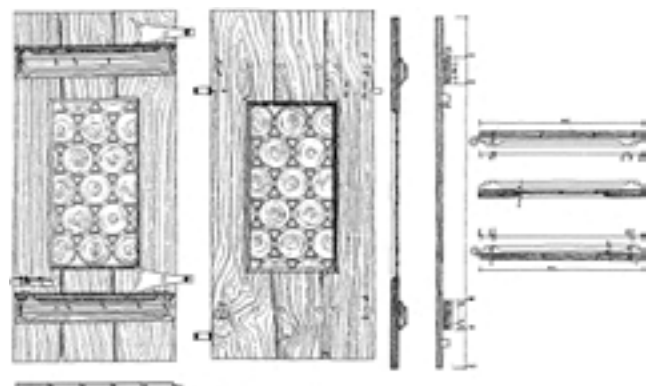


Abb. 1.17: Fritzlar, Fritzlarer Domstift: Die Ansichten und Schnitte dieses Fensterverschlusses zeigen einen Brettladen mit Geradhaltekonstruktion. Durch Schneiden einer Öffnung in die Brettfläche und Verglasung mit zur Verfügung stehenden Glasscheiben, in diesem Fall Butzenscheiben, wird aus einem Fensterladen der Vorgänger eines Fensterverschlusses. (Quelle: Thiersch, 1990, S. 34)

verglasten Fensterverschlüssen wie z. B. auf dem Bild „Verkündigung“ von Robert Campin aus dem Jahr 1452 (Abb. 1.19). Die Verkündigungsszene mit ihrem hohen Grad an Realismus zeigt im Hintergrund detailliert einen Fensterverschluss, wie er als typisch für das herrschaftliche Wohnen des frühen 15. Jahrhunderts vorstellbar ist. Die vierflügeligen Kreuzstockfenster haben im oberen Teil bereits eine fest stehende Rautenverglasung mit einem eingelegten Wappenbild. Die großen unteren Öffnungen können tagsüber durch ein eingestelltes Holzgitter gesichert werden, um das zu dieser Zeit allgegenwärtige Vieh vom Eindringen



Abb. 1.18: Ausschnitt aus einer Stadtansicht, Fresko von Ambrogio Lorenzetti im Rathaus von Siena, 1337/39: Die Häuser haben ausreichende Öffnungen für Belichtung und Belüftung, jedoch noch keine verglasten Fensterverschlüsse. Bei einigen Öffnungen sind Holzläden in Rahmenfüllungsbauweise zu erkennen. (Quelle: Hilschmann, 1982, S. 401)

in den Raum abzuhalten. Nachts sowie bei Kälte und Abwesenheit werden die Fenster mit mehrteiligen klappbaren Holzbrettläden verschlossen.

Zur selben Zeit zeigt das Stundenbuch Folpard van Amerongens (Abb. 1.20) ein Interieur mit umfassender Befensterung. Auch hier sind im oberen Teil Festverglasungen aus Rautenscheiben, die mit Windeisen stabilisiert sind, zu sehen. Die unteren Flügel besitzen teilweise ein bewegliches Holzgitter. Dies sorgt für die Belüftung des Raumes. Zusätzlich kann diese Fenstergruppe durch einen in der Höhe und in der Breite geteilten Fensterladen verschlossen werden. Die übrigen Fenster in diesem Raum können im unteren Teil mit in Rahmenbauweise hergestellten Fensterläden verschlossen werden. Von hier bis zum verglasten Fensterverschluss ist es nur noch ein kleiner Schritt: Durch Ersatz der Holzfüllungen mit Glasfüllungen ist das Drehflügel Fenster in einer einfachen Form geschaffen. Diese Fensterform findet sich auch in dem auf ca. 1485 datierten Bild „Der Evangelist Lukas malt die Madonna“ von Derick Baegert (Abb. 1.21).

Eine äußerst präzise Fensterdarstellung bietet auch Lucas Cranach d. Ä. 1532 mit dem Gemälde „Die Bezahlung“ (Abb. 1.22). Hier sind alle materialen, konstruktiven und formalen Details eines Fensters aus dieser Zeit zu sehen:



Abb. 1.19: „Verkündigung“, Robert Campin, 1452: bürgerlich ausgestatteter Wohnraum der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts mit einem zeittypischen Fensterverschluss (Quelle: Hilschmann, 1982, S. 109)



Abb. 1.20: Diese Illustration im Stundenbuch Folpard van Amerongens, 1450 bis 1460, zeigt die damaligen Typen von Fensterverschlüssen. Vorhanden sind als Drehflügel angeschlagene Holzgitter, feste Verglasungen bei den Oberlichtern und zusätzliche, als Brettläden oder Kassettenläden ausgeführte Innenläden. (Quelle: Schock-Werner, 1995, S. 122)

grünliche Butzenscheiben aus Waldglas, in Nuten steckend und mit Windeisen gesichert, geschmiedete Zierbeschläge und aufgedrehte Vorreiber, die die stumpf einschlagenden Flügel im Überschlagfalz halten.



Abb. 1.21: „Der Evangelist Lukas malt die Madonna“, Derick Baegert, ca. 1485: Zu sehen sind im Bereich der Oberlichter wieder Rautenverglasungen und ein zusätzlicher Faltladen. Im unteren Bereich sind bereits Drehflügel mit Butzenverglasungen eingebaut. Anzunehmen ist, dass die ehemals im unteren Bereich vorhandenen Fensterläden durch den für diese Zeit innovativen verglasten Fensterflügel ersetzt wurden. Hierfür spricht auch die Verglasung mit Butzenscheiben, die erst gegen Ende des 15. Jahrhunderts gebräuchlich wurde. (Quelle: Hilschmann, 1982, S. 28)

Die beschriebenen Abbildungen sind nur eine Auswahl aus Hunderten vergleichbaren von der Nordsee bis Italien, die die Entwicklung des Fensters vom 14. bis zum 16. Jahrhundert zeigen. Diese frühen Fensterverschlüsse haben sich allerdings nicht erhalten, da sie in späteren Zeiten keine adäquaten Lösungen mehr für den Fensterverschluss in Wohnräumen darstellten.

1.4.2 Erhalten gebliebene Fenster

Ab dem frühen 16. Jahrhundert ist die Befundlage ausreichend für gesicherte Aussagen zu Fensterverschlüssen. Aus der Zeit vor 1700 sind in Süddeutschland derzeit ca. 250 Einzelfenster bekannt. Das älteste ist ein Fenster von 1506 aus dem Überlinger Gasthaus „Krone“. Es ist hinsichtlich Größe, Binnengliederung, Material und Konstruktion, einschließlich der Details bei Beschlägen und Verglasungen, nahezu identisch mit dem von Lucas Cranach d. Ä. dargestellten Fenster (Abb. 1.22).

Ein weiterer, im Hinblick auf seine Vollständigkeit und Unberührtheit singulärer Befund konnte im ehemaligen Chorherrenstift in Herrenberg dokumentiert werden (Abb. 1.23; vgl. auch Abb. 1.35 bis 1.37). Das vierteilige Fensterband in der Renaissancetube ist inschriftlich auf 1577 datiert. Die Fenstergruppe ist abgesehen von einigen weni-

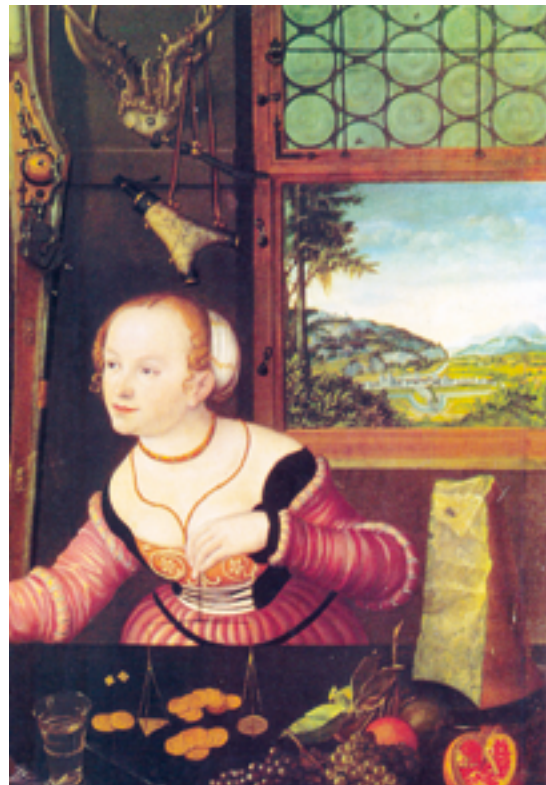


Abb. 1.22: „Die Bezahlung“, Lucas Cranach d. Ä., 1532: Das Bild zeigt eine naturalistische und mit erhalten gebliebenen Fenstern übereinstimmende Detaildarstellung eines zeittypischen Fensterverschlusses. (Quelle: Hilschmann, 1982, S. 142)

gen Reparaturen als authentisches Dokument vollständig erhalten. Selbst die für die Bauzeit typische Verglasung mit Butzenscheiben ist noch zu ca. 50 % vorhanden. An dieser Fenstergruppe ist der einzige in Baden-Württemberg noch bekannte Ziehladen eingebaut. Die Platzierung des Fenstererkers an der von der Stadt abgewandten hangseitigen und witterungsgeschützten Nordfassade und die Einbaulage direkt unterhalb der Traufe sowie die im frühen 20. Jahrhundert zusätzlich eingebauten Vorfenster haben wesentlich zu dem guten Erhaltungszustand beigetragen. Auch bei diesem Fenster handelt es sich um ein zweiflügliges Fenster, das nutzungsspezifisch und zeittypisch durch den Einbau eines horizontal verschiebbaren Lüftungsschiebers im unteren Flügel verbessert wurde.

Für die nächsten 200 Jahre bis zum Beginn des Barocks um 1700 liegen nahezu baugleiche Befunde von Fenstern vor, die häufig in den unteren Flügeln zusätzliche Schiebeflügel aufweisen, so in der „Uhrenstube“ in Schwäbisch Gmünd von 1595 (Abb. 1.24), in der ehemaligen Stadtkanzlei in Überlingen von 1598 (Abb. 1.25), im Kloster Frauenberg in Bodman von 1611 (Abb. 1.26), im „Mötzelschen Haus“ in Nördlingen von 1634 (Abb. 1.27) oder im Kloster in Inzigkofen von 1659 (Abb. 1.28, 1.29). Auch im Torhaus der Burg in Wertheim wurden 1742 Fenster eingebaut, die sich lediglich in der Scheibenform von 200 Jahre älteren Fenstern unterscheiden und bei gleichen Details in Material und Konstruktion nur Abweichungen bei den Verglasungen aufweisen (Abb. 1.30).

Auch regional gibt es nur geringe Variationen. So sind die Fenster in Sachsen z. B. nahezu baugleich mit denen in



Abb. 1.23: Herrenberg, Schlossberg 1, ehemaliges Chorherrenstift, heute evangelisches Dekanatamt: Der für diese Zeit – 1577 – ausgereifte Fensterverschluss erstreckt sich über die gesamte Außenwand. Er verfügt über Drehflügel sowie einen zusätzlichen Lüftungsflügel und außen angebrachte Ziehläden.

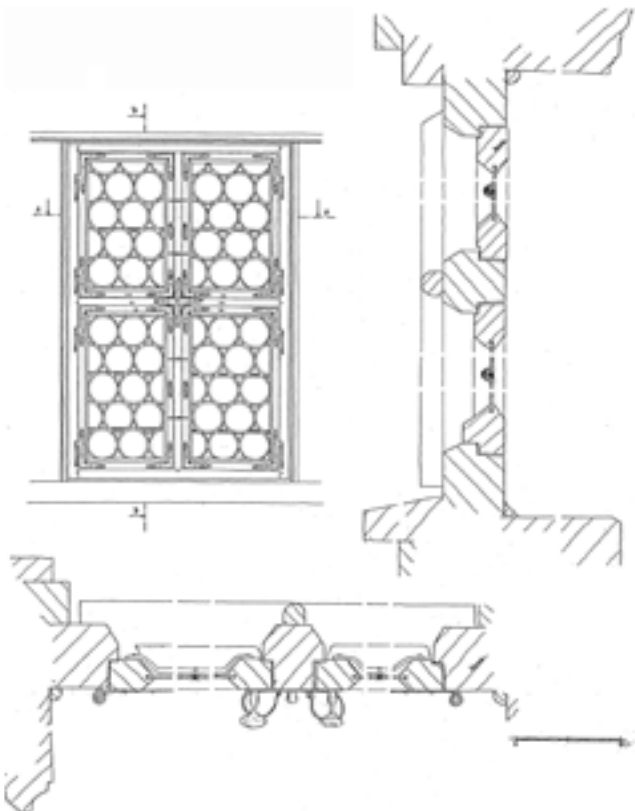


Abb. 1.24: Schwäbisch Gmünd, Spital, „Uhrenstube“: Dieses bauzeitliche Fenster in einer Renaissanceprunkstube datiert auf 1595. Das Fenster ist dort einschließlich Verglasung komplett erhalten.



Abb. 1.25: Überlingen, Münsterplatz 8, Stadtkanzlei, erbaut 1598 bis 1600: Die bauzeitliche Rundscheibenverglasung ist nur noch in Teilbereichen vorhanden. Reparaturverglasungen wurden als Rechteckverglasungen ausgeführt.



Abb. 1.26: Bodman, Kloster Frauenberg, erbaut 1611: Verglasung und Binnengliederung des bauzeitlichen Fensters wurden barockisiert. Im unteren Flügel waren ursprünglich zusätzliche Lüftungsschieber angeordnet.



Abb. 1.28: Inzigkofen, Kloster, erbaut 1659: einziges Fenster des bauzeitlichen Bestandes, Verglasung sekundär

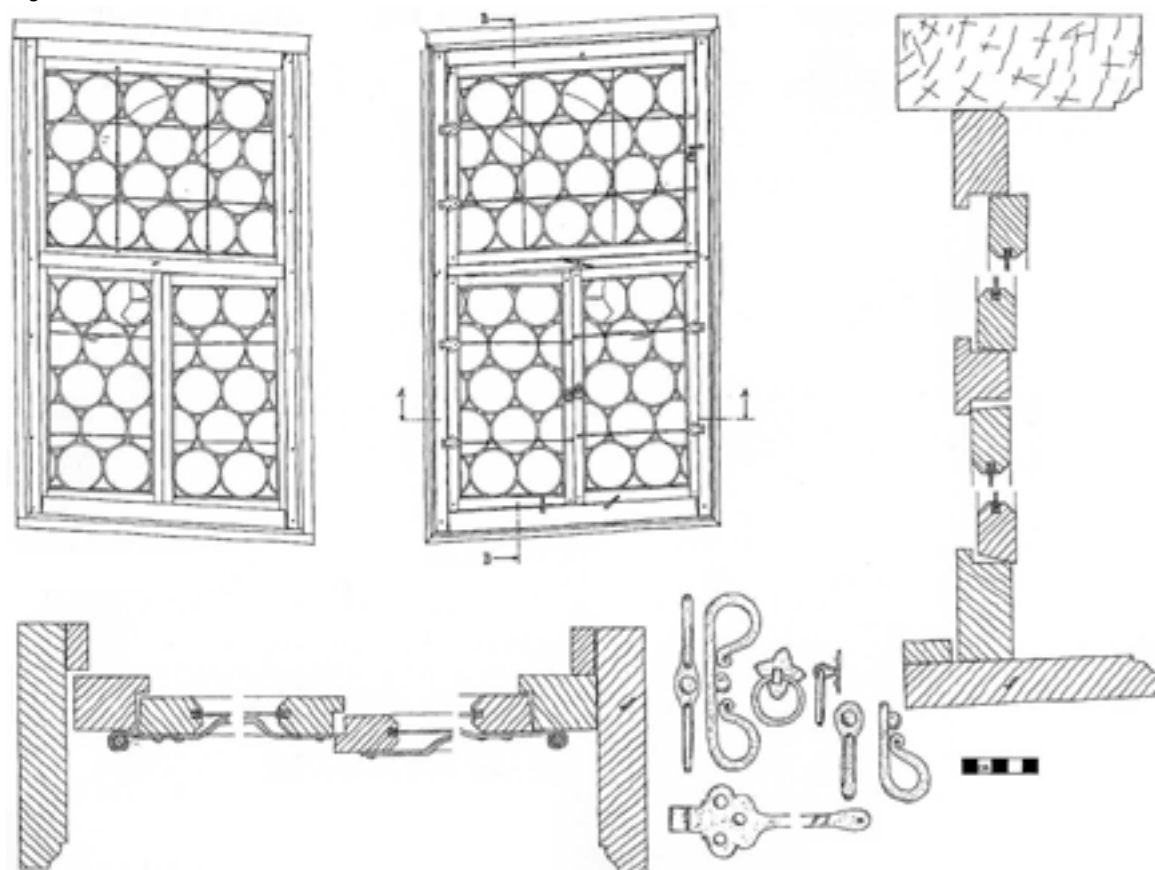


Abb. 1.27: Nördlingen, Polizeigasse 20, „Mötzelsches Haus“, erbaut 1634: Ein bauzeitlicher Fensterbestand ist einschließlich der Verglasung vollständig erhalten.

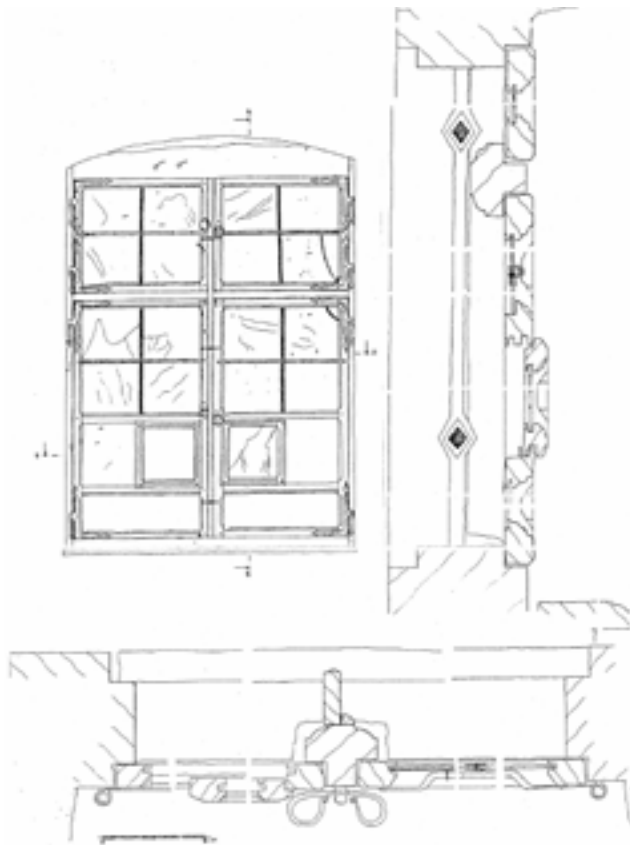


Abb. 1.29: Inzigkofen, Kloster: zeichnerische Dokumentation des bauzeitlichen Fensters aus Abb. 1.28

Süddeutschland und die Fenster in Westfalen z. B. wurden mit Rechteckscheiben verglast und schlugen nach außen auf, um bei Winddruck dichter zu sein.

1.5 Frühe Neuzeit

Die renaissancezeitliche Aufbruchstimmung um 1500 führte – zunächst in herrschaftlichen und repräsentativen Bauten – in großem Umfang zur Öffnung bestimmter funktional herausgehobener Räume durch an den Außenwänden umlaufende Fensterbänder (Abb. 1.31, 1.32). Wohnräume werden hell und licht und innerhalb weniger Jahrzehnte werden Fensterverschlüsse entwickelt, die sich abgesehen von den Funktionswerten bis in die heutige Zeit nicht grundlegend verändert haben. Die Fenster wurden vorwiegend aus Eichenholz gefertigt. Sie waren, wenn auch kleinteilig, verglast und hatten eiserne Zierbeschläge zum Öffnen und Schließen, häufig mit zusätzlichen kleinen Schiebe- oder Drehflügeln.

Verglasungen waren in den Städten an bedeutenden Gebäuden zwar die Regel, doch gab es auch Ausnahmen. Selbst im Züricher Rathaus wurden erst 1504 die letzten „Leinenfenster“ verglast, und bereits nur temporär genutzte Gebäude, wie z. B. das Tanzhaus in Augsburg (Abb. 1.31), wiesen zwar eine großzügige Befensterung auf, jedoch keine verglasten Fensterverschlüsse.

In der Zeit der Renaissance erhielten Fenster eine weitere technische Verbesserung: Die Fensterläden, die bis dahin raumseitig angebracht waren, wurden nach außen verlagert. Neben den bekannten Klapplädenvarianten gab es bereits ab dem 14. Jahrhundert vertikal verschiebbare Zieh-

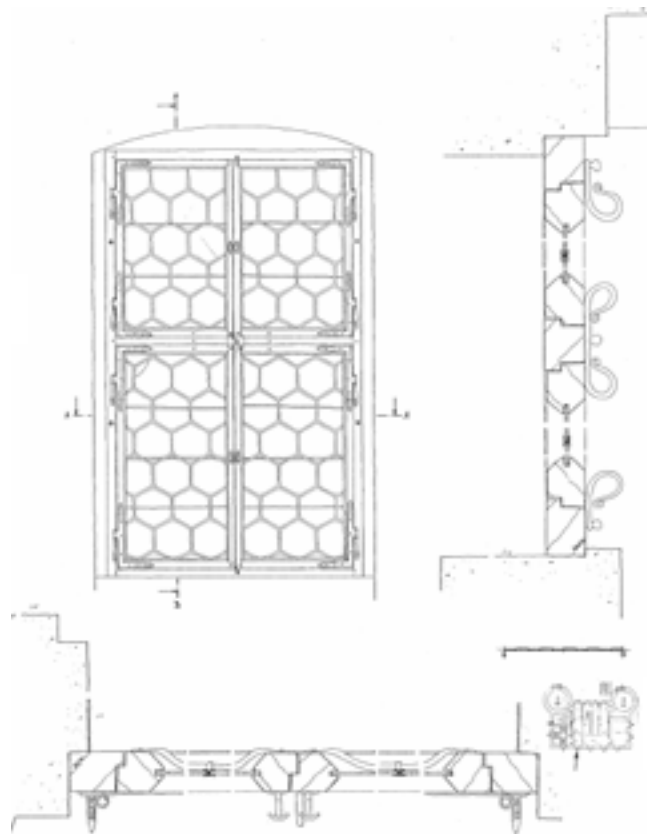


Abb. 1.30: Wertheim, Burg Wertheim, erbaut 1742: Die Wabenscheiben sind für diese Zeit typisch; untypisch sind dagegen die stumpf im Rahmenfalz liegenden Flügel ohne Überschlag.



Abb. 1.31: „Augsburger Geschlechtertanz“, süddeutscher Meister, um 1500: Das Bild zeigt die charakteristischen Merkmale der Tanzhäuser um 1500, hier im Tanzhaus am Weinmarkt in Augsburg, mit großzügigen umlaufenden Fensterbändern. Die Fenster waren trotz der kühlen Witterung zur Belichtung geöffnet; zum Verschluss dienten seitlich angebrachte Holzbrettläden. (Quelle: Straub, 2008)

und Fallläden. Bei Einzelfenstern oder Fensterzweiergruppen waren Klappläden möglich, nicht jedoch bei Reihenfensern, Fensterbändern und Fensterwagen (vgl. Abb. 1.33 bis 1.40)

In Esslingen am Neckar hatten viele auswärtige Klöster bereits im frühen 14. Jahrhundert Pflegehöfe, die hohe bautechnische Standards aufwiesen. Pflegehöfe waren wirtschaftliche Dependancen auswärtiger Klöster.

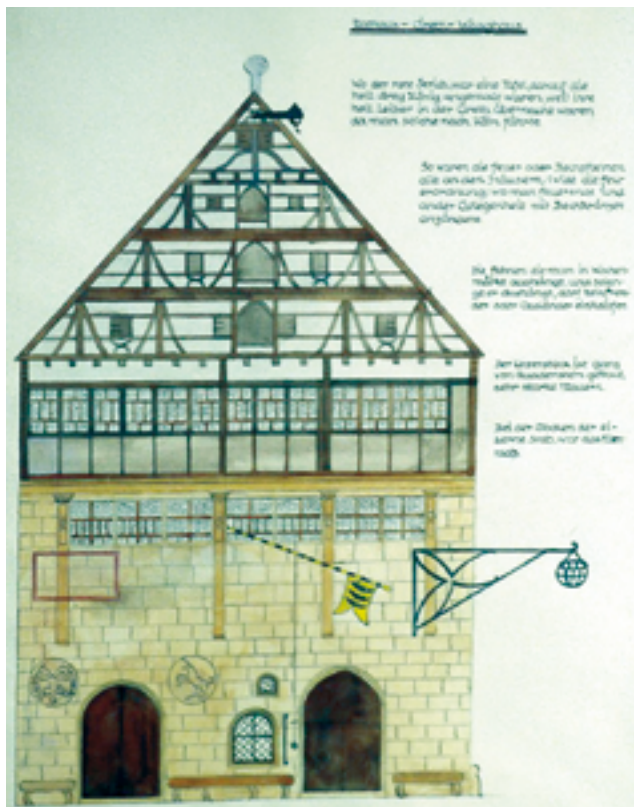


Abb. 1.32: Schwäbisch Gmünd, „Grät“, ältestes Rathaus der Stadt, um 1500, Rekonstruktion des bauzeitlichen Zustands: Fensterbänder signalisieren Wohlstand. (Quelle: Klein, 1948, S. 83)



Abb. 1.34: Luzern, Weinmarkt, um 1500, Bild des Luzerner Chronisten Diebold Schilling: Verglaste Fensterverschlüsse, einige Jahrzehnte zuvor noch die Ausnahme, waren zur Regel geworden. (Quelle: Lohrum, 1992, S. 269)



Abb. 1.33: Nordansicht des ehemaligen Katharinenhospitals in Esslingen, einer der insgesamt 10 Pflēghöfe, die bis ca. 1350 innerhalb der Stadtmauern Esslingens entstanden und die klösterliche Präsenz in der Stadt dokumentieren: Ziehblenden gehörten bereits gegen 1350 zum baulichen Standard repräsentativer Gebäude; über den eigentlichen Fensterverschluss gibt die Abbildung keine Auskunft. (Quelle: Stadtarchiv Esslingen am Neckar)

„Gepflegt“ wurde in gewaltigen Kellern vor allem der Wein. Zeitgenössische Abbildungen solcher Pflēghöfe zeigen auch Details der Fensterverschlüsse (vgl. Abb. 1.33), auf denen die außen unter den Fenstern angeordneten Ziehblenden deutlich zu erkennen sind. Vermutlich war dies zu dieser Zeit der einzige Fensterverschluss.

Die Gesamtkonstruktion des Ziehladens besteht aus einem analog zur Fenstergliederung geteilten Laufrahmen aus genuteten, senkrechten Laufleisten und aus einem unteren



Abb. 1.35: Herrenberg, Schlossberg 1, evangelisches Dekanatamt: Um 1440 als Chorherrenstift erbaut, war der Bau von 1536 bis 1749 Residenz der Obervögte, anschließend Wohnung für den Superintendenten und die Dekane.

und oberen Querholz. In diese Rahmenkonstruktion sind die aus 3 bis 4 breiten Brettern zusammengefügte Brettflächen eingestellt. Diese sind mit Hirnleisten, einer Konstruktion zum Geradehalten der Brettflächen, versehen. Diese Ziehblenden werden raumseitig mittels eines Lederriemens betätigt. Der Riemen, der am unteren Ende der Brettfläche befestigt war und in der Tasche zwischen Brettladen und Hauswand und über eine Bohrung durch den Brustriegel ins Rauminnere geführt wurde, ermöglichte durch Ziehen das problemlose Anheben der Brettflächen. Zum vollständigen Verschließen der Fensteröffnungen wurden die Läden dann über eine in der Fläche vorhandene Griffmulde vollends



Abb. 1.36: Herrenberg, Schlossberg 1, evangelisches Dekanatamt, Fensterband von 1577: Fenster und Ziehläden sind vollständig erhalten. Um 1920 wurden zum Schutz der Renaissancefenster und als wärmetechnische Verbesserung außen in die Ebene der Ziehläden zusätzlich Vorfenster eingestellt.

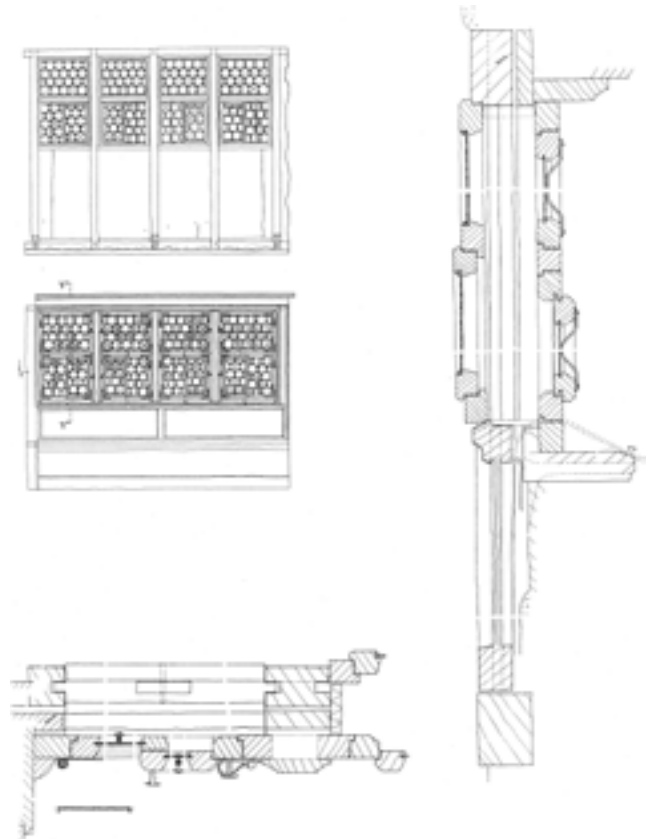


Abb. 1.37: Herrenberg, Schlossberg 1, evangelisches Dekanatamt: Renaissancefenster mit Ziehläden von 1577 und Vorfenster um 1920

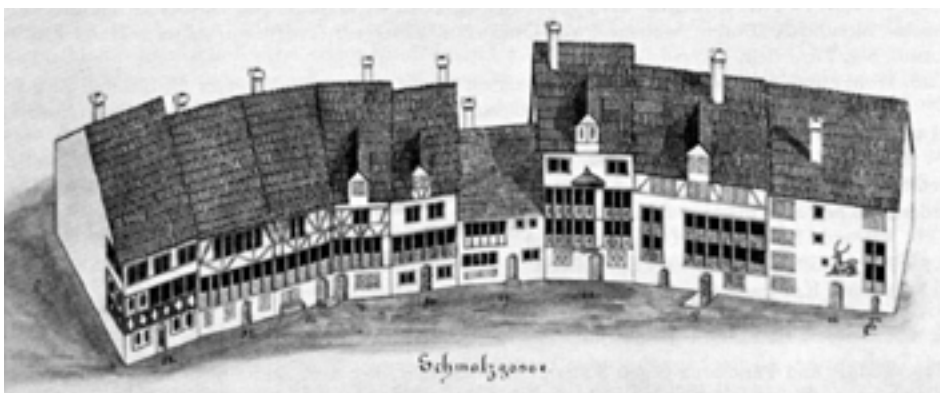


Abb. 1.38: Bischofszell, Schmalzgasse, vor 1743: Ziehläden gehören zur Standardausstattung. Der Fensterverschluss selbst ist nicht dargestellt. (Quelle: Knoepfli, 1969, S. 41)



Abb. 1.39: Ermatingen, Kehlhof, 1672: Auch bei dem modernisierten Gebäude links wurden Fensterwagen mit horizontal laufenden Schiebläden in moderner Ausführung eingesetzt.



Abb. 5: Einfachfenster im Fachwerk in geschützter Einbaulage (historische Gaststube im Freilichtmuseum Cloppenburg)

Die neue Online-Plattform für Planer, Handwerker und Investoren

Auf einen Blick – mit einem Klick

Hier erhalten Sie umfangreiche, klar strukturierte Info-Pakete zu allen Themen rund um das Bauen im Bestand – von der Kellersanierung bis zur Dachverkleidung, von Bodenbelägen bis Haustechnik.

Home | Shop | Mediadaten | Kontakt | Newsletter | Verlag | Impressum

BauenimBestand 24.de
Professionell modernisieren, umbauen, instandsetzen

Themen

- Bauablaufplanung
- Baustoffe, Materialien
- Energetische Sanierung
- Schimmel, Bakterien, Schadstoffe
- Bauwerksabdichtung
- Außenwände, Fassaden
- Innenwände
- Balkone, Terrassen
- Böden, Bodenbeläge, Geschossdecken
- Dächer
- Wirtschaft, Recht, Steuern

Service

- Service

Archiv

- Fachbeiträge
- Premium-Letter
- Mitglied werden

B+B Bauen im Bestand

Home

**Professionell modernisieren, umbauen und instandsetzen
Fachwissen für Planer, Handwerker und
Investoren: BauenimBestand24.de**

12.01.2009 Das neue Online-Angebot der Verlagsgruppe Rudolf Müller startet mit 800 Fachbeiträgen zur Sanierung, Renovierung und Modernisierung von Wohngebäuden. Zusätzlich informiert ein monatlicher Premium-Letter über relevante Neuigkeiten. [mehr...](#)

**Bau 2009
Forum Praxis Altbau trifft Zukunft Bau**

12.01.2009 Im Forum „Praxis Altbau trifft Zukunft Bau“ Halle B0 finden täglich Vorträge, Seminare und Workshops zu aktuellen Themen wie Schäden erkennen, Mängel beseitigen & energiesparendes Bauen statt. Partner des Projektes sind der BAKA und das BMVBS. Das Forum ist frei zugänglich. [mehr...](#)

**BauenimBestand24.de
BauenimBestand24.de bedeutet:**

- kostenfreier 24 Stunden verfügbarer Zugriff auf 800 Fachbeiträge zu allen Themen zum Bauen im Bestand
- einfache und schnelle Recherche nach Themen, Schlagwörtern und Volltexten
- monatlich neu dazukommende Fachbeiträge
- monatlicher Premium-Letter mit relevanten Neuigkeiten
- monatliches Schwerpunktthema

Thema des Monats

Energieeinsparung im Gebäudebestand:
Außenwirkung von Innen

Energetisch Sanieren und Modernisieren mit Glas:
Sparsame Blicke

[Hier können Sie sich ausführlich informieren](#)

Bauen im Bestand

Bauen im Bestand - Schäden, Maßnahmen und Bauteile - Katalog für die

Melden Sie sich kostenlos an!

Sofort kostenlos anmelden unter
www.BauenimBestand24.de



DAMIT SIE
BESCHIED
WISSEN

Rudolf Müller

Nützliche Werkzeuge aus Papier

Profitieren auch Sie von dem Praxiswissen aus dem Rudolf Müller Verlag



Das Fachbuch „Hausfäule- und Bauholzpilze“ liefert Ihnen genaue Hinweise, um Hausfäulepilze zu bestimmen, die Befallsursache zu analysieren und befallene Gebäude zu sanieren. Es erläutert die aktuellen Kenntnisse für Sanierungsverfahren und zeigt Alternativen zur DIN-Sanierung für denkmalgeschützte Bauwerke.

• 2006. 377 Seiten. Gebunden.

Best.-Nr. 02142 • € 79,-



Mit der Neuauflage haben Sie das perfekte Hilfsmittel für Instandsetzungs- und Erhaltungsmaßnahmen. Kompakt und praxisnah informiert Sie dieses Handbuch über die zehn wichtigsten Arbeitsfelder für den Schutz und die Sanierung der Gebäudehülle – auf dem aktuellen Stand der DIN- und Euro-normen und WTA-Regelwerke.

• 2007. 384 Seiten. Gebunden.

Best.-Nr. 02162 • € 69,-



Das bewährte praxisnahe Handbuch zur Renovierung und Sanierung von Wohngebäuden wurde grundlegend aktualisiert und erweitert. Neu sind u. a. Hinweise zur Erstellung von Energieausweisen und zur von der Baualtersklasse der Gebäude abhängigen energetischen Zustandsbewertung von Bauteilen, anlagentechnische Sanierungsmaßnahmen sowie Grundlagen der geometrischen Gebäudeaufnahme. Zusätzlich gibt es mehr Modernisierungsempfehlungen. Baustoffe und Bemessungswerte wurden auf den neuesten Stand gebracht. Das Werk hilft Ihnen damit noch besser, den bauphysikalischen Zustand von Gebäuden bezüglich Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz zu bewerten und baustoff- und bauteilspezifische Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen zu planen. Weiterhin bietet es kompetente Entscheidungshilfen, wie Sie die Energieeffizienz von Gebäuden steigern können.

• 2008. 432 Seiten. Gebunden.

Best.-Nr. 02499 • € 59,-



Diese Neuauflage zeigt Ihnen wie Sie Schimmelschäden eindeutig erkennen, beheben und vermeiden. Das Buch bietet ausführliche Beurteilungskriterien der Ursachen von Schimmelpilzbildung, stellt typische Erscheinungsformen eines Schimmelfefalls, medizinische Risiken und relevante Mess- und Prüfverfahren vor.

• 2007. 400 Seiten. Gebunden.

Best.-Nr. 02330 • € 59,-



„Sanierung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden“ stellt einen umfassenden Leitfaden in Wort und Bild zur praktischen Planung und Ausführung von Sanierungsmaßnahmen bei Feuchte- und Schimmelpilzschäden sowie mikrobiellen Schäden dar. Mit Hilfe des Buches können Sie die Schäden feststellen und bewerten.

• 2005. 412 Seiten. Gebunden.

Best.-Nr. 02159 • € 59,-



Dieses Schulungs-Video zeigt Ihnen praxisnah den kompletten Sanierungsvorgang von Feuchte- und Schimmelpilzschäden. Sehr anschaulich werden Ihnen Planung und Durchführung der gängigen Sanierungsmethoden unter Berücksichtigung der geltenden Regeln zum Schutz der Umgebung und des Arbeitsschutzes erklärt.

• DVD. 2006. 28 Minuten.

Best.-Nr. 02350 • € 29,-



Ideal ergänzen sich die DVD und das gleichnamige Fachbuch „Sanierung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden“. Bestellen Sie jetzt DVD + Buch zum günstigen Kombipreis von € 79,- statt € 88,-. Sie sparen dabei € 9,-.

• Buch + DVD.

Best.-Nr. 02143 • € 79,-



Wer erdberührte Abdichtungsarbeiten fachgerecht planen, ausführen sowie professionell prüfen und begutachten will, braucht dieses Handbuch. Denn es liefert die wichtigsten Normen, Merkblätter, Richtlinien und Hinweise auf dem aktuellen Stand. So sind die nötigen Grundlagen schnell griffbereit und das mühsame und zeitraubende Zusammen-tragen der Einzeldokumente entfällt.

Ihre Vorteile:

- wichtige fach- und vertragstechnische Regelwerke im Wortlaut
- übersichtliche Gliederung garantiert einen einfachen und schnellen Zugriff
- Preisvorteil gegenüber dem Einzelbezug der Regelwerke beträgt rund 70 Prozent

Neu!

• 2009. 300 Seiten. DIN A4. Gebunden.

Best.-Nr. 02503 • € 89,-

Bestellfax: 0221 5497-130

Telefon: 0221 5497-120 • www.baufachmedien.de

Hiermit bestellen wir die (X) **angekreuzten** Titel:

Bitte hier Ihren Firmenstempel einsetzen oder Adresse eintragen

Name/Vorname des Firmenansprechpartners

Preisirrtum und Änderungen vorbehalten. Preise inkl. MwSt. zzgl. Versand. Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, siehe www.rudolf-mueller.de/agb.html.

Rudolf Müller

Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG
Postfach 41 09 49 • 50869 Köln
Telefon: 0221 5497-120
Telefax: 0221 5497-130
service@rudolf-mueller.de
www.baufachmedien.de

Die Herausgeber:

Dr. Tobias Huckfeldt ist mykologischer Sachverständiger im Bau mit den Schwerpunkten Bestimmung von Hausfäulepilzen und Beratung zu ihrer Biologie.
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk ist Architekt und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Holzschutz sowie Sachverständiger für Bautenschutz und für die Ermittlung von Schimmelpilzursachen.

Die Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold
Dipl.-Phys. Dr. Josef Theo Hein
Dipl.-Biol. Dr. Tobias Huckfeldt
Hermann Klos
Dipl.-Holzwirt Dr. habil. Gerald Koch
Guido Kramp
Rainer W. Leonhardt
Dipl.-Rest. (FH) Gereon Lindlar
Dipl.-Holzwirt Dr. Dirk Lukowsky
Dipl.-Ing. (FH) Rüdiger Müller
Peter Newcombe
Dipl.-Biol. Dr. Uwe Noldt
Dipl.-Ing. Martin Paal
Ivo Andreas Piotrowicz
Dipl.-Holzwirt Mathias Rehbein
Dipl.-Holzwirt Dr. Hans-Georg Richter
Carsten Stamms
Ekkehard Wagner
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk

Das Fachbuch *Holzfenster* bietet mit über 900 Abbildungen praxisnah, gut sortiert und umfassend das notwendige Fachwissen für den Einbau, die Sanierung, die Restaurierung sowie den Erhalt und die Pflege von Holzfenstern.

Beim Bauen im Bestand, einem wesentlichen Thema unserer Zeit, spielen Holzfenster eine bedeutende Rolle. Der Baustoff Holz ist neben seiner ansprechenden Optik und Haptik zudem auch wertbeständig, ökologisch wertvoll und in diesem Sinne nachhaltig. 19 Experten haben ihr Fachwissen im vorliegenden Werk gebündelt und ein umfassendes Kompendium zu Holzfenstern für Planer, Architekten, Handwerker, Restauratoren, Bausachverständige, Denkmalpfleger, Bauherren, Wohnungsverwalter und Eigentümer geschaffen.

Es beinhaltet neben Holzarten für Fensterkonstruktionen, Verfahren für den Holzschutz und zur Beschichtung, Hinweisen zur Wartung von Holzfenstern, Schäden an Holzfenstern und deren Sanierung ebenfalls sachgerechte Lösungen zur Reparatur und Restaurierung von Holzfenstern.

Ein sehr anschauliches Kapitel zur Historie leitet in das komplexe Thema ein, ausführliche Hinweise zu aktuellen Anforderungen und Normen des heutigen Fensterbaus runden das Werk ab. Das umfangreiche Glossar, Angaben zu Fachliteratur sowie ein Stichwortverzeichnis machen das Buch für den Leser leicht handhabbar und bieten ihm zusätzlichen Nutzen.

Aus dem Inhalt:

- Historische Entwicklung von Glasfensterverschlüssen in Mitteleuropa
- Holzarten für den Fensterbau
- Schutz von Holzfenstern
- Klimatisch bedingte Schäden an Holzfenstern
- Biotische Schäden an Holzfenstern
- Wartung und Wartungsverträge zur Instandhaltung von Holzbauteilen im Außenbereich
- Restaurierung und Reparatur von Holzfenstern
- Anforderungen und Normen im Fensterbau