BuGG-Fassadengrün-Forum, 11.11.2025, Würzburg

Energieeinsparpotenzial von Fassadenbegrünung – Ergebnisse des Projektes U-green

Dr. Helmut Weinläder | Center for Applied Energy Research (CAE)

Gliederung

- **EINFÜHRUNG**
- Messergebnisse
- Simulationsergebnisse
- Zusammenfassung

© Center for Applied Energy Research

Das Projekt U-green

TITEL: U-GREEN – BAUPHYSIKALISCHE BEWERTUNG VON FASSADEN- UND DACHBEGRÜNUNGEN. ENTWICKLUNG STANDARDISIERTER MESSVERFAHREN UND KENNGRÖßENERFASSUNG ZUR BERÜCKSICHTIGUNG VON BAUWERKS-BEGRÜNUNGEN IN DER ENERGETISCHEN AUSLEGUNG VON GEBÄUDEN

- Verbundvorhaben: EnOB
- Projektstart 01.08.2021
- Projektlaufzeit 3 Jahre
- kostenneutrale Verlängerung bis 31.10.2025
- Förderkennzeichen: 03EN1045A

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

DIE PROJEKTPARTNER:

BuGG Bundesverband GebäudeGrün e. V. Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung

Beratungsstelle Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Bayerische Architektenkammer

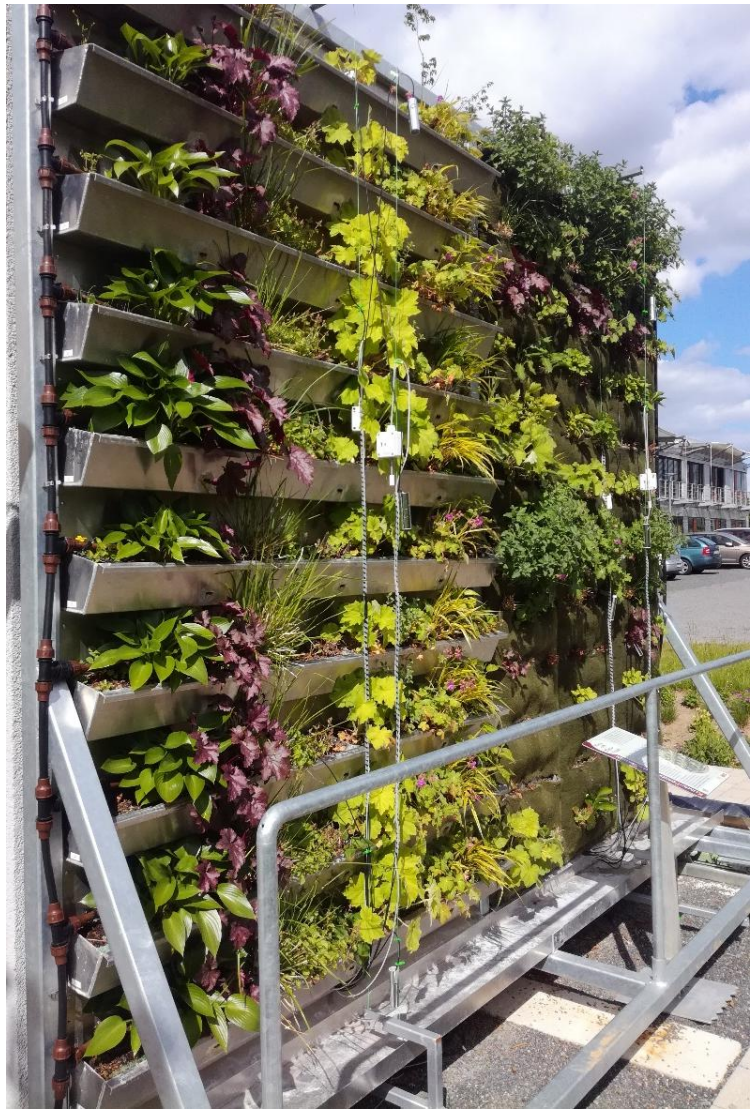
Technische Universität Berlin

© Center for Applied Energy Research

U-green | Ziele

Ziele des Projektes

- Katalogisierung handelsüblicher Fassaden- und Dachbegrünungssysteme
- thermische Charakterisierung von Begrünungssystemen:
  - winterlicher Wärmeschutz
  - sommerlicher Überhitzungsschutz
- Labormessungen an Einzelkomponenten und Systemen
- Freilandmessungen an Fassaden- und Dachbegrünungen
- Thermische Gebäudesimulationen
- Erarbeitung entsprechender Messgrößen zur Integration von Begrünungssystemen in Normen zur energetischen Gebäudebilanzierung
- Erstellung eines frei zugänglichen Datenkataloges für Begrünungssysteme
- Programmierung eines Berechnungstools zur energetischen Bewertung von Begrünungssystemen



© Center for Applied Energy Research

U-green | Ergebnisse

Veröffentlichung der Ergebnisse

- Internetseite des BuGG mit Darstellung der Projektarbeiten und Ergebnisse: https://www.gebaeudegruen.info/gruen/aktuelle-bugg-projekte/u-green
- Öffentlich zugängliches Messdatenregister der TU Berlin (Link auf BuGG-Seite)
- Energetisches Berechnungstool für Interessierte (Download bald über BuGG-Seite, Testphase läuft)
- Öffentlicher Abschlussbericht abrufbar bei der TIB Hannover (in Arbeit)
- Wissenschaftliche Publikationen mit Teilergebnissen:
  - Simulating the heating and cooling demand of buildings with green roofs in TRNSYS (https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.113757)
  - Simulating the Heating and Cooling Demand of Buildings with Living Wall Systems in TRNSYS (in Arbeit)
  - Standardized transpiration and evaporation measurements on various plants for use in green roofs and façades (in Arbeit)

© Center for Applied Energy Research

Gliederung

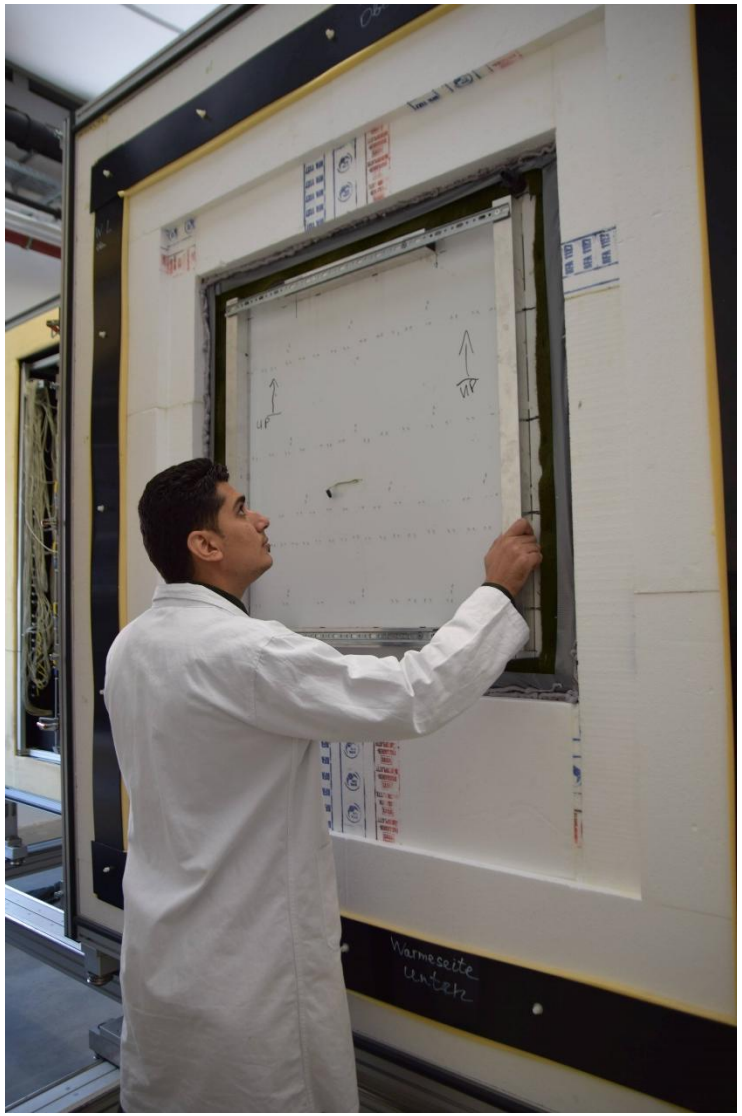
- Einführung
- **MESSERGEBNISSE**
- Simulationsergebnisse
- Zusammenfassung

© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Labor

Messungen des U-Wertes

- Messungen von vier Fassadenbegrünungs-systemen in der Hotbox
- Bestimmung des U-Wertes durch Vergleich mit einer Referenzwand
- Messungen mit und ohne Hinterlüftung



© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Labor

Ergebnisse Hot-Box-Messungen

Systemaufbau	U-Wert in W/(m²K)	U-Wert-Verbesserung durch Begrünung
Referenzwand (ohne Begrünung)	0,83 ± 0,02	-
Gabionen (hinterlüftet)	0,75 ± 0,02	10 %
Rinnen (hinterlüftet)	0,74 ± 0,02	11 %
Modular 1 (hinterlüftet)	0,74 ± 0,02	11 %
Modular 2 (hinterlüftet)	0,72 ± 0,02	13 %
Gabionen (nicht hinterlüftet)	0,58 ± 0,02	30 %
Rinnen (nicht hinterlüftet)	0,68 ± 0,02	18 %
Modular 1 (nicht hinterlüftet)	0,69 ± 0,02	17 %
Modular 2 (nicht hinterlüftet)	0,64 ± 0,02	23 %

© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Labor

FAZIT

- Fassadenbegrünung bewirkt Verbesserung des winterlichen Wärmeschutzes (U-Wert)
- Hinterlüftung von Fassadenbegrünung (übliche Installation) schöpft Energieeinsparpotenzial nicht voll aus und gleicht Systemunterschiede an
- Unterdrückung der Hinterlüftung verbessert winterlichen Wärmeschutz und erlaubt effiziente Systemoptimierungen (z.B. durch integrierte Wärmedämmung)
- Effekte durch Solarstrahlung in Hotbox-Messungen nicht berücksichtigt: beeinflussen sowohl winterlichen Wärmeschutz als auch sommerlichen Überhitzungsschutz

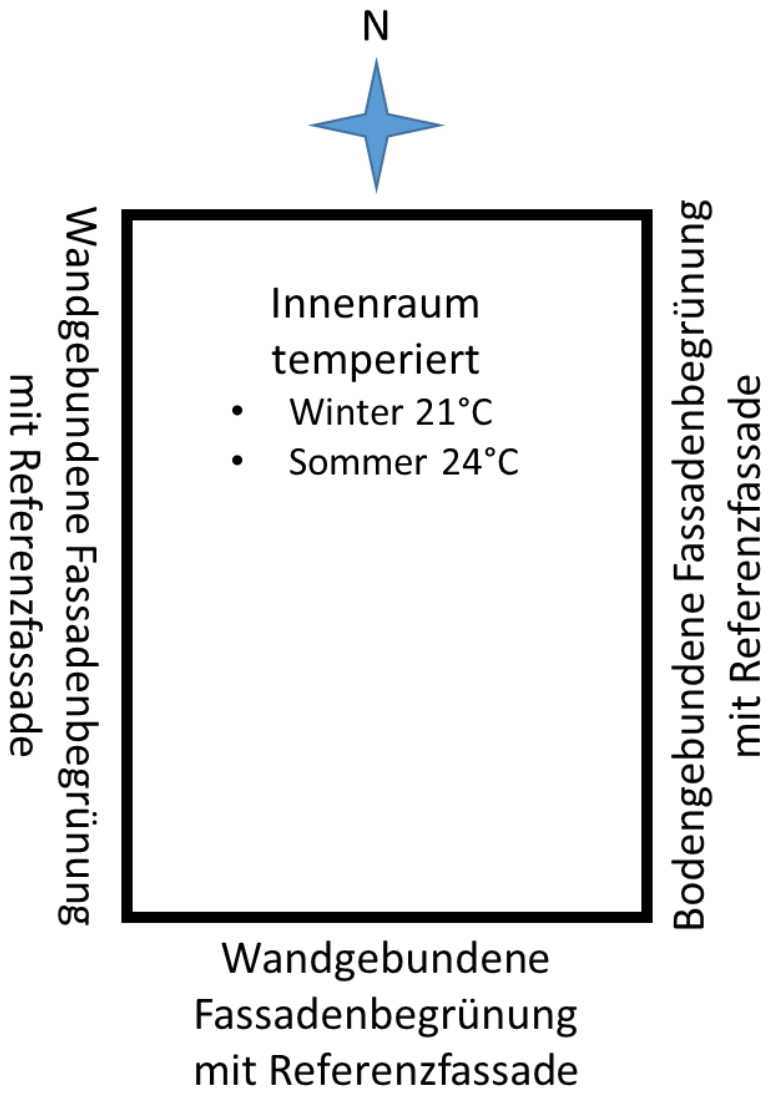
→ Freilandmessungen notwendig!

© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland

Testfassaden am Klimahaus Süd

- U-Wert Wand 0,2 W/(m²K), α_{sol} = 0,6 (gedeckter Anstrich)
- mehrere Messfelder pro Fassadenorientierung:
  - Ostfassade: 2 x bodengebundene Fassadenbegrünung
  - Südfassade: 3 x wandgebundene Fassadenbegrünung
  - Westfassade: 5 x wandgebundene Fassadenbegrünung
  - jeweils 1 Referenzfeld ohne Begrünung
- Messgrößen:
  - Wärmeströme → Auswirkung auf dahinterliegenden Raum für Winter- und Sommerfall
  - Wandoberflächentemperaturen
  - Temperaturen und Feuchten Begrünungssystem
  - Globalstrahlung je Fassadenorientierung,
  - Wetterdaten (Lufttemperatur, Himmelstemperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit) von Wetterstation CAE



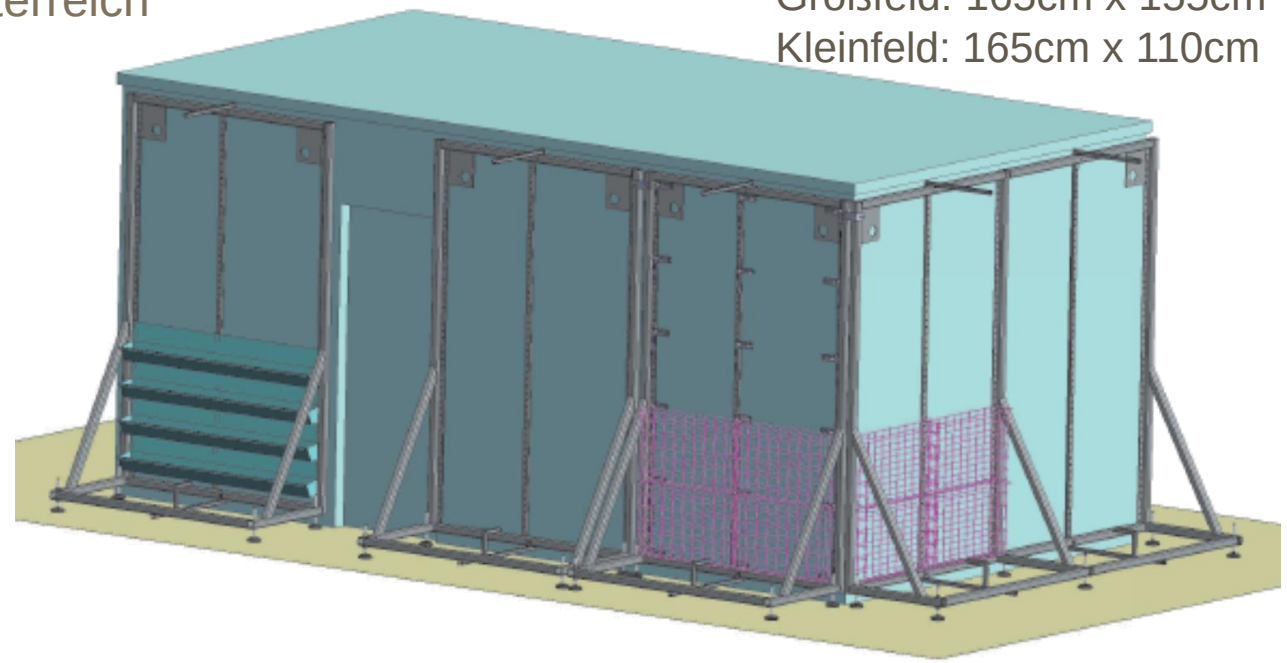
© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland

Messung von sieben Fassadenbegrünungssystemen:

- Gabionen: WDM Deutenberg GmbH, Groß Pankow
- Rinnen: Tech Metall Erzeugungs Handel und Montage GmbH, Wien, Österreich
- Living-Wall Outdoor: Vertiko GmbH, Buchenbach
- greencityWALL: floor-design Wand GmbH, Freiburg
- LivePanel Outdoor: MOBILANE GmbH, Heusenstamm
- fytotextile: Vertricalgreendesign GmbH, Berlin
- Living Panel: Naturebase GmbH, Wien, Österreich

Großfeld: 165cm x 155cm
Kleinfeld: 165cm x 110cm

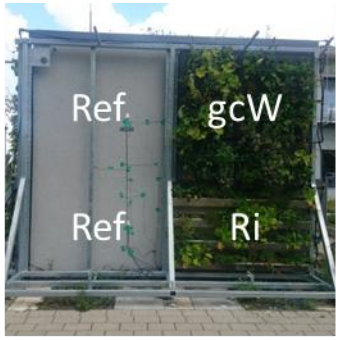
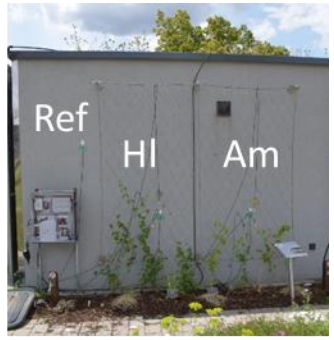


Mischbepflanzung und Substrat analog zu Hotbox-Messungen

Probenhalter mit Bodenaufstellung
→ Wärmebrückeneffekt Fassadenhalterung wird nicht mitgemessen (ideale Anbringung)

© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Sommerfall)

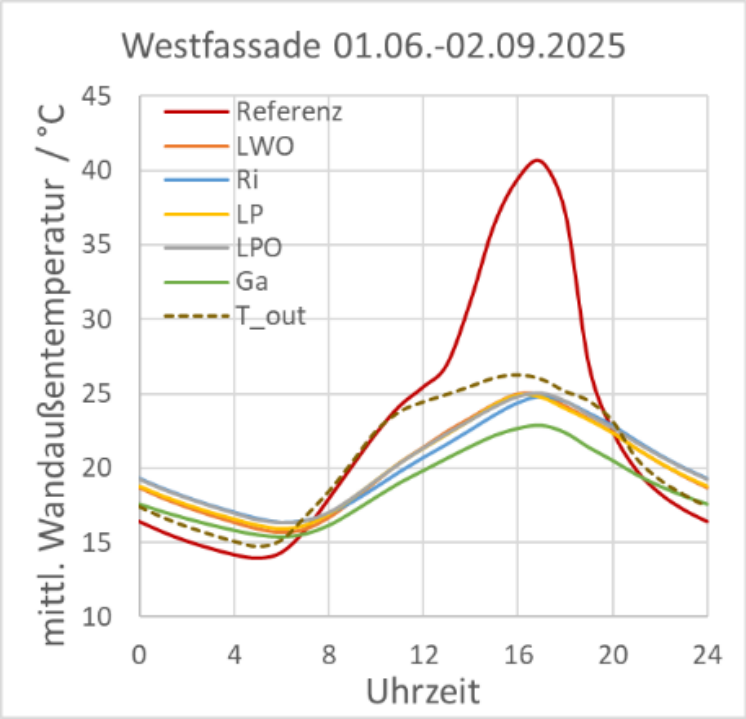
	Westfassade	Südfassade	Ostfassade
Sommer 2023			
Sommer 2024			
Sommer 2025			

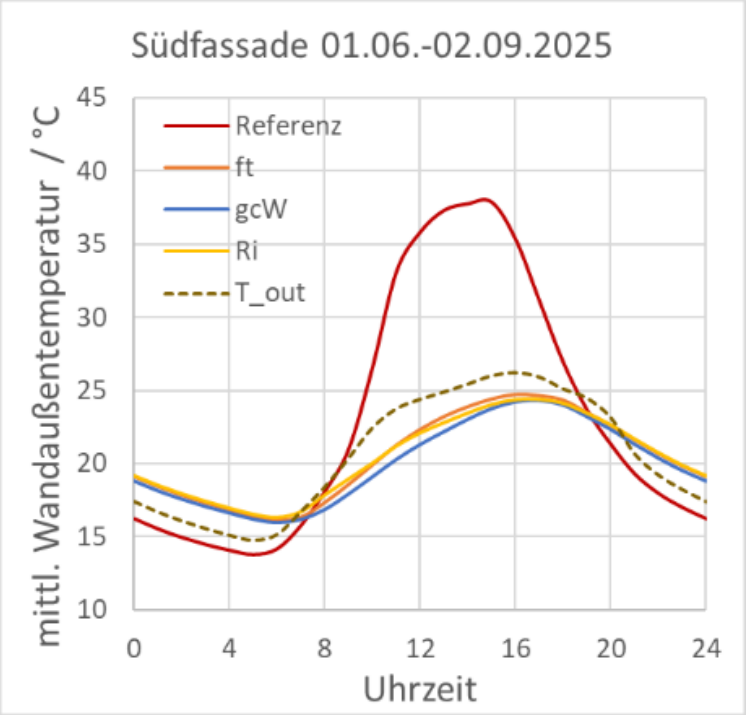
© Center for Applied Energy Research

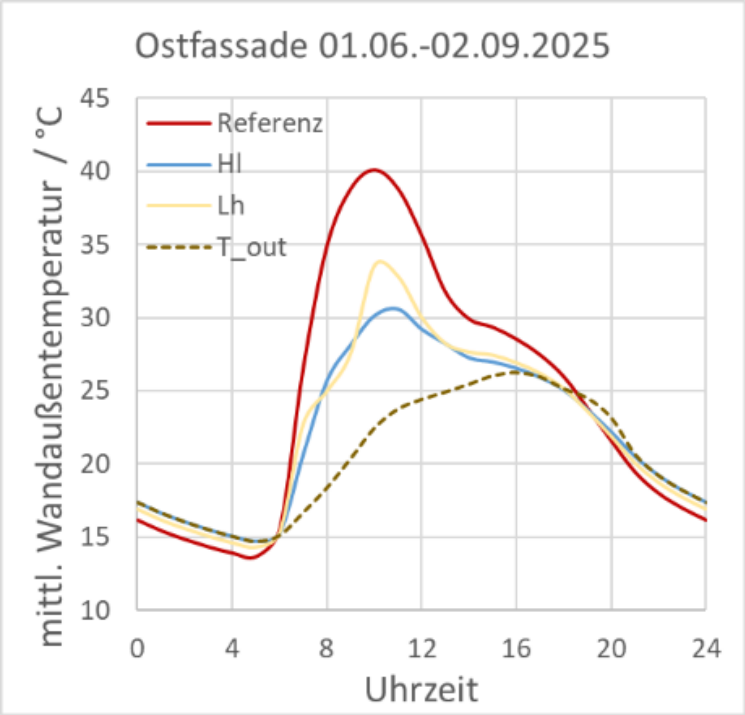
Messergebnisse - Freiland (Sommerfall)

WANDOBERFLÄCHENTEMPERATUR

- Fassadenbegrünung reduziert Wandoberflächentemperaturen tagsüber und erhöht diese nachts → geringere Temperaturbelastung der Wandmaterialien
- Wandgebundene Systeme zeigen großen Effekt (opak → Vollverschattung)
- Bodengebundene Systeme zeigen geringeren Effekt (teildurchlässig für Solarstrahlung)





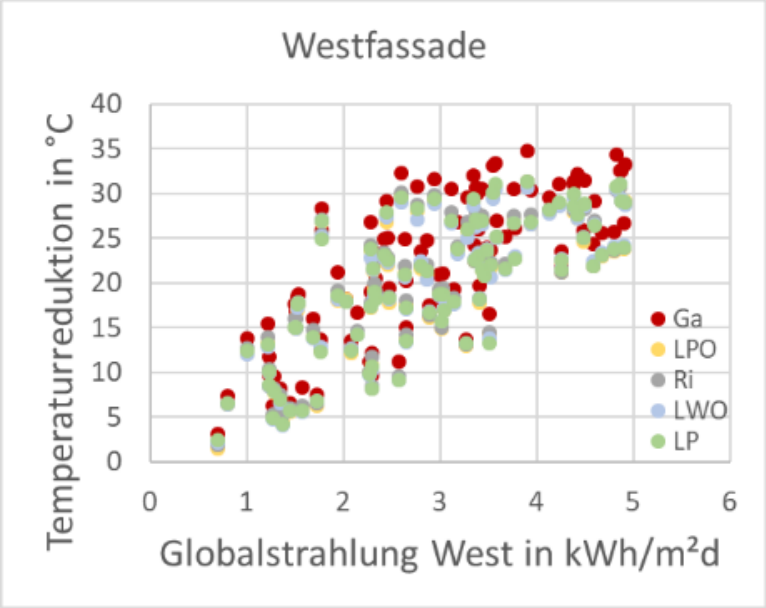


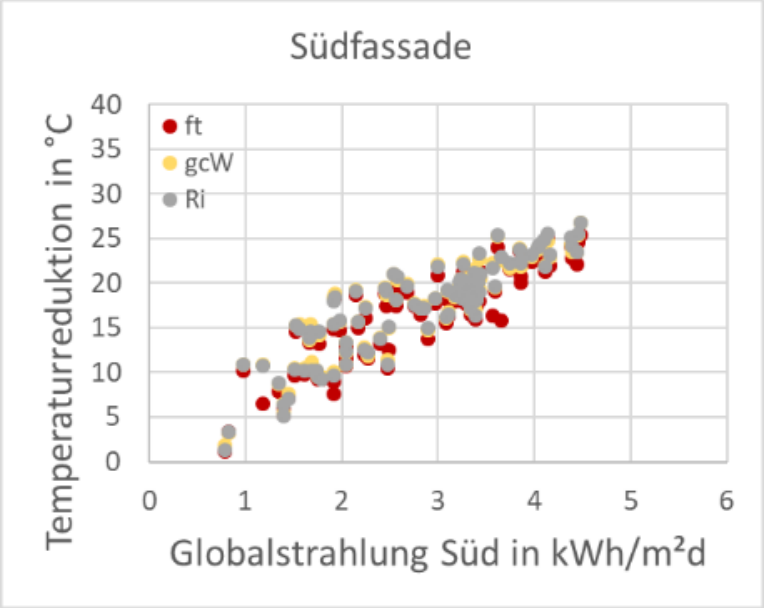
© Center for Applied Energy Research

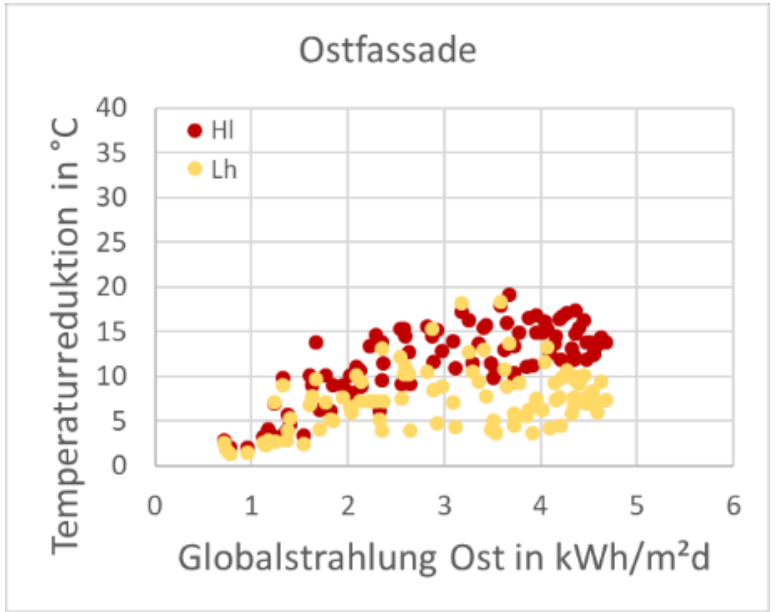
Messergebnisse - Freiland (Sommerfall)

WANDOBERFLÄCHENTEMPERATUR

- Reduktion korreliert mit solarer Einstrahlung
- Max. Temperaturreduktion:
  - 25 – 35 °C auf Westfassade (wandgebunden)
  - 20 – 27 °C auf Südfassade (wandgebunden)
  - 5 – 20 °C auf Ostfassade (bodengebunden)





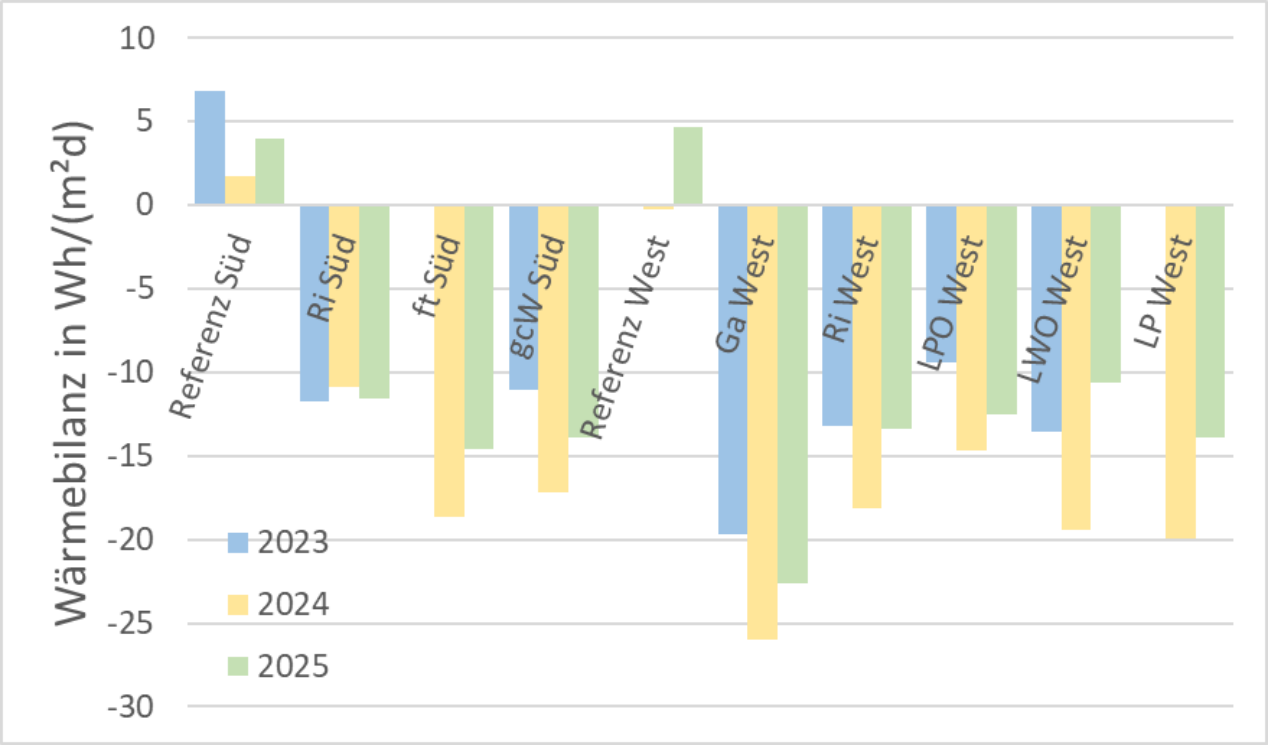


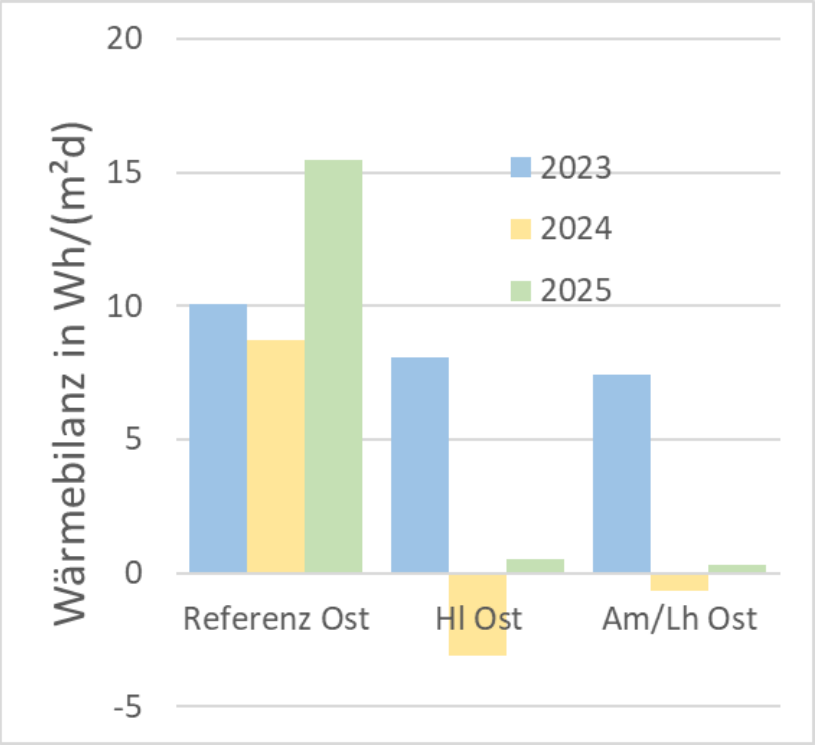
© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Sommerfall)

WÄRMEBILANZ

- Referenzwände zeigen i.d.R. positive Wärmebilanz (Wärmeeinträge, hohe Kühllasten!)
- Wände mit wandgebundener Fassadenbegrünung zeigen deutlich negative Wärmebilanz (mehr Wärmeverluste als –einträge, geringe Kühllasten)
- Wände mit bodengebundener Fassadenbegrünung zeigen ausgeglichene Wärmebilanz





© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse – Freiland (Sommerfall)

FAZIT

- Fassadenbegrünung bewirkt Reduktion der maximalen Wandoberflächentemperaturen (Verschattung, Verdunstungskühlung) und Erhöhung der minimalen Wandoberflächentemperaturen
  → geringere Temperaturbelastung der Wandmaterialien

- Fassadenbegrünung bewirkt Kühleffekt im Raum (negative Wärmebilanz: in Summe mehr Wärmeverluste als –einträge)
  → geringere Kühllasten, potentielle Energieeinsparung

- Wandgebundene Systeme zeigen größere Effekte (Vollverschattung) als bodengebundene

- Effekte abhängig von Wandaufbau (Dämmstandard, solarer Absorptionsgrad)

  → Simulationsstudien

© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Winterfall)

Herbst 2023

Frühjahr 2024

Herbst 2024

Frühjahr 2025

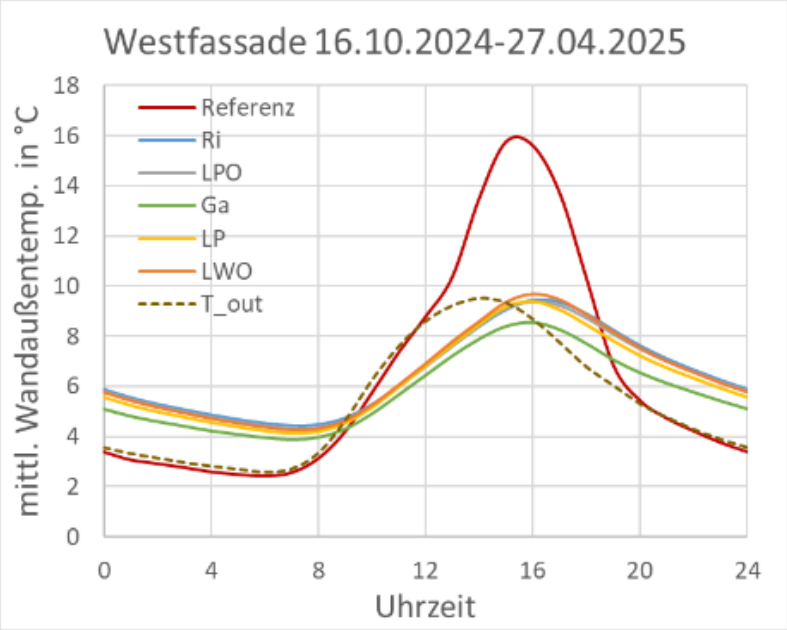
© Center for Applied Energy Research

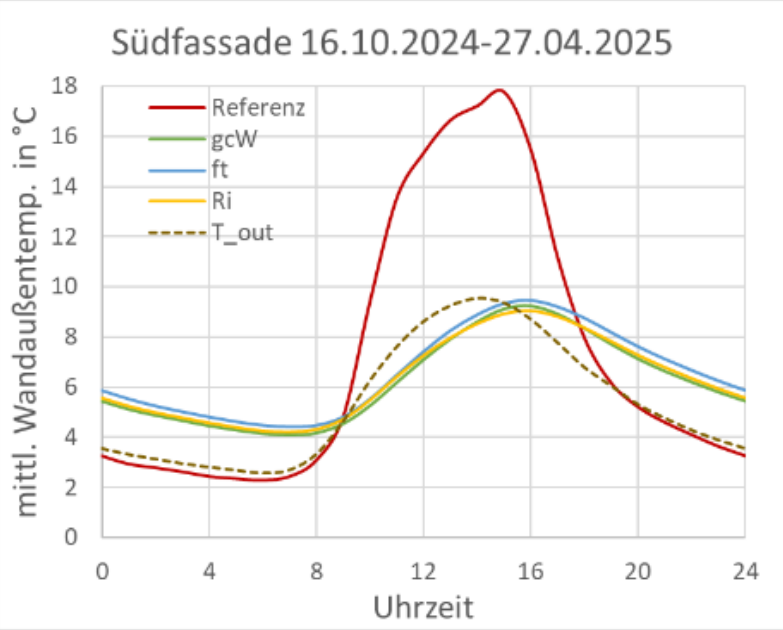
Messergebnisse - Freiland (Winterfall)

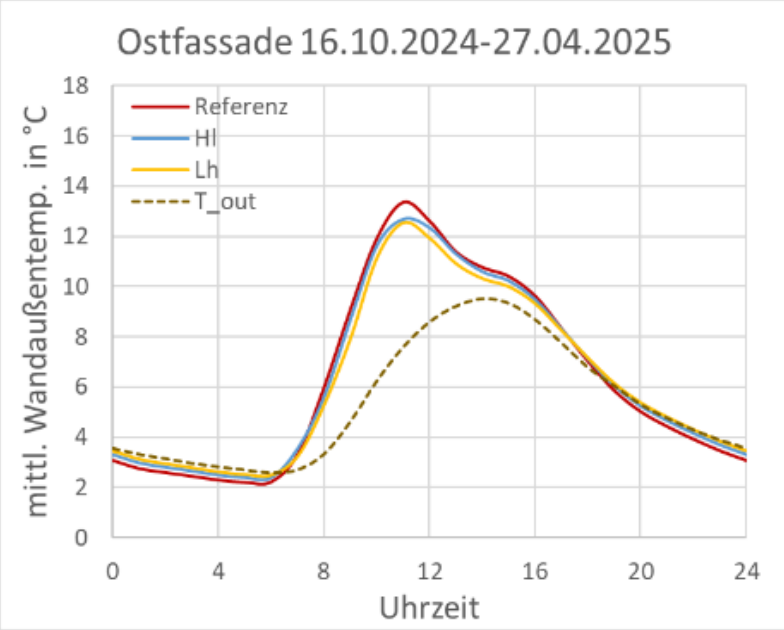
WANDOBERFLÄCHENTEMPERATUR

- Fassadenbegrünung reduziert Wandoberflächentemperaturen tagsüber und erhöht diese nachts

  → geringere Temperaturbelastung der Wandmaterialien
- Wandgebundene Systeme zeigen großen Effekt
- Bodengebundene Systeme zeigen geringeren Effekt





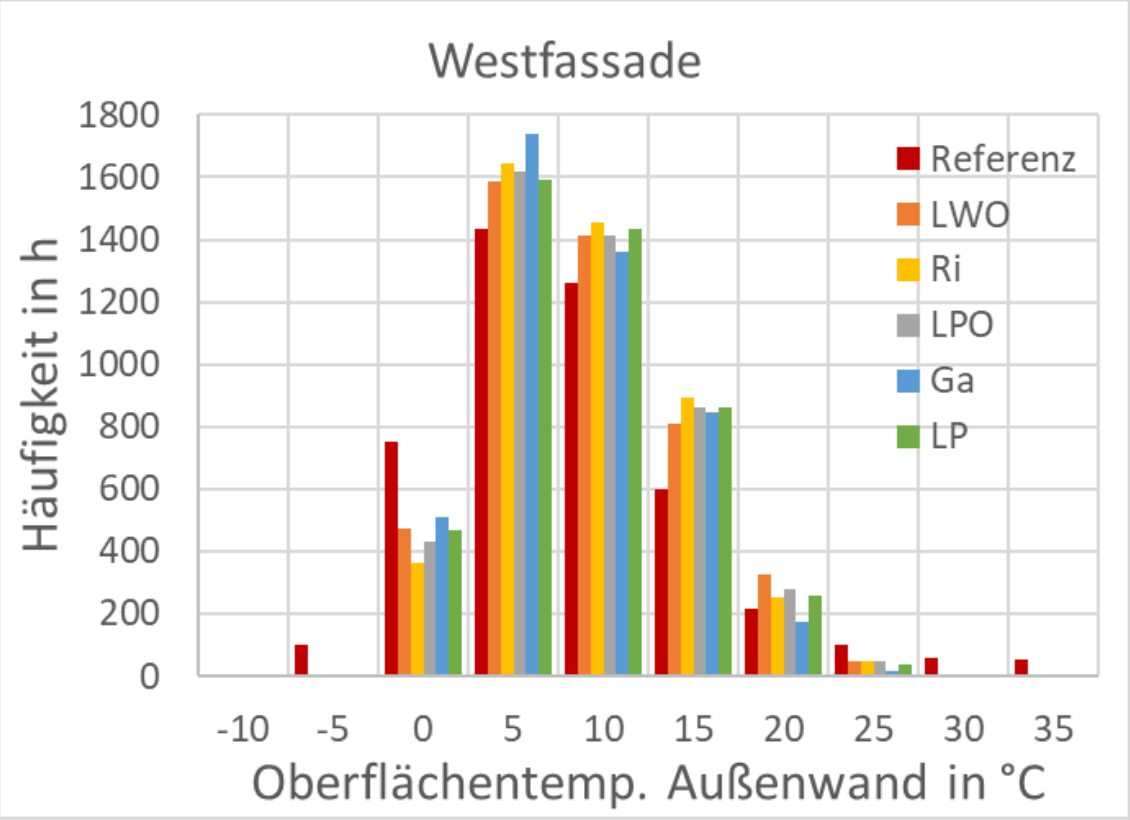


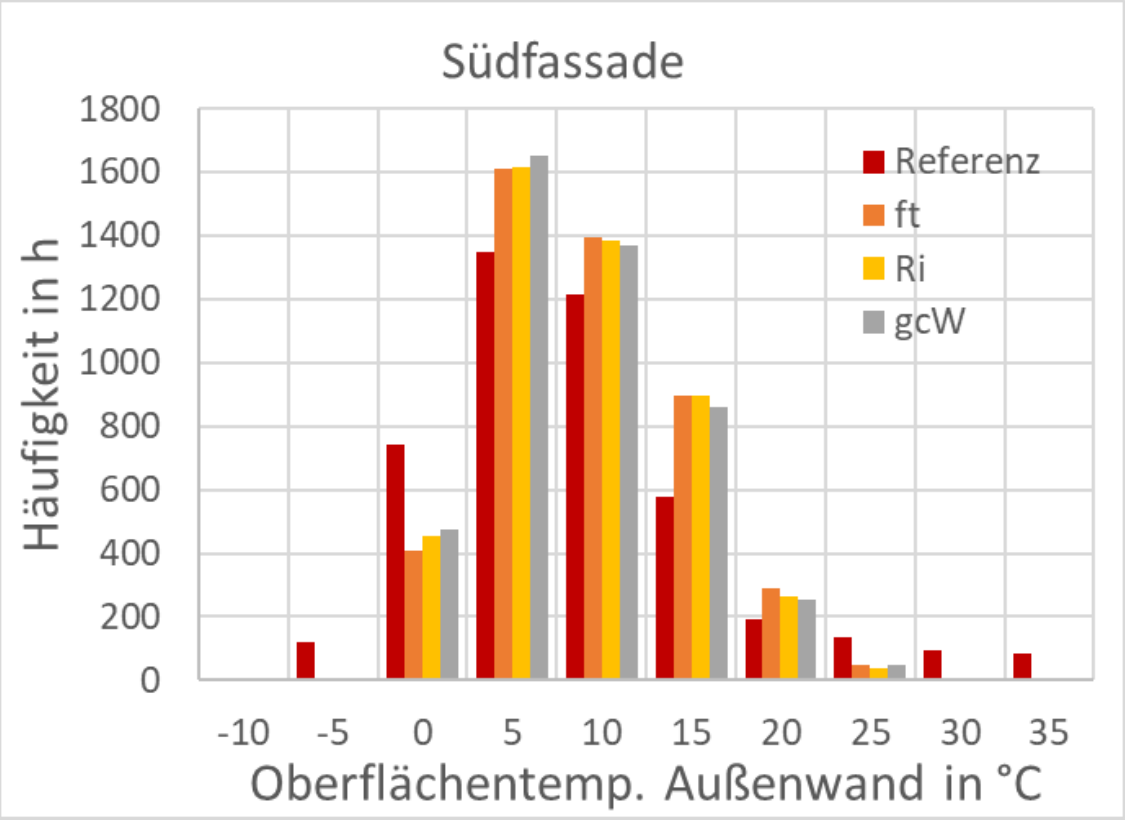
© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Winterfall)

WANDOBERFLÄCHENTEMPERATUR

- Zeiten mit Wandoberflächentemperaturen unter 0 °C können durch Fassadenbegrünung stark reduziert werden





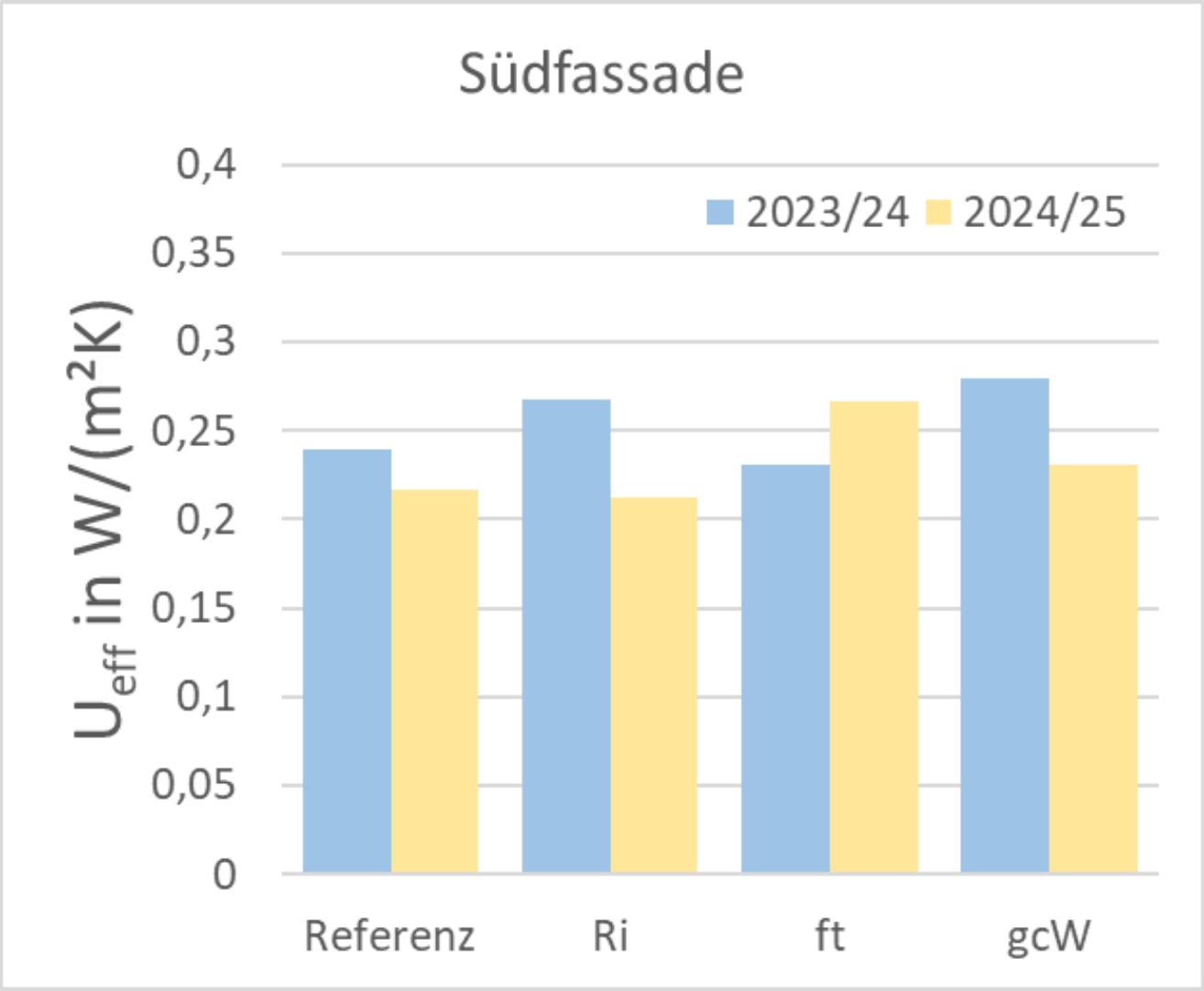
© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Winterfall)

U-Wert

- Fassadenbegrünung kann effektiven U-Wert reduzieren, diesen aber auch erhöhen

- Effekt abhängig von solarem Absorptionsgrad der Wand und Intensität der Solarstrahlung

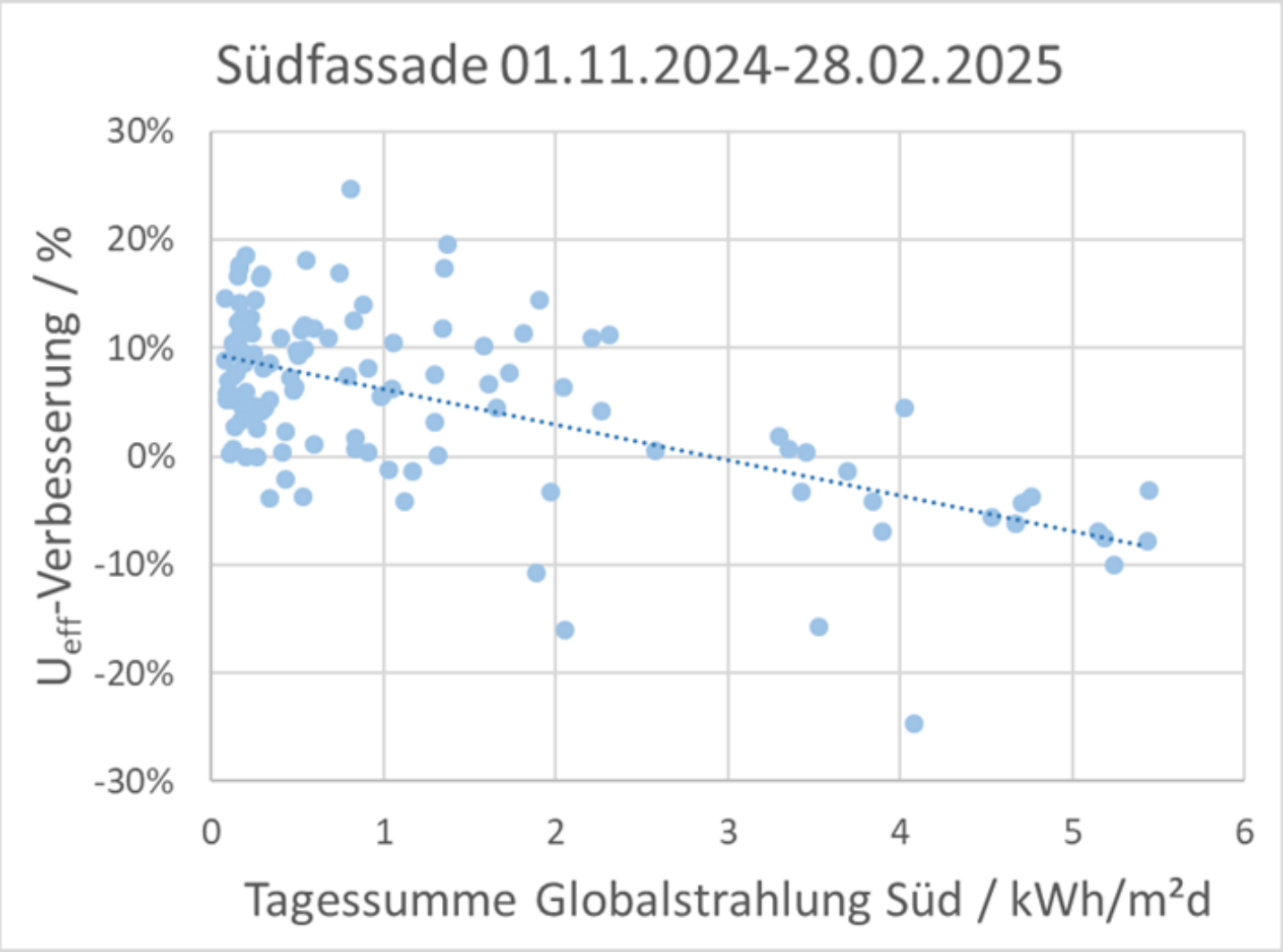


© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse - Freiland (Winterfall)

U-Wert

- Fassadenbegrünung kann effektiven U-Wert reduzieren, diesen aber auch erhöhen
- Effekt abhängig von solarem Absorptionsgrad der Wand und Intensität der Solarstrahlung
- An sonnenreichen Tagen i.d.R. Verschlechterung des U-Wertes (Verschattung durch Begrünung reduziert solare Wärmegewinne)



© Center for Applied Energy Research

Messergebnisse – Freiland (Winterfall)

FAZIT

- Fassadenbegrünung bewirkt Reduktion der maximalen Wandoberflächentemperaturen (Verschattung, Verdunstungskühlung) und Erhöhung der minimalen Wandoberflächentemperaturen
  → geringere Temperaturbelastung der Wandmaterialien

- Fassadenbegrünung kann Wärmeverluste im Winter reduzieren, diese aber auch erhöhen
  → potentielle Energieeinsparung aber evtl. auch Mehrverbrauch

- Effekte abhängig von Wandaufbau (Dämmstandard, solarer Absorptionsgrad), Fassadenorientierung und Solarenergieangebot

  → Simulationsstudien

© Center for Applied Energy Research

Gliederung

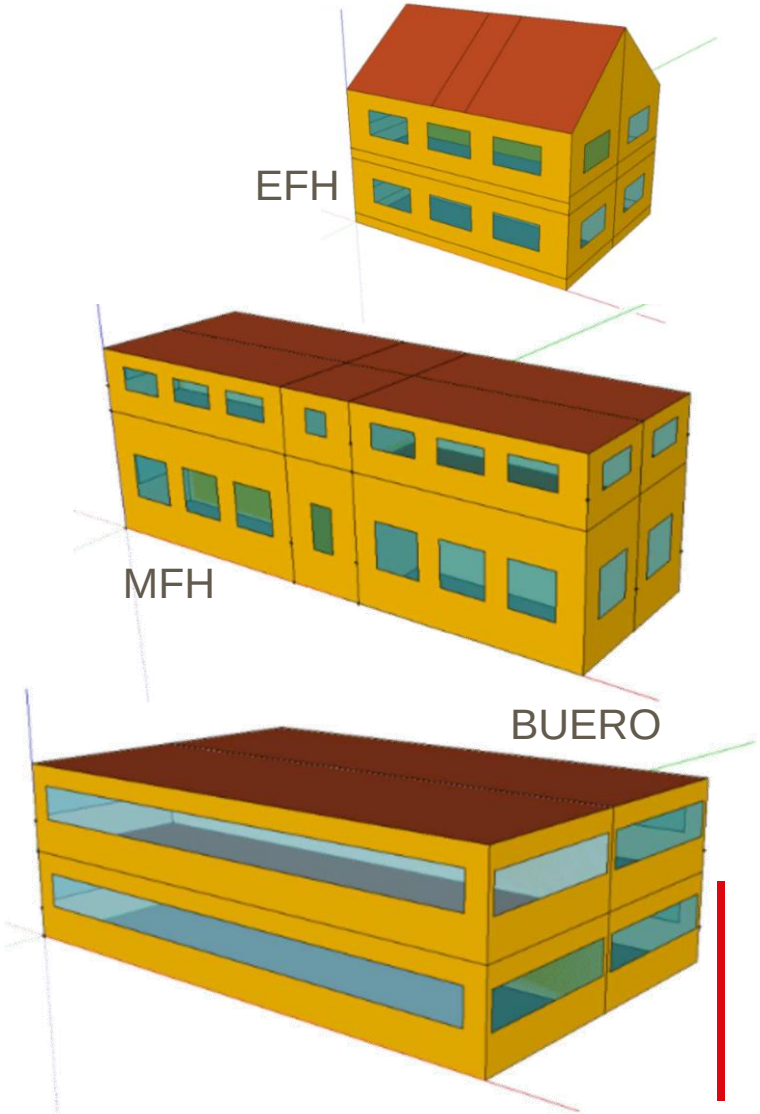
- Einführung
- Messergebnisse
- **SIMULATIONSERGEBNISSE**
- Zusammenfassung

© Center for Applied Energy Research

Ergebnisse

Simulationsdesign

- Drei unterschiedliche Gebäudetypen:
  - Einfamilienhaus (EFH)
  - Mehrfamilienhaus (MFH)
  - Bürogebäude (BUERO)
- Vier unterschiedliche Dämmstandards:
  - Effizienz (Neu+): HWB ≈ 40-70 kWh/(m²a)
  - Neubau (Neu): HWB ≈ 80-95 kWh/(m²a)
  - Altbau (Alt): HWB ≈ 160-170 kWh/(m²a)
  - „Ungedämmt“ (Alt-): HWB ≈ 330-420 kWh/(m²a)
- Heizung 21°C, Kühlung 24°C
- Klimadaten für Berlin und Würzburg, 2020 und 2050
- Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung:
  - Referenzfassade mit α_s = 0,4 / 0,6 / 0,8
  - 2 Grünfassaden: Standard (FGR), „Gedämmt“ (FGR+)

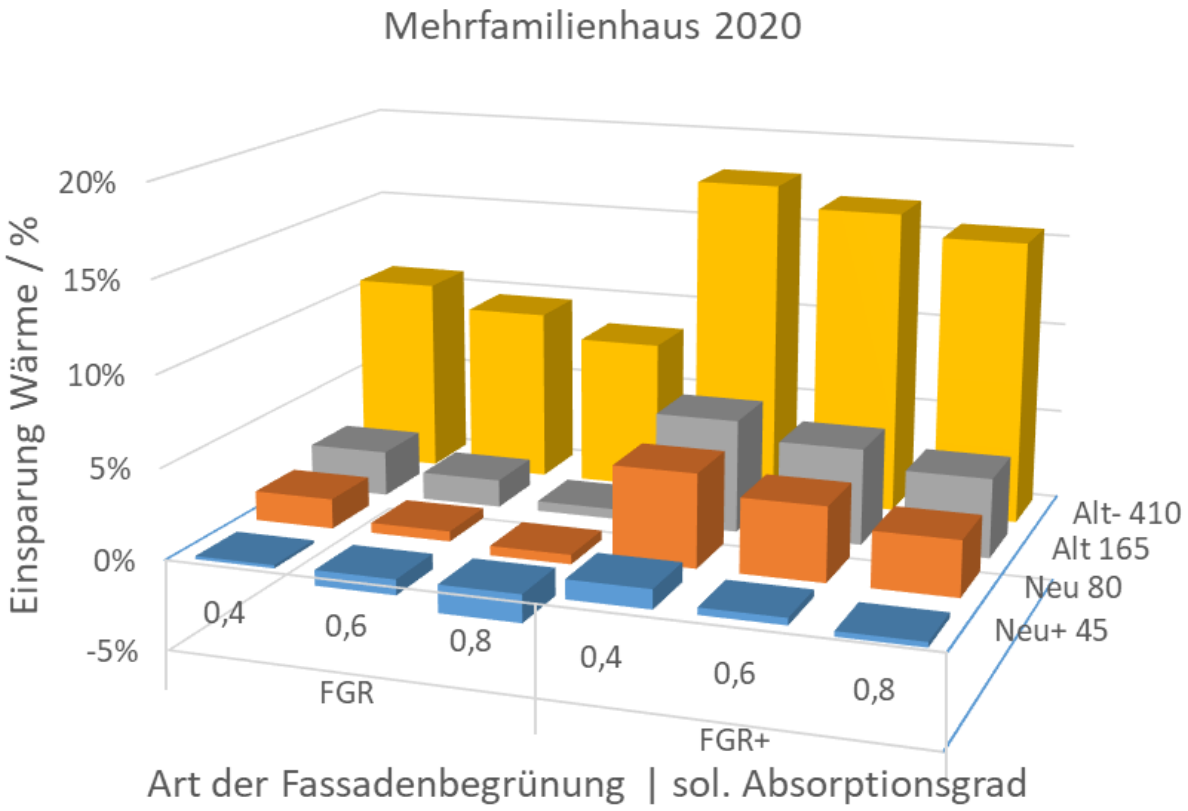


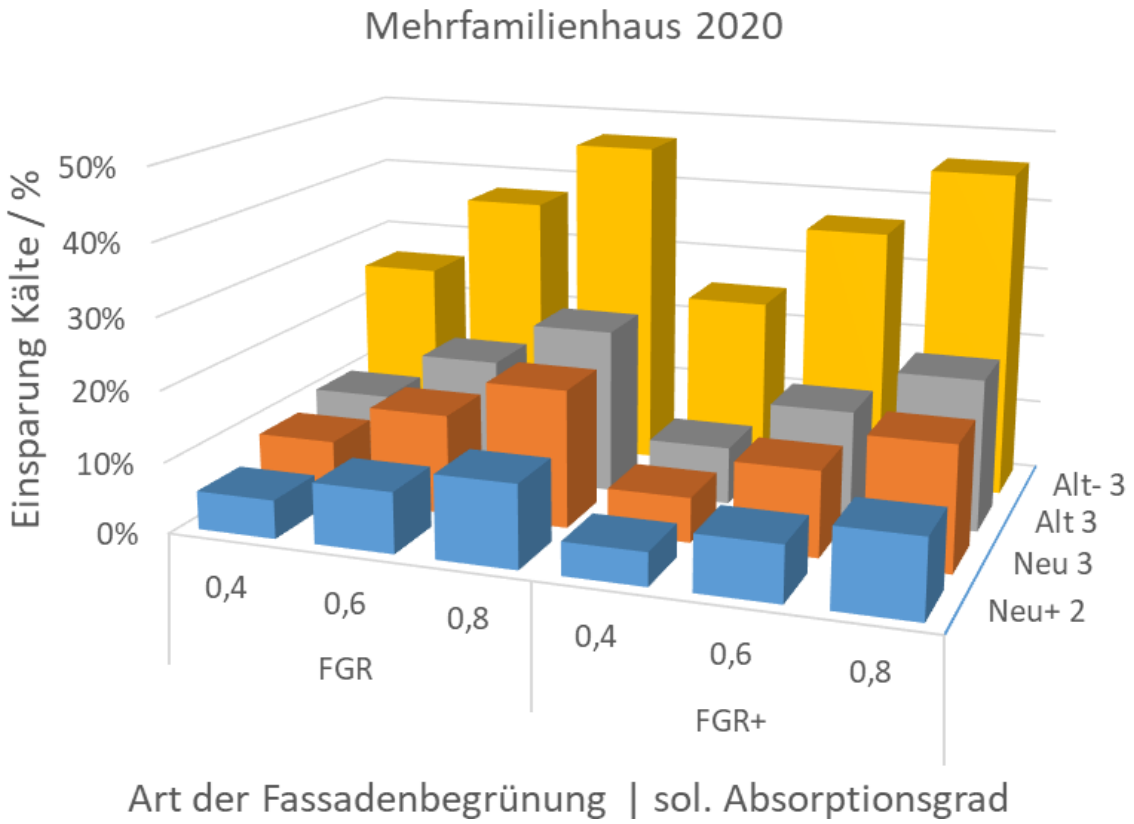
© Center for Applied Energy Research

Ergebnisse

Simulationsergebnisse Mehrfamilienhaus in Berlin bei Vollbelegung

Die vollständigen Ergebnisse sind im U-green Berechnungstool hinterlegt



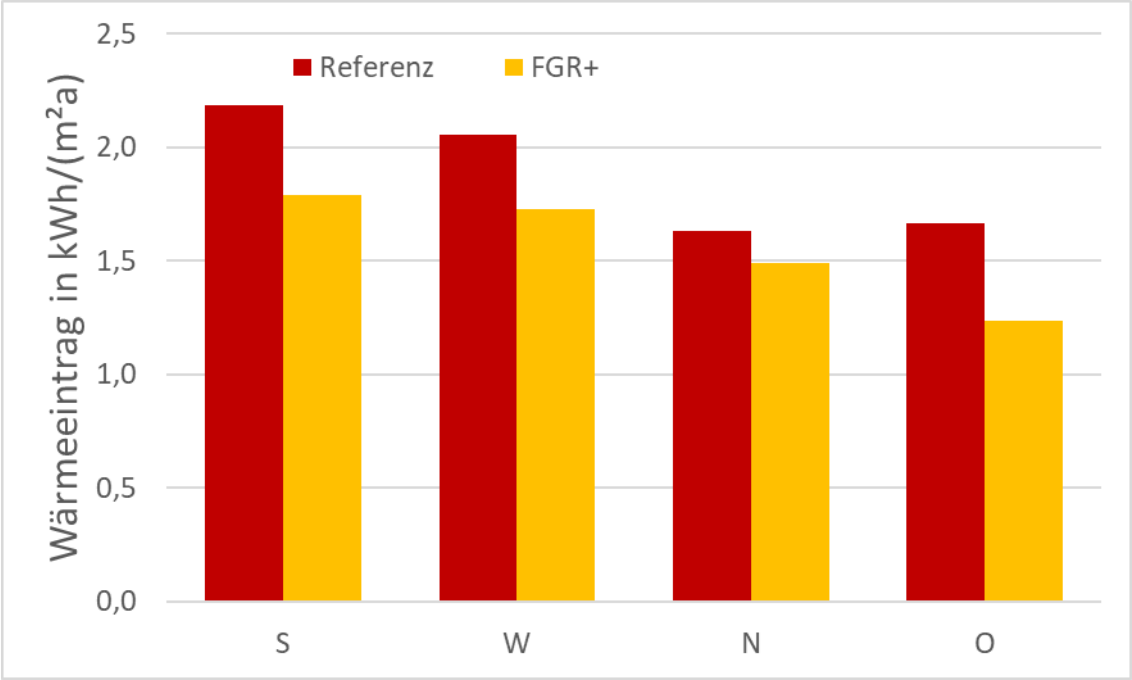


© Center for Applied Energy Research

Ergebnisse

Simulationen Fassadenbegrünung (Details – Sommer)

- Mehrfamilienhaus (MFH)
- Dämmstandard Neu+: HWB ≈ 40 kWh/(m²a)
- Solarer Absorptionsgrad der Fassade α_s = 0,6

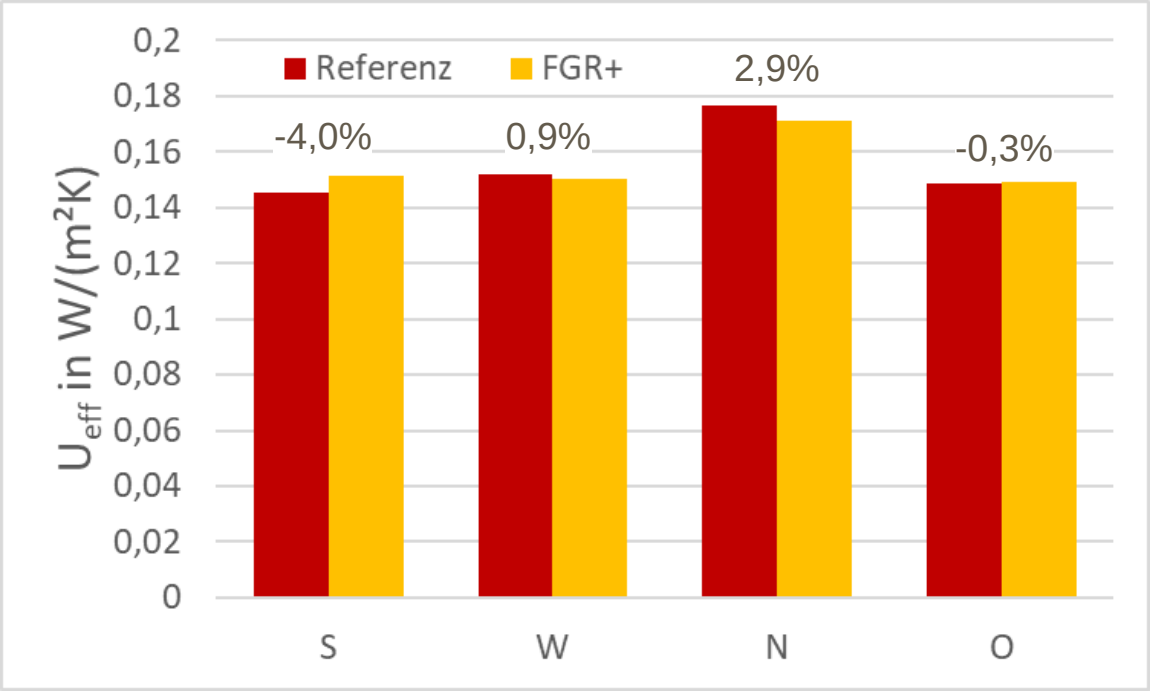


© Center for Applied Energy Research

Ergebnisse

Simulationen Fassadenbegrünung (Details – Winter)

- Mehrfamilienhaus (MFH)
- Dämmstandard Neu+: HWB ≈ 40 kWh/(m²a)
- Solarer Absorptionsgrad der Fassade α_s = 0,6



© Center for Applied Energy Research

Gliederung

- Einführung
- Messergebnisse
- Simulationsergebnisse
- **ZUSAMMENFASSUNG**

© Center for Applied Energy Research

Zusammenfassung

Einsparpotenzial Fassadenbegrünung

Sommerfall:

- Fassadenbegrünung kann Kältebedarf signifikant reduzieren, vor allem bei schlechter gedämmten und/oder dunkleren Fassaden.
- “Ungedämmte” Fassadenbegrünung vorteilhaft.
- Süd-, West- und Ostorientierung am effektivsten.

Winterfall:

- Fassadenbegrünung kann Wärmebedarf reduzieren, vor allem bei schlechter gedämmten und/oder helleren Fassaden. Bei dunkleren und/oder gut gedämmten Fassaden kann sich der Wärmebedarf aber auch leicht erhöhen.
- “Gedämmte” Fassadenbegrünung vorteilhaft.
- Nordorientierung am effektivsten.

Allgemein:

- Am Klimastandort Deutschland i.d.R. Wärmebedarf dominant → “gedämmte” Fassadenbegrünung.

© Center for Applied Energy Research

Danke für Ihre Aufmerksamkeit…

… und danke dem Team und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Dr. Helmut Weinläder | CAE | Center for Applied Energy Research e.V.
T + 49 (0) 931 70564-348 | helmut.weinlaeder@cae-zerocarbon.de

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

© Center for Applied Energy Research