

Energetische Effekte der Gebäudebegrünung Kühl oder warm?

Maria Blender
www.mariablender.com
05 Juli 2017
eL-Bau live
eLearning Bauphysik
Bauhaus-Universität Weimar

Inhalt

- > Definitionen
- > Welche Arten der Gebäudebegrünung gibt es?
- > Welche energetischen Effekte gibt es und wovon hängen sie ab?
- > Kann die Gebäudebegrünung helfen die Gebäude warm oder kühl zu halten?



Gretchens Restaurant Weimar

Definitionen

Gebäudebegrünung:

> Vegetation im direkten oder indirekten Verbund mit der Außenseite der Gebäudehülle

Energetische Effekte:

- > Wirkungen des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes
- > Kühlung und Erwärmung

Gebäudebegrünung mit potentiell energetischen Effekten:

- > Vegetation mit einer relevanten Oberfläche in Bezug auf die Gebäudehülle



Goethes Gartenhaus
Weimar

Arten der Gebäudebegrünung

Typ	Bodengebunden		Bodenungebunden/Systemgebunden	
Standort	Boden		Pflanzgefäße	Flächiges Substrat
Wuchs	Kletterpflanzen		Nicht kletternde Pflanzen	
	Selbstklimmer	Gerüst-Kletterer		
Wand	> Haftscheiben- > Haftwurzel- kletterer	> Ranker > Spreizklimmer > Schlinger/Winder	Fensterkästen Balkonkübel Fassadentröge	„Vertikaler Garten“ Fassaden-Module „Living Wall“
Dach	(untypisch)		Pflanzkübel auf Dachterrasse	Dachbegrünung > extensiv, nicht nutzbar > intensiv, Dachgarten

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer

Bodengebundene Haftscheiben- und Haftwurzel-Kletterer

- > Beispiele
- > Welche energetischen Effekte gibt es?
- > Wovon hängen sie ab?



Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer



Wilder Wein

Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer



Wilder Wein

Schwanenseestraße, Weimar

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer



Kletter-Hortensie

Volkshochschule Weimar

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer

Efeu



Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Dr. Hager-München, Generalkonservator: **Einfluss der Vegetation auf Baudenkmäler. 1910**

Vortrag auf dem Elften Tag für Denkmalpflege zu Danzig 1910. In: Dürer-Bund, 79. Flugschrift zur Ausdruckskultur

> **Efeu ist im großen und ganzen nützlich.**

> **Efeu schützt** durch seine **dichte, immergrüne Laubdecke**, ähnlich einem Wettermantel, die Mauern gegen atmosphärische Einflüsse, namentlich vor dem gefährlichen **Schlagregen**.

> **Regenwasser**

- **läuft ab über die glatten Blätter**, die wie Schuppen übereinander greifen,
- wird **von den Haftwurzeln aufgesaugt** und der Pflanze zugeführt.

> Efeu entzieht dem Boden und der Mauer **Feuchtigkeit** und hält daher den Boden am **Fuß der Mauer trocken**.

> Das immergrüne Laubdach **mildert die Temperaturunterschiede** und ihre schädlichen Folgen an der Mauer.

> Insbesondere alter Efeu kann auf Mauern in schlechtem Zustand Schaden verursachen.

Vielfach bestätigt und nach wie vor gültig.

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Dr.-Ing. K. Kießl und Dipl.-Met. J. Rath: **Auswirkungen von Fassadenbegrünungen auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. 1989**

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP-Bericht FtB-4/1989.

Untersuchung von Wildem Wein und Efeu mit **voll ausgebildetem Blattwerk**

> **Sonnenschutz:** Schutz vor intensiver Sonneneinstrahlung.

40 - 80 % der Sonneneinstrahlung werden reflektiert und im Blattwerk absorbiert.

> **Amplitudendämpfung für Wandoberflächentemperaturen hinter Efeu:**

- Maximale gemessene Dämpfung an strahlungsreichen Sommertagen: ca. 30 K.

- Winter ca. 2 K wärmer, Sommer ca. 1 K (NW), 2-3 K (S, SW) kühler (Monatsmittel)

> **Windschutz:** Begrünung bewirkt direkt vor der Wand Luftruhe.

> **Wärmeverlustminderung:** Ca. 6 %, ohne Dämmung.

> **Regenschutz:** Keine Schlagregenbelastung.

> **Feuchteschutz:** Reduzierte Gesamtfeuchtebelastung der Wand.

> **Wirkung** vergleichbar mit einer **lichtdurchlässigen vorgehängten Fassade.**

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Selbstklimmer

> Wovon hängen die energetischen Effekte ab?

Die Wirkung hängt ab vom Vorhandensein einer „**dichten, immergrünen Laubdecke**“ mit „**glatten, wie Schuppen übereinander greifenden Blättern**“.

Also Winterwirkung nur durch Efeu.



Immergrüner Efeu

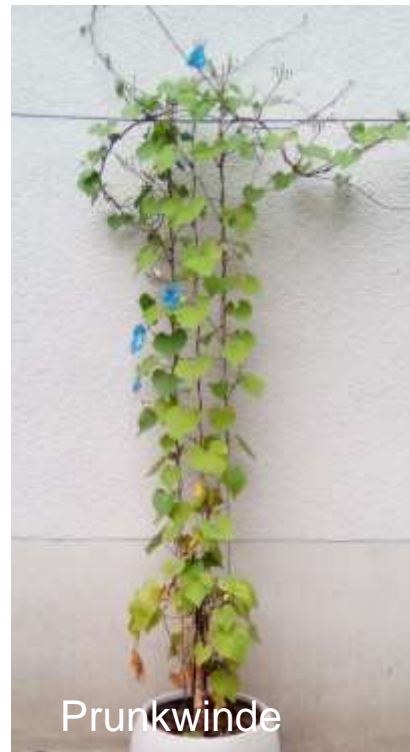


Sommergrüner Wilder Wein im Winter

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Gerüstkletterer

Bodengebunden oder in Pflanzgefäßen

- > Beispiele
- > Welche energetischen Effekte gibt es?
- > Wovon hängen sie ab?



Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Gerüstkletterer



http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/pix/ausstellung/fassadenbegrueung.jpg Foto: Lichtschwärmer - Christo Libuda

Institut für Physik in Berlin-Adlershof, Modellvorhaben Regenwasserbewirtschaftung, 2003

Wandbegrünung - Kletterpflanzen - Gerüstkletterer



Gebäude Consorcio Nacional de Seguros, Santiago de Chile, gebaut 1990

Wandbegrünung - Kletterpflanzen – Gerüstkletterer

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Beispiele:

Modellvorhaben Institut für Physik in Berlin-Adlershof

Sonnenschutz Varianten 3. OG	Energiebedarf kWh/(m ² a)*			Einsparung Primärenergie durch Begrünung**
	Heizen	Kühlen	Gesamt	
Ohne Sonnenschutz	101	58	159	49%
Textiler Sonnenschutz (Messw.)	111	35	146	26%
Fassadenbegrünung (Messw.)	126	19	146	-

*Prof. Dr. M. Köhler: Das Physikgebäude Berlin-Adlershof. Neue Landschaft 12/2015

**Dipl.-Ing. M. Schmidt, TU Berlin: Fassadenbegrünung zur Primärenergieeinsparung durch innovative Gebäudeverschattung und -kühlung. 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014

Gebäude Consorcio, Santiago de Chile:

35% Einsparung an Klimatisierung (AC) ermittelt

Prof. Dr. M. Köhler: Aktuelle Forschungsergebnisse zur Fassadenbegrünung aus verschiedenen Ländern. 4. Internationales FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2011

Wandbegrünung - Kletterpflanzen

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Gast-Prof. Dipl.-Ing. Arch., MLA N. Pfoser, Hochschule Nürtingen/TU Darmstadt:

Energieeffizientes Bauen mit begrünten Fassaden 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014

Sommerlicher Wärmeschutz:

- > Fassadenbegrünung weist mit zunehmender Behangdichte eine **niedrigere Temperatur-Amplitude** auf als die Umgebungsluft.
- > **Verschattung und Verdunstungskälte** der Pflanze sorgen für Kühlung, indem die langwellige Strahlung reduziert wird.
- > **Synergie-Effekt:** Bei sommergrünen Pflanzen überlagern sich Bedarf und Wirkung.
- > **Kühlkostensparnis von 43%** durch pflanzlichen Sonnenschutz.



Wandbegrünung - Vertikaler Garten

„Living Wall“, Fassaden-Module, nicht kletternde Pflanzen in flächigem Substrat

- > Beispiele
- > Welche energetischen Effekte gibt es?
- > Wovon hängen sie ab?



Musée du Quai Branly, Paris, 2006
„Vertical Garden“ von Patrick Blanc

Wandbegrünung - Vertikaler Garten



<https://www.competitionline.com/de/projekte/55033>

Leuchtturmprojekt Fassadenbegrünung Sonnenplatz Großschönau, Österreich, 2012 - 2014

Wandbegrünung - Vertikaler Garten

Machbarkeitsstudie „Vertikaler Garten“ am Palmengarten Frankfurt, 2013-2014



http://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/Aktuelles/Pressemitteilungen/machbarkeitsstudie_vertikalgarten/

Wandbegrünung - Vertikaler Garten



Pilotprojekt
Grüne Fassade
der Magistrats-
abteilung MA 48,
Wien, 2010

Wandbegrünung - Vertikaler Garten

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Gast-Prof. Dipl.-Ing. Arch., MLA N. Pfoser, Hochschule Nürtingen/TU Darmstadt:
Energieeffizientes Bauen mit begrünten Fassaden 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014

Wärmehaltung

Sanierung des ungedämmten Altbaus MA 48 in Wien:

- > Wandgebundene Fassadenbegrünung **verringert den Wärmeverlust um 50 %**.
- > Wand hinter dem Begrünungssystem ist **7 °C wärmer** als unbegrünte Wand.

Adiabate Kühlung

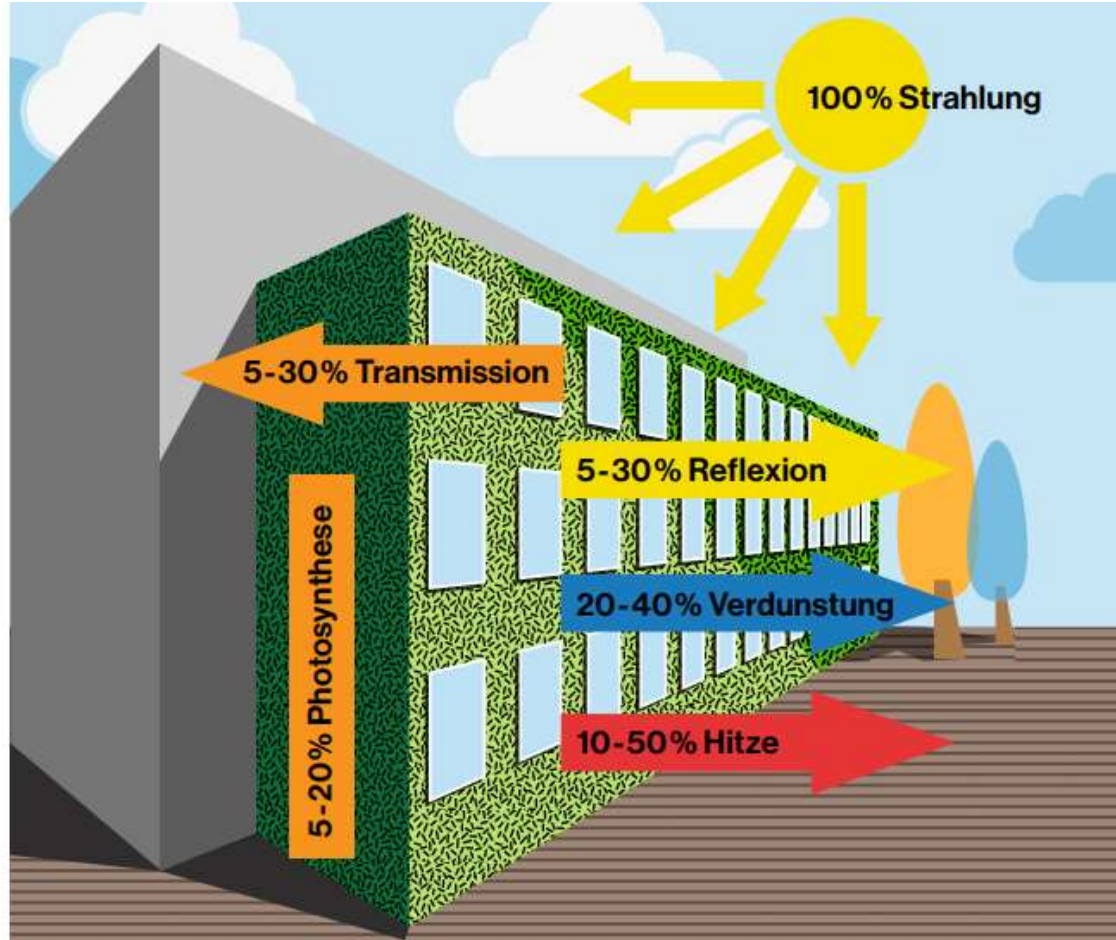
- > In einer Vegetationsperiode werden der Umgebungsluft 136 kWh/m² an Verdunstungsenergie (Kühlung) entzogen.
- > Wandgebundene Begrünung des Musée du Quai Branly: Wand hinter der Begrünung ist um 1,3 bis 3,5 K kühler.

„Vertical Garden“ von Patrick Blanc
Galerie Lafayette, Berlin, 2008



Wandbegrünung

> Welche energetischen Effekte gibt es?



Energiebilanz einer begrünten Fassade

Nach Krusche et al. 1982, In: Leitfaden Grüne Bauweisen für Städte der Zukunft

Wandbegrünung

> Welche energetischen Effekte gibt es?

K. Perini, M. Ottelé, E.M. Haas, R. Raiteri, Univ. von Genua, TU Delft: **Greening the building envelope, façade greening and living wall systems** Open Journal of Ecology Vol.1 No.1, 1-8 (2011)

Energieeinsparung durch verschiedene Wandbegrünungssysteme

System	Variable	Mediterranes Klima	Gemäßigtes Klima
Direkte/indirekte Begrünung	Heizenergie-Einsparung	1,2 %	1,2 %
Vertikaler Garten Trog-System		6,3 %	6,3 %
Vertikaler Garten Textil-System		4 %	4 %
Alle Systeme	Kühlenergie-Einsparung	43 %	---

Wandbegrünung

> Wovon hängen die energetischen Effekte ab?

Sommerlicher Wärmeschutz

- > Praktisch alle Arten von Fassadenbegrünung verbessern den sommerlichen Wärmeschutz.
- > Der Grad der Verbesserung hängt ab von:
 - Begrünungssystem
 - Qualität des Bewuchses
 - Orientierung

Winterlicher Wärmeschutz

- > Nur gegeben im Fall von:
 - dichtem immergrünem Bewuchs (Efeu)
 - „Vertikalen Gärten“ (Substrat-Elemente, mit oder ohne Hinterlüftung)
- > Ist relevanter bei ungedämmten Wänden
- > Nur wenn kein verschattender Bewuchs die solaren Gewinne vermindert und dadurch den Heizwärmebedarf erhöht!



Dachbegrünung

Extensiv oder intensiv

- > Beispiele
- > Welche energetischen Effekte gibt es?
- > Wovon hängen sie ab?



Extensives Gründach in Weimar

Dachbegrünung



Extensive Dachbegrünung

Gebäude der Notenbank Weimar

Dachbegrünung



Intensive Dachbegrünung

Dach Tiefgarage Einkaufszentrum Atrium, Weimar

Dachbegrünung



Intensive Dachbegrünung

Bauhaus Universität, Coudraystraße, Weimar

Dachbegrünung

> Welche energetischen Effekte gibt es?

Landeshauptstadt Stuttgart: **Dachbegrünung – aber wie?** 2003

- > Die **Dachbegrünung schützt die Dachhaut** gegen thermische und mechanische Schäden sowie vor UV-Einstrahlung.
Das bedeutet eine **größere Lebenserwartung für das gesamte Dach**.
- > Bei einem unbegrüntem Dach gibt es Temperaturschwankungen von bis zu 100 °C zwischen den Hitzegraden im Sommer und den Kälteeinbrüchen im Winter.
Beim begrüntem Dach werden diese **um bis zu 40 % gesenkt**.
- > Die gemilderten Temperaturen auf dem Dach sorgen auch für eine **ausgeglichenere Klimatisierung** der darunter liegenden Räume.

Bis heute allgemein anerkannte Fakten.

Dachbegrünung

> Welche energetischen Effekte gibt es?

M.Sc. M. Mersmann, Uni Duisburg Essen: **Quantifizierbarkeit der Abkühlungswirkung auf Düsseldorfer Gründächern** 9. Internationales FBB-Gründachs-symposium 2011

> Dachbegrünungen haben enormes **Retentionspotential** an Niederschlagswasser.

> Es können beträchtliche Mengen an **Feinstaub** gebunden werden.

> Tagsüber kann eine Reduzierung der **Oberflächentemperatur** erzielt werden.

> Bei Begrünung aller Flachdächer in Düsseldorf-Pempelfort würde sich die Lufttemperatur nur um 0,00021 K abkühlen, innerhalb des zentralen NordCarrees nur um 0,1 K (bei einer täglichen Verdunstungsleistung einer extensiven Moos-Sedumbegrünung von 7,8 l/m²).

> **Die Auswirkungen auf das Mikroklima in Städten müssen als sehr gering eingestuft werden.**



Dachbegrünung

> Welche energetischen Effekte gibt es und wovon hängen sie ab?

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. G. Minke: **Ermittlung des Wärmedämmverhaltens von Gründächern. 2009** Zentrum für Umweltbewussten Bauen e.V.

Untersucht wurden 1 Referenzfeld und 5 Prüffelder mit verschiedenen Dämmstoff- und Substratschichtdicken sowie verschiedenen Arten von Vegetationsschicht.

- > Der **Transmissionswärmeverlust verringert sich** in der Heizperiode um **bis zu 19 %** gegenüber einer üblichen Flachdachausbildung.
- > Die **Eigenschaften des Substrats** und die **Art der Vegetation** üben einen erheblichen Einfluss auf den Wärmehaushalt aus.



Dachbegrünung

- > Welche energetischen Effekte gibt es?
- > Wovon hängen sie ab?

Messbare Wirkungen von Dachbegrünungen Expertengespräch 1, EFB-FBB-Gründachsymposium 2003

Prof. Dr. H.-J. Liesecke:

- > Gründächer verbessern den **sommerlichen Wärmeschutz** einer Dachkonstruktion. Selbst dünn-schichtige Bauweisen können die Temperaturen in den darunter liegenden Räumen bis zu 3 - 4°C mindern.
- > Bei **winterlicher Witterung** und anhaltender Vernässung, d. h. hoher Wärmeleitfähigkeit, ist die Wirkung in unserem Klimabereich vergleichsweise **gering**.

J. Horváthné Pintér:

- > Wärmedämmung der **Vegetation** hängt von **Dicke und Dichte** ab. Es gibt keine Prüfdaten.
- > Wärmedämmung von **Vegetationstragschicht** und **Dränschicht** hängt ab von:
 - **Dicke** – bei Extensivbegrünungen und Intensivbegrünungen **sehr unterschiedlich**
 - **Zustand** – verändert sich ständig: **trocken, nass, durchgefrosten**.

Zusammenfassung

- Kann die Gebäudebegrünung helfen die Gebäude warm oder kühl zu halten?



Weimar, Coudraystraße

Zusammenfassung

Sommerlicher Wärmeschutz

- > Begrünung kann das Gebäude gegen **UV-Strahlung, Überhitzung** und **thermische Beanspruchung schützen.**

Kühlung

- > Pflanzen **kühlen sich selbst** durch Verdunstung (adiabat).
- > Damit **kühlen sie die umgebende Luft**
- > Kühle Luft kann genutzt werden:
 - direkt (kühle Aufenthaltsorte)
 - indirekt (Ansaugen von kühler Luft für Klimatisierung)

Winterlicher Wärmeschutz

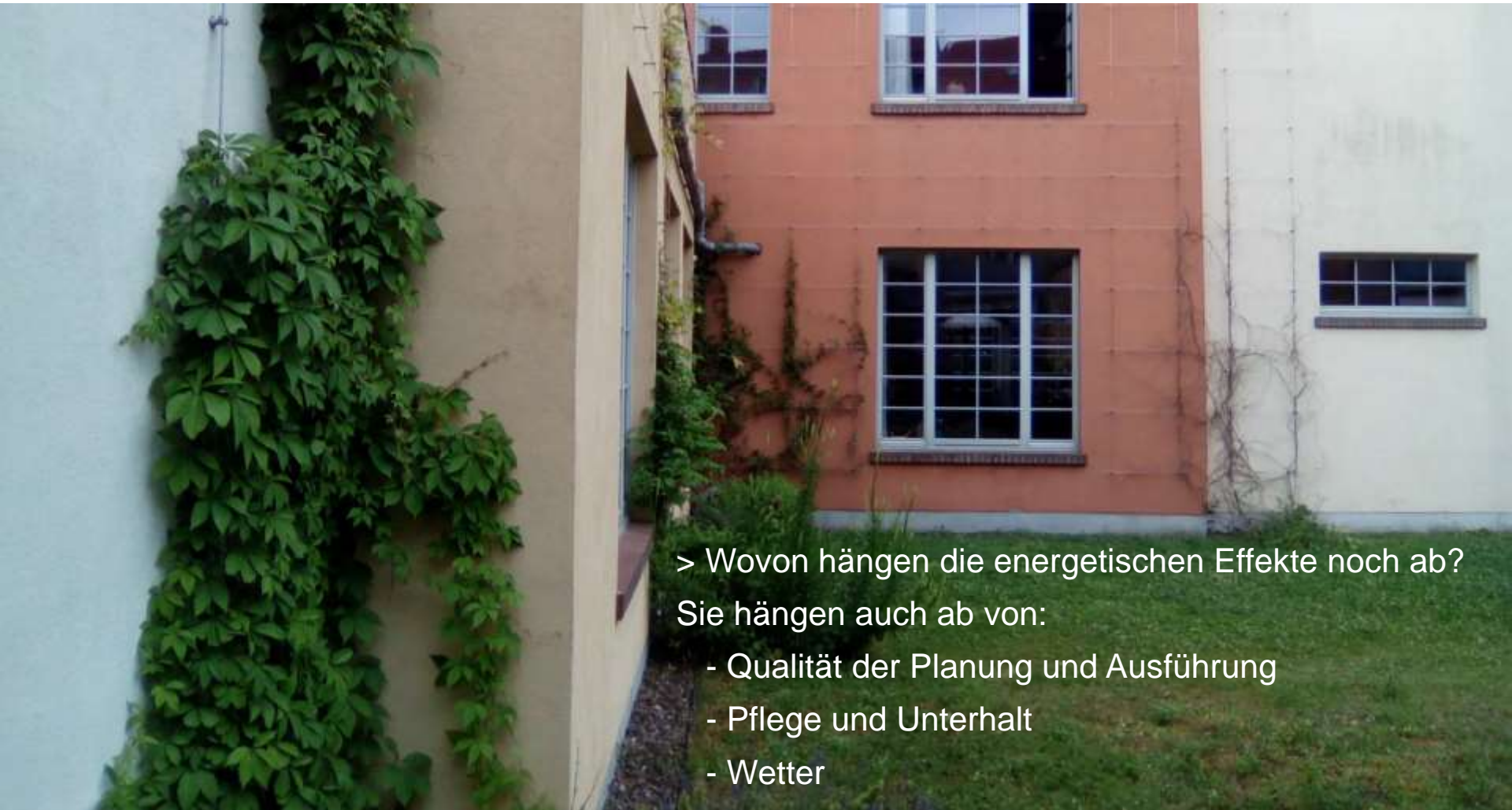
Winterlicher Wärmeschutz durch die Gebäudebegrünung nur in **Ausnahmefällen:**

- > An Fassaden:
 - vor allem wenn diese **nicht gedämmt** sind
 - nur dort wo die Begrünung **nicht solare Gewinne verhindert.**
- > Auf dem Dach:
 - wenn z.B. die Dränschicht eine zusätzliche **Dämmschicht** darstellt
 - nur während sich **kein Wasser anstaut** (wie z.B. bei Retentionsdächern).

Erwärmung

- > Kein Beitrag durch die Begrünung.

Zusammenfassung



> Wovon hängen die energetischen Effekte noch ab?

Sie hängen auch ab von:

- Qualität der Planung und Ausführung
- Pflege und Unterhalt
- Wetter



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit.

Haben Sie Fragen?

Maria Blender
www.mariablender.com

Ehemaliges Franziskanerkloster Weimar

Bibliografische Hinweise und Informationsquellen

Die zitierten Quellen sind hier zu finden:

Alle Tagungsbände der FBB-Symposien: Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) <http://www.gebaeudegruen.info/>

Dr. Hager-München: Einfluss der Vegetation auf Baudenkmäler. 1910 https://epub.ub.uni-muenchen.de/21687/1/8H.aux.4948_79.pdf

K. Kießl und J. Rath: Auswirkungen von Fassadenbegrünungen auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. 1989 <https://www.irbnet.de/daten/rswb/89009501418.pdf>

Prof. Dr. M. Köhler: Das Physikgebäude Berlin-Adlershof. Neue Landschaft 12/2015 <http://neuelandschaft.de/artikel/das-physikgebaeude-berlin-adlershof-1504.html>

K. Perini, et al.: Greening the building envelope, façade greening and living wall systems Open Journal of Ecology 2011 https://file.scirp.org/pdf/OJE20110100002_97237739.pdf

Landeshauptstadt Stuttgart: Dachbegrünung – aber wie? 2003 <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/pdf/Dachbegruenung.pdf>

G. Minke: Ermittlung des Wärmedämmverhaltens von Gründächern. 2009 <https://www.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-24242.pdf>

Weitere Informationsquellen:

Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen 2013 http://www.irbnet.de/daten/baufo/20128035673/Abschlussbericht_F_2881.pdf

Wandgebundene Begrünungen - Quantifizierungen einer neuen Bauweise in der Klima-Architektur 2015 http://www.irbnet.de/daten/baufo/20150058/Endbericht_F_2937.pdf

Gutachten Fassadenbegrünung 2016 https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/gutachten_fassadenbegruenung.pdf

BIOTOPE CITY JOURNAL <http://www.biotope-city.net/>

World Green Infrastructure Network <http://worldgreenroof.org/>

Literaturliste: <http://www.worldgreenroof.org/files/pdf/FassadenLit2011Sep19Koehler.pdf>