

Zukunft Bau

STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

Titel

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

Anlass/ Ausgangslage

Aufgrund der hochwärmedämmten Gebäudehülle und des Einsatzes von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung können in energetisch hocheffizienten Gebäuden Probleme mit zu niedrigen relativen Luftfeuchten auftreten. Eine technische Lösung der Befeuchtung birgt die Gefahr einer Verkeimung.

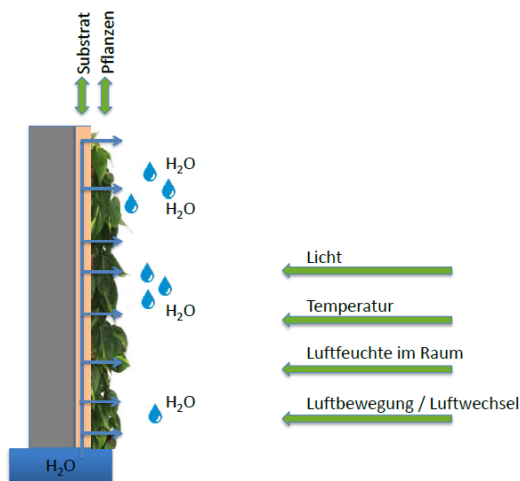


Bild 1: Schematische Darstellung der Wirkungsweise einer funktionalen, vertikalen Begrünung

Es wurde daher geprüft, ob der Einsatz einer vertikalen, funktionalen Begrünung zur Lösung der Luftfeuchteproblematik geeignet ist.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Basierend auf Untersuchungen zur Wasserabgabe von Substraten, die in vertikalen Begrünungen eingesetzt werden, wurden sechs vertikale Begrünungssysteme ausgewählt: Moving Wall (Sempergreen Vertical Systems, NL), Vertiko (Vertiko GmbH, D), Wonderwall (Copijn Utrecht, NL), Wallflore Flex (Wallflore Systems, NL), Vertical Green (Ruof Grün Raum Konzepte, D) und Grüne Wand (H&W Bewässerung GmbH, D).



Bild 2: Versuchsaufbau im Gewächshaus - 6 verschiedene, bepflanzte Begrünungssysteme auf Waagen

Die Erfassung der Verdunstungsleistung dieser sechs Systeme erfolgte unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus. Die im Raum herrschenden Klimaverhältnisse wurden kontinuierlich erfasst und zu den verdunsteten Wassermengen, die über den Gewichtsverlust ermittelt wurden, in Beziehung gesetzt. In der Folge wurde die Anpassungsfähigkeit der Verdunstungsleistung der Begrünungssysteme an sich verändernde Klimabedingungen sowohl ohne als auch mit Bepflanzung (*Philodendron heteraceum*) geprüft. Die Bewässerungsdauer und -häufigkeit wurden hinsichtlich des Pflanzenwachstums optimiert. Mit Begrünung der Substrate wurden Wasserabgaben zwischen 25 (Wallflora) und 50-56 g m⁻² h⁻¹ (Vertical Green, Grüne Wand, Moving Wall) ermittelt. Anhand der Abgaberraten pro Zeit wurde sichtbar, dass vor allem die Systeme Grüne Wand und Vertical Green die Fähigkeit zur Selbstregulation aufwiesen, da bei hoher Luftfeuchte im Raum die Wasserabgabe merklich zurückging und sich bei niedriger Raumluftfeuchte verstärkte. Einen deutlichen Effekt auf die Wasserabgabe hatten die Luftbewegung und die Einstrahlung, während der Einfluss der Temperatur sehr gering ausgeprägt war. Die Systeme Vertical Green und Grüne Wand boten den Pflanzen die beste Wasserversorgung. Das resultierte in einem sehr guten Erscheinungsbild der Pflanzen über den gesamten Versuchszeitraum.

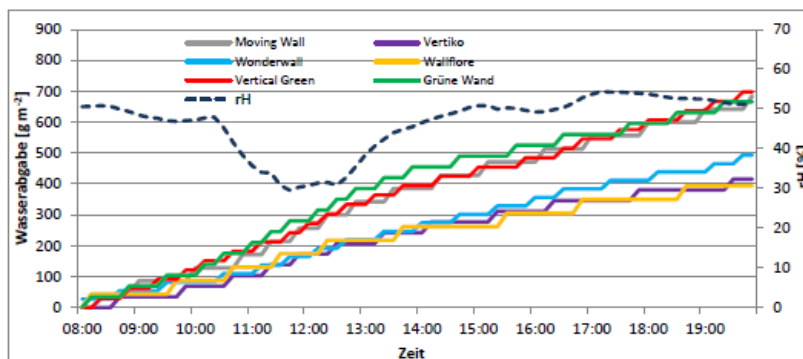


Bild 3: Wasserabgabe mit Begrünung bei optimierter Bewässerung verteilt auf 24 h (aufsummierte Werte vom 13.2.14 8:00 bis 19:50 Uhr) in Relation zur relativen Luftfeuchte (Gewächshaus)

Parallel zu den Gewächshausversuchen erfolgte die periodische Erfassung von klimatechnisch relevanten Parametern in zwei energetisch hocheffizienten Mustergebäuden (ZAE Bayern und Finanzamt Freising). Für Folgeversuche wurden die Räume des ZAE Bayern ausgewählt, da dort größere Probleme hinsichtlich des Raumkomforts zu verzeichnen waren.

Im letzten Versuchsschritt wurde das System Grüne Wand, das in den Gewächshausversuchen eine hohe, sich selbstregulierende Verdunstungsleistung sowie keine technischen und pflanzenbaulichen Probleme aufwies, in drei Büroräume integriert, um die Prüfung unter Praxisbedingungen fortzuführen. Zwei Referenzräume ohne Begrünung fungierten als Kontrolle.



Bild 4: Versuchsanordnung mit Grüner Wand auf der Waage in Raum A.1.02

Die im Büroraum ermittelten Wasserabgaben durch die Grüne Wand wurden deutlich durch die Ausgangsluftfeuchten im Raum beeinflusst - bei niedrigen relativen Feuchten war die Wasserabgabe spürbar höher als bei höheren relativen Feuchten (Selbstregulationsfähigkeit). In den beiden kleinen Büros mit reduzierter Begrünungsfläche von 0,72 m² wurden Wasserabgaben zwischen etwa 35 g m⁻² h⁻¹ bei hoher Luftfeuchte und ca. 76 g m⁻² h⁻¹ bei niedriger Luftfeuchte ermittelt. Im großen Büro (1,44 m² Begrünungsfläche) lagen die stündlichen Abgaben zwischen 41 g m⁻² h⁻¹ (hohe Luftfeuchte) und 53 g m⁻² h⁻¹ (niedrige Luftfeuchte). Im Mittel der Werte lagen die Wasserabgaben bezogen auf den Quadratmeter begrünte Fläche mit rund 50 g m⁻² h⁻¹ im Büroraum in gleicher Größenordnung wie im Gewächshaus. Dies führte in dem kleinen Büro, bei dem Tür und Fenster überwiegend geschlossen waren, zu einer Erhöhung der normierten, relativen Luftfeuchte um maximal knapp 20 %-Punkte gegenüber dem unbegrünten Referenzraum. Durch häufiges Offenstehen von Tür und Fenster reduzierte sich die maximale Erhöhung auf etwa 14 %-Punkte (kleines Büro) bzw. 8 %-Punkte (großes Büro).

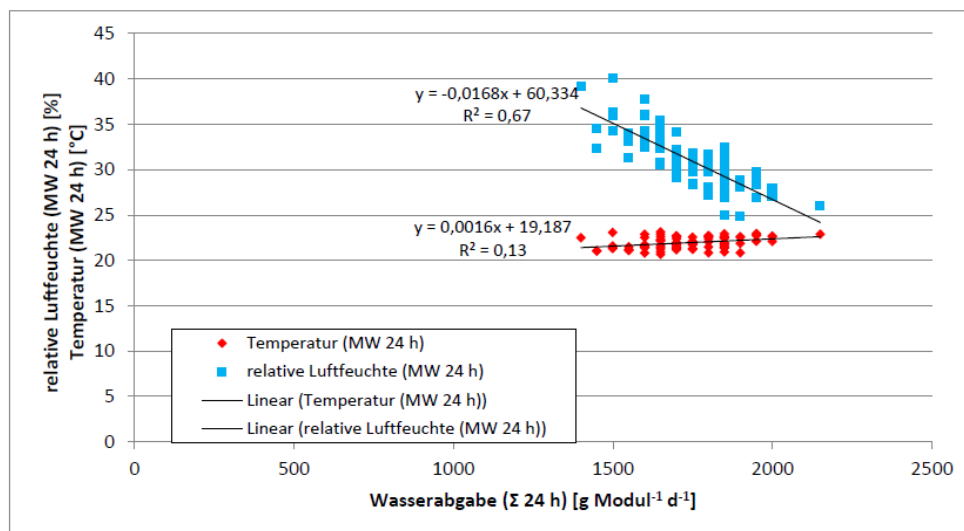


Bild 5: Korrelation zwischen der Wasserabgabe ($\Sigma 24 \text{ h}$) [g Modul⁻¹ d⁻¹] und der relativen Luftfeuchte (MW 24 h) [%] bzw. der Temperatur (MW 24 h) [°C] in Raum A.1.02

Anhand von Behaglichkeitsdiagrammen wurden die Situationen der begrünten und nichtbegrünten Büroräume verglichen und sowohl zu den Wasserabgaben als auch zu den Außenluftbedingungen in Beziehung gesetzt. Der Vergleich mit den Referenzräumen zeigte einen Anstieg des Wassergehaltes im Winter und somit eine Verbesserung des Raumkomforts durch das Begrünungssystem.

In den Sommermonaten ist grundsätzlich die Gefahr einer Überfeuchtung der Raumluft vorhanden, die durch eine Begrünung verstärkt werden kann.

Unter Berücksichtigung der für die Auslegung relevanten Faktoren wurde eine Berechnung der erforderlichen Wandgröße bezogen auf einen gegebenen Raum durchgeführt und der Energieverbrauch eines Begrünungssystems untersucht.

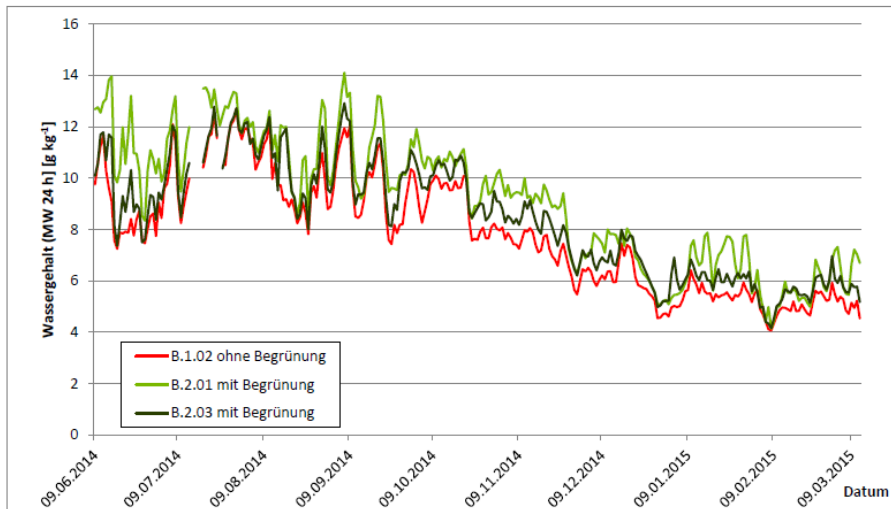


Bild 6: Bildunterschrift: Vergleich der Wassergehalte in der Raumluft (MW über 24 h) in kleinen Büros mit Begrünung (B.2.01 mit geschlossener Tür und B.2.03 mit geöffneter Tür) und ohne Begrünung (B.1.02 mit geöffneter Tür) im Zeitraum vom 09.06.2014 bis 12.03.2015

Fazit

Ziel war es, den Einfluss einer funktionalen Begrünung auf die Klimatisierung eines energetisch hocheffizienten Gebäudes zu untersuchen. Es konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz einer vertikalen Begrünung die Luftfeuchte erhöht werden kann. Das Wissensdefizit der Bauplaner und Endnutzer über die Wirkungsweise von Begrünungssystemen kann durch die Forschungsergebnisse reduziert werden. Die Auslegung von vertikalen Begrünungssystemen ist möglich und der Einsatz planbar. Klare Anforderungen an Funktion und Wartungsaufwand für derartige biotechnische Systeme sind erarbeitet worden. Vertikale Begrünungssysteme können als integrierter Bestandteil der Gebäudeklimatisierung eingesetzt werden, um so dezentral Probleme mit der relativen Luftfeuchte zu lösen.

Eckdaten

Kurztitel: Optimierter Gebäudebetrieb durch biotechnische Maßnahmen

Forscher / Projektleitung: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Dr. Annette Bucher

Gesamtkosten: 267.925,69 €

Anteil Bundeszuschuss: 187.546,79 €

Projektlaufzeit: 01.04.2013 bis 01.06.2016 (kostenneutrale Verlängerung bis 27.07.2015)