

Annette Bucher, Franziska Kohlrausch
Jens M. Kuckelkorn, Raphael Troll

Berechenbare Unterstützung der Klimatisierung von energetisch hocheffizienten Gebäuden durch dezentrale, funktionale Innenraumbegrünung

F 2970

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2016

ISBN 978-3-8167-9638-1

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

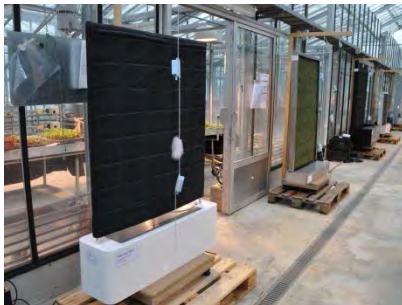
Berechenbare Unterstützung der Klimatisierung von energetisch hocheffizienten Gebäuden durch dezentrale, funktionale Innenraumbegrünung

Abschlussbericht - Juni 2015

Autoren: A. Bucher¹, F. Kohlrausch¹, J. M. Kuckelkorn², R. Troll²

Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-120 / SWD-10.08.18.7-13.02

Projektlaufzeit: 01.04.2013 – 01.06.2015



Zuwendungsgeber:

Forschungsinitiative Zukunft Bau

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Zuwendungsempfänger:

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) [1]

Projektpartner:

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) [2]

Fa. Häring Radtke Partner (HRP) [3]

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Projektpartner

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) [1]

Zentrum für Forschung und Weiterbildung

Am Hofgarten 4

85354 Freising

Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. Hermann Heiler

Projektbearbeitung:

Dr. Annette Bucher (Projektleitung, annette.bucher@hswt.de)

Dipl.-Ing. (FH) Franziska Kohlrausch

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Prucker

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) [2]

Bereich Energiespeicherung

Walther-Meißner-Straße 6, 85748 Garching

Wissenschaftlicher Leiter: Dr.-Ing. H. Spliethoff

Bereichsleiter: Dr. Andreas Hauer

Projektbearbeitung:

Dr. Jens M. Kuckelkorn

M. Sc. Raphael Troll (Projektleitung, raphael.troll@zae-bayern.de)

B. Sc. Dominik Niederlechner

Dipl.-Ing. Andreas Robrecht

M. Sc. Lisa Meyering

Fa. Häring Radtke Partner (HRP) [3]

Ingenieurbüro für biologische Gebäudeklimatisierung

Egerlandstraße 16

97209 Veitshöchheim

Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing (FH) Bernhard Häring

Dipl.-Ing. Barbara Ludwig-Häring

Dipl. Biol. Manfred Radtke

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
1.1	Raumkomfort in Nichtwohngebäuden	6
1.2	Pflanzenphysiologie - Transpiration	7
1.3	Begrünungssysteme	7
1.4	Beschreibung der Vorgehensweise	9
2	Versuche in der Klimakammer und im Gewächshaus	11
2.1	Material und Methoden - Detaillierte Versuchsbeschreibung	11
2.1.1	Begrünungssysteme	16
2.1.1.1	Auswahl der Begrünungssysteme für den Gewächshausversuch	16
2.1.1.2	Auswahl der Pflanzenart	23
2.1.1.3	Variation der Bewässerung	24
2.1.2	Messdatenerfassung im Gewächshaus	25
2.1.2.1	Pflanzenbauliche Messungen	25
2.1.2.2	pH-Wert / Leitfähigkeit	25
2.1.2.3	Erfassung der Wasserabgabe der Begrünungssysteme	25
2.1.2.4	Messung der Klimaparameter im Gewächshaus	26
2.2	Ergebnisse und Diskussion von Versuch 1: Ermittlung der Wasserabgabe der Substrate	26
2.3	Ergebnisse und Diskussion von Versuch 2: Ermittlung der Verdunstungsleistung der Begrünungssysteme (ohne Pflanzen) unter kontrollierten Bedingungen	27
2.4	Ergebnisse und Diskussion von Versuch 3: Ermittlung der Anpassungsfähigkeit der Begrünungssysteme an sich verändernde Klimabedingungen	32
2.5	Ergebnisse und Diskussion von Versuch 4: Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Begrünungssysteme bzw. deren Veränderung durch Begrünung der Substrate	37
2.5.1	Systeme mit Begrünung – Bewässerung am Tag	37
2.5.2	Systeme mit Begrünung – Bewässerung auf 24 h verteilt	39
2.5.3	Erscheinungsbild der Begrünungssysteme zum Versuchsende	43
2.5.4	Erfahrungen und Probleme im praktischen Einsatz	46
2.6	Fazit Teil 1 - Entscheidung für ein vertikales Begrünungssystem für das Mustergebäude	47
3	Voruntersuchung zu verschiedenen Mustergebäuden	48
3.1	Definition von Anforderungen an die Mustergebäude	48
3.2	Bestandsaufnahme und Bewertung möglicher Mustergebäude	48
3.3	Beschreibung der Mustergebäude	49
3.3.1	Finanzamt in Freising	49
3.3.2	ZAE Bayern in Garching	51

4	Referenzmessungen in den ausgewählten Mustergebäuden	54
4.1	Messdatenerfassung in den Mustergebäuden	54
4.1.1	Konzept der Messdatenerfassung	54
4.1.2	Definition von Anforderungen an die Messtechnik	54
4.1.3	Auswahl und Beschreibung der Messtechnik	54
4.2	Messkampagne in Mustergebäuden ohne Begrünungssysteme	55
4.2.1	Installation Messtechnik	55
4.2.2	Messaufbau am Finanzamt in Freising	56
4.2.3	Messaufbau am ZAE Bayern in Garching	57
4.2.4	Einrichten von Datenübermittlung und Datenbank	58
4.2.5	Visualisierung der Messdaten	59
4.3	Ergebnisse der Messkampagne ohne Begrünungssysteme	59
4.3.1	Außenklima in Garching und Freising	59
4.3.2	Raumklimatische Charakteristika der untersuchten Büroräume	61
4.3.3	Bewertung der Untersuchungsräume in Bezug auf kritische Luftfeuchten	63
4.3.4	Untersuchungszeiträume	66
4.3.5	Charakteristika von Raumluftbedingungen mit niedriger relativer Luftfeuchte	67
4.4	Messkampagne im Mustergebäude mit Begrünungssystemen	71
4.4.1	Gebäudecharakterisierung und Raumauswahl	71
4.4.2	Aufbau und Messdatenerfassung mit Begrünungssystemen	72
4.4.2.1	Einbau der Begrünungssysteme	72
4.4.2.2	Ergänzung der Messdatenerfassung	75
4.5	Ergebnisse und Diskussion der Messkampagne mit Begrünungssystemen im Mustergebäude	78
4.5.1	Wohlfühlaspekt	78
4.5.2	Pflanzenbauliche Auswertung	78
4.5.3	Wasserabgaben der Begrünungssysteme in den Büroräumen	82
4.5.4	Raumklimatische Charakteristika der untersuchten Büroräume	89
4.5.5	Bewertung der Untersuchungszeiträume in Bezug auf kritische Luftfeuchten	91
4.5.6	Veränderung des Raumkomforts durch Begrünung im Vergleich zum unbegrünten Referenzraum im gleichen Versuchsjahr	97
4.5.7	Veränderung des Raumkomforts durch Begrünungssysteme im Vergleich zur Messung ohne Begrünungssysteme im Vorjahr	111
4.5.8	Berechnungsgrundlagen und Auslegung der Wandgröße	112
4.5.9	Energieverbrauch durch Begrünung	115
5	Interpretation und Diskussion	117
5.1	Bewertung der Wasserabgabe durch das Begrünungssystem	117
5.2	Bewertung des Einflusses der Begrünungssysteme auf den Raumkomfort	118

5.3	Grundlagen für einen Anforderungskatalog an Begrünungssysteme mit dem Ziel der Erhöhung der Luftfeuchte sowie Planungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen.....	119
6	Zusammenfassung, Ausblick und weiterer Untersuchungsbedarf	124
6.1	Zusammenfassung	124
6.2	Ausblick.....	126
6.3	Weiterer Untersuchungsbedarf.....	127
	Abbildungsverzeichnis	128
	Tabellenverzeichnis	136
	Literaturverzeichnis	138
	Anhang.....	141