

04. März 2026, EWB-Stunde

U-GREEN – ENERGIEEINSPARPOTENZIAL VON FASSADEN- UND DACHBEGRÜNUNG

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



Gliederung

- **MOTIVATION**
- Durchgeführte Arbeiten
- Wesentliche Ergebnisse
- Resümee & Ausblick

Ausgangszustand

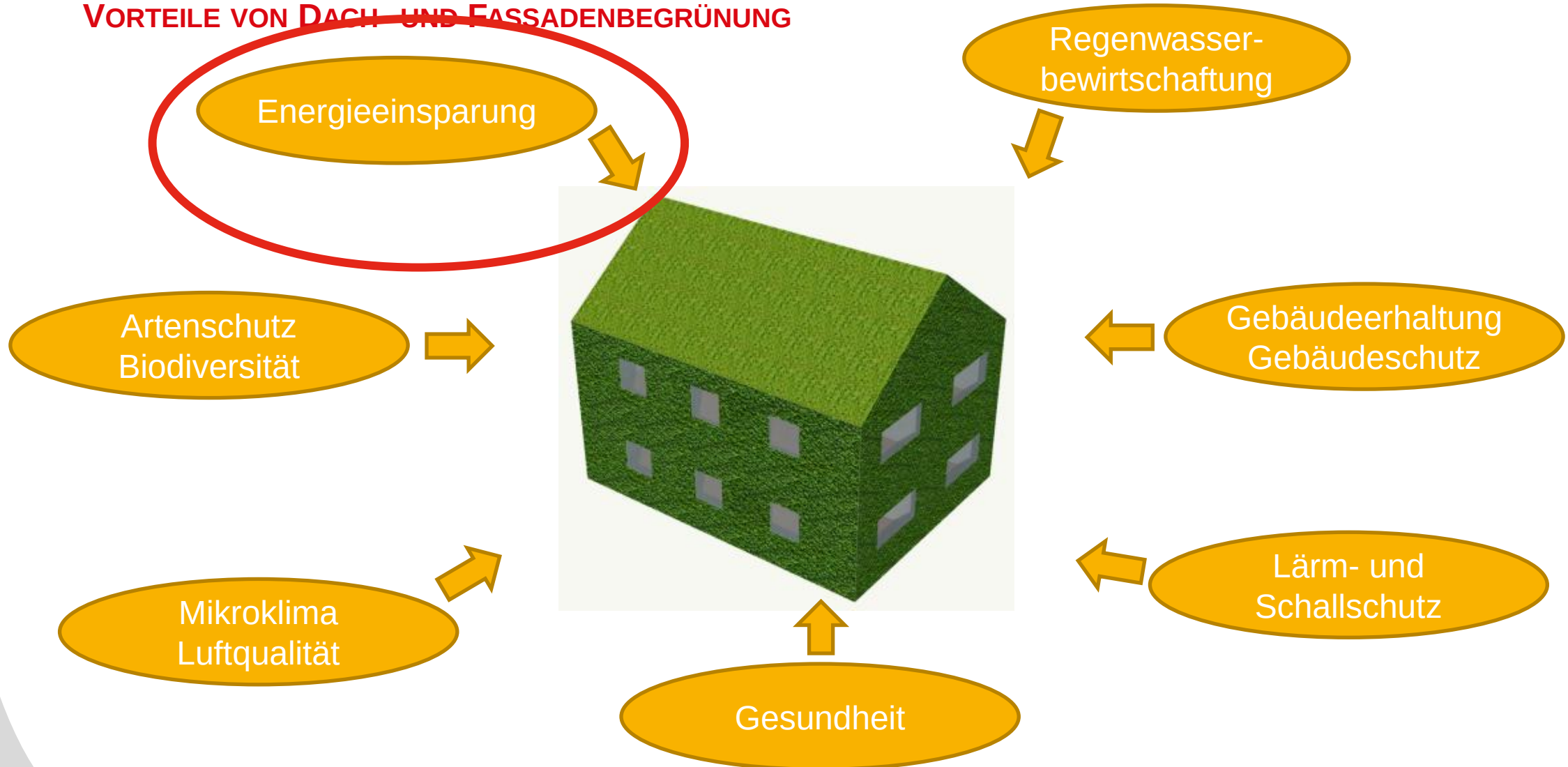
GEBÄUDEBEGRÜNUNG

- Dach-, Fassaden & Innenraumbegrünung
- U-green: Fokus auf Dach- und Fassadenbegrünung



Ausgangszustand

VORTEILE VON DACH- UND FASSADENBEGRÜNUNG



Problemstellung

INKONSISTENTE DATEN ZUM ENERGIEEINSPARPOTENZIAL VON GEBÄUDEBEGRÜNUNG

- -0,36% (Mehrbedarf) bis 62,5% für Heizwärme, 0,4% bis 76% für Kühlung¹
- Unterschiedliche Methoden (Messgrößen, Messverfahren)
- Unterschiedliche Randbedingungen (Klimastandort, Dämmstandard der Gebäude)
- Fehlende Angaben wesentlicher Einflussgrößen (z.B. solarer Absorptionsgrad der dahinterliegenden bzw. Referenzfassade)

→ **ERSTELLUNG EINER FUNDIERTEN DATENBASIS FÜR DEUTSCHLAND:**

F&E-PROJEKT U-GREEN

¹ S. Seyam, The impact of greenery systems on building energy: Systematic review, Journal of Building Engineering 26 (2019), 10.1016/j.job.2019.100887

VERBUNDVORHABEN: ENOB: U-GREEN – BAUPHYSIKALISCHE BEWERTUNG VON FASSADEN- UND DACHBEGRÜNUNGEN

KOOPERATIONSPARTNER

- Center for Applied Energy Research e.V. (CAE)
→ Koordination, Messmethoden, Charakterisierung (Labor & Freiland), thermische Simulation
- Technische Universität Berlin (TUB), Institut für Ökologie, FG Stadtökologie
→ Messmethoden Substrate und Testfassaden, Simulation
- Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)
→ Pflanzenauswahl, -beschaffung & -pflege
- Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG)
→ Beratung und Wissenstransfer
- Beratungsstelle Energieeffizienz und Nachhaltigkeit (BEN) der Bayerischen Architektenkammer
→ Beratung

PROJEKTLAUFZEIT: 01.08.2021 – 31.10.2025

FÖRDERGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE)

FÖRDERKENNZEICHEN: 03EN1045 A-C

Projektziele

- Klassifizierung handelsüblicher Fassaden- und Dachbegrünungssysteme
- Entwicklung standardisierter Messverfahren
- Umfassende thermische Charakterisierung der Systeme hinsichtlich
 - Wärmedämmwirkung im Winter
 - Kühlwirkung im Sommer
- Systematische Ermittlung des Energieeinsparpotenzials für Gebäude und Standorte in Deutschland
- Vorbereitung entsprechender Berechnungs- und Bilanzierungsverfahren zur Implementierung der Systeme in Normen und Richtlinien



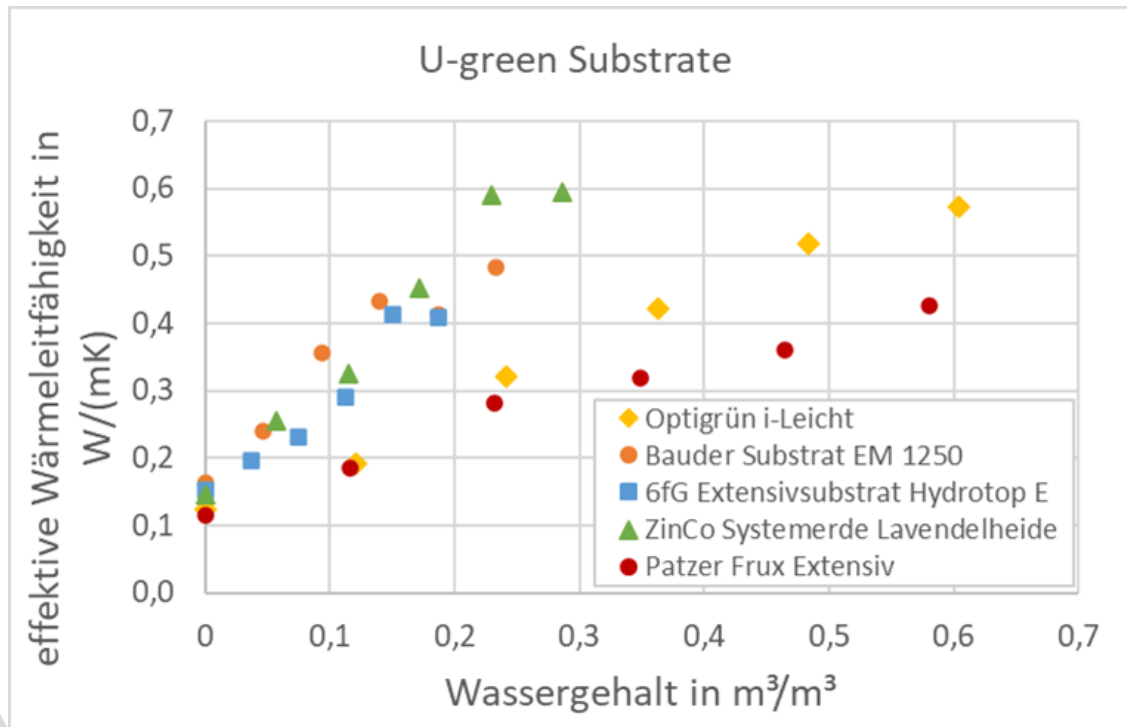
Gliederung

- Motivation
- **DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN**
- Wesentliche Ergebnisse
- Resümee & Ausblick

Labormessungen

CHARAKTERISIERUNG DER SUBSTRATE

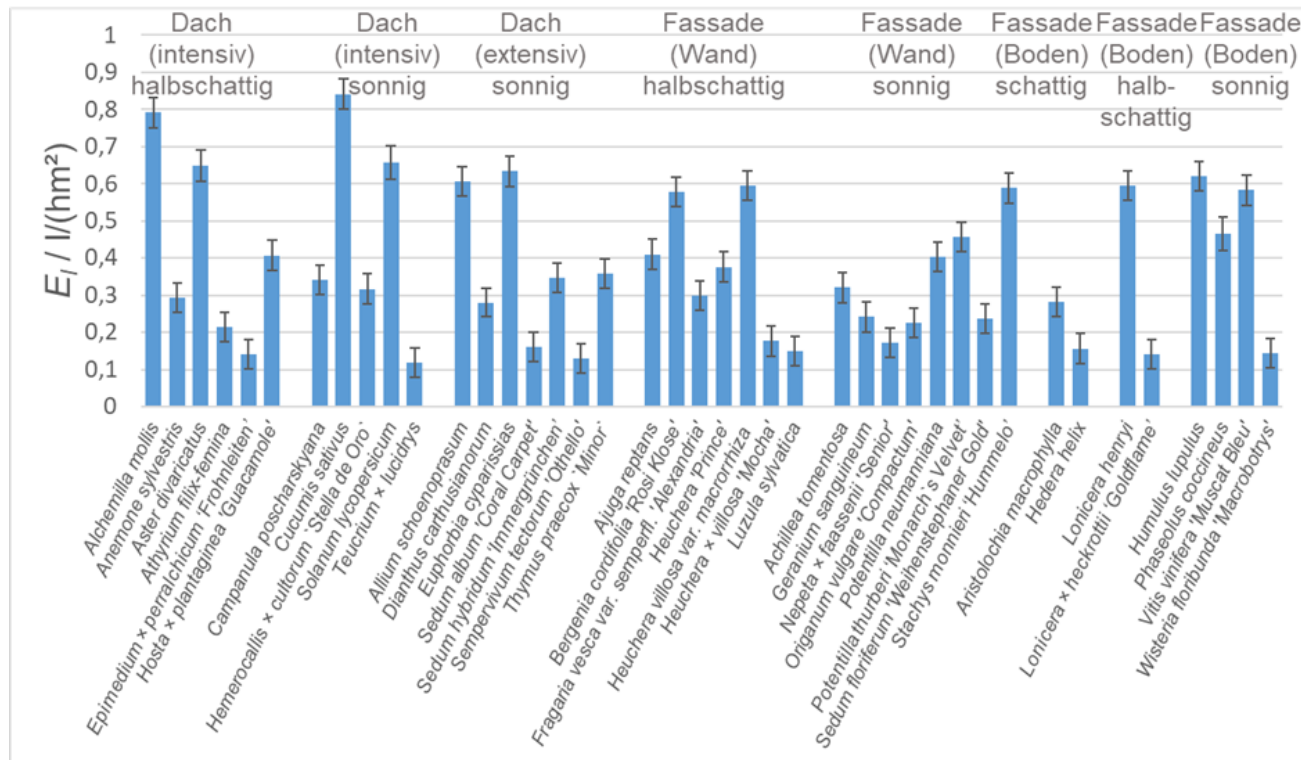
- Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Wasserretention
- Produktvergleich und –optimierung
- Datenkatalog für Simulationen



Labormessungen

VERDUNSTUNGSLEISTUNG VON PFLANZE & SUBSTRAT

- Wägung in Klimakammer
- Separate Erfassung Verdunstungsleistung Pflanze/Substrat
- Datenbasis für Planer und Fachbetriebe



Labormessungen

WÄRMEDURCHGANG (U-WERT) VON FASSADENBEGRÜNUNG

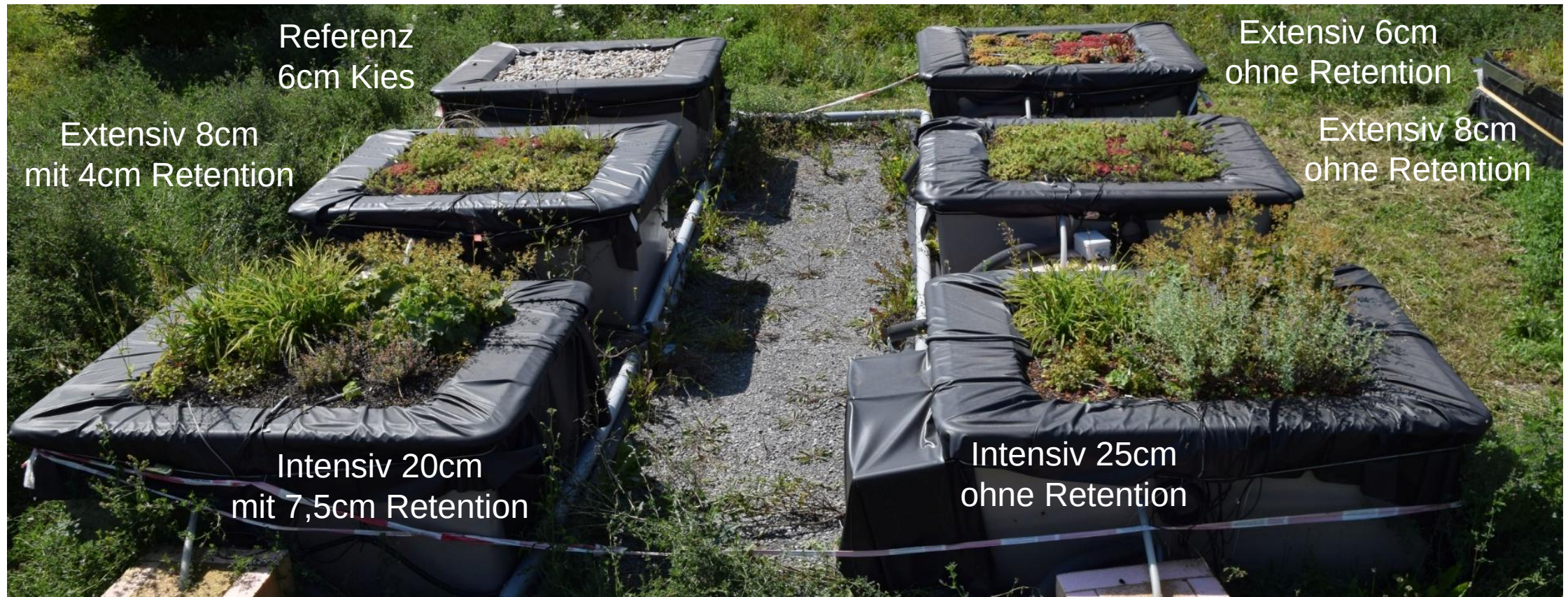
- Vermessung in Hot-Box
- Probenhalter gleichzeitig Referenzwand
- Ideale Anbringung (keine Wärmebrücken durch Befestigungssystem)
- Untersuchung des Einflusses von Hinterlüftung



Freilandmessungen

DACHBEGRÜNUNG

- Messung von fünf Dachbegrünungssystemen und Referenzdach (6cm Kies)
- U-Wert Dachdämmung jeweils $0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Freilandmessungen

FASSADENBEGRÜNUNG

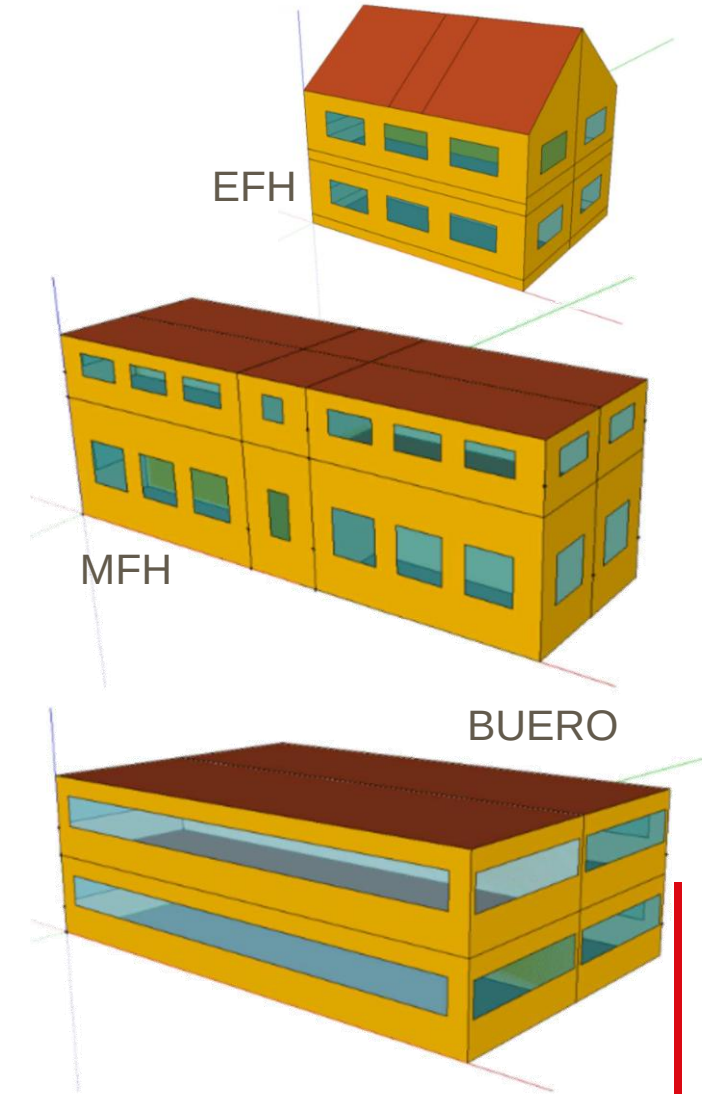
- Messung von wand- und bodengebundenen Fassadenbegrünungssystemen
- U-Wert Fassade am Klimahaus Süd in Würzburg 0,20 W/(m²K)



Simulationstudien

PARAMETERSTUDIE

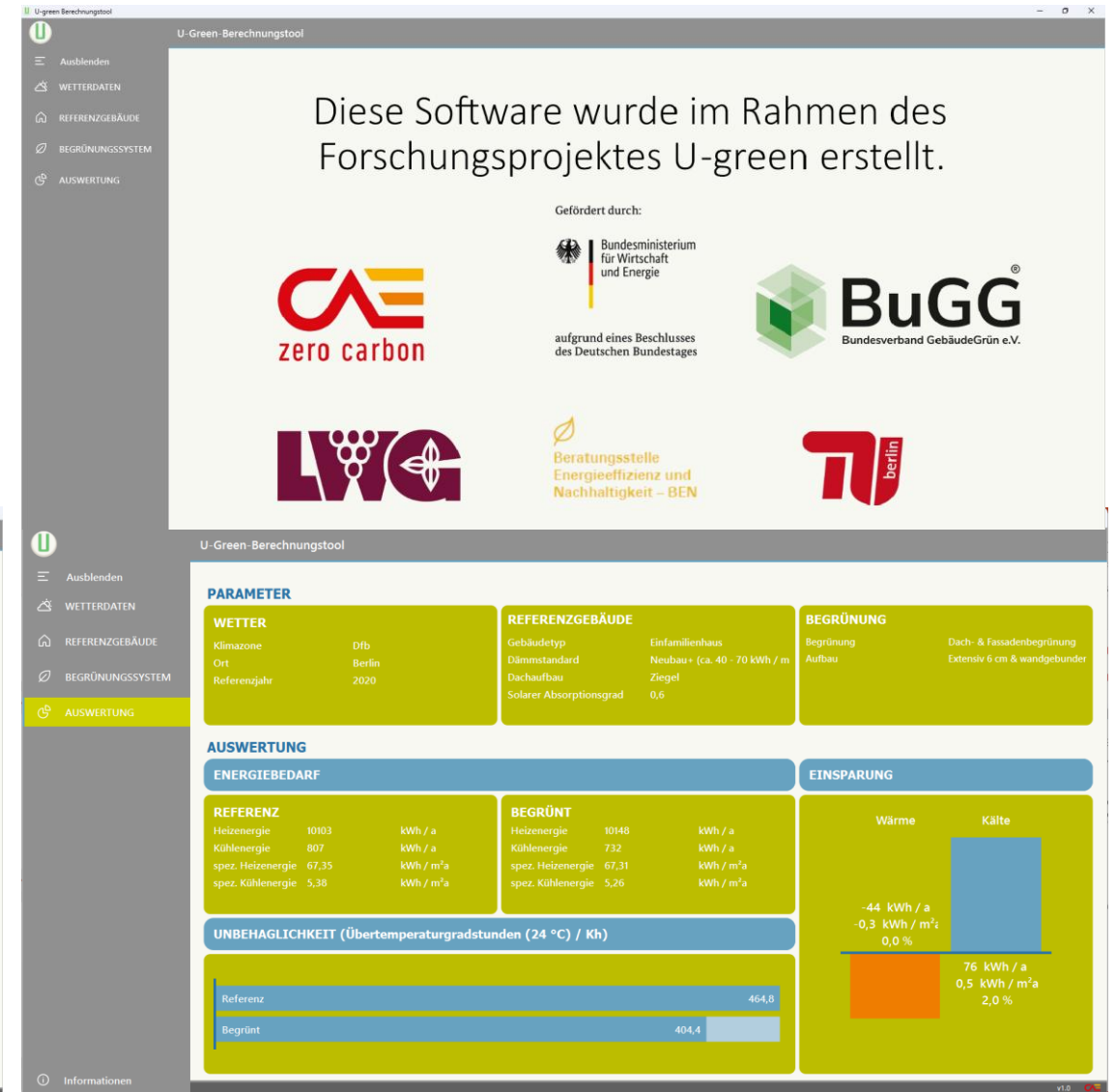
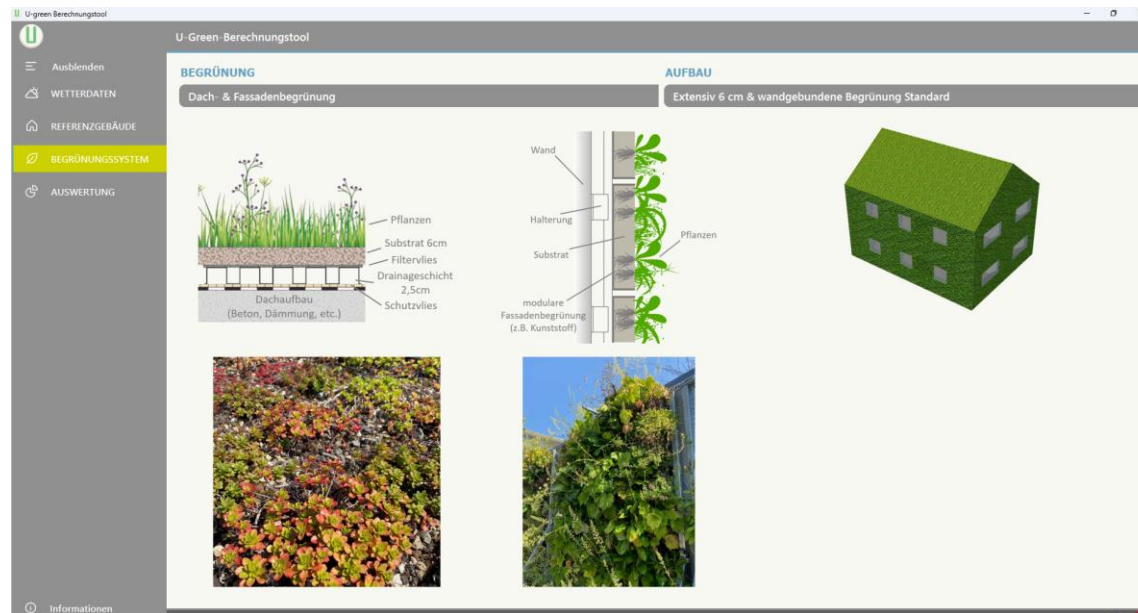
- Drei unterschiedliche Gebäudetypen
- Vier unterschiedliche Dämmstandards
- Regelung: Heizung 21°C, Kühlung 24°C
- Standorte Würzburg und Berlin 2020 und 2050
- Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
- 2 Gründachaufbauten:
 - Extensivdach (6cm) & Intensivdach (25cm)
 - Referenzdach 6cm Kies ($\alpha_s = 0,45$) / Ziegel/Blech ($\alpha_s = 0,6$)
- 2 wandgebundene Fassadenbegrünungssysteme:
 - Standard & „gedämmt“
 - Referenzfassade mit $\alpha_s = 0,4 / 0,6 / 0,8$



Berechnungstool

AUSLEGUNGSTOOL FÜR PLANER & FACHFIRMEN

- Hinterlegung der Simulationsdaten
- Einfache Erweiterbarkeit
- Download:
<https://www.gebaeudegruen.info/project/u-green-bauphysikalische-bewertung-von-fassaden-und-dachbegruenungen>



Gliederung

- Motivation
- Durchgeführte Arbeiten
- **WESENTLICHE ERGEBNISSE**
- Resümee & Ausblick

Labormessungen

WÄRMEDURCHGANG (U-WERT) VON FASSADENBEGRÜNUNG

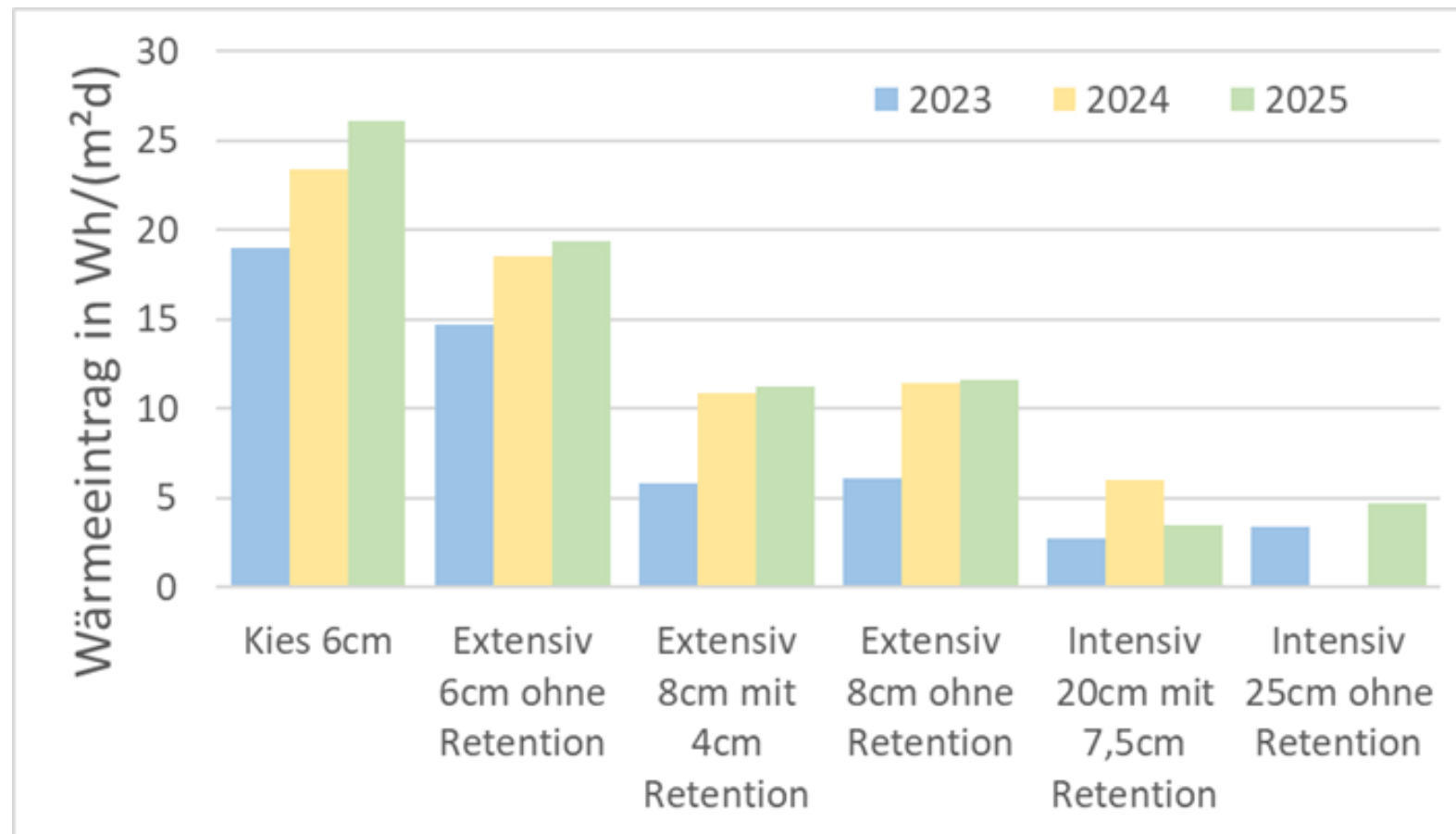
- Hinterlüftete Fassadenbegrünungen verbessern U-Wert der Referenzwand um rund 10%
- Ohne Hinterlüftung größerer Effekt (bis 30%)
- **Verzicht auf Hinterlüftung im Winter sinnvoll**
- **Labormessungen erfassen wichtige Effekte nicht (z.B. Solarstrahlung)!**

Systemaufbau	U-Wert in $W/(m^2K)$	ΔU
Leermessung	$0,83 \pm 0,02$	-
Gabionen (hinterlüftet)	$0,75 \pm 0,02$	10 %
Rinnen (hinterlüftet)	$0,74 \pm 0,02$	11 %
Living Wall Outdoor (hinterlüftet)	$0,74 \pm 0,02$	11 %
Living Panels (hinterlüftet)	$0,72 \pm 0,02$	13 %
Gabionen (nicht hinterlüftet)	$0,58 \pm 0,02$	30 %
Rinnen (nicht hinterlüftet)	$0,68 \pm 0,02$	18 %
Living Wall Outdoor (nicht hinterlüftet)	$0,69 \pm 0,02$	17 %
Living Panels (nicht hinterlüftet)	$0,64 \pm 0,02$	23 %

Freilandmessungen

DACHBEGRÜNUNG – SOMMER

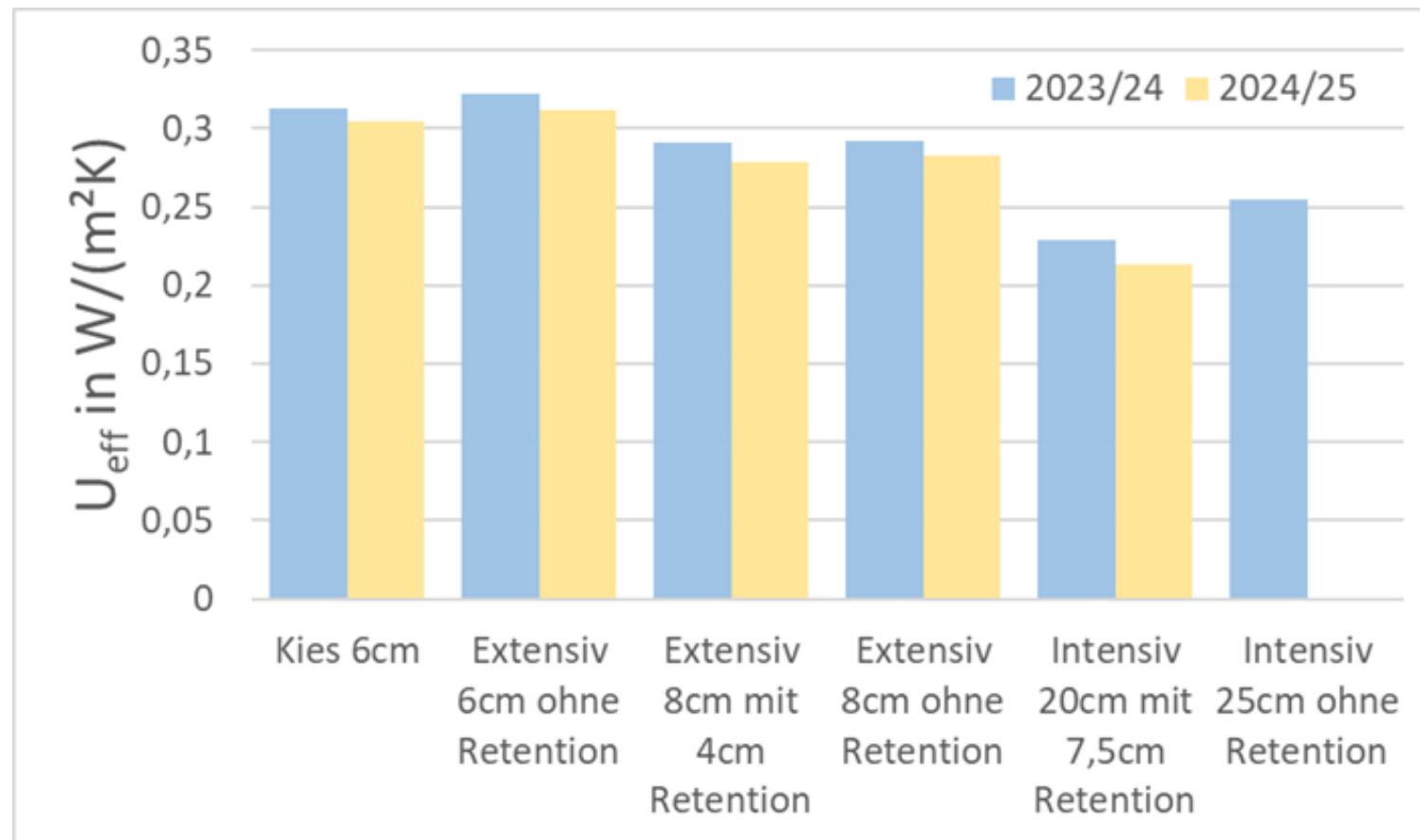
- Dachbegrünung reduziert Wärmeeintrag abhängig von Substratstärke



Freilandmessungen

DACHBEGRÜNUNG – WINTER

- Dachbegrünung verbessert Wärmedämmung bei dickeren Substratstärken



Freilandmessungen

DACHBEGRÜNUNG – WINTER

- Äquivalente Dämmstoffstärke der Gründachaufbauten im Vergleich zum Referenzkiesdach
- Hohe Substratstärken dämmen besser
- Retentionsschicht vorteilhaft

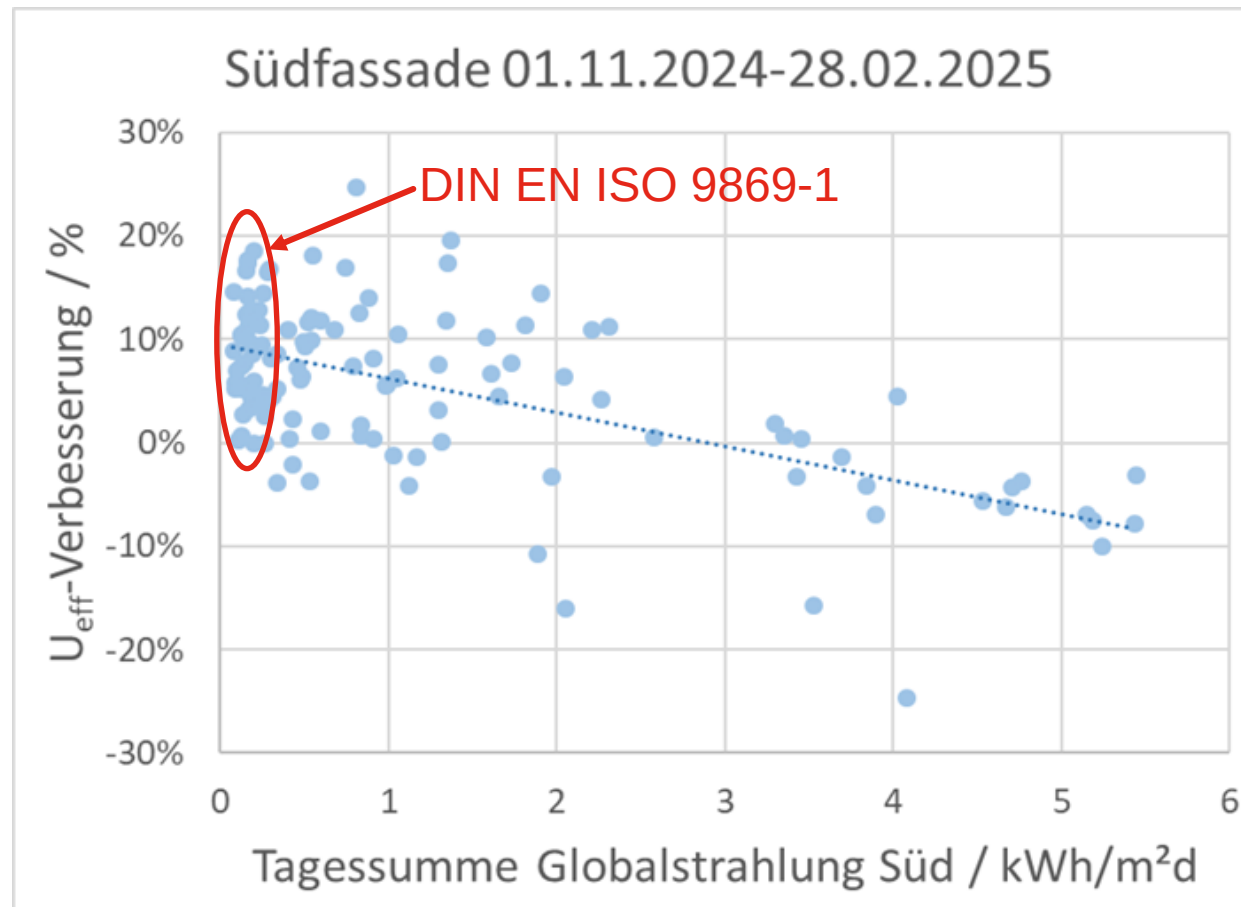
Dachaufbau	Reduktion Wärmeverluste	äquival. Dämmstoffstärke (WLG 040)
Extensiv 6 cm ohne Retention	- 3 %	- 4 mm
Extensiv 8 cm mit 4 cm Retention	8 %	11 mm
Extensiv 8 cm ohne Retention	7 %	9 mm
Intensiv 20 cm mit 7,5 cm Retention	28 %	51 mm
Intensiv 25 cm ohne Retention	17 %	27 mm

Freilandmessungen

FASSADENBEGRÜNUNG – WINTER

- Effekte stark abhängig von solarer Einstrahlung (dynamische Langzeitmessungen notwendig!)

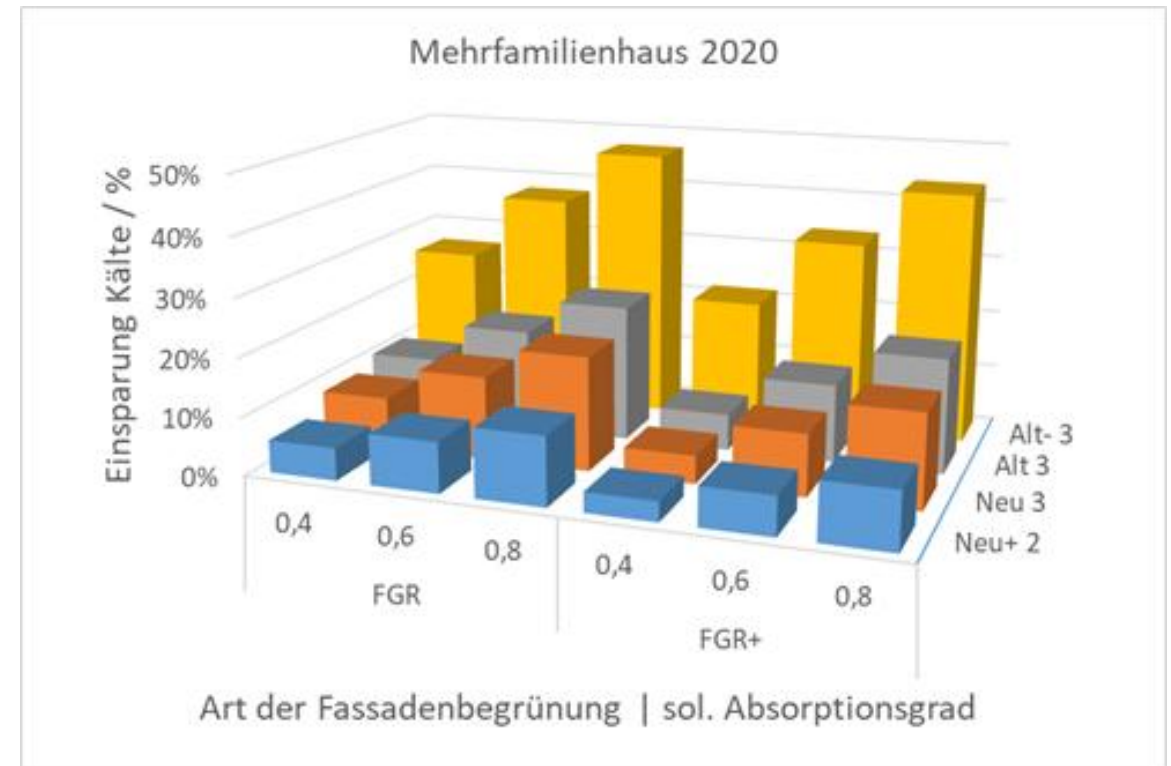
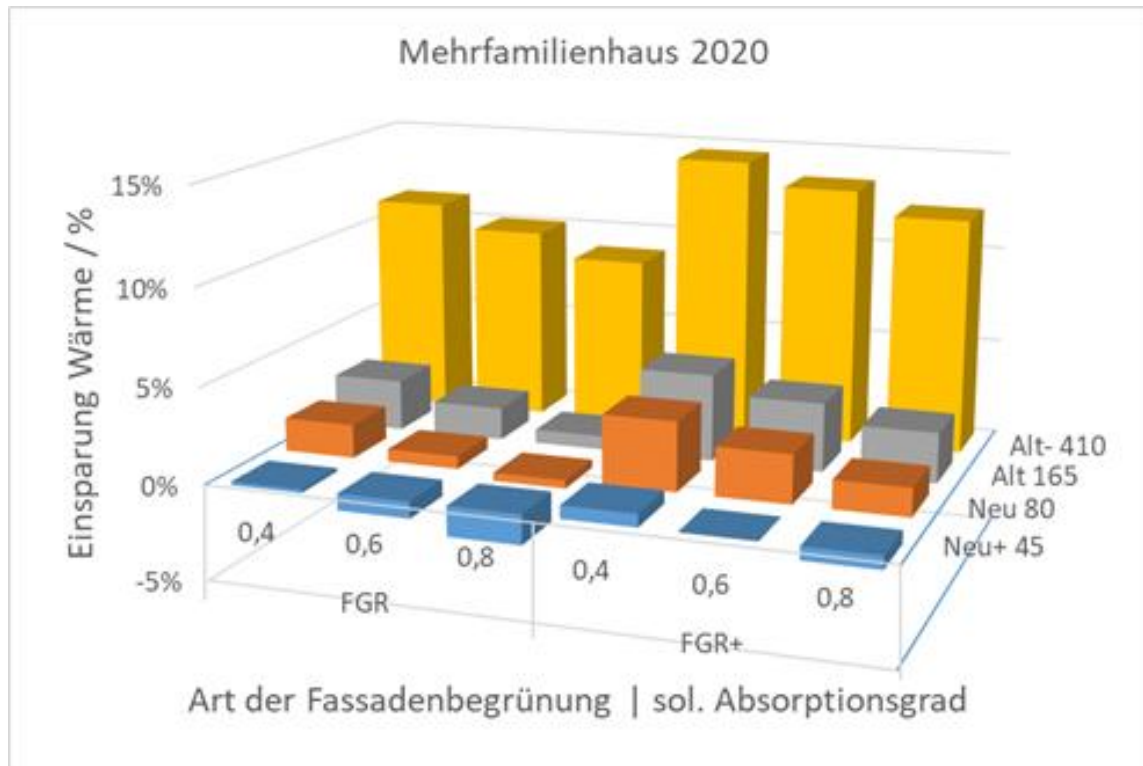
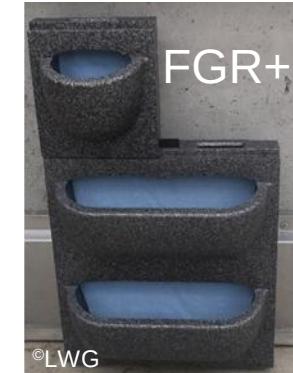
Stationäre Verfahren
bilden Effekte nicht
realistisch ab!



Simulationsstudien

FASSADENBEGRÜNUNG

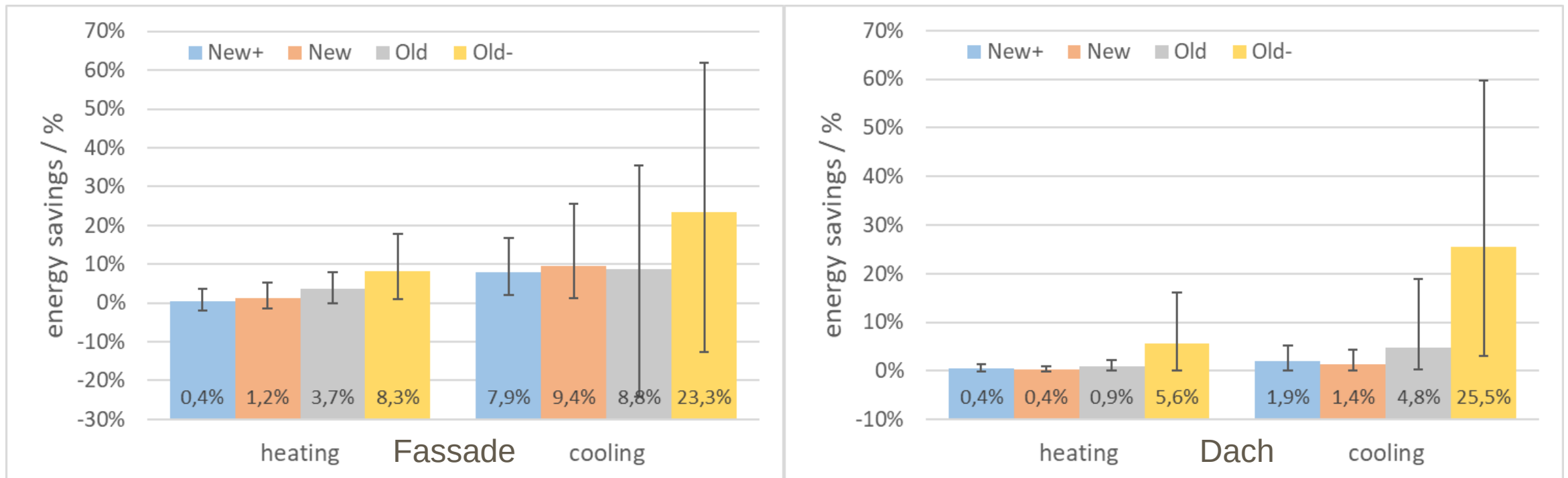
- Klimadaten Berlin 2020
- Vollbelegung durch Fassadenbegrünung



Simulationsstudien

FASSADEN-/DACHBEGRÜNUNG 2020

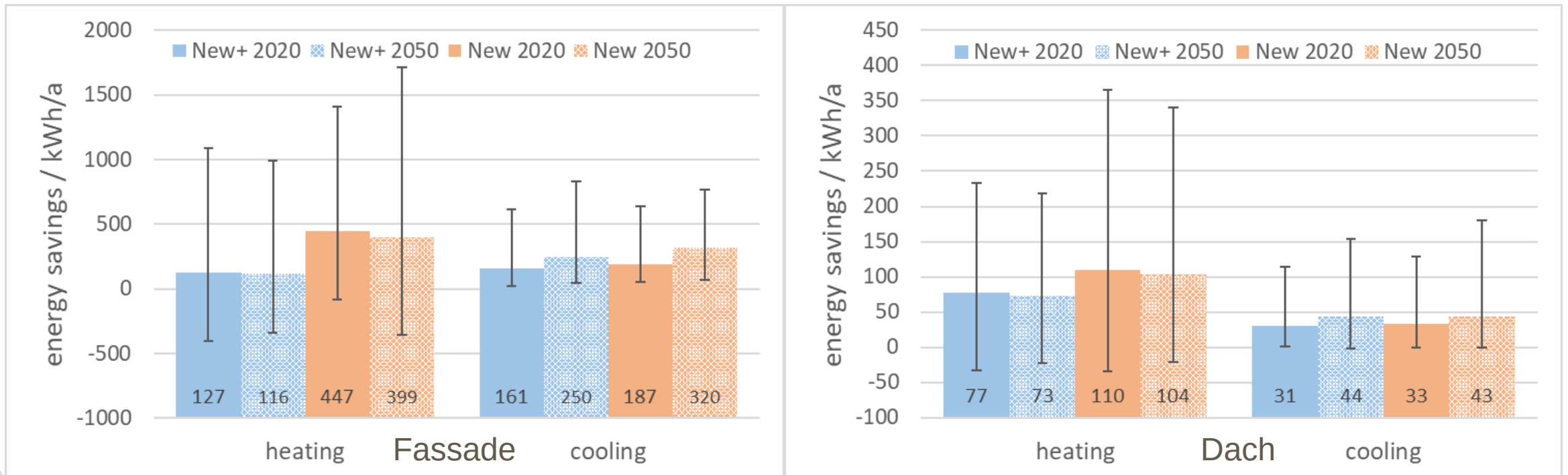
- Einsparpotenzial Heizwärme bei Neubauten gering
- Einsparpotenzial Kälte generell größer, stärkere Variation



Simulationsstudien

FASSADEN-/DACHBEGRÜNUNG 2020/2050

- Klimaerwärmung wird Heizwärmebedarf zukünftig verringern und Kältebedarf erhöhen
- Absolutes Einsparpotenzial von Gebäudebegrünung bei Neubauten eher gering



Gliederung

- Motivation
- Durchgeführte Arbeiten
- Wesentliche Ergebnisse
- **RESÜMEE & AUSBLICK**

Resümee

DACH-/FASSADENBEGRÜNUNG – MESSMETHODEN

- Stationäre Messverfahren (Hot-Box-Messungen, DIN EN ISO 9869-1) nicht ausreichend
- Effekt der Solarstrahlung (Verschattung durch Fassadenbegrünungssystem) muss mit einbezogen werden und kann zu einer Erhöhung der Wärmeverluste im Winter führen (abhängig von solarem Absorptionsgrad der Wand)
- Quantifizierung der thermischen Eigenschaften von Dach- und Fassadenbegrünungssystemen kann nur über langwierige Freilandmessungen erfolgen
- Alternative ist kurze Freilandmessung und anschließend Abbildung des Systems in Simulationsmodell
→ Problem: Simulationsmodelle weisen noch Forschungsbedarf auf (zumindest für TRNSYS)

Resümee

DACH-/FASSADENBEGRÜNUNG – ENERGIEEINSPARPOTENZIAL

- Im Winter sind Effekte bei Neubauten und gut wärmegeprägten Gebäuden gering
- Im Sommer zwar größere relative Einsparungen, aber in Deutschland dominiert Heizwärmebedarf
→ insgesamt eher geringes Einsparpotenzial bei Neubauten
- Bei Altbauten und schlecht gedämmten Gebäuden höheres Potenzial, aber Gebäudebegrünung kein Ersatz für Wärmedämmung
→ Gebäudebegrünung nur in Ausnahmefällen energetisch signifikant (z.B. Denkmalschutz)
→ Gebäudebegrünung sinnvoll (viele Vorteile), evtl. energetischer Nutzen kleiner Zusatzbonus

Ausblick

DACH-/FASSADENBEGRÜNUNG

- Einbringung in Normung wenig sinnvoll, da aufwendig und Einfluss auf winterlichen Wärmeschutz bei Neubauten in deutschen Klimata gering
→ evtl. für Kühlung sinnvoll, da hier größeres Potenzial und Kühlbedarf zukünftig steigend
- Energieeinsparpotenzial kann in anderen Klimata relevant werden (v.a. im Bereich Kühlung)
- Forschungsbedarf bei der Modellierung von Gebäudebegrünung
- Forschungsbedarf bei der Optimierung von Gebäudebegrünung (z.B. Vermeidung von Hinterlüftung)
- Forschungsbedarf bei Auslegungstools (z.B. Vermeidung von Mehrverbrauch)

Ausblick

INFORMATIONSMÖGLICHKEITEN

- Projekthomepage mit Infos:
<https://www.gebaeudegruen.info/project/u-green-bauphysikalische-bewertung-von-fassaden-und-dachbegruenungen/>
- U-green Berechnungstool (Download auf Projekthomepage)
- Messdatenregister:
<https://doi.org/10.14279/depositonce-21983>
- Abschlussbericht wird veröffentlicht bei TIB Hannover

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

... und Danke an das Team und dem Fördergeber das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Dr. Helmut Weinläder

T + 49 (0) 931 70564-348

helmut.weinlaeder@cae-zeroarbon.de

Dr. Michaela Reim

T + 49 (0) 931 70564-354

michaela.reim@cae-zeroarbon.de

Center for Applied Energy
Research e.V.

Magdalene-Schoch-Straße 3
97074 Würzburg

T + 49 (0) 931 70564-0

F + 49 (0) 931 70564-600

www.cae-zeroarbon.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

