

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	10
1 Online Qualitätskontrolle für tragende Holzleimbauprodukte	12
1.1 ALLGEMEINES	12
1.2 TEIL 1A - ERARBEITUNG VON METHODEN ZUR ERFASSUNG UND BEURTEILUNG DER FASERABWEICHUNG	13
1.2.1 Problemstellung	13
1.2.2 Methodik	14
1.2.2.1 Theoretische Grundlagen	14
1.2.2.2 Versuchsdurchführung	16
1.2.2.3 Probenmaterial	16
1.2.2.4 Messaufbauten	18
1.2.2.5 Durchführung der Messserien	20
1.2.2.6 Auswertung der Messdaten	21
1.2.3 Ergebnisse	21
1.2.4 Diskussion und Zusammenfassung	31
1.3 TEIL 1B: ENTWICKLUNG VON VERFAHREN ZUR BERÜHRUNGSLOSEN ERFASSUNG DER KLEBSTOFFAUFRAGSMENGE UND KLEBSTOFFVERTEILUNG BEI DER FLÄCHENVERKLEBUNG .	33
1.3.1 Problemstellung	33
1.3.2 Methodik	33
1.3.2.1 Literaturrecherche	33
1.3.2.2 Laser-Lichtschnitt-Verfahren	36
1.3.2.3 Schattenwurfmessung	38
1.3.2.4 Versuchsdurchführung	39
1.3.3 Ergebnisse	42
1.3.3.1 Laser-Lichtschnitt-Verfahren	42
1.3.3.2 Schattenwurfmessung	46
1.3.4 Diskussion und Zusammenfassung	51
1.3.4.1 Laser-Lichtschnitt-Verfahren	51
1.3.4.2 Schattenwurfmessung	51
1.4 TEIL 1C: VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG DES TEMPERATURVERLAUFS BEIM EINSATZ VON DIELEKTRISCHER ERWÄRMUNG ZUR KLEBSTOFFAUSHÄRTUNG	52

1.4.1	Problemstellung	52
1.4.2	Methodik	52
1.4.2.1	Laborversuche an der Mikrowellenanlage	53
1.4.2.2	Versuche an der Hochfrequenzanlage	53
1.4.3	Ergebnisse	54
1.4.3.1	Laborversuche an der Mikrowellenanlage	54
1.4.3.2	Versuche an der Hochfrequenzanlage	56
1.4.4	Diskussion und Zusammenfassung	60
1.5	LITERATUR.....	61
2	Holz-Glas-Verbundkonstruktionen.....	63
2.1	Einleitung	63
2.1.1	Ausgangssituation: Das elastische Kleben im Holzbau	63
2.1.2	Status Quo im elastischen Klebeverbund	64
2.2	Problemstellung.....	67
2.3	Zielsetzung.....	69
2.4	Methodik	69
2.4.1	Leistungsfähigkeit der Klebstofffuge	70
2.4.1.1	Belastungsrichtungen der Klebstofffuge	72
2.4.1.2	Belastungsdauer der Klebstofffuge	72
2.4.1.3	Geometrie der Klebefuge	76
2.4.1.4	Umwelteinflüsse	76
2.4.2	Optimierung der Prototypenentwicklung	77
2.4.2.1	Luftdurchlässigkeit.....	79
2.4.2.2	Schlagregendichtheit.....	79
2.4.2.3	Windwiderstand	80
2.4.2.4	Differenzklima.....	80
2.4.3	Ermittlung der statischen Leistungsfähigkeit von HGV-Elementen.....	80
2.4.3.1	Herstellung der HGV-Elemente	81
2.4.3.2	Untersuchungsmethode am Großelement	84
2.4.4	Bemessungsmodelle zur Prognose der Tragfähigkeit und Verformbarkeit.....	90
2.4.5	Technische Umsetzung	92
2.5	Ergebnisse.....	93
2.5.1	Leistungsfähigkeit der Klebstofffuge	93
2.5.1.1	Silikon A.....	96
2.5.1.2	Silikon B.....	97

2.5.1.3	Acrylat.....	97
2.5.1.4	Zusammenfassung	98
2.5.2	Optimierung der Prototypenentwicklung	98
2.5.2.1	Dichtungsebene zwischen Koppelleiste und P/R-Konstruktion	98
2.5.2.2	Abdichtung der Eckverbindung (Gehrung) der Koppelleiste	99
2.5.2.3	Oberflächenbeschichtung der Sperrholz-Koppelleiste	99
2.5.2.4	Koppelleiste aus Alternativmaterialien.....	100
2.5.3	Ermittlung der statischen Leistungsfähigkeit von HGV-Elementen.....	103
2.5.3.1	Silikon A.....	104
2.5.3.2	Acrylat.....	110
2.5.3.3	Zusammenfassung	112
2.5.4	Bemessungsmodelle zur Prognose der Tragfähigkeit und Verformbarkeit.....	113
2.5.4.1	Numerisches Modell nach Finite Elemente Methode	113
2.5.4.2	Analytisches Modell (statisch unbestimmtes Federmodell) nach Kreuzinger / Niedermaier	120
2.5.4.3	Vergleich der beiden Rechenmodelle.....	122
2.5.4.4	Vergleich mit den realen Wandscheibenuntersuchungen	123
2.5.4.5	Bemessungsvorschlag	124
2.5.4.6	Musterstatiken	124
2.5.4.7	Vergleich der Klebstoffe mit den Musterstatiken	125
2.5.5	Technische Umsetzung	127
2.6	ZUSAMMENFASSUNG	128
2.7	LITERATUR.....	129
3	Urbanes Bauen in Holz- und Holzmischbauweise	132
3.1	Einleitung und Problemstellung	132
3.1.1	Motivation	132
3.1.2	Ziele des Projekts	133
3.1.3	Methodik	134
3.2	Grundlagen des Schallschutzes	134
3.2.1	Allgemeines	134
3.2.2	Luftschall.....	135
3.2.2.1	Allgemeines	135
3.2.2.2	Luftschalldämmung einschaliger, massiver aber leichter Bauteile (Massivholzkonstruktionen).....	136
3.2.3	Körperschall.....	136

3.2.3.1	Allgemeines	136
3.2.3.2	Reduktion von Körperschall.....	137
3.2.4	Flankenübertragung.....	138
3.2.4.1	Allgemeines	138
3.2.4.2	Luftschall bei der Flankenübertragung	139
3.2.4.3	Trittschall bei der Flankenübertragung	139
3.2.4.4	Horizontale Schall-Längsleitung von Decken	140
3.3	KONSTRUKTIONEN FÜR DEN MEHRGESCHOßIGEN HOLZBAU.....	140
3.3.1	Allgemeines	140
3.3.2	Deckenkonstruktionen in Holzrahmenbauweise	141
3.3.3	Hohlkastenelemente	141
3.3.4	Deckenkonstruktionen in Massivholzbauweise.....	142
3.3.4.1	Brettstapelbauweise	142
3.3.4.2	Brettsperrholzbauweise	143
3.3.5	Deckenkonstruktionen in Holz-Beton-Verbund-Bauweise	144
3.4	ELASTISCHE ZWISCHENSCHICHTEN	145
3.4.1	Allgemeines	145
3.4.2	Auswahl des passenden Baulagers.....	146
3.4.3	Dynamische Materialeigenschaften von elastischen Zwischenschichten.....	147
3.4.3.1	Dynamischer Elastizitätsmodul.....	147
3.4.3.2	Schubmodul.....	147
3.4.3.3	Querkontraktionszahl.....	148
3.5	VERBINDUNGSMITTEL.....	148
3.6	SCHALL- UND SCHWINGUNGSMESSUNGEN AN PRÜFSTÄNDEN	149
3.6.1	Allgemeine Anforderungen an Prüfräume.....	149
3.6.2	Prüfstand bei der Fa. KLH Massivholz GmbH	150
3.6.3	Luftschallmessungen an Deckenkonstruktionen.....	151
3.6.4	Trittschallmessungen an Deckenkonstruktionen	152
3.6.5	Ermittlung der Flankenübertragung aus den Trittschallmessungen.....	154
3.6.6	Bestimmung der Eigenschaften der Stoßstelle.....	154
3.6.6.1	Messeinrichtung für Schwingungsmessungen	155
3.6.6.2	Messung der Schnellepegeldifferenz	155
3.6.6.3	Messung der Körperschallnachhallzeit.....	156
3.7	PROGNOSEVERFAHREN.....	157
3.7.1	Vereinfachte ingenieurmäßige Prognoseverfahren.....	157
3.7.1.1	Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden nach EN 12354157	

3.7.1.2	Berechnung der Trittschalldämmung von Holzdecken in Gebäuden nach Gösele	159
3.7.1.3	Berechnung der Trittschalldämmung von Holzdecken in Gebäuden der DGfH...	159
3.7.1.4	Berechnung der Trittschalldämmung von Holzdecken mit einem vereinfachten Impedanzmodell.....	160
3.7.2	Detaillierte Prognoseverfahren	160
3.7.2.1	Finite Element Methode (FEM).....	161
3.7.2.2	Analytische Methoden	161
3.8	DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN UND ERGEBNISSE	162
3.8.1	Verbesserung der Flankendämmung durch den Einbau elastischer Zwischenschichten und Verifizierung der Anwendbarkeit der EN 12354	162
3.8.1.1	Holzbau und EN 12354	162
3.8.1.2	Untersuchung	163
3.8.1.3	Ergebnisdiskussion.....	168
3.8.2	Einfluss von Befestigungsmitteln auf die Verbesserung der Flankendämmung durch den Einbau elastischer Zwischenschichten.....	172
3.8.2.1	Elastische Zwischenschichten und Befestigungsmittel	173
3.8.2.2	Untersuchung an Prüfständen.....	174
3.8.2.3	Ergebnisdiskussion.....	179
3.8.3	Kombiniertes Prognosemodell.....	181
3.8.3.1	Modell für die Berechnung der direkten Schallübertragung	181
3.8.3.2	Berechnungsmodell für die Flankenübertragung mit elastischen Zwischenschichten	182
3.8.3.3	Kombination der Ergebnisse aus den beiden Übertragungswegen	185
3.9	BRANDSCHUTZ DER DETAILFUGE	186
3.9.1	Problemstellung	186
3.9.2	Brandverhalten der Bauweisen.....	186
3.9.3	Untersuchungen zu Bauteilanschlüssen.....	186
3.9.4	Berechnungen nach EN 1995-1-2	187
3.9.5	Versuchsanordnung.....	188
3.9.6	Ergebnisse	188
3.9.6.1	Versuchsaufbau 2 Holzrahmenwand / Tramdecke (Träme quer zur Trennwand).....	188
3.9.6.2	Versuchsaufbau 5 Massivwand / Massivdecke mit Schallschuttlager und Acrylmasse in der Fuge.....	189
3.9.7	Diskussion	190
3.10	ZUSAMMENFASSUNG	191

3.11 AUSBLICK.....	192
3.12 FORMELZEICHEN	192
3.13 LITERATUR	194
4 Brightwood 198	
4.1 EINLEITUNG	198
4.2 WIRKUNGSWEISE TRANSPARENTER LICHTSCHUTZMITTEL.....	199
4.2.1 Organische UV-Absorber.....	200
4.2.2 Anorganische Lichtschutzmittel (Pigmente).....	201
4.2.3 Radikalfänger (HALS).....	201
4.3 PROJEKTSTRUKTUR	201
4.4 WISSENSCHAFTLICHER TEIL.....	202
4.4.1 Variation des Lichtschutzmittels.....	202
4.4.2 Kombination von Lichtschutzmitteln.....	207
4.4.3 Wirksamkeit von HALS-Radikalfängern.....	208
4.4.4 Wirksamkeit der Hydrophobierungen.....	217
4.5 ENTWICKLUNGSTEIL.....	225
4.5.1 Laboruntersuchungen.....	226
4.5.2 Freilandbewitterung	231
4.5.3 Künstliche Bewitterung	238
4.6 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG	240
4.7 LITERATUR UND VORTRÄGE	243
4.7.1 Literatur.....	243
4.7.2 Veröffentlichungen.....	244
4.7.3 Vorträge	244
5 Be- und Verarbeitung sowie Witterungsbeständigkeit von Wood Plastic Composites	245
5.1 PROBLEMSTELLUNG.....	245
5.2 METHODIK	249
5.2.1 Witterungsbeständigkeit.....	249
5.2.2 Klebetechnik	255
5.3 ERGEBNISSE.....	259
5.3.1 Witterungsbeständigkeit.....	259
5.3.2 Klebetechnik	267

5.4 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG	273
5.4.1 Witterungsbeständigkeit.....	273
5.4.2 Klebetechnik	276
5.5 LITERATUR.....	278
6 Effiziente Pelletierung.....	280
6.1 PROBLEMSTELLUNG.....	280
6.2 ZIELE.....	281
6.3 METHODEN	282
6.3.1 Vorselektion möglicher Rohstoffe und Additive (AP1)	282
6.3.2 Laborpelletierung (Arbeitspaket AP 2).....	282
6.3.2.1 Prüfeinrichtungen und Messtechnik	283
6.3.2.2 Versuchsrohstoff und Additive.....	289
6.3.2.3 Versuchsprogramm	289
6.3.2.4 Weitere Erklärungen zu Einzelversuchen.....	292
6.3.2.5 Versuchsablauf.....	293
6.3.2.6 Ermittlung abgeleiteter Prozessparameter	295
6.3.2.7 Bewertung der Versuchsergebnisse.....	297
6.3.3 Verbundanalyse mittels Mikroskopie	298
6.3.4 Industrieversuche (Arbeitspaket AP 3)	300
6.3.4.1 Pelletieranlage.....	300
6.3.4.2 Auswertung Prozess und Pelletsqualität	301
6.3.4.3 Versuchsprogramm und Ablauf	305
6.3.4.4 Zugabe der Presshilfsmittel	306
6.3.4.5 Rohmaterial	307
6.3.4.6 Auswertung.....	307
6.3.5 Ergebnisse.....	308
6.3.5.1 Recherche zu Additiven und Rohstoffen (AP 1).....	308
6.3.6 Ergebnisse der Laborpelletierung.....	309
6.3.7 Ergebnisse der Verbundanalyse mittels Mikroskopie	318
6.3.8 Ergebnisse der Industrieversuche	320
6.4 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	324
6.5 KURZFASSUNG.....	331
6.6 LITERATUR.....	332