

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Der Aufbau des Umkehrdaches, die daraus resultierenden Anforderungen und die Eigenschaften der einsetzbaren Dämmstoffe</b>	<b>8</b>
2.1	Der konstruktive Aufbau des Umkehrdaches und die Anforderungen an die einsetzbaren Dämmstoffe . . . . .	8
2.1.1	Der konstruktive Aufbau des Umkehrdaches . . . . .	8
2.1.2	Die Anforderungen an das Umkehrdach und für diese Anwendung geeignete Dämmstoffe . . . . .	9
	Die allgemeinen Anforderungen entsprechend dem Bauteilaufbau . .	9
	Eine Beschreibung der für einen Einsatz im Umkehrdach geeigneten Dämmstoffe . . . . .	10
	Die derzeitigen Anforderungen an die Ausführung des Umkehrdaches entsprechend dem Zulassungsverfahren des DIBt . . .	11
2.1.3	Ein Vergleich der erforderlichen Auflasten zur Lagesicherung der Dachabdichtung und der dazugehörigen Schichten nach verschiedenen Konzepten . . . . .	13
2.2	Die feuchteschutztechnischen Eigenschaften der einsetzbaren Dämmstoffe .	16
2.2.1	Die Wasseraufnahme der Dämmstoffe durch Kapillartransport . . .	16
2.2.2	Die Wasseraufnahme der Dämmstoffe durch Diffusionsvorgänge . .	16
2.3	Die wärmeschutztechnischen Eigenschaften der einsetzbaren Dämmstoffe .	17
2.3.1	Der Ausgangswert der Wärmeleitfähigkeit . . . . .	17
2.3.2	Der Einfluß der Alterung auf die Wärmeleitfähigkeit . . . . .	17
2.3.3	Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit des Feuchtegehalts . . . . .	20
2.3.4	Der maßgebende Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108	21
2.4	Die brandschutztechnischen Eigenschaften der einsetzbaren Dämmstoffe . .	22

2.5	Die ökologischen Eigenschaften der einsetzbaren Dämmstoffe . . . . .	23
2.6	Zusammenfassung . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Untersuchungen zum wärme- und feuchteschutztechnischen und konstruktiven Zustand des Umkehrdaches nach langjähriger Bewitterung</b>	<b>28</b>
3.1	Vorliegende Untersuchungsobjekte . . . . .	28
3.2	Untersuchungsergebnisse . . . . .	29
3.2.1	Bekiestes Umkehrdach . . . . .	29
3.2.2	Bekiestes Umkehrdach bei einem zweilagigen Aufbau der Wärmedämmung . . . . .	31
3.2.3	Umkehrdach unter Parkdecks und Plattenbelägen . . . . .	31
3.2.4	Begrünte Umkehrdächer . . . . .	32
3.3	Wertung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse . . . . .	34
3.3.1	Bekiestes Umkehrdach . . . . .	34
3.3.2	Bekiestes Umkehrdach bei einem zweilagigen Aufbau der Wärmedämmung . . . . .	35
3.3.3	Umkehrdach unter Parkdecks und Plattenbelägen . . . . .	35
3.3.4	Begrünte Umkehrdächer . . . . .	36
3.4	Zusammenfassung . . . . .	37

<b>4</b>	<b>Die Beschreibung der zusätzlichen Wärmeverluste beim Umkehrdach</b>	<b>39</b>
4.1	Die Beschreibung des Unterströmungsvorgangs . . . . .	39
4.2	Zusätzliche Wärmeverluste bei zeitlich kurzen Niederschlägen . . . . .	40
4.3	Zusätzliche Wärmeverluste bei andauernden Niederschlägen . . . . .	41
4.3.1	Die Beschreibung des Unterströmungsvorgangs bei eindimensionalen Abflußverhältnissen . . . . .	42
4.3.2	Beschreibung des Unterströmungsvorgangs bei punktförmiger Entwässerung . . . . .	44
4.4	Vergleich der Wärmeverluste für unterschiedliche Randbedingungen . . . .	47
4.5	Zusammenfassung . . . . .	49
4.6	Vergleich verschiedener Untersuchungen zur Quantifizierung der zusätzlichen Wärmeverluste beim Unterströmungsvorgang . . . . .	50
4.6.1	Untersuchungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik, Stuttgart, Außenstelle Holzkirchen von 1976 . . . . .	50
4.6.2	Untersuchungen der Chalmers University of Technology, Göteborg von 1980 . . . . .	51
4.6.3	Untersuchungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik, Stuttgart, Außenstelle Holzkirchen von 1984 . . . . .	52
4.6.4	Untersuchungen von Fabricius, Schweden von 1987 . . . . .	54
4.6.5	Untersuchungen von Bangerter, Schweiz von 1991 . . . . .	55
4.6.6	Untersuchungen von Heim und Diebold, Schweiz von 1993 . . . . .	56
4.6.7	Gegenüberstellung der Untersuchungen zur Erfassung der zusätzlichen Wärmeverluste durch das Unterströmen . . . . .	57
4.7	Zusammenfassung . . . . .	60

---

<b>5 Die Bemessung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz</b>	<b>62</b>
5.1 Erforderliche $\Delta k$ Zuschläge zur Erfassung der zusätzlichen Wärmeverluste	62
5.2 Die Bemessung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz am Beispiel der Hamburgischen Wärmeschutzverordnung von 1992 . . . . .	63
5.3 Vorschlag für die Ausführung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz . . . . .	63
5.4 Zusammenfassung . . . . .	64
<b>6 Wertung und Zusammenfassung</b>	<b>66</b>
<b>A Anhang</b>	<b>74</b>