

Das Fenster und seine Anschlüsse

Problematik
und konstruktive Zusammenhänge

mit 166 Abbildungen und 42 Tabellen

von

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Klein

KT 13A



Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld

Inhalt

Vorwort	5	2.5.2.2. Zusammenfassung der aus Normung etc. zu gewinnenden Erkenntnisse	25
1. Einleitung und Problemstellung	11	2.5.3. Wertung der derzeitigen Beanspruchungen und Anforderungen an das Fenster	28
1.1. Entwicklung	11	3. Unterscheidungskriterien und Einflußgrößen werkstoffgerechter Fensterkonstruktionen	31
1.2. Die Bedeutung des Fensters für den Wohn- und Gebrauchswert eines Gebäudes	12	3.1. Unterscheidungsmerkmale	31
1.3. Darstellung der Problembereiche des Fensters	12	3.1.1. Nach der Art der Fensterflügel	31
1.3.1. Ermittlung der Schadensbereiche	12	3.1.2. Nach der Art der Werkstoffe für tragende Teile	31
1.3.2. Problemkreise und Schadensbereiche	15	3.1.3. Nach dem Konstruktionssystem der Fenster	31
1.3.3. Ursachen der Schäden an Fenstern	15	3.1.4. Nach der Fenstergröße	31
1.3.3.1. Werkstoffbedingte Ursachen	15	3.1.5. Nach der Art der Raumnutzung	31
1.3.3.2. Verarbeitungs-, fertigungs- und einbaubedingte Ursachen	15	3.1.6. Nach der Art und Verglasung	32
1.3.3.3. Planungs- und konstruktionsbedingte Ursachen	15	3.1.7. Nach sonstigen Unterscheidungsmerkmalen	32
1.3.3.4. Ursachen, die auf eine mangelnde Bauforschung, fehlende wissenschaftlich begründete Aussagen etc. zurückzuführen sind	15	3.2. Anwendbarkeit verschiedener Flügelarten	33
1.3.3.5. Schadensursachen, die auf Veröffentlichungen, Normung und Gütesicherung zurückzuführen sind	16	3.3. Beurteilungskriterien werkstoffgerechter Fensterkonstruktionen	34
1.3.3.6. Schadensursachen, die sich aus zeitgemäßen Lebens- und Gebrauchsbedingungen sowie Umweltbedingungen ergeben	16	1. Werkstoffbedingt	34
1.3.4. Folgerungen	16	2. Konstruktionsbedingt	34
1.4. Begründung, Abgrenzung und Zielsetzung der vorliegenden Arbeit	16	3. Ausführungsbedingt	34
2. Wissenschaftliche und empirische Grundlagen für Gestaltung und Konstruktion	19	4. Nutzungsbedingt	34
2.1. Die Funktion des Fensters	19	3.4. Der Einfluß der Normung, Erlasse, Ausführungsrichtlinien und -empfehlungen und Verarbeitungsvorschriften auf die Fensterkonstruktion	35
2.2. Bauphysikalische und bauchemische Beanspruchungen	20	3.4.1. Normung	35
2.3. Die Wirkung des Fensters auf das Raumklima	21	3.4.2. Ausführungsrichtlinien- und -empfehlungen	35
2.4. Das Fenster als architektonisches Gestaltungselement	22	3.4.3. Verarbeitungsvorschriften etc.	35
2.4.1. Einflußgrößen	22	3.4.4. Wertung	36
2.4.2. Entwicklung	22	3.5. Eingesetzte Werkstoffe	36
2.4.3. Folgerungen	23	3.6. Eignung der Werkstoffe	36
2.5. Zustand der Aufbereitung und Vereinheitlichung der Anforderungen	24	3.7. Dimensionierung der Fensterteile	38
2.5.1. Einflußgrößen	24	3.7.1. Einflußgrößen	38
2.5.2. Stand geltender Vorschriften	24	3.7.2. Anforderungen	40
2.5.2.1. Normen, Richtlinien, Vorschriften, Empfehlungen	24	3.7.3. Einzelheiten zum Belastungs- und Spannungsverlauf	40
		3.7.3.1. Rahmenprofil- und Eckausbildung	40
		3.7.3.2. Bemessung der Glasscheiben	41
		3.7.4. Folgerungen	42
		3.7.5. Wertung	42
		3.8. Profilgestaltung	42
		3.9. Folgerungen für die Bestimmungsgrößen einer werkstoffgerechten Fensterkonstruktion	43

4.	Untersuchung von verschiedenen, allen Fensterkonstruktionen gemeinsamen Problem-bereichen	45	4.2.4.2.	Beanspruchungen	70
4.1.	Verglasung	45	4.2.4.3.	Gestaltungsmöglichkeiten	70
4.1.1.	Auswahlkriterien	45		1. Kriterien	70
4.1.2.	Allgemeine Eigenschaften des Glases	45		2. Anforderungen	70
4.1.3.	Flächgläser	47	4.2.4.4.	Wertung der Dichtungsmöglichkeiten bei Metall- und Kunststoff-Fenstern	71
4.1.4.	Mehrscheiben-Isolierverglasungen	47		1. Außenanschlagdichtung	71
4.1.4.1.	Scheibengrößen	47		2. Mitteldichtung	71
4.1.4.2.	Wärmeschutz	47		3. Innendichtung	72
4.1.4.3.	Oberflächentemperatur	49		4. Außen- und Innenanschlagdichtung	72
4.1.4.4.	Schallschutz	51	4.2.4.5.	Abdichtung von Holzfenstern	72
4.1.4.5.	Konstruktive Lösungen der Scheiben-verbinding	51	4.2.4.6.	Abdichtung von Fenstern in Sonderkonstruktionen	73
4.1.5.	Sonnenschutzgläser	52		Normen, Vorschriften, Richtlinien	73
4.1.5.1.	Wärmeabsorptionsglas	53	4.2.4.8.	Literaturwertung und Folgerungen	74
4.1.5.2.	Wärmestrahlen reflektierende Gläser	54	4.2.5.	Anschluß zwischen Blendrahmen und Wand	74
	1. Belegungen mit Metallschichten	54	4.2.5.1.	Beanspruchungen und Anforderungen	74
	2. Dielektrische Interferenzschichten und kombinierte Systeme	54	4.2.5.2.	Seitlicher Fensteranschlag	74
	3. Halbleitende Überzüge	54		1. Problemstellung und Anforderungen	74
	4. Phototropes Fensterglas	55		2. Konstruktive Lösungen	75
4.1.6.	Sonstige transparente Werkstoffe	55		3. Fenster mit Innenanschlag	75
4.1.6.1.	Verbundglas	55		4. Fenster mit Außenanschlag	75
4.1.6.2.	Makrolon-Scheiben	55		5. Das anschlaglose Fenster	75
4.1.7.	Normung, Vorschriften, Ausführungsrichtlinien	55		6. Der total bauverflochtene Anschlag	76
4.1.8.	Literaturwertung und Folgerungen	56		7. Der teilweise bauentflochtene Fensteranschlag	76
4.2.	Dichtzonen und Fensteranschlag	56		8. Vollständig bauentflochtener Anschlag	77
4.2.1.	Problemstellung	56	4.2.5.3.	Konstruktive Ausbildung des Fenstersturzes	77
4.2.2.	Dichtstoffe im Fensterbereich	56	4.2.5.4.	Konstruktive Ausbildung des Rolladenkastens	78
4.2.2.1.	Geforderte Eigenschaften der Dichtstoffe	57		1. Kriterien	78
4.2.2.2.	Art und Einsatzmöglichkeiten gebräuchlicher Dichtstoffe	57	4.2.5.5.	Konstruktive Ausbildung des Fensterbrüstungsbereiches	80
	1. Unelastische Abdichtungen	57		1. Fensterbrüstung	80
	2. Leinölkitte	57		2. Brüstungsabdeckung	81
	3. Überwiegend plastische Dichtstoffe	58		3. Innenfensterbänke	82
	4. Spritzbare, überwiegend elastische Dichtstoffe	58	4.2.5.6.	Wertung und Zusammenfassung	87
	5. Vorgeformte elastische Dichtungstreifen, -bänder und -schnüre	59	4.2.5.7.	Normung, Vorschriften, Richtlinien	87
4.2.2.3.	Literaturwertung und Folgerungen	60	4.2.5.8.	Wertung der Literatur	90
4.2.3.	Befestigung und Abdichtung des Glases im Flügelrahmen	61	4.3.	Lüftungseinrichtungen	90
4.2.3.1.	Funktion und Beanspruchungen	61	4.3.1.	Bedeutung	90
4.2.3.2.	Besondere Kriterien für den Glasanschluß	61	4.3.2.	Wirkungsweise der Raumlüftung	90
	4.2.3.2.1. Rahmenkonstruktionen	61	4.3.3.	Einflußgrößen für die Lüftungswirkung	91
	4.2.3.2.2. Farbe des Fensterrahmens	61	4.3.4.	Lüftungssysteme im Bereich des Fensters	91
	4.2.3.2.3. Falzabmessungen	63		Stand der Erkenntnisse	91
	4.2.3.2.4. Vorbehandlung von Glasfalz und Fensterrahmen bei plastischen und elastischen Dichtstoffen	63	4.3.6.	Anforderungen und Voraussetzungen	94
	4.2.3.3. Abdichtung der Scheiben	63	4.3.7.	Gebräuchliche konstruktive Systeme	94
	4.2.3.3.1. Abdichtungen mit plastisch eingebrachten Dichtstoffen	64	4.3.7.1.	Freie Fensterlüftung	95
	4.2.3.3.2. Abdichtungen mit vorgefertigten Dichtprofilen	65	4.3.7.2.	Dauerlüftung im Fensterbereich	96
	4.2.3.3.3. Druckverglasungen	65	4.3.7.3.	Lamellenfenster	98
	4.2.3.4. Klotzung	68	4.3.7.4.	Schachtlüftung	98
	4.2.3.5. Befestigung der Glasscheiben	68	4.3.7.5.	Zwangslüftungen	98
	4.2.3.6. Normung, Vorschriften, Ausführungsrichtlinien	68		1. Waizenlüfter	99
	4.2.3.7. Literaturwertung und Folgerungen	69		2. Ventilatoren	99
4.2.4.	Anschlag und Dichtung zwischen Flügel und Blendrahmen	69		3. Klimaschildverfahren	99
4.2.4.1.	Funktionen und Wirkung	69	4.3.8.	Normen, Richtlinien und sonstige Vorschriften	101
			4.3.8.1.	Gültige Normen, Richtlinien, Vorschriften	101
			4.3.8.2.	Wertung	101
			4.3.9.	Wertung der Veröffentlichungen	101

4.4.	Der Fensterbeschlag	102	5.2.14.	Wertung der Literatur	124
4.4.1.	Funktionen	102	5.3.	Fenster aus Edelstahl-Rostfrei	125
4.4.2.	Anforderungen	102	5.3.1.	Kriterien	125
4.4.3.	Entwicklung verschiedener Beschlag- systeme	102	5.3.2.	Werkstoff Edelstahl-Rostfrei	125
4.4.4.	Beschlagsysteme	103	5.3.3.	Fenstersysteme	125
4.4.4.1.	Drehflügel Fenster	103	5.3.4.	Wertung der Literatur	126
4.4.4.2.	Kipp- und Klappflügel Fenster	103	5.4.	Aluminium-Fenster	126
4.4.4.3.	Drehkippflügel Fenster	103	5.4.0.1.	Kriterien	126
4.4.4.4.	Schwingflügel Fenster	104	5.4.0.2.	Werkstoff Aluminium	127
4.4.4.5.	Wendeflügel Fenster	104	5.4.0.3.	Lineare Wärmeausdehnung	131
4.4.4.6.	Schiebefenster	104	5.4.0.4.	Wärmeleitung, Tauwasserbildung und Wärme- bzw. Kältestrahlung von Fensterprofilen	132
	1. Vertikale Schiebefenster	104	5.4.0.5.	Oberflächenbehandlung	134
	2. Horizontale Schiebefenster	104	5.4.0.6.	Fenster- und Profilsysteme und Profilgestaltung	135
4.4.5.	Normen, Richtlinien, Vorschriften	104	5.4.0.7.	Kombinationsfähigkeit der Profilsysteme	136
4.4.6.	Wertung	104	5.4.0.8.	Flügelgrößen und Öffnungsarten	137
5.	Analytische Darstellung üblicher Fensterkonstruktionen, Konstruktionssysteme und Konstruktionsteile	105	5.4.0.9.	Glasbefestigung und Glasabdichtung	137
5.1.	Holzfenster	105	5.4.1.0.	Eckverbindungen der Rahmenprofile	140
5.1.1.	Kriterien	105	5.4.1.1.	Beschläge und Beschlagbefestigung	143
5.1.2.	Werkstoff Holz	105	5.4.1.2.	Normung, Vorschriften, Richtlinien	143
5.1.2.1.	Eignung verschiedener Holzarten	105		1. Zustand	143
5.1.2.2.	Eignung verschiedener Holzqualitäten	106		2. Wertung	143
5.1.2.3.	Entwicklungstendenzen zur Qualitätsverbesserung	106	5.4.1.3.	Wertung und Literatur	144
5.1.2.4.	Einfluß von Feuchtigkeit auf das Holz	108	5.5.	Kunststoff-Fenster	144
5.1.3.	Konstruktionskriterien	109	5.5.1.	Problemstellung und Kriterien	144
5.1.3.1.	Flügel- und Fenstergrößen	109	5.5.2.	Werkstoff Kunststoff	145
5.1.3.2.	Profilabmessungen und Profilgestaltung	110	5.5.2.1.	Allgemeine Werkstoffeigenschaften	145
5.1.3.3.	Die Eckverbindung von Flügeln und Blendrahmen	112	5.5.2.2.	Untersuchungen der im Fensterbau kritischen Werkstoffeigenschaften des PVC – erhöht schlagzäh	146
	1. Zapfverbindungen	112		1. Elastizitätsmodul	146
	2. Gehrungsfügung mit Keilzink- eckverbindungen	113		2. Die Schlagfestigkeit	147
	3. Gehrungsfügung mit zusätzlicher mechanischer Sicherung	113		3. Sonstige Eigenschaften	148
5.1.3.4.	Beschläge	114		4. Die lineare thermische Ausdehnung	148
5.1.3.5.	Verglasung und Glasanschluß	115		5. Durchbiegung einseitig bestrahlter Rahmenteile	149
5.1.3.6.	Wandanschluß	115		6. Statisches Verhalten von PVC-Fensterprofilen	150
5.1.4.	Übliche Fenstersysteme	115	5.5.2.3.	Fenster- und Profilsysteme	151
5.1.5.	Normung, Vorschriften und Richtlinien	117		1. Übersicht	151
5.1.5.1.	Zusammenstellung	117		2. Kunststoff-Fenster mit und ohne Trägermaterial	151
5.1.5.2.	Wertung	117		3. Fenster mit kunststoffummantel- ten Holzprofilen	153
5.1.6.	Wertung der Literatur	117		4. Fenster mit kunststoffummantel- ten Metallprofilen	154
5.2.	Stahlfenster	118	5.5.2.4.	5. Entwicklungstendenzen	155
5.2.0.1.	Kriterien	118		Untersuchung der für die Profil- gestaltung wesentlichen Kriterien	155
5.2.0.2.	Werkstoff Stahl	118		1. Stand techn. Erfahrungen	155
5.2.0.3.	Tauwasserbildung, Korrosion und Oberflächenschutzmaßnahmen	118		2. Wertung	155
5.2.0.4.	Profilgestaltung und Profil- abmessungen	119	5.5.2.5.	Untersuchung der Eckverbindungen	156
5.2.0.5.	Fenster- und Profilsysteme	119	5.5.2.6.	Untersuchung der Dichtzonen des Kunststoff-Fensters	156
5.2.0.6.	Flügelabmessungen	121		1. Anschluß Glas/Flügel	156
5.2.0.7.	Fugendichtigkeit	121		2. Dichtungsbereich Flügel/Rahmen	156
5.2.0.8.	Wasserableitung und Schlagregen- sicherheit	121		3. Anschlußbereich Rahmen/Wand	157
5.2.0.9.	Wandanschlüsse	122	5.5.2.6.	Fensterbeschläge und deren Anbringung	157
5.2.10.	Verglasung	123	5.5.2.7.	Entwicklungstendenzen	158
5.2.11.	Eckverbindung	123	5.5.2.8.	Folgerungen und Wertung der Kunststoff-Fenster	158
5.2.12.	Beschläge	124	5.5.2.9.	Normen, Vorschriften, Richtlinien	159
5.2.13.	Normen, Vorschriften, Richtlinien	124		1. Zustand	159
	1. Zusammenstellung	124			
	2. Wertung	124			

2. Wertung	159	6.1. Verwertbarkeit der wissenschaftlich oder empirisch gewonnenen Erkenntnisse für die Baupraxis	165
5.5.2.10. Wertung der Literatur	159	6.1.1. Allgemeingültigkeit und Verbindlichkeit des Erkenntnisstandes	165
5.6. Kombinationssysteme	160	6.1.2. Aufbereitung und Darstellung des Erkenntnisstandes	166
5.6.1. Aluminium-Holzfenster/ Aluh-Fenster	160	6.1.3. Realisierbarkeit des Erkenntnisstandes in der Praxis	166
5.6.1.1. Konstruktionskriterien	160	6.2. Zusammenfassung relevanter Folgerungen	166
5.6.1.2. Dehnungsausgleich und Elementbefestigung	160	6.2.1. Noch nicht gelöste Problemkomplexe	166
5.6.1.3. Eckverbindung	161	6.2.2. Zusammenstellung der wichtigsten Erkenntnisse	167
5.6.1.4. Verglasung	161	6.2.3. Arbeitsgrundlagen für den Architekten	168
5.6.1.5. Bauphysikalisches Verhalten und Abdichtung von Flügel und Blendrahmen	161	6.2.4. Benutzungseinweisung für Bauherrn und Gebäudenutzer	169
5.6.1.6. Anwendungsempfehlungen	161	6.3. Schlußbetrachtung	169
5.6.2. Edelstahl-Holzfenster	162	7. Literaturverzeichnis	171
5.6.3. Kunststoff-Holzfenster	162	8. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	177
5.6.3.1. Kriterien	162		
5.6.3.2. Konstruktive Lösungen	162		
5.6.4. Folgerungen für die Ausführung	163		
5.6.5. Wertung	164		
6. Zusammenfassung	165		