

Holzfenster

Konstruktion, Schäden, Sanierung, Wartung

mit 950 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

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	Glaserstellung 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 Kantein 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	Anlagegebundene 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	Weitere 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)	255
6.1	Wartung - eine Notwendigkeit	255
6.2	Instandhaltung, Wartung und Instandsetzung - Begriffe.	255
6.3	Wartungsvoraussetzungen	255
6.3.1	Wartung durch Fachleute.	255
6.3.2	Wetterbeanspruchung der Bauteile.	256
6.4	Wartungszeiträume für Fensterbeschichtungen.	257
6.5	Inhalt von Wartungsverträgen.	257
7	Restaurierung und Reparatur von Holzfenstern.	263
7.1	Konservierung - Restaurierung - Rekonstruktion (Lindlar)	263
7.1.1	Vorbemerkung.	263
7.1.2	Historische Fenster im Kontext des Baudenkmals.	263
7.1.3	Grundkonzepte.	264
7.1.3.1	Konservierung	264
7.1.3.2	Restaurierung	265
7.1.3.3	Rekonstruktion	269
7.1.4	Schlussbemerkung	270
7.2	Neue Holzfenster für alle Anforderungen (Piotrowicz)	271
7.2.1	Bauzeitliche und historisch wertvolle Fenster im Bestand	271
7.2.2	Die Erhaltung mit Ergänzung oder Umrüstung verbinden.	272
7.2.2.1	Einbruchhemmung bei bauzeitlichen oder historischen Fenstern.	273
7.2.2.2	Rekonstruktion historischer Fenster.	275
7.2.2.3	Eigenschaften neuer Holzfenster.	275
7.3	Fensterrestaurierung mit Verbesserung der Wärmedämmung und des Schallschutzes - Praxisbeispiele (Kramp)	282
7.3.1	Bestandsaufnahme und Restaurierungskonzept	282
7.3.2	Restaurierungsablauf an einem Praxisbeispiel.	284
7.3.3	Restaurierungskonzepte mit Funktionswertverbesserung historischer Fenster.	291
7.3.3.1	Energiespar-Vorsatzscheiben.	291
7.3.3.2	Innenvorfenster als Kastenfenster.	294
7.3.3.3	Umrüstung auf Isolierverglasung	298
7.4	Restaurierung historischer Kastendoppelfenster (Paal)	301
7.4.1	Vom Winterfenster zum Kastendoppelfenster - die Entwicklung zum Kastendoppelfenster im deutschsprachigen Raum.	301
7.4.2	Konstruktion und Funktion.	304
7.4.2.1	Funktionsweise des Kastendoppelfensters.	304
7.4.2.2	Konstruktion und Funktion der Bauteile.	304
7.4.3	Schäden und Sanierungsmaßnahmen.	306
7.4.3.1	Grundsätzliches	306
7.4.3.2	Schäden und Instandsetzungsarbeiten.	306
7.4.4	Anpassung an heutige Anforderungen.	309
7.4.4.1	Fugendichtigkeit und Lüftungsmöglichkeit	309

7.4.4.2	Wärmedämmung	310
7.4.4.3	Schallschutz	311
7.4.4.4	Einbruchschutz	311
7.5	Reparatur und Instandhaltung von Fensterbeschlägen (Leonhardt)	312
7.5.1	Einleitung	312
7.5.2	Schadensbilder und deren Ursachen	312
7.5.3	Demontage von Beschlägen	313
7.5.4	Farbentfernung an Beschlägen	314
7.5.5	Beschlagmaterialien	316
7.5.6	Oberflächenüberzüge von Beschlägen	318
7.5.7	Reparatur	320
7.5.8	Alte Fensterbeschläge und neue Fenstertechnik	321
7.5.9	Pflege von Fensterbeschlägen	322
7.5.10	Vermeidung von Schäden	323
7.6	Glasschäden und Glasrestaurierung (Wagner)	324
7.6.1	Glasherstellung und Glaseigenschaften	324
7.6.1.1	Entwicklung der Herstellungsverfahren	324
7.6.1.2	Glasdicken	325
7.6.1.3	Glasbeschichtungen	325
7.6.1.4	Physikalische Eigenschaften von Glas	326
7.6.1.5	Normen und Richtlinien	326
7.6.2	Glasschäden	326
7.6.2.1	Glasbruch	326
7.6.2.2	Kondensatbildung	331
7.6.2.3	Materialunverträglichkeit	332
7.6.3	Glasrestaurierung	333
7.6.3.1	Bleiverglasung	333
7.6.3.2	Einfachverglasung	333
7.6.3.3	Isolierverglasung	335
7.6.3.4	Sicherheitsglas	336
7.6.3.5	Glasarten für die Restaurierung	337
8	Anforderungen und Normen im Fensterbau (Müller)	341
8.1	Einleitung	341
8.2	Notwendige und freiwillige Nachweise	341
8.3	Prüf- und Kennzeichnungskategorien	342
8.3.1	Ersttypprüfung	342
8.3.2	Teilprüfung	342
8.3.3	Systemprüfung	344
8.3.4	CE-Kennzeichnung	344
8.4	Montage und Einbau	345
8.5	Anforderungen der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	345
8.5.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	345
8.5.1.1	Prüfdruck/Windböen	345
8.5.1.2	Rahmendurchbiegung	346
8.5.1.3	Sicherheitsprüfung	346
8.5.1.4	Klassifizierung der Widerstandsfähigkeit bei Windlast	346
8.5.1.5	Anwendung der Windlastklassifizierung (vereinfachtes Verfahren)	346
8.5.2	Schlagregendichtheit	347
8.5.3	Luftdurchlässigkeit	347
8.5.3.1	Fugendurchlasskoeffizient	349
8.5.3.2	Flächendurchlasskoeffizient	349
8.5.4	Stoßfestigkeit	350
8.5.5	Bedienkräfte (Bedienungskräfte)	350
8.5.6	Gefährliche Substanzen	350
8.5.7	Tragfähigkeit von Sicherheitseinrichtungen	351
8.5.8	Schallschutz	352
8.5.9	Wärmeschutz	353

8.5.10	Differenzklimaverhalten	353
8.5.11	Dauerfunktion	354
8.5.12	Mechanische Festigkeit	355
8.6	Zusätzliche Anforderungen außerhalb der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	356
8.6.1	Einbruchhemmung	356
8.6.1.1	Widerstandsklassen	356
8.6.1.2	Anforderungen an Gläser und Ausfachungen	356
8.6.1.3	Einsatzempfehlungen entsprechend dem Gefährdungsbereich	357
8.6.2	Beschusshemmung	357
8.6.2.1	Wahl der Widerstandsklassen FB 4 und FB 6/FB 7	357
8.6.2.2	Anforderungen an Gläser	357
8.6.3	Sprenghemmung	358
8.6.3.1	Sprenghemmung durch den Nachweis mittels Stoßrohr	358
8.6.3.2	Sprenghemmung durch den Nachweis mittels Freilandversuch	358
8.6.4	Hochwasserbeständigkeit	358
8.6.5	Hurrikanschutz	359
8.6.6	Ballwurfsicherheit	359
8.7	Qualitätssicherung	360
8.7.1	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	360
8.7.2	Kennzeichnung mit zusätzlichen Qualitätszeichen und Zertifizierung	360
8.7.3	Visuelle Qualitätsbeurteilung	360
9	Anhang	361
9.1	Glossar	361
9.2	Normen, Vorschriften, Merkblätter und Literatur	380
9.3	Institute und Verbände	408
9.4	Autoren	409
9.5	Stichwortverzeichnis	411
9.6	Übersichtsbilder	418