

Abkürzungsverzeichnis	4
Kurzfassung	5
Abstract	8
1 Ziel / Motivation / Ausgangslage	11
2 Methodische Vorgehensweise	14
3 Stand des Wissens	16
3.1 Flachdächer in Holzbauweise	16
3.1.1 Konstruktionsarten	16
3.1.2 Hygrothermische Vorgänge im Flachdach	17
3.1.3 Feuchteschutznachweis	20
3.2 Hygrothermische Simulation am Beispiel von WUFI®	21
3.2.1 Randbedingungen	24
3.2.2 Behandlung der Strahlung	28
3.2.3 Behandlung von Niederschlag	28
3.3 Strahlung auf der Oberfläche	29
3.3.1 Sonnenstand	30
3.3.2 Reflexion, Absorption und Transmission	31
3.3.3 Kurzwellige Strahlung	32
3.3.4 Langwellige Strahlung	32
3.3.5 Langwellige atmosphärische Gegenstrahlung	34
3.3.6 Bilanzierung der Strahlung	36
3.4 Besondere Einflüsse auf dem Flachdach	38
3.4.1 Veränderung der Strahlungseigenschaften	38
3.4.2 Wasser und Schneesichten	41
3.4.3 Wärmeübergang	47
3.4.4 Bildung eines „Kaltluftsees“	52
3.4.5 Verschattungssituationen	53
3.4.6 Berechnungsansätze zur Verschattung	58

4	Untersuchung und Modellierung spezieller Randbedingungen für die Simulation	62
4.1	Einführende Parameterstudie / Voruntersuchung	62
4.1.1	Kurzwellige Strahlungsabsorption	63
4.1.2	Langwelliger Strahlungsemissionsgrad	65
4.1.3	Wärmeübergangskoeffizient Außenoberfläche	68
4.1.4	Diffusionswiderstand der Dachabdichtung	70
4.1.5	Erkenntnisse der Parameterstudie	72
4.2	Absorption- und Emissionseigenschaften von Dachoberflächen	75
4.2.1	Labormessungen der Strahlungsparameter	75
4.2.2	Bewertung der Labormessungen	82
4.2.3	Freilandversuche	84
4.2.4	Auswertung und Nachrechnung der Freilandversuche	85
4.2.5	Ansatz für die Berücksichtigung von Wasser auf blanken metallischen Oberflächen	92
4.2.6	Validierung des vereinfachten Berechnungsansatzes	93
4.3	Verschattungssituationen	95
4.3.1	Theoretische Überlegungen	95
4.3.2	Freilandversuche und Labormessungen	103
4.3.3	Berechnung der Gesichtsfeldverschattung	106
4.3.4	Auswertung und Nachrechnung der Freilandversuche	112
4.3.5	Rechnerische Untersuchungen zur vertikalen Verschattung	122
4.3.6	Validierung der Abminderungsfaktoren	130
4.3.7	Zusammenfassung der vereinfachten Ansätze	139
4.3.8	Gegenüberstellung der neuen Abminderungsfaktoren mit den bestehenden Ansätzen	140
4.3.9	Diskussion weiterer Verschattungseinflüsse	143
4.4	Windabhängiger Übergangskoeffizient	146
4.4.1	Theoretische Überlegungen	146
4.4.2	Untersuchungen	146
4.4.3	Stationärer Wärmeübergangskoeffizient	147
4.4.4	Validierung	152
4.5	Kaltluftseebildung	156
4.5.1	Freilandversuche	156
4.5.2	Auswertung und Bewertung der Freilandversuche	157

4.5.3	Rechnerische Untersuchungen	162
4.6	Stehendes Wasser auf dem Dach	165
4.6.1	Theoretische Überlegungen zu stehendem Wasser	165
4.6.2	Generierung einer Speicherschicht	165
4.6.3	Rechnerische Untersuchungen	166
4.6.4	Stehendes Wasser im Vergleich mit Grün- und Kiesdach	171
4.6.5	Bewertung der Rechenergebnisse und Anwendung in der Simulation	174
4.7	Einfluss von Schnee	176
4.7.1	Theoretische Überlegungen	176
4.7.2	Berücksichtigung einer Schneeschicht in der Berechnung	177
4.7.3	Rechnerische Untersuchungen	179
4.7.4	Bewertung der Rechenergebnisse	183
5	Zusammenfassung und Diskussion	184
5.1	Absorptions- und Emissionseigenschaften von Dachoberflächen	185
5.2	Verschattungssituationen	187
5.3	Windabhängiger Übergangswiderstand	189
5.4	Kaltluftseebildung	190
5.5	Stehendes Wasser auf dem Dach	190
5.6	Einfluss von Schnee	191
6	Schlussfolgerung und Ausblick	193
	Literaturverzeichnis	198
	Anhang	210