

Inhalt	Seite
<b>1 Ziel</b>	<b>1</b>
<b>2 Ausgangssituation</b>	<b>3</b>
<b>3 Anforderungen und Aufgaben einer Fassadenkonstruktion</b>	<b>5</b>
<b>4 Verbindungsmittel im Fassadenbau</b>	<b>9</b>
4.1 Versuche mit Buchenholzdübeln	9
4.1.1 Festlegung der Versuchsparameter	9
4.1.1.1 Einflussgrößen/Herstellung	9
4.1.1.2 Festlegung der Probekörperabmessungen	10
4.1.2 Durchführung der Abscherversuche	11
4.1.2.1 Erläuterungen	11
4.1.2.2 Probekörperaufbau	11
4.1.2.3 Prüfaufbau	12
4.1.3 Versuchsergebnisse	12
4.1.3.1 Erläuterung zur Darstellung des Tragverhaltens	12
4.1.3.2 Auswertung der Versuchsergebnisse	16
4.1.4 Beurteilung der Ergebnisse	18
4.2 Prüfverfahren zur Untersuchung des mechanischen und hydrothermischen Verhaltens von Verbindungsmitteln	19
4.2.1 Anwendungsbereich	19
4.2.2 Definitionen/Formelzeichen	19
4.2.3 Prüfgeräte	19
4.2.4 Anforderungen	20
4.2.4.1 Mechanische Festigkeit	20
4.2.4.2 Fugendichtheit	20
4.2.5 Probekörper	20
4.2.5.1 Klimatisierung der Probekörper	20
4.2.5.2 Probekörper (Form, Maße und Herstellung)	20
4.2.5.3 Probekörperanzahl	21
4.2.5.4 Mechanische Belastungssituationen	21
4.2.6 Prüfung	23
4.2.6.1 Belastungsverfahren	23
4.2.6.2 Verschiebungsmessung	24
4.2.6.3 Normalkraftbeanspruchung (Zugversuch)	25
4.2.6.4 Querkraftbeanspruchung (Scherversuch)	26
4.2.6.5 Kombinierte Beanspruchung (Torsion und Querkraft)	26
4.2.6.6 Dichtheitsprüfung der Fugen	27

4.2.7	Auswertung	29
4.2.8	Dokumentation	29
<b>5</b>	<b>Untersuchung der Eignung einer Structural-Glazing-Klebung Glas auf Holz</b>	<b>31</b>
5.1	Vor- und Nachteile von Klebungen	31
5.1.1	Vorteile von Klebverfahren gegenüber anderen Fügeverfahren	31
5.1.2	Nachteile des Klebens	32
5.2	Aufgaben einer Klebung im Fassadenbau – Gründe für die Anwendung von Silikon	33
5.3	Probekörperbeschreibung/Probekörperherstellung	34
5.4	Prüfverfahren/Durchführung	36
5.5	Ergebnisse und Bewertung zu den Versuchen der Klebung mit Glas-Silikon-Holz	39
5.5.1	Ergebniswerte	39
5.5.2	Grafischer Vergleich der Ergebnisse	41
5.6	Auswertung der Ergebnisse	45
5.6.1	Bewertung der Zugfestigkeit und Versagensart	45
5.6.2	Eigenschaften der untersuchten Holzsorten	46
5.6.2.1	Fichte ( <i>Picea abies</i> Karst.)	46
5.6.2.2	Kiefer ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	47
5.6.2.3	Dark Red Meranti ( <i>Shorea polysperma</i> Merr.)	47
5.6.3	Bewertung und Analyse des Einflusses der Oberflächenbeschaffenheit für die Klebung	48
5.7	Vergleichswerte der Klebungen Glas-Silikon-Aluminium	56
5.8	Abschließende Beurteilung der Verklebung Glas-Holz	58
<b>6</b>	<b>Diffusionsmessungen im Differenzklima bei Fassadenpfosten aus unbeschichtetem Kiefernholz</b>	<b>59</b>
6.1	Definitionen/Beschreibung	60
6.1.1	Diffusionsoffene Konstruktion	60
6.1.2	Diffusionsbehinderte Konstruktion	60
6.1.3	Richtungsbestimmung	60
6.1.4	Teilflächen der Probekörperquerschnitte	61
6.2	Anwendungsbereich für das Prüfverfahren	61
6.3	Probekörperbeschreibung und Probekörperereinbau	61
6.4	Anordnung der Feuchte- und Temperaturmessstellen	64

6.5	Prüfeinrichtung	65
6.6	Prüfverfahren	65
6.7	Zusammenstellung der Messergebnisse	67
6.7.1	Darstellung der Querschnitte und Feuchtemessstellen, sowie Vergleich der Holzfeuchten ( <i>Diffusionsmessung Teil 1</i> )	68
6.7.1.1	Vergleich der Holzfeuchten zwischen den einzelnen Messstellen für den jeweils gleichen Probekörper	72
6.7.2	Darstellung der Querschnitte und Feuchtemessstellen, sowie Vergleich der Holzfeuchten ( <i>Diffusionsmessung Teil 2</i> )	74
6.7.2.1	Vergleich der Holzfeuchten zwischen den einzelnen Probekörpervarianten	76
6.7.2.2	Vergleich der Holzfeuchten zwischen den einzelnen Probekörpervarianten für die jeweils gleiche Messstelle	79
6.8	Beurteilung der Messergebnisse	81
6.8.1	Ausgleichsfeuchten der Probekörper für das anliegende Klima	81
6.8.2	Holzfeuchten der einzelnen Querschnitte im Vergleich ( <i>Diffusionsmessung Teil 1</i> )	82
6.8.2.1	Einfluss der Luftgeschwindigkeit an Seite 1 auf die Holzfeuchte	83
6.8.2.2	Visuelle Beobachtungen zur Diffusionsmessung Teil 1	84
6.8.3	Holzfeuchten der einzelnen Querschnitte im Vergleich ( <i>Diffusionsmessung Teil 2</i> )	86
6.9	Abschließende Bemerkung zu den Differenzklimauntersuchungen	90
<b>7</b>	<b>In situ Messung von Klima und Holzfeuchte an einer Holzfassade</b>	<b>93</b>
7.1	Ausgangssituation	93
7.2	Zielsetzung	93
7.3	Bausituation	94
7.3.1	Gebäudenutzung und Einbausituation der Fassade	94
7.3.2	Fassadenkonstruktion und Lage der Messpunkte	94
7.4	Messergebnisse	96
7.4.1	Vergleich von Raum und Außenklima an der in situ Messung	96
7.4.1.1	Temperaturen zu verschiedenen Tageszeiten	96
7.4.1.2	Temperaturdifferenzen zu verschiedenen Tageszeiten	98
7.4.2	Vergleich der gemessenen Holzfeuchten im Fußpunkt-, Mitten- und Kopfbereich	99
7.4.3	Vergleich der Klimate von Labor- und in situ Messung	101
7.4.3.1	Klimadaten der Labormessung	101
7.4.3.2	Klimadaten der in situ Messung	102

7.5	Bewertung der Messergebnisse	104
7.6	Zusammenfassung zur in situ Messung	105
<b>8</b>	<b>Brandschutztechnische Bewertung mehrgeschossiger Holz-Glas-Fassaden in Pfosten-Riegel-Bauweise</b>	<b>107</b>
8.1	Untersuchungsgegenstand	107
8.2	Brandszenarien	109
8.3	Raumbrand an der Außenwand	112
8.3.1	Brandlast	112
8.3.2	Ventilationsbedingungen	112
8.4	Reale Schadensfeuer – ein Beispiel	114
8.5	Experimentelle Untersuchungen	115
8.6	Brandausbreitung bei Pfosten-Riegel-Konstruktionen	118
8.7	Begriffsbestimmung	119
8.8	Allgemeine baurechtliche Brandschutzanforderungen	120
8.9	Gebäudeeinstufungen	121
8.10	Baurechtliche Forderungen an Außenwände und Außenwandbekleidungen	123
8.11	Zusätzliche baurechtliche Anforderungen an Außenwände	125
8.12	Untersetzung der baurechtlichen Benennungen durch Prüfnormen	127
8.12.1	Bestimmung der Baustoffklassen	127
8.12.2	Bestimmung der Bauteilklassen	128
8.13	Brandschutztechnische Leistungsfähigkeit von Holz-Glas-Fassaden als Pfosten-Riegel-Konstruktionen	133
8.14	Ableitung und Diskussion baurechtlicher Schutzziele	134
8.15	Untersuchung des Brandverhaltens im Originalmaßstab	137
8.15.1	Versuchsansatz	137
8.15.2	Versuchsgegenstand	137
8.15.3	Prüfstand	140
8.15.4	Prüfmethode	141
8.15.5	Messtechnik	144
8.15.6	Versuchsdurchführung	145
8.15.7	Versuchsergebnisse	147
8.15.8	Zusammenfassung der Ergebnisse des Originalbrandversuches	149
8.16	Abschließende Bemerkungen	150

<b>9</b>	<b>Längsschalldämmung mehrgeschossiger Holzfassaden</b>	<b>153</b>
9.1	Allgemeines	153
9.2	Einführung zur Definition der Längsschallübertragung	153
9.3	Durchführung der Untersuchungen	158
9.3.1	Prüfobjekt	158
9.3.2	Messverfahren	160
9.3.2.1	Messung der Längsschalldämmung von Fassaden	160
9.3.2.2	Messung des Schalldämm-Maßes von Außenbauteilen	160
9.3.2.3	Bewertungsverfahren	161
9.4	Messergebnisse	161
9.4.1	Norm-Flankenpegeldifferenz der Holzfassade mit unterschiedlichen Füllungen	161
9.4.2	Schalldämm-Maß der Holzfassade	162
9.5	Auswertung der Messungen	163
9.5.1	Druckverglasung aus Aluminium	163
9.5.2	Abdeckung der Druckverglasung	163
9.5.3	Trennung des Pfostens	163
9.5.4	Anschluss der Fassade an die Decke	164
9.5.5	Abdichtung des Anschlusses	165
9.5.6	Füllung	165
9.5.7	Luftschalldämmung	165
9.6	Rechnerischer Nachweis des Einflusses der Stoßstellendämmung $K_{ij}$	167
9.6.1	Berechnung der Flankenschalldämmung	167
9.6.2	Annahmen für die Berechnungen zwischen zwei horizontal liegenden Räumen	168
9.6.2.1	Beispiel 1	169
9.6.2.2	Beispiel 2	169
9.6.3	Annahmen für die Berechnungen zwischen zwei vertikal liegenden Räumen	170
9.6.3.1	Beispiel 3	171
9.6.4	Analyse der theoretischen Betrachtung	171
9.7	Ergebnis und Aussage	172
<b>10</b>	<b>Sommerlicher Wärmeschutz bei Fassaden</b>	<b>173</b>
10.1	Einführung zur Thematik des sommerlichen Wärmeschutzes	173
10.2	Grundlagen des sommerlichen Wärmeschutzes	173
10.3	Die Aufgabe von Sonnenschutzvorrichtungen	175

10.4	Sonnenschutzverglasungen	176
10.4.1	Wirkungsweise und Aufbau von Sonnenschutzverglasungen	177
10.5	Sonnenschutzsysteme und deren Anwendung	179
10.6	Bewertung von Sonnenschutzsystemen	183
10.6.1	Geplante Regelungen in der Neufassung von DIN 4108-2 und DIN 4108-6	183
10.6.1.1	Einführung	183
10.6.1.2	Wesentliche Kriterien für die Planung des sommerlichen Wärme- schutzes gemäß der geplanten Neufassung von DIN 4108-2	184
10.6.1.3	Möglichkeiten zur Bestimmung des Gesamtenergiedurchlassgrades $g_{total}$	185
<b>11</b>	<b>Planung und Bau einer Musterfassade als Demonstrationsobjekt innovativer Fassadentechnik</b>	<b>191</b>
<b>12</b>	<b>Zusammenfassung der Erkenntnisse und Ausblick für weitere Arbeiten</b>	<b>195</b>
<b>13</b>	<b>Kurzzeichen</b>	<b>197</b>
<b>14</b>	<b>Hinweis auf zitierte Normen</b>	<b>199</b>
<b>15</b>	<b>Literatur</b>	<b>203</b>
<b>16</b>	<b>Danksagung</b>	<b>205</b>

**Anlage 1** Zug-Druck-Maschine (Versuchsaufbau bei der Untersuchung der eingeleimten Buchenholzdübeln)

**Anlage 2** Kraft-Verformungsdiagramme der Probekörper mit eingeleimten Buchenholzdübeln

**Anlage 3** Bruchbilder der Probekörper mit eingeleimten Buchenholzdübeln

**Anlage 4** Ergebnisse der Schallmessung an der Holzfassade

**Anlage 5** Mitwirkende Firmen