

# Tagungsband



[www.fbb.de](http://www.fbb.de)



[www.fll.de](http://www.fll.de)



[www.galabau.de](http://www.galabau.de)



[www.fvhf.de](http://www.fvhf.de)



[www.bdla.de](http://www.bdla.de)

## 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014

### *- Vortragsreihe zu Themen der Fassadenbegrünung -*

15. Oktober 2014 in Berlin

#### Veranstalter

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)  
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)  
Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (BGL)  
Fachverband Baustoffe und Bauteile hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF)  
Bundesverband Deutscher Landschaftsarchitekten e.V. (BDLA)



Herausgeber

**Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)**

**Kanalstraße 2**

**D-66130 Saarbrücken**

**Tel. +49 (0) 681-9880570**

**Fax +49 (0) 681-9880572**

**e-mail: [info@fbb.de](mailto:info@fbb.de)**

**[www.fbb.de](http://www.fbb.de)**

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis/Sponsor	Seite 2
Grußworte	Seite 3
Programm	Seite 4
Vorträge in Kurzfassung	Seite 5
Referenten	Seite 44
Schriften der FBB	Seite 48
FBB-Mitgliedschaft	Seite 49

### Unsere Sponsoren

Die nachfolgend genannten Firmen und Verlage haben mit ihrer Unterstützung mit dazu beigetragen, dass das 7. FBB-Fassadenbegrünungssymposium stattfinden kann und somit das Ziel der FBB nachhaltig gefördert, positive Rahmenbedingungen für die Fassadenbegrünung zu schaffen. Ihnen gilt unser Dank:



#### Verlag Dieter A. Kuberski GmbH

Reinsburgstraße 82  
D-70178 Stuttgart  
Tel.: +49 (0)711-23886-0  
Fax: +49 (0)711-23886-19  
d.kuberski@verlagsmarketing.de  
www.verlagsmarketing.de

#### Optigrün international AG

Am Birkenstock 15-19  
D-72505 Krauchenwies  
Tel.: +49(0)7576-7720  
Fax.: +49 (0)7576-772299  
info@optigruen.de  
www.optigruen.de  
www.fassadenbegrueung.info

#### 90 DEGREEEN GmbH

... der Garten für die Wand  
Laxenburgerstraße 10/2  
A-2351 Wiener Neudorf  
Tel: 0043 / 2773 / 425 40  
www.90degreeen.com  
office@90degreeen.com



#### Jakob GmbH

Friedrichstraße 65  
D-73760 Ostfildern  
Tel: 0711 / 45 99 98 60  
Fax: 0711 / 45 99 98 70  
www.jakob-inonline.de  
inox@jakob-inonline.de



#### Novintiss SAS

4 Rue Henri Crespin  
F-17000 La Rochelle  
Tel: 0033/546515291  
Fax: 0033/546511898  
www.novintiss.com  
info@novintiss.com



#### Helix Pflanzensysteme GmbH

Ludwigsburger Straße 82  
D-70806 Kornwestheim  
Tel: 07154 / 80 16 0  
Fax: 07154 / 80 16 19  
www.helix-pflanzensysteme.de  
info@helix-pflanzensysteme.de



## **Grußwort von Dr. Gunter Mann, Präsident der FBB**

Nun ist es soweit – es findet zum siebten Mal das FBB-Symposium Fassadenbegrünung statt. Wir freuen uns, Sie heute begrüßen zu dürfen.

Mit „wir“ sind bei diesem Symposium fünf Verbände gemeint, die Berührung mit der Fassadenbegrünung haben:

Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB), Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaue e.V. (BGL), Fachverband Baustoffe und Bauteile hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF) und Bundesverband Deutscher Landschaftsarchitekten e.V. (BDLA) richten heute gemeinsam das Fassadenbegrünungs-Symposium aus.

Insgesamt 18 Experten berichten in 16 Vorträgen über verschiedene Aspekte begrünter Fassaden. Das ist sicherlich rekordverdächtig! Dabei werden aktuelle Themen rund um die Fassadenbegrünung präsentiert und eine Mischung aus aktuellen Forschungsergebnissen und Umsetzungen in der Praxis angeboten.

Ziel der Veranstaltung ist es einerseits die Fassadenbegrünung ins Rampenlicht zu rücken und andererseits, die Diskussion um die Fassadenbegrünung und deren Innovationspotenzial bzw. Forschungsbedarf anzuregen, damit sich die Branche und ihre Randbereiche kontinuierlich weiterentwickeln – zum Nutzen aller. Nur in einer großen Gemeinschaft in Kooperation mit anderen Verbänden lässt sich die Lobbyarbeit für die Bauwerksbegrünung erfolgreich fortführen. Dem diesjährigen 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung sollen in den nächsten Jahren weitere Fassadenbegrünungssymposium folgen, ähnlich wie dem internationalen FBB-Gründachsymposium, das in diesem Jahr schon zum 12. Mal stattgefunden hat.

Verbunden wird das diesjährige Fassadenbegrünungssymposium wieder mit einer Objektbesichtigung der bodengebundenen Fassadenbegrünung am Institut für Physik der HU Berlin.

Wir möchten auch Ihnen eine Mitgliedschaft bei der FBB anbieten. Beachten Sie dazu unsere Internetseiten (<http://www.fbb.de>). Gerne stehe ich Ihnen für Fragen zu einer Mitgliedschaft zur Verfügung.

Wir danken den Referenten und allen, die uns diese Veranstaltung mit Rat und Tat ermöglicht haben.

Wir wünschen Ihnen interessante Vorträge und zahlreiche Diskussionen!

Dr. Gunter Mann  
Präsident

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. FBB  
Kanalstraße 2  
66130 Saarbrücken  
Tel. +49 (0) 681-9880570  
Fax +49 (0) 681-9880572  
e-mail: mann@fbb.de  
www.fbb.de



## Tagungsprogramm 7. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2014

- 08.45 Uhr: **Begrüßung und Vorstellung der Ergebnisse der FBB-NABU-Umfrage zur Förderung der Bauwerksbegrünung**  
FBB-Präsident Dr. Gunter Mann
- 09.00 Uhr: **Einführung: Pro Fassadenbegrünung**  
  
Treppe, Fenster, Wand: Grün für Leib und Seele.  
Erfahrungen aus der Architektur- und Umweltpsychologie  
Dipl.-Psych. Nicola Moczek, PSY:PLAN, Berlin  
  
Erfahrungen mit der Förderung von Fassadenbegrünungen am Beispiel Hannover  
Dipl. Biol. Gerd Wach, BUND Region Hannover
- 10.00 Uhr: Kaffeepause**
- 10.30 Uhr: **Untersuchungen zur Fassadenbegrünung**  
  
Ergebnisse der Machbarkeitsstudie Vertikale Gärten Palmengarten Frankfurt a. M.  
Prof. Dr.-Ing. Stephan Roth-Kleyer und B.Eng. Susanne Gunkel,  
Geisenheim University  
  
Textile Trägermaterialien in der Vegetationstechnik begrünter Fassaden  
Dr.-Ing. Henning Günther, Technische Universität Berlin  
  
Energieeffizientes Bauen mit begrünten Fassaden  
Gast-Prof. Dipl.-Ing. Architektin, MLA Nicole Pfoser, Hochschule für Wirtschaft  
und Umwelt Nürtingen / Technische Universität Darmstadt  
Dipl.-Ing. Marco Schmidt, Technische Universität Berlin
- 12.00 Uhr: Mittagspause (und Besichtigung der Fassadenbegrünungen Institut für Physik der HU Berlin [www.gebaeudekuehlung.de](http://www.gebaeudekuehlung.de) in zwei Gruppen)**
- 13.00 Uhr: **Bau- und vegetationstechnische Grundlagen**  
  
Grundlagen der Bauphysik begrünter und unbegrünter Wände  
Jörg Brandhorst, Bauphysik–Planung–Ökologisches Bauen, Bonn  
  
Beachtenswertes zu Statik, Wind- und Schneelasten bei Rankhilfen  
Dipl.-Ing. Dirk Pfeifer, Pfeifer Ingenieure GmbH, Konstanz  
  
Boden- vs wandgebundene Fassadenbegrünungen. Vergleich der Bauweisen,  
Möglichkeiten und Herstellungskosten  
Prof. Dr. Manfred Köhler, Hochschule Neubrandenburg  
  
Pflege und Wartung wandgebundener Fassadenbegrünungen  
Stefan Brandhorst, Vertiko GmbH, Kirchzarten
- 15.00 Uhr: Kaffeepause**
- 15.30 Uhr: **Präsentation besonderer Projekte**  
  
Kurzvorträge zu Referenzobjekten  
Stephan Becsei (BAER, DE), Gregor Zorn (Optigrün international AG, DE),  
Susanne Herfort (IASP, DE), Boris Pelsy (Noventis, FR),  
Thorwald Brandwein (Biotekt, DE),  
Nils van Steenis (Schadenberg Groen Combi, NL)
- 17.00 Uhr: **Veranstaltungsende und Verabschiedung**



## Vorstellung der Ergebnisse der FBB-NABU-Umfrage zur Förderung der Bauwerksbegrünung

Dr. Gunter Mann, Präsident Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.

Der Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) und die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) haben Anfang des Jahres eine Umfrage bei allen deutschen Städten ab 10.000 Einwohner (das sind 1.488 Städte) durchgeführt. Ziel der Umfrage war es, Informationen über direkte und indirekte Förderungen von Dach- und Fassadenbegrünungen und einen Eindruck zur Entwicklung des Förderwesens in Deutschland zu gewinnen. Vergleichbare Umfragen wurden schon in den Jahren 2003/04, 2010 und 2012 durchgeführt.

Auch die aktuelle Umfrage wurde vom Deutschen Städtetag ausdrücklich befürwortet und so konnte mit 510 Antworten eine starke Rücklaufquote von etwa 34 % verzeichnet werden.

Die FBB ist sehr erfreut, auch wenn die Beteiligungen in 2010 und 2012 mit 38 bzw. 39% etwas höher waren: „Es ist toll, dass so viele Städte geantwortet und sich engagiert haben – vielen Dank an alle!“

Die Ergebnisse haben zum Teil bestimmte Erwartungshaltungen bestätigt und können aus Sicht der Bauwerksbegrüner im Großen und Ganzen als positiv angesehen werden. Schön zu beobachten sind verschiedene Entwicklungen von 2004 zu 2014. Alle im Folgenden angeführten Zahlen beziehen sich auf die erfassten Rückläufe der Umfrage 2014 und im Vergleich zu den Umfrageergebnissen aus den genannten Vorjahren (siehe auch Tabelle 1).

Für die Dachbegrünung können folgende Zahlen festgehalten werden:

- Die Zahl der Städte, die derzeit begrünte Dächer mit direkten Zuschüssen fördern liegt bei 31 (6 %). Das sind etwa die gleichen Zahlen wie in 2010 und 2012. In 2003/04 waren es mit 70 doppelt so viele Städte (18 %). Hier spiegelt sich erwartungsgemäß die angespannte Haushaltslage der Städte wieder.
- Dagegen zeigen andere Zahlen positive Tendenzen: 79 % der Städte die geantwortet haben (404 Städte) haben eine Gesplittete Abwassersatzung schon umgesetzt oder sind gerade dabei. Und von diesen Städten sind es etwa 67 Prozent, die Dachbegrünungen dabei berücksichtigen und Nachlässe von bis zu 100 % gewähren. Vor zwei Jahren waren ähnliche Zahlen zu verzeichnen, in den Jahren zuvor waren es deutlich weniger Städte, die eine Gesplittete Abwassersatzung umgesetzt bzw. angedacht hatten: in 2010 waren es 377 Städte (65 %) und in 2003/04 waren es 201 Städte (51 %)
- Der relative Anteil an Städten, die begrünte Dächer in Ihren Bebauungsplänen (B-Plan) festschreiben ist über die Jahre (2014, 2012, 2010, 2003/04) relativ konstant geblieben: 39 % (2014), 37 % (2012), 34 % (2010). Positiv interpretiert kann das so gedeutet werden, dass sich die Dachbegrünung als bewährte Maßnahme etabliert hat.
- Beim Öko-Konto mit Dachbegrünung gibt es laut Umfrage seit Jahren keine große Veränderung: 11 % in 2014 und 2012 und 9 % in 2010 haben das Gründach in ihrem Öko-Konto aufgeführt und mit einem bestimmten Geldwert hinterlegt. Das Thema scheint noch nicht angekommen zu sein.

Bei der Auswertung der Rückläufe zur Fassadenbegrünung liegen nur Vergleichszahlen zu den Umfragen 2012 und 2010 vor.

- Mit 25 Städte (5 %) in 2014, 30 Städte (5 %) in 2012 und 32 Städten (6 %) in 2010 bleibt die direkte Bezuschussung der Fassadenbegrünung auf konstantem (zu niedrigem) Niveau.
- Ähnlich stabil sind die Zahlen für die Festsetzung von Fassadenbegrünungen in Bebauungsplänen: 172 Städte (= 34 %) machen das in 2014; in 2012 und 2010 waren es 33 % und 32 %.

Die FBB zieht ein positives Fazit aus den Umfrageergebnissen: „Wir sind froh, dass sich sowohl die Dach- als auch die Fassadenbegrünung immer mehr in Bebauungsplänen festgelegt sind und eine große Anzahl an Städten mit gesplitteter Abwassergebühr begrünte Dächer gebührenmindernd berücksichtigen. Die meisten Städte haben die vielen positiven Wirkungen der Bauwerksbegrünung erkannt.“ Nicht unerwartet, dennoch etwas enttäuscht, sieht er die geringe Bereitschaft der Städte, (privaten) Bauherren einen Zuschuss bei der Dach- und Fassadenbegrünung zu gewähren. „Es müssen keine großen Summen sein, die als Zuschüsse in Aussicht gestellt werden. Doch allein die Tatsache, dass die eigene Stadt den Nutzen von Bauwerksbegrünungen für die Allgemeinheit erkennt und fördert, überzeugt den Bürger im eigenen Handeln und er sieht sein Anliegen bestätigt. Die (geringe) Investition bei der Förderung

beispielsweise von Dachbegrünung gleicht sich schnell aus, wenn Kanäle entlastet und nicht saniert bzw. keine neues Regenüberlaufbecken gebaut werden müssen.“ Zudem bietet eine „grüne“ Stadt ein ganz anderes Lebens- und Wohngefühl und trägt mit begrünten Bauwerken zur Kleinklimaverbesserung, Energieeinsparung, Staubbindung und Lärminderung bei.

Es ist zu hoffen, dass die Ergebnisse der FBB-Umfrage die Städte in ihrem Handeln bestätigen bzw. zum Umdenken motivieren. Die FBB und ihre mittlerweile über 100 Mitglieder (darunter auch Städte!) stehen mit Rat und Tat zur Verfügung.

Weitere Informationen zur Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. und natürlich zur Umfrage mit Listen der Städte mit direkten und indirekten Förderungen sind zu finden unter [www.fbb.de](http://www.fbb.de).

## FBB Umfrage 2014

Umfrage an alle Städte über 10.000 Einwohner (1.488): Antworten von 510 Städten = 34 %

	FBB-NABU-Umfrage 2014 *	FBB-NABU-Umfrage 2012 *	FBB-NABU-Umfrage 2010 *	FBB-NABU-Umfrage200/04
Anzahl der angeschriebenen Städte (ab 10.000 Einwohner)	1488	1488	1488	1488
Anzahl der Rückläufe	510 (34 %)	564 (38 %)	579 (39 %)	398 (27 %)
<b>Dachbegrünung</b>				
Direkte Zuschüsse für Dachbegrünung	31 (6 %)	32 (5,5 %)	36 (6 %)	70 (18 %)
indirekte Förderung Dachbegrünung bei gesplitteter Abwassersatzung	270 (53 %)	276 (49 %)	221 (38 %)	nicht ermittelt
Gesplittete Abwassersatzung umgesetzt bzw. geplant	404 (79 %)	463 (82 %)	377 (65%)	201 (51%)
Bebauungs-Plan mit Dachbegrünung	202 (39 %)	208 (37 %)	198 (34%)	145 (36%)
Oko-Konto mit Dachbegrünung	55 (11 %)	59 (10,5 %)	50 (9%)	nicht ermittelt
<b>Fassadenbegrünung</b>				
Direkte Zuschüsse für Fassadenbegrünung	25 (5 %)	30 (5 %)	32 (6%)	nicht ermittelt
Bebauungs-Plan mit Fassadenbegrünung	172 (34 %)	187 (33%)	188 (32%)	nicht ermittelt

\* vom Deutschen Städtetag unterstützt  
Stand: 05.03.2014

Quelle: FBB

Tab. 1: Ergebnisse der FBB-Umfrage bei 1.488 Städten in Deutschland zu den Förderungen von Dach- und Fassadenbegrünungen



Foto 1: Oftmals Gebühreneinsparung mit Dachbegrünungen bei Gemeinden mit gesplitteter Abwassersatzung

## Einführung: Pro Fassadenbegrünung

### Treppe, Fenster, Wand: Grün für Leib und Seele. Erfahrungen aus der Architektur- und Umweltpsychologie

Dipl.-Psych. Nicola Moczek, PSY:PLAN, Berlin

#### Architekturpsychologie und aktuelle Forschungen

Die Psychologie ist die Wissenschaft vom Erleben und Verhalten der Menschen. Die Umweltpsychologie beschäftigt sich mit den Wechselwirkungen zwischen den Menschen und der belebten und nicht belebten Umwelt, die Architekturpsychologie konzentriert sich auf die gebaute Umwelt. Themen sind unter anderem das Erleben und Bewerten von Gebäuden und stadträumlichen Situationen und der Einfluss, den die Architektur auf das menschliche Erleben und Verhalten ausübt. Bekanntere Anwendungsgebiete sind Stadtforschung, Wegeleitsysteme und Besucherlenkung, Vermeidung von Vandalismus und Graffiti, Bürgerbeteiligung bei größeren Bauvorhaben, Gestaltung von Lernumgebungen, u.a.

Es gibt ca. 30 aktive Umweltpsychologen im deutschsprachigen Raum, davon sind etwa fünf auch Architekturpsychologen – die meisten arbeiten aber im universitären Kontext. Aus der geringen Anzahl der Expertinnen und Experten folgt leider, dass viele Fragen bislang nur ansatzweise oder gar nicht erforscht sind. So liegen auch nur sehr wenige psychologische Studien vor, welche spezifisch die Wirkung von Fassadenbegrünung auf das Erleben und Verhalten von Menschen untersucht haben. Diese Studien wurden nicht im realen Kontext durchgeführt, sondern im Labor, also mit Fotos oder Simulationen, auf denen der Grad der Begrünung systematisch variiert wurde. Es gibt allerdings eine ganze Reihe von Studien, die generell Wirkungen von Natur oder Pflanzen auf das Erleben und Verhalten von Menschen untersuchten, z.B. zu Landschaftsvorlieben, Wohnen, Arbeiten und Lernen. Deren Ergebnisse sind zwar nicht ohne Weiteres auf begrünte Wände oder Dächer übertragbar, geben aber wichtige Hinweise auf die mögliche positive Effekte und werden daher im Folgenden ebenfalls kurz vorgestellt.

#### 1. Bevorzugte Landschaften sind nachvollziehbar, überschaubar, vielfältig und dennoch geheimnisvoll

Der populärste und vermutlich am häufigsten empirisch untersuchte Ansatz zur Erklärung von Landschaftspräferenzen ist der funktional-kognitive Ansatz von Kaplan & Kaplan (1989). Zur Beschreibung von Landschaften werden vier Aspekte genutzt: (1) Kohärenz (kann die Landschaft im Zusammenhang unmittelbar verstanden werden?), (2) Komplexität (ist die Landschaft vielfältig und abwechslungsreich?), Lesbarkeit (ist sie überschaubar und verständlich?) und „Mystery“ (ist sie geheimnisvoll, lädt sie zum Erkunden und Erforschen ein?). Die Präferenz für eine Landschaft ist laut Kaplan & Kaplan (und vielen weiteren AutorInnen) umso höher, je nachvollziehbarer, überschaubarer, vielfältiger und zugleich geheimnisvoller sie ist.

#### 2. Wirkung von Fassadenbegrünung: Begrünte Häuser werden als „schöner“ bewertet

In einer englischen Studie von White & Gatersleben (2011) wurden Fotos von Häusern verglichen, die verschiedene Typen von Begrünung aufwiesen. Für die Studie waren die Fotos typischer englischer Häuser mit einem Bildbearbeitungsprogramm systematisch variiert worden. Die 24 Varianten wurden untereinander verglichen. Die Häuser mit einer wie auch immer gearteten Begrünung auf dem Dach oder an der Fassade wurden von den 188 StudienteilnehmerInnen signifikant besser bewertet und als schöner eingeschätzt als die ohne jegliche Begrünung. In einer zusätzlichen Befragungsstudie mit acht TeilnehmerInnen wurden als Bedenken gegen die Begrünung die folgenden Aspekte gesammelt: Pflegeaufwand, Fragen zur Anbringung und Installation, vermutete Schäden oder Lecks am Dach oder an der Fassade, Kosten, Insektenbefall, Werterhalt des Gebäudes, Dauerhaftigkeit oder Langlebigkeit der Begrünung. Diese Aspekte wurden aber (noch) nicht weiter erforscht.

#### 3. Natur zeigt positive Effekte auf die körperliche und seelische Gesundheit

Es gibt eine ganze Reihe von empirischen Studien zur Naturwirkung auf die körperliche und seelische Gesundheit von Menschen.

- Menschen, die in einer natürlichen/grünen Umgebung leben, haben eine höhere körperliche und seelische Gesundheit als diejenigen, die in einer städtischen Umgebung leben (De Vries, Verheij, Groenewegen, & Spreeuwenberg, 2003). Je näher Grünflächen zur Wohnung sind, desto höher ist die körperliche und seelische Gesundheit (Wells & Evans, 2003).
- Je kürzer die Entfernung von zu Hause zur nächsten Grünfläche ist, desto weniger Stress wird erlebt (Grahn & Stigsdotter, 2003). Kinder, die in einer grüneren Umgebung wohnen, erleben

weniger Stress und weniger Konflikte in der Schule (Wells & Evans, 2003). Ein hoher Anteil von grünen und natürlichen Flächen innerhalb eines 1-Kilometer-Radius um die Wohnung kann Stress reduzierend wirken (Stigsdöter et al., 2010). Menschen, die innerhalb eines 3-Kilometer-Radius mit einem hohen Anteil an Grünflächen wohnen, erleben weniger Stress und haben eine höhere wahrgenommene seelische Gesundheit als Menschen ohne den Zugang zu Grünflächen (Van den Berg, Maas, Verheij, & Groenewegen, 2010).

- Grünpflanzen am Arbeitsplatz erhöhen die Zufriedenheit und die Konzentration signifikant. Im Feldversuch war die Produktivität der Angestellten in begrünten Büros um bis zu 15 % höher (Nieuwenhuis, 2014).
- Auch wenn sich Menschen nicht physisch in der Natur aufhalten, können sie von den positiven Effekten profitieren (Keniger, Gaston, Irvine, & Fuller, 2013). Indirektes Naturerleben, bspw. der Blick durch das Fenster, wirkt sich wohltuend auf die seelische Gesundheit aus (Pretty, 2004). Der Blutdruck als Indikator für körperliche Gesundheit sinkt schneller in Räumen mit Blick ins Grüne als in fensterlosen Räumen oder Räumen mit Blick auf eine städtische Bebauung (Hartig, Evans, Jamner, Davis, & Gärling, 2003). Patienten genesen schneller nach einer Operation, wenn sie vom Krankenbett aus einen Blick ins Grüne haben (Ulrich, 1984).
- Schüler profitieren vom Blick ins Grüne: Die Aufnahmefähigkeit ist gesteigert, die Denkfähigkeit ist erhöht (Wells, 2000). Aufgaben, die Konzentration und Aufmerksamkeit benötigen, werden besser bearbeitet (Eberhard, 2005), der Einfluss von Stress verringert sich und das allgemeine Wohlbefinden ist erhöht (Kelz, Evans, & Röderer, 2013).

#### **4. Zeigen begrünte Hauswände ähnlich positive Effekte auf die körperliche und seelische Gesundheit wie Natur?**

Leider wurden keine Studien gefunden, die sich explizit dieser Fragestellung widmen. In der geografischen Dissertation „Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung: Meinungsbilder Kölner Bürger“ von Susanne Schlößer (2003) werden einige Äußerungen und Mutmaßungen über die Wirkungen von begrünten Hauswänden zitiert, die psychologische oder soziale Effekte nahelegen. Da sie bislang nicht empirisch untersucht wurden, werden sie hier als Hypothesen vorgestellt:

- In dicht bebauten Stadtgebieten, wo natürliche Qualitäten weitgehend fehlen, erreicht Fassadengrün als ein „Stück Naturerinnerung“ besonders hohen Symbolwert (MBW, 1991).
- Begrünte Fassaden stellen eine Verbindung zur ansonsten in der Stadt eher ausgegrenzten Natur her. Sie fördern ein Naturbewusstsein durch das Sichtbarwerden der Jahreszeiten und die Beobachtung ökologischer Zusammenhänge (Preuss et al., 1993).
- Begrünte Fassaden bieten durch eine visuell wohltuende Abwechslung eine Orientierungshilfe im häufig gleichförmigen Stadtbild. Das stärkt die Unverwechselbarkeit eines Wohngebietes, wodurch die „lokale Identität“ gestärkt wird (BfLR, 1987).

#### **5. Fazit und Ausblick**

Es fehlen aktuelle, empirische Studien im deutschsprachigen Raum. Insbesondere fehlen Studien

- mit einem hohen Bezug zur Anwendung und damit verbundenen Fragen,
- die nicht unter Laborbedingungen mit manipulierten Fotos arbeiten, sondern reale Situationen untersuchen,
- welche die Sichtweisen von Hausbesitzern und Verwaltern, also den eigentlichen „Auftraggebern“ berücksichtigen,
- die sich auch mit möglichen Hemmnissen bzw. mit den Argumenten gegen eine Begrünung auseinandersetzen und daraus
- Strategien für Gestaltung und Kommunikation ableiten.

Folgende Ansätze zur Überprüfung (u.a. der genannten Hypothesen) werden empfohlen:

- Wiederholung der Studie von White & Gatersleben in einem deutschen Kontext im Sinne einer Grundlagenforschung, Intensivierung der qualitativen Interviews zur detaillierten Analyse von Vorbehalten
- Evaluationen: Vorher-Nachher-Untersuchungen bei real umgesetzten Wandbegrünungsprojekten (innen oder außen) durchführen; Befragte: Eigentümer, Bewohner/Nutzer, Nachbarn, Passanten
- Wirkungsanalysen: In Objekten mit einer begrünten Fassade/Wand werden positive und negative Auswirkungen durch Interviews und Messungen erfasst; Befragte: Eigentümer, Bewohner/Nutzer, Nachbarn, Passanten



- Akzeptanzstudien: Eigentümer und Bewohner/Nutzer von Häusern mit geeigneten Wänden werden zu ihren Einstellungen und ihrem Wissen bezüglich grüner Wände befragt, Schwerpunkt auf Bedenken und Hemmnisse
- Imageanalysen: Im Vergleich von Renderings und Entwürfen mit mehr oder weniger grünen Häusern werden vor allem ökonomische Auswirkungen (Wert des Hauses, Höhe der Miete, etc.) untersucht.

PSY:PLAN bietet Beratung, Planung und Durchführung von Studien an. Bei Interesse stellen wir auch die u.a. Literatur digital zur Verfügung. Anfragen bitte über [moczek@psyplan.de](mailto:moczek@psyplan.de).

## 6. Literatur

- BfLR - Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. (Hrsg.) (1987). Lokale Identität und lokale Identifikation. *Information zur Raumentwicklung*, Heft 3.
- De Vries, S., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2003). Natural environments – healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environment and Planning A*, 35, 1717-1731.
- Eberhard, J. P. (2005). *Cognitive neuroscience and classroom design*. Retrieved on May 25, 2010 from [http://www.architecture-mind.com/COGNITIVE\\_NEUROSCIENCE\\_AND\\_CLASS\\_ROOM\\_DESIGN.pdf](http://www.architecture-mind.com/COGNITIVE_NEUROSCIENCE_AND_CLASS_ROOM_DESIGN.pdf)
- Grahn, P., & Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2 (1), 1-18.
- Hartig, T., Evans, G. W., Jamner, L. D., Davis, D. S., & Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology*, 23 (2), 109-123.
- Kaplan, S., & Kaplan, R. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Kelz, C., Evans, G. W., & Röderer, K. (2013). The restorative effects of redesigning the schoolyard: A multi-methodological, quasi-experimental study in rural Austrian middle schools. *Environment & Behavior*, 13.
- Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N. & Fuller, R. A. (2013). What are the benefits of interacting with nature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10 (3), 913-935.
- MBW (1991). Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1991). *Empfehlungen zur Fassadenbegrünung an öffentlichen Bauwerken*. Düsseldorf.
- Nieuwenhuis, M., Knight, C., Postmes, T., & Haslam, S. A. (2014, July 28). The Relative Benefits of Green Versus Lean Office Space: Three Field Experiments. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. Advance online publication <http://dx.doi.org/10.1037/xap0000024>
- Pretty, J. (2004). How nature contributes to mental and physical health. *Spirituality and Health International*, 5 (2), 68-78.
- Preuss, S., Riedel, U. & Szemeitzke, B. (1993): Fassadenbegrünung als stadtoökologische Bewohneraktivität. Bremen. Zitiert nach Schlösser, S.
- Schlösser, S. (2003). *Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung. Meinungsbilder Kölner Bürger*. Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Köln.
- Stigsdotter, U. A., Ekholm, O., Schipperijn, J., Toftager, M., Kamper-Jørgensen, F., & Randrup, T. B. (2010). Health promoting outdoor environments – Associations between green space, and health, health-related quality of life and stress based on a Danish national representative survey. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38, 411-417.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery. *Science*, 224, 224-225.
- Van den Berg, A. E., Maas, J., Verheij, R. J., & Groenewegen, P. P. (2010). Green space as a buffer between stressful life events and health. *Social Science & Medicine*, 70 (8), 1203-1210.
- Wells, N. M. (2000). At home with nature: Effect of "greenness" on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32 (6), 775-793.
- Wells, N. M., & Evans, G. W. (2003). Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. *Environment and Behavior*, 35 (3), 311-330.
- White, E., & Gatersleben, B. (2011). Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? *Journal of Environmental Psychology*, 31 (1), 89-98.

## Erfahrungen mit der Förderung von Fassadenbegrünungen am Beispiel Hannover

Dipl. Biol. Gerd Wach, BUND Region Hannover

Dach- und Fassadenbegrünungen haben unzweifelhaft viele städtebauliche, mikroklimatische, ökologische und ökonomische Vorteile, die in vielen Veröffentlichungen beschrieben wurden und auch allgemein anerkannt sind, die hier aber nicht wiederholt werden sollen. Dennoch ist die Nachfrage nach Gebäudebegrünungen kein Selbstläufer. Vielen Hauseigentümer(innen) sind die Möglichkeiten und auch die wirtschaftlichen Vorteile, wie der Schutz der Gebäudesubstanz durch eine Gebäudebegrünung, nicht bekannt und es stehen für sie meist die Mehrkosten und der Mehraufwand im Vordergrund. Bei Fassadenbegrünungen kommen noch viele Vorbehalte bezüglich möglicher oder kolportierter Bauschäden hinzu.

Innerhalb eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und von ABInBev (einem Brauereikoncern) geförderten Projektes sollte deshalb versucht werden, Dach- und Fassadenbegrünungen über ein Förderprogramm in dicht besiedelten Stadtteilen Hannovers von Gebäudebesitzern zu realisieren. Unter dem Thema „Mehr Natur in der Stadt“ standen für die Stadt Hannover vor allem auch innerhalb eines Klimafolgenmanagements das sommerliche Temperaturregime und die Verringerung der Niederschlagsabflüsse im Mittelpunkt. Die Kreisgruppe Region Hannover des Bund für Umwelt und Naturschutz e.V. (BUND) übernahm die Aufgabe, das Programm zu bewerben in enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Umwelt und Stadtgrün der Landeshauptstadt Hannover, das die Förder- und auch Projektmittel bereitstellte. Gemeinsam wurde ein Förderprogramm entwickelt, das eine Bezuschussung von einem Drittel der anfallenden Kosten vorsieht, wobei die maximale Fördersumme bei Dachbegrünungen bei 10.000 € liegt, bei Fassadenbegrünungen bei 350 €. Bei mehrschichtigen Wandkonstruktionen (z. B. WDVS) erhöht sich die Summe auf 3.500 €. Es besteht auch nur die Möglichkeit für einfache Fassadenbegrünungen 50 % der Materialkosten zu fördern, der Zuschuss ist dann auch auf maximal 350 € festgelegt. In dem Förderschlüssel, der auf der Seite [www.begruenteshannover](http://www.begruenteshannover) einzusehen ist, sind alle wichtigen Bedingungen hinsichtlich der Förderfähigkeit für einen finanziellen Zuschuss sowie der formellen Antragsstellung aufgeführt.

### Ernüchternde Ergebnisse bei der Realisierung von Fassadenbegrünungen

Im Projektzeitraum Juni 2012 bis Mai 2014 wurden von den angefragten 35 Objekten für Fassadenbegrünungen 34 ausführliche Beratungen vor Ort durchgeführt (Abb. 1). Die Objekte teilten sich in 17 Mehrfamilienhäuser, 11 Einfamilienhäuser, vier Gewerbegebäude inkl. öffentlicher Gebäude und drei Terrassen auf. Zu den Beratungen wurden bisher 23 ausführliche schriftliche Begrüfungsvorschläge (Exposés) erarbeitet, das führte zu 15 Förderanträgen, von denen 14 gewährt (zugesagt) wurden.

Realisiert sind auf Grund der Beratungen 10 Projekte, drei davon konnten nicht gefördert werden, da sie vom Umfang zu gering (aus der Sicht der Antragsteller) oder nicht förderfähig (Schule) waren.

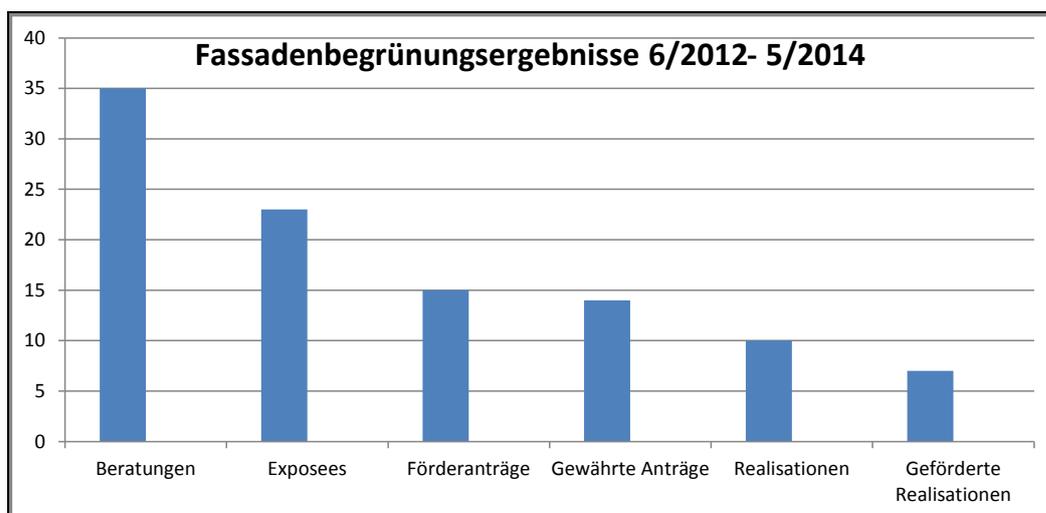


Abb.1: Darstellung der Ergebnisse für Fassadenbegrünungen im Projektzeitraum

Zum Stand Ende Mai 2014 konnten Fördermittel für Fassadenbegrünungen für sieben Objekte in einer Gesamthöhe von ca. 2.250 € ausbezahlt werden. Damit lagen die durchgeführten Begrünungen deutlich hinter den Erwartungen zurück.

### **Akzeptanzprobleme bei Fassadenbegrünungen**

Für die geringe Resonanz bei der Antragsstellung zur Förderung von Fassadenbegrünungen sind die folgenden Gründe maßgebend, die sowohl als Akzeptanzprobleme als auch als Realisierungshemmnisse beschrieben werden können. Zu ersteren gehört vor allem die Befürchtung, die Fassade könnte unter der Begrünung leiden. Dabei wird vor allem immer auf die Fassaden hingewiesen, bei denen nach der Entfernung von Efeu oder Wildem Wein die Haftscheiben übrigbleiben oder die Haftwurzeln des Efeus beim Herunterreißen den Putz verletzen. (Abb.2) Diese Schäden haben aber primär ihre Ursache darin, dass die Pflege, das Zurückschneiden, versäumt wurde. Um dann aber ein Überwachsen von Fensterrahmen, Dachrinnen und Dach zu verhindern, werden dann größere Bereiche des Bewuchses eliminiert oder die Pflanze ganz gekappt. Schäden, die an schon vorher nicht intakten Fassaden durch das Dickenwachstum in Ritzen durch diese Pflanzen auftreten, spielten eigentlich keine große Rolle in der Diskussion.

Auch die Pflegekosten, die die Hauseigentümer(innen) in den späteren Jahren beanspruchen, kann die Akzeptanz von Fassadenbegrünungen reduzieren, obwohl dieses Argument in den seltensten Fällen angeführt wird. Es gab aber genügend Beispiele, wenn die Pflege in großen Fassadenhöhen nicht mehr zu realisieren oder zu finanzieren war, dass radikale Lösungen wie z.B. die Entfernung der Pflanzen mit all ihren hässlichen Auswirkungen an der Fassade praktiziert wurde oder man es solange wachsen ließ bis z. B. durch einen Sturm, der Teile der Begrünung herunterriss, eine „Notoperation“ nötig wurde. Das wird dann als Beweis angesehen, dass die Fassadenbegrünung insgesamt eine „gebäudeschädigende Technologie“ ist. Diese Erfahrungen waren in einer Beratung schlecht zu relativieren.

In der allgemeinen Wahrnehmung wird Fassadenbegrünung weitgehend mit den Selbstklimmern Efeu und Wilder Wein gleichgesetzt und damit als keine qualifizierte oder professionelle Arbeit gewertschätzt, da die Pflanzen nach einem einfachen Pflanzvorgang ja in den ersten Jahren unproblematisch wachsen. Das äußerte sich auch darin, dass die meisten Antragsteller Maßnahmen zur Begrünung selbst vornehmen wollten, um so 50 % der Materialkosten gefördert zu bekommen. Der Hinweis, dass die Auswahl und die Anbringung z. B. von Rankhilfen Erfahrung voraussetzt, wurde oft ignoriert.

Es fehlen leider insbesondere gerüstgestützte begrünte Fassaden als überzeugende Beispiele von begrünten Fassaden im öffentlichen Raum, die gärtnerische Kompetenz widerspiegeln. Vor diesem Hintergrund dominieren weiterhin die Selbstklimmer, zu denen neben Efeu (*Hedera sp.*) und Wilden Wein (*Parthenocissus sp.*) auch vereinzelt aber immer häufiger die Kletterhortensie (*Hydrangea petiolaris*) sich hinzugesellt.

### **Realisierungshemmnisse**

Als ein besonderes Realisierungshemmnis haben sich Hauseigentümergeinschaften herausgestellt. Allgemein werden begrünte Fassaden ja als interessant und schön angesehen. Da aber bei Veränderungen am Gebäude in der Regel alle Eigentümer zustimmen müssen, ist ein Placet für eine Begrünung selten erreichbar. In der Diskussion werden dann sehr individuelle Einwände vorgebracht wie Tiere (Spinnen und Mäuse) in der Begrünung, Pflegeaufwand durch Laubfall, Gefahr durch Wespen und Bienen, u. a. m. Sind Bedenken hinsichtlich von Fassadenschäden zu thematisieren und richtig zu stellen, so sind diese individuell geprägten Argumente kaum zu diskutieren. Mit diesen Einwänden werden auch Wohnungsbaugesellschaften oder –genossenschaften konfrontiert, so dass sie – um Problemen aus dem Wege zu gehen – dem Begrünungswunsch anderer Mietern selten nachkommen.

Mit der nachträglichen Wärmedämmung von Häusern verschwinden viele an den Fassaden bestehende Begrünungen. Diese werden danach auch nicht wieder gepflanzt, da vor allem die preislich günstigen WDVS-Fassaden schwierig zu begrünen sind (Abb. 3). Selbstklimmer kommen dort nicht in Frage, da ihr Gewicht von den aufgeklebten Putzträgern nicht gehalten werden kann. Klettergerüste – oder seile müssen aufwendig an den tragenden Wandelementen befestigt werden, was in der Regel eine Durchdringung der Dämmschicht zur Folge hat. Dieses wird von den meisten Hauseigentümern kritisch gesehen und abgelehnt. Andere Lösungen wie vorgestellte Stellagen sind aufwendiger, mehr Platz beanspruchend und sind vor allem nur bei Neubauten sinnvoll einzuplanen. Leider gibt es in Hannover nur vereinzelt überzeugende Beispiele, wo das professionell über Rankgerüste umgesetzt worden ist. Es konnte nur eine gedämmte Fassade ausgemacht werden, bei der eine Gerüstkletterpflanze (*Wisteria sinensis*) gesetzt wurde (Abb. 4). Innerhalb des Projektzeitraumes konnte kein Objekt gefördert werden, obwohl bis zu 3.500 €

Zuschuss gezahlt werden konnte. Es ist zu befürchten, dass mit der politisch gewollten Wärmedämmung, um Energie einzusparen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern, Fassadenbegrünungen zurückgehen werden.

Ein weiteres Hemmnis war die fehlende Kooperation des Tiefbauamtes. Ihre Zustimmung war notwendig, wenn Pflanzlöcher an der Fassade im öffentlichen Raum (z. B. auf dem Bürgersteig) für eine Bepflanzung gebraucht wurden. Es war zuständig für die Aufbruchgenehmigung und der Herstellung der Pflanzlöcher. Obwohl zugesagt, mussten wir auf diese Genehmigungen und Arbeiten bis zu 13 Monate warten. Das war insbesondere für die Wirkung und Akzeptanz geplanter Fassadenbegrünungen im öffentlichen Raum kontraproduktiv, zudem hier nur wenige Anträge vorlagen, die Begrünung von Straßen zugewandten Fassaden vorsahen. Alle Anstrengungen, dieses Problem zu lösen, waren bis Projektende nur mäßig erfolgreich. Es ist nur ein schwacher Trost, dass uns derartige Erfahrungen aus anderen Städten auch mitgeteilt wurden.

### **Ausschlaggebende Argumente für eine Begrünung**

Die vielen positiven Argumente, die für die Fassadenbegrünung aufgeführt werden, wie Luftverbesserung, Staubbindung, Minderung von Extremtemperaturen, Niederschlagsverdunstung statt -abführung, Erhöhung der Biodiversität u. ä. waren in der Diskussion mit Hauseigentümern nur von zweitrangiger Bedeutung. Sie wurden gern zur Kenntnis genommen, spielten aber bei der Entscheidung nicht die Rolle. Bei Hausbegrünungen gegenüber positiv eingestellten Personen war es vor allem die Art und Form der Begrünung selbst (u. a. Wuchs, Blüte, Jahreszeitaspekte) und Begrünungen in der Nachbarschaft, die den Ausschlag gaben (Abb. 6). Besonders auffällig waren Prägungen aus der Kindheit: Entweder verteidigte man vehement die existierenden Begrünungen an dem von den Eltern übernommenen Haus oder man wünschte sich eine ähnliche Fassadenbegrünung an seinem neuen eigenem Hause.

Für viele „Begrüner“ war das Verhindern oder das Eindämmen von Graffiti zudem ein wichtiges Argument, das allein schon genügte, Begrünungen durchzuführen. Andere wirtschaftliche Vorteile wie Schonung der Gebäudesubstanz durch Minderung der Wirkung von UV-Strahlen, Temperatenausgleich oder Reduktion der Aufwendungen für Instandhaltungen wurden nicht von den „Begrüner“ genannt oder skeptisch beurteilt. Hier wären wissenschaftlich fundierte Daten, u.a. zu längeren Standzeiten von Fassaden oder geringerem Renovierungsaufwand, in Zukunft hilfreich. Obwohl die Attraktivität begrünter Gebäude bekannt ist, wurde diese „Wertsteigerung“ gerade bei Mietobjekten kaum thematisiert oder ihr Geldwert bezweifelt. Die einst so populären Fassadenbegrünungen von früher werden heute zu sehr kritisch hinterfragt.

Was immer öfter artikuliert wird, ist der Wunsch nach direktem Nutzen von einer Begrünung, z. B. durch Früchte, die an der Fassade geerntet werden können in der Form von Spalierobst. „Urban gardening“ ist eine Bewegung, die diesem Verhalten entspricht. Die wandgebundene Fassadenbegrünung kann dieser Entwicklung wahrscheinlich noch mehr entsprechen.

Eine Nische für den Einsatz von Fassadenbegrünungen an WDVS-gedämmten Fassaden kann die Verhinderung von Verletzungen der Fassade durch Spechte bilden.

### **Viel Aufwand – wenige Begrünungen**

Abschließend muss bei Fassadenbegrünungen festgestellt werden, dass der zeitliche Aufwand der Beratungs- und Aufklärungsarbeit bisher in keinem angemessenen Verhältnis zu den anschließenden realisierten Maßnahmen und abfließenden Fördermitteln steht. Es besteht die Hoffnung, dass die durchgeführte Aufklärungsarbeit eine Langzeitwirkung entwickelt und zu einer erhöhten Nachfrage nach Fördermitteln bzw. zu Begrünungen führen wird.

Mittelfristig ist aber die umfangreiche Aufklärungsarbeit mit einer verstärkten Diskussion realisierter positiver Musterbegrünungen bzw. auch problematischer Beispiele notwendig, um die Bereitschaft noch skeptischer Hauseigentümer(innen) zu gewinnen, sich mit Fassadenbegrünung überhaupt auseinanderzusetzen. Bisher scheint die finanzielle Förderung nicht das ausschlaggebende Argument zu sein, um potenzielle „Begrüner“ zu gewinnen. Die kostenlose qualifizierte Beratung hatte für viele einen höheren Stellenwert.

### **Resumee**

Bei Fassadenbegrünungen bedarf es weiterer intensiver Aufklärungsarbeit. Dabei wird es wichtig sein, sich von der sogenannten „einfachen“ Bepflanzung mit Efeu und Wilden Wein zu lösen, bzw. sie auf bestimmte Anwendungen zu reduzieren (z. B. freistehende Mauern, Einhausungen von Müllcontainerplätzen). Gute Beispiele mit Gerüstkletterpflanzen sind wichtig, sie im öffentlichen Raum zu zeigen, bei denen Wachstum und Pflege besser kontrolliert wird. Erfahrungen und überzeugende Beispiele sind insbesondere auch bei gedämmten Fassaden mit Gerüstkletterpflanzen dringend notwendig, wenn die bodengebundene Fassadenbegrünung eine Zukunft haben soll.

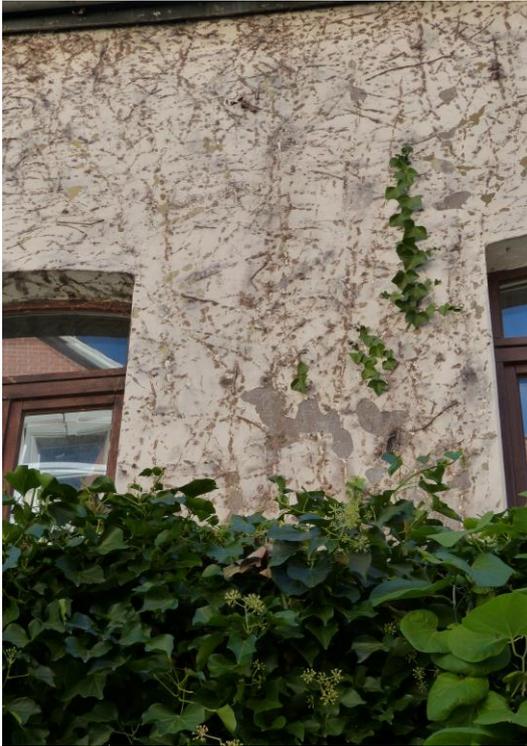


Abb.2 : Verletzung des Putzes nachdem eine ausufernde Efeubegrünung teilweise entfernt wurde.



Abb. 3: WDVS wird auf eine Fassade aufgebracht. Dämmstärke 17 cm. Hauseigentümer weigerte sich, die hier vorher existierende Begrünung zu erneuern



Abb. 4: Eine Begrünung einer gedämmten Fassade mit dem Blauregen (*Wisteria sinensis*), Bauprojekt aus der Expozeit 1999, Foto 2014



Abb. 5

Abb.5: Entscheidungen für eine Begrünung fallen überwiegend nicht aus wirtschaftlichen oder ökologischen Gründen. Aussehen und positive Erfahrungen oder Erinnerungen sind ausschlaggebend. Wilder Wein mit Kletterrosen an einem oft fotografierten Haus

Bildquelle: alle Fotos vom Autor

## Untersuchungen zur Fassadenbegrünung

### Ergebnisse der Machbarkeitsstudie Vertikale Gärten Palmengarten Frankfurt a. M.

Prof. Dr.-Ing. Stephan Roth-Kleyer und B.Eng. Susanne Gunkel, Geisenheim University

#### 1. Zielsetzung der Untersuchungen

Bodengebundene Fassadenbegrünungen haben eine lange Tradition. Bau- und vegetationstechnische Fragestellungen hierzu sind weitgehend geklärt (FLL, 2000). Ganz anders stellt sich dies bei den sogenannten Vertikalen Gärten, auch „Living Walls“ oder „Fassadengebundene Begrünungen“ genannt, dar. Hier gibt es aus Sicht der Bau- und Vegetationstechnik wie auch aus Sicht des Materialeinsatzes, der Pflanzenverwendung, der Installation, der Pflege und Wartung zahlreiche offene Fragen.

Die Stiftung Palmengarten und Botanischer Garten Frankfurt am Main beauftragte Ende 2012 auf Initiative der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) die Machbarkeitsstudie „Vertikale Gärten Palmengarten Frankfurt am Main“ mit der Zielsetzung, eine Empfehlung für eines der im Versuch stehenden vier Systeme für den Bau des in Planung befindlichen, ca. 500 Meter langen und ca. drei Meter hohen, nach Nord-West exponierten Vertikalen Gartens auszusprechen.

Im Zeitraum Juni 2013 bis Mai 2014 wurden durch die Verfasser vier unterschiedliche Begrünungssysteme am Standort Frankfurt, Miquelallee, dokumentiert und bewertet. An der Machbarkeitsstudie beteiligten sich vier Firmen mit jeweils einem System: Humko Ltd. / Slowenien, Optigrün international AG / Deutschland, Schadenberg Combi Groen B.V. / Niederlande und Vertiko GmbH / Deutschland.

#### 2. Rahmenbedingungen für die Machbarkeitsstudie

Jedem der teilnehmenden Unternehmen stand eine **Versuchsfläche** in der Größe von ca. drei Meter Höhe und vier Meter Breite zur Verfügung. Die Versuchsflächen wurden am 22. Mai 2013 durch die jeweiligen Firmenvertreter mit einer schriftlichen Pflege- und Wartungsanleitung an das Fachpersonal des Palmengartens übergeben.

Hinsichtlich der **Pflanzenverwendung** waren folgende Vorgaben einzuhalten (Mann, 2012): Die Anzahl der Pflanzensorten musste mindestens 15 betragen, davon sollte ein Drittel immergrün sein. Für die Übergabe am 22. Mai 2013 musste die Versuchsfläche abschließend bepflanzt sein. Nach dem 30. Juni 2013 waren keine Änderungen oder Nachpflanzungen mehr zulässig. Die Teilnehmer mussten bestätigen, dass sie keine Pflanzenschutzmittel verwenden.

Die vertikalen Gärten wurden durch die teilnehmenden Firmen mit **Bewässerungssystemen** ausgestattet. Der Wasserbedarf wurde für jede Wand mittels Wasseruhren einzeln erfasst und durch Mitarbeiter des Palmengartens dokumentiert.

Der **Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum** entsprach nicht annähernd dem des langjährigen Mittels (1981 – 2010). Von besonderer Bedeutung waren die Temperaturen. Sie lagen seit Juli 2013 durchweg über dem langjährigen Mittel, besonders gravierend in den Wintermonaten Januar und Februar 2014 mit jeweils einem Gradienten größer Plus 3°C (WetterKontor, 2014). Im Versuchszeitraum dokumentierte der Deutsche Wetterdienst (Standort Flughafen Frankfurt) nur zwei Frosttage am 26. und 27.11.2013. (Deutscher Wetterdienst, 2014). Da Vegetation und Systeme im Zeitraum der Studie weder andauerndem noch starkem Frost ausgesetzt waren, sind hinsichtlich der Frostbeständigkeit der vier Systeme und der Vegetation keine Aussagen möglich.

#### 3. Bewertungskriterien und Untersuchungsumfang

Die Bewertungskriterien (vgl. Tab. 1) wurden durch die FBB, die Stiftung Palmengarten und Botanischer Garten sowie Prof. Dr. Roth-Kleyer, Hochschule Geisenheim, festgelegt. Um Aussagen zur **Eignung der Bepflanzungen** zu treffen, wurden vom 03. Juni 2013 bis zum 30. April 2014 monatliche Bonituren durchgeführt. Dabei wurden der **Bedeckungsgrad** (projektive Bedeckung) durch Schätzen und die **Vitalität** der Pflanzen (Vitalitätsschlüssel vgl. Abb. 2) bewertet. **Abgestorbene sowie herausgefallene oder herausgezogene Pflanzen** wurden anlässlich der Bonituren ebenfalls dokumentiert. Weiterhin wurde der **Zuwachs** der einzelnen Arten und Sorten durch Volumenmessungen aufgenommen. Für die **Protokollierung der Pflanzendaten** wurden jeweils Pflanzencluster ausgewählt, die einen Querschnitt durch alle verwendeten Pflanzensorten und deren Standorte innerhalb des jeweiligen Vertikalen Gartens bildeten. Jedes Cluster umfasste drei Pflanzen. Es wurden 339 der insgesamt 1.458 im Versuch stehenden Pflanzen monatlich bonitiert. Auch die **Pflege- und Wartungszeiten** wurden festgehalten. Unterschieden wurde hierbei „Pflegemaßnahmen Pflanzen“ und „Pflege und Wartung System“.

Tabelle 1: Die Bewertungskriterien und deren Gewichtung sowie Zuständigkeiten der Dokumentation

Bewertungskriterium/ Zuständigkeit	Gewichtung	Beurteilungskriterium
1. Vegetation/ Hochschule Geisenheim	35 %	Entwicklung der eingesetzten Arten Artenvielfalt, Blühaspekt Optischer Gesamteindruck Erfüllung der Ausgangsforderungen
2. Pflege und Wartung/ Palmengarten	25 %	Vegetationstechnische Maßnahmen Einstellung und Bedienung der Bewässerungsanlage Vorhandene Pflege- und Wartungsunterlagen Wartungsbedarf und Störanfälligkeit
3. Herstellkosten/ Firmen u. FBB	20 %	Herstellkosten des Systems pro m <sup>2</sup> auf 500 lfdm bezogen
4. System-Material/ Firmen u. FBB	15 %	Materialbeständigkeit Montagefreundlichkeit Nachrüstbarkeit Handhabung bei Pflanzenaustausch
5. Wasserverbrauch/ Palmengarten	5 %	Wasserverbrauch

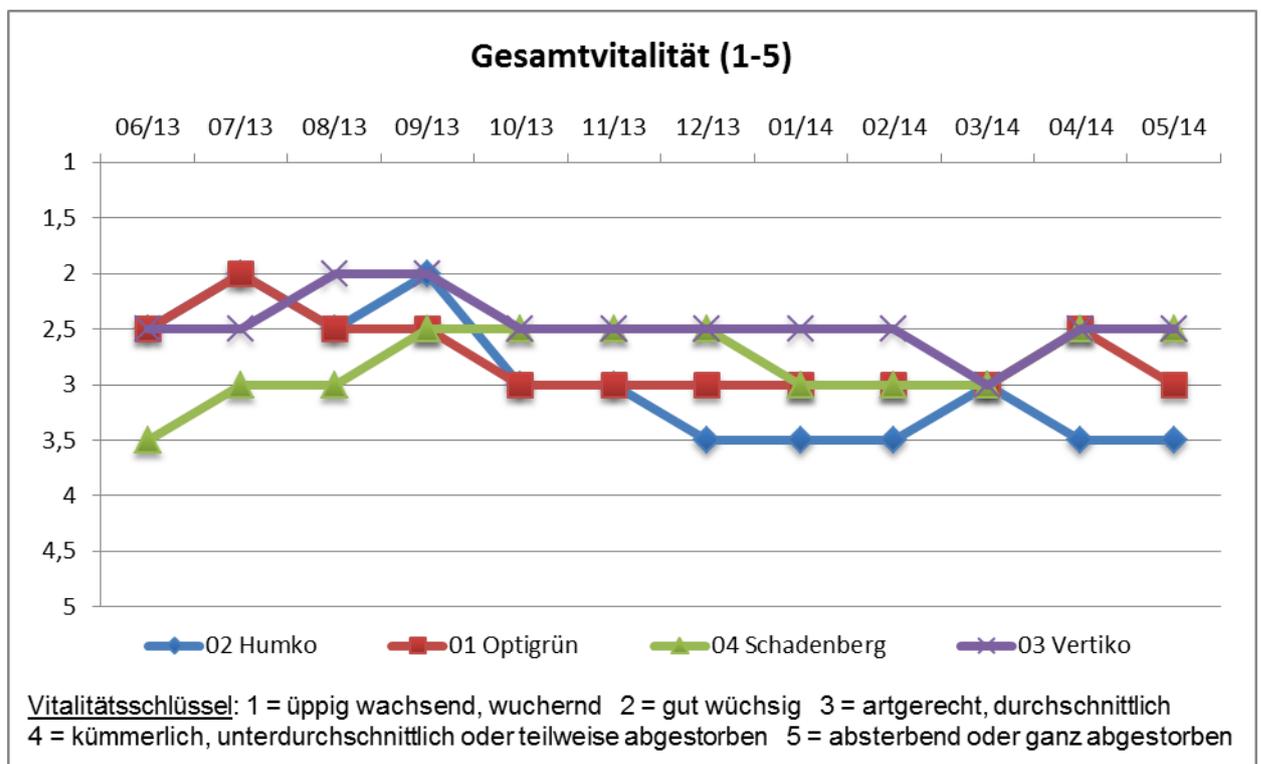


Abbildung 1: Gesamt-Vitalität der Bepflanzungen

## 4. Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

### 4.1 Vegetation (35 %)

Die gewonnenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen können sich erwartungsgemäß nur auf den Beobachtungszeitraum unter den gegebenen Bedingungen beziehen.

#### 4.1.1 Entwicklung der Bepflanzungen im Vergleich

Auffällig waren die **Gesamt-Bedeckungen** bei Humko und Schadenberg (Abb. 1). Bei **Schadenberg** lagen zu Beginn der Studie zwei ungünstige Umstände vor: Zum einen waren die Pflanzen durch eine lange Transportdauer angegriffen geliefert worden. Zum anderen wurde die Bewässerung verspätet installiert und dann, entsprechend Herstellerangabe, anfänglich zu wenig bewässert. Nach Korrektur der Bewässerungseinstellung konnte die Begrünung das Niveau der Mitbewerber erreichen. Nachdem die Bepflanzung der Fa. **Humko** zuerst einen sehr schnellen Zuwachs erfahren hatte, kam es durch Fehlsteuerung der Bewässerung und Düngung zu Rückgängen der Bedeckung und der Vitalität, vor allem der vielen Sedum-Sorten. Bei **Optigrün** zeigte die Bepflanzung anfänglich eine sehr rasche Entwicklung. Die Reduzierung des Bedeckungsgrades ist hier vor allem im Verlust von Pflanzen begründet, die aus den Pflanznischen gefallen sind. Bei **Vertiko** waren hinsichtlich der Entwicklung der Pflanzung keine Auffälligkeiten zu verzeichnen. Lediglich im März 2014 mussten vier offensichtlich entwendete Bergenien notiert werden. Die Abnahme des Bedeckungsgrades aller vier Parzellen im März ist in der vor der Bonitur durchgeführten Frühjahrspflege und den damit einhergehenden Schnittmaßnahmen begründet.

Neben den zuvor beschriebenen Umständen spiegeln die in Abbildung 2 „Darstellung der **Vitalität**“ aufgezeigten Ergebnisse auch Beobachtungen wider wie Mangelerscheinungen (z.B. chlorotische *Prunus laurocerasus* bei Schadenberg), Krankheiten (z.B. Virus an *Hosta* bei Humko, Mehltau an *Nepeta* bei Optigrün) oder Trocken-/Nässeschäden (bei Humko und Optigrün, anfänglich bei Schadenberg), welche die Pflanzen in ihrer Vitalität beeinflussen. Hinzu kommt die nachlassende Vitalität der sommergrünen Pflanzen, die im Winter mit der Note 4 bewertet wurden.

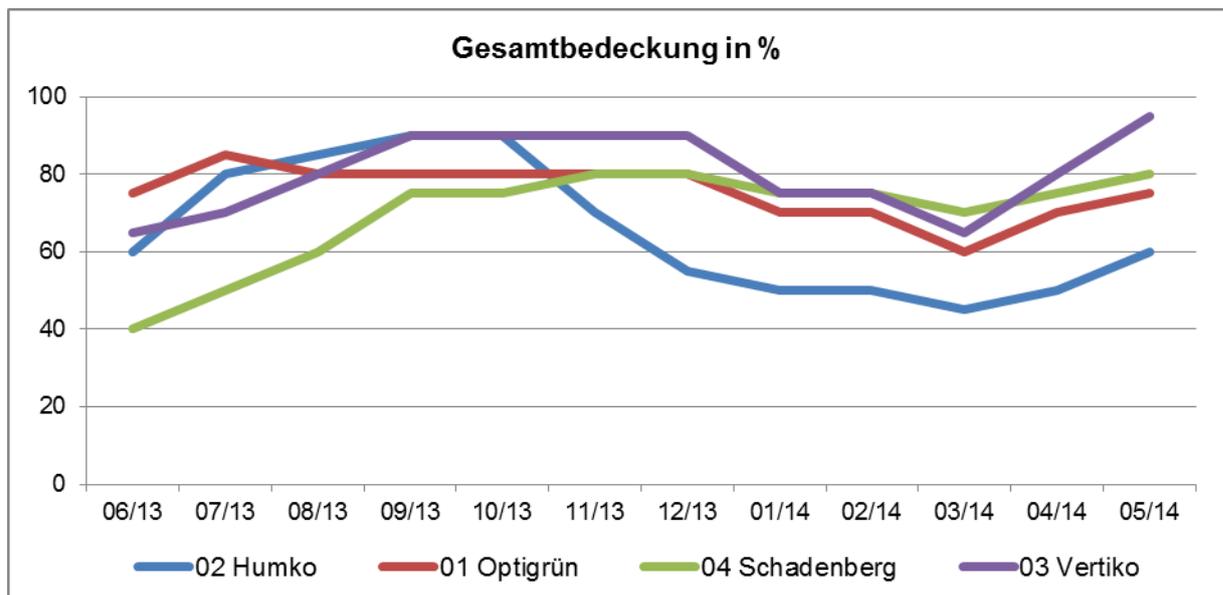


Abbildung 2: Gesamt-Bedeckungsgrad der Bepflanzungen

#### 4.1.2 Verluste von Pflanzen

Die in Tabelle 2 gelisteten Pflanzenverluste geben eine Übersicht über die Ausfälle. Bei der abschließenden Bonitur am 30. April 2014 wurden alle Parzellen noch einmal in ihrer Gesamtheit überprüft und durchgezählt (s. Tab. 2, Tabellenzeile „Ges.“). Hier sind die beschriebenen Probleme der einzelnen Begrünungssysteme deutlich ablesbar: So z.B. die erheblichen Pflanzenverluste bei Humko, aber auch bei Optigrün sowie die anfänglichen Verluste durch mangelnde Bewässerung bei Schadenberg.



Tabelle 2: Übersicht der Pflanzenverluste

Monat	Humko			Optigrün			Schadenberg			Vertiko		
	Stck	Sorte	Grund	Stck	Sorte	Grund	Stck	Sorte	Grund	Stck	Sorte	Grund
06/13							15	Hypericum	vertrocknet			
07/13							3	Hypericum	vertrocknet			
							1	Prunus laur.	vertrocknet			
							2	Vinca major	vertrocknet			
08/13	1	Lonicera nitida 'Lemon Q.'	entwendet	1	Waldsteinia Bergenia	vertrocknet Totalverlust	2	Pinus mugo	vertrocknet			
09/13		Hypericum	unklar	1	Bergenia	Fraßschäden	1	Vinca major	vertrocknet			
				4	Bergenia	herausgefallen	1	Cotinus	Trockenheit und Fraßschaden			
				1	Origanum	unklar	1	Hypericum	unklar			
							2	Carex morr.	unklar			
							3	Prunus laur.	unklar			
10/13		Hakonechloa	unklar	4	Bergenia	herausgefallen						
11/13	9	Heucherella	Keine Wurzeln	2	Aubrieta	unklar						
	2	Sedum 'B.A.'	keine Wurzeln	2	Fragaria	herausgefallen						
	3	Sedum 'Rosa'	keine Wurzeln									
12/13	5	Lysimachia	Wurzelläuse?	1	Sedum spect.	Totalverlust	1	Hypericum	unklar			
	1	Lysimachia	unklar	5	Fragaria	unklar						
01/14												
02/14												
03/14	1	Sedum refl. 'Yellow C.'	Totalverlust				1	Luzula sylv.	unklar			
04/14	x	Sedum flor.	unklar	1	Sedum spect.	Totalverlust				4	Bergenia	entwendet
	x	'Weih. Gold'	unklar									
		Sedum refl. 'Yellow C.'	unklar									
05/14	9	Verschiedene	unklar				1	Helleborus	unklar			
							2	Cotinus	unklar			
<b>Ges.</b>	<b>131</b>			<b>39</b>			<b>36</b>			<b>4</b>		
		<b>(=34,1 %)</b>			<b>(= 10,8 %)</b>			<b>(= 8,4 %)</b>			<b>(= 1,4 %)</b>	

#### 4.1.3 Artenvielfalt, Blühaspekt

Bei der Pflanzenauswahl wurden von den vier teilnehmenden Firmen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Die Firma **Humko** hatte 20 Pflanzensorten aus 11 Gattungen bzw. Arten im Versuch, wobei ein Schwerpunkt auf verschiedene Sedum-, Hosta- und Carex-Sorten gelegt wurde. Dies hatte zur Folge, dass bei den auftretenden Problemen mit Bewässerung und Düngung gleich größere Flächen der Wand in Mitleidenschaft gezogen wurden, was sich auf den Gesamtaspekt negativ auswirkte. **Optigrün** hingegen beschränkte sich auf die vorgegebenen 15 Pflanzensorten und wählte diese wiederum aus 15 Gattungen bzw. Arten aus, wodurch einzelne Ausfälle, wie die der Bergenien, weniger schwer wogen. **Schadenberg** setzte 18 Pflanzensorten aus 13 Gattungen bzw. Arten ein und legte dabei einen Schwerpunkt auf Gehölze, die teilweise nicht gut gediehen. Bei **Vertiko** kamen 19 Pflanzensorten aus 15 Gattungen bzw. Arten zum Einsatz. Die Besonderheit hier war, dass einige Sorten nicht in Gruppen, sondern als Einzelpflanzen in der Wand verteilt wurden.

Als einzige Wand waren bei Schadenberg während der ersten acht Monate der Studie keine Blüten oder Knospen zu verzeichnen (Abb. 3), erst seit Februar 2014 wurden die ersten Blüten an Vinca und Helleborus gesichtet. Bei Humko sind so viele Pflanzen ausgefallen oder waren absterbend, dass sich dies auch auf die Blütenmenge auswirkte.

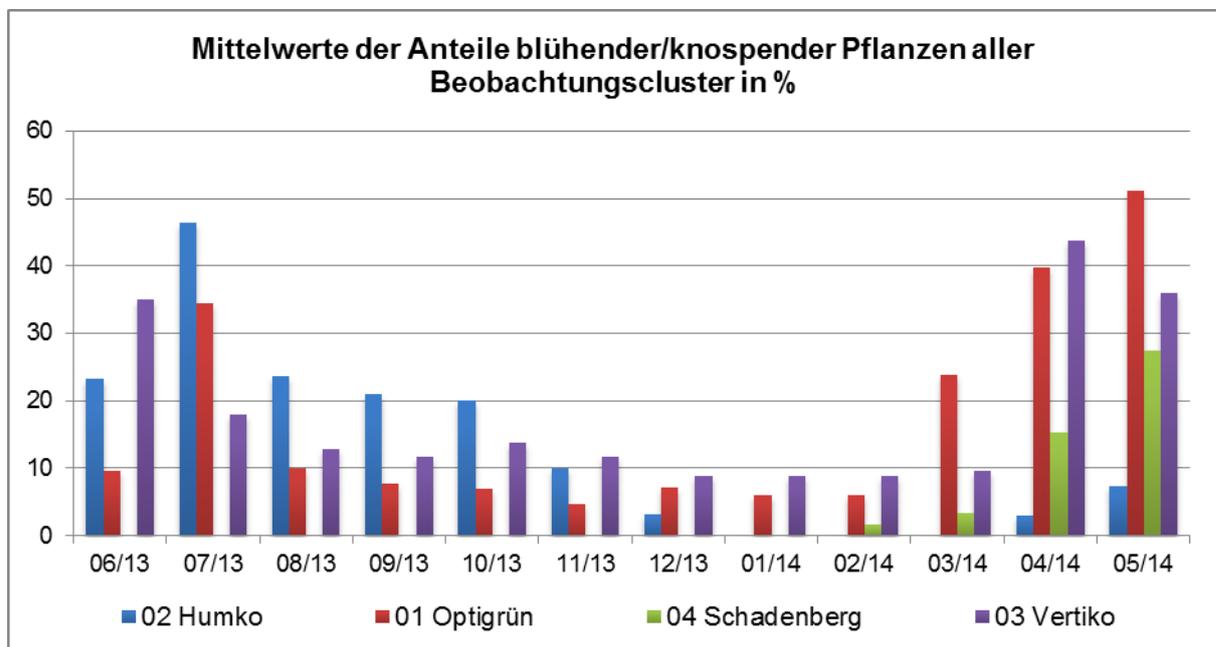


Abbildung 3: Anteil blühender/knospendender Pflanzen an den bonitierten Pflanzenclustern

#### 4.1.4 Optischer Gesamteindruck

Bei **Humko** (Abb. 4) war durch die fehlerhafte Bewässerung und Düngung der ersten Monate sehr viel Schaden an der Bepflanzung entstanden, wodurch es zu großen Lücken kam. Leider wurde durch die vielen Hosta der Winteraspekt noch kahler. Bei der **Optigrün**-Wand (Abb. 5) waren Pflanzen aus den Pflanznischen gefallen, wodurch es hier ebenfalls zu teilweise größeren Lücken kam. Die **Schadenberg**-Wand (Abb. 6) wies vor allem in den ersten zwei Monaten durch Trockenheit und teilweise kümmerliche Pflanzen einen unschönen Aspekt auf. Nach wenigen Monaten hatte sich die Vegetation erholt und bot, mit Ausnahme des mittleren Bereichs, ein üppiges, grünes Bild. Die **Vertiko**-Wand (Abb. 7) ließ die ausgewogenste Vegetationsdynamik erkennen. Die Bepflanzung entwickelte sich gleichmäßig und konstant.

Bei allen vier Wänden war der **Konkurrenzdruck** unter den Pflanzenarten enorm. Dies führte optisch dazu, dass die ursprüngliche Ausgewogenheit der Bepflanzungen anfangs, sich durch ein Ineinander- und Übereinanderwachsen der Pflanzen nach und nach aufzulösen. Das Aufkommen von **Fremdbewuchs** war insgesamt gering und unauffällig, nachdem bei Optigrün anfänglich größere Mengen entfernt werden mussten. **Schädlinge und Krankheiten** wurden ebenfalls nur in geringem Maße beobachtet, jedoch musste bei der letzten Bonitur diverser Befall durch Pilze, Blattläuse, Schnecken und andere, nicht definierte Schädlinge notiert werden.



Abbildung 4: Humko 30.04.2014



Abbildung 5: Optigrün 30.04.2014



Abbildung 6: Schadenberg 30.04.2014



Abbildung 7: Vertiko 30.04.2014

## 4.2 Pflege und Wartung (25 %)

### 4.2.1 Vegetationstechnische Maßnahmen

Der Aufwand für die Pflege (Abb. 8) bestand zum überwiegenden Teil aus wöchentlichen 10-minütigen Kontrollen der Versuchsf lächen durch Mitarbeiter des Palmengartens. Der darüber hinaus angefallene Zeitbedarf hatte unterschiedliche Ursachen. Bei **Humko** fiel vor allem durch herausgefallene Pflanzen und Verschmutzung des Gehwegs sowie das Entfernen abgestorbener Pflanzen ein Mehraufwand bei der Pflege an. Bei **Optigrün** waren zu Beginn erheblicher Fremdbewuchs, später dann in erster Linie herausgefallene oder vertrocknete Pflanzen ursächlich. Bei **Schadenberg** mussten ebenfalls abgestorbene Pflanzen und in geringem Maße Fremdbewuchs entfernt werden. Bei **Vertiko** waren über die Kontrollen hinaus keine weiteren Maßnahmen notwendig.

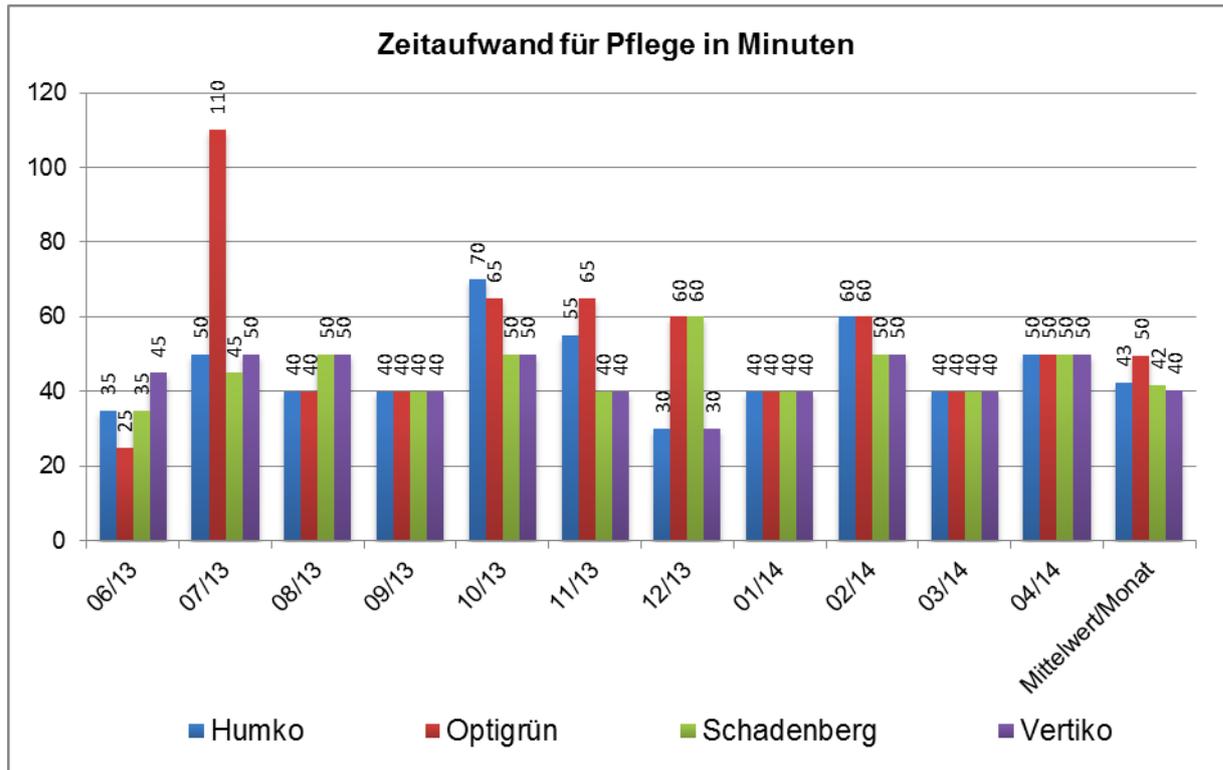


Abbildung 8: Pflegeaufwand in Minuten pro Monat und Mittelwert pro Monat

### 4.2.2 Einstellung und Bedienung der Bewässerungsanlage

Die nachfolgenden Aussagen zu den Bewässerungsanlagen beruhen auf Mitteilungen von Herrn Dipl.-Ing. J. Pläßmann, Palmengarten Frankfurt am Main vom 15. Mai 2014: "Das von Fa. **Humko** eingesetzte Steuergerät mit Touchscreen-Menüführung erwies sich als komplex mit relativ hohem Aufwand in der Einübung, war jedoch handhabbar. Für den Winterbetrieb wurde vom Hersteller ein eigener Kompressor mit einer selbsttätigen Entleerung installiert. Fa. **Optigrün** setzte ein typgleiches Steuergerät wie **Vertiko** ein. Fa. **Schadenberg** setzte ein einfach zu handhabendes System ein, das nach der Korrektur der Einstellung (Erhöhung der Wassergabe) problemlos funktionierte. Auf Grund der außergewöhnlich milden Witterung traten im Winterbetrieb bei keinem der Systeme Probleme auf."

### 4.2.3 Wartungsbedarf und Störanfälligkeit

Der Zeitaufwand für die Wartung der Bewässerungstechnik (Abb. 9) bezieht sich weitgehend auf gelegentliche Korrekturen bei den Einstellungen. Im November wurden alle Anlagen auf Winterbetrieb umgestellt. Im Februar wurden sie wieder in Betrieb genommen. Bei **Humko** gab es vor allem im ersten halben Jahr erhebliche Probleme. Es wurde entweder zu wenig oder zu viel bewässert und der Düngerverbrauch war nach mündlicher Mitteilung des Palmengartens sehr hoch. Der Aufwand bei **Optigrün** war gering. Lediglich im November wurde trotz hohen Wasserverbrauchs zusätzlich von Hand bewässert, da die Wand sehr trocken wirkte. Bei **Schadenberg** waren einige Einstellungsänderungen notwendig, um eine ausreichende Bewässerungsmenge zu erzielen. Auch hier wurde bei zu großer Trockenheit gelegentlich per Handsteuerung zusätzlich

bewässert. Bei **Vertiko** gab es wegen eines fehlerhaften Steuergerätes ebenfalls Probleme mit der Bewässerung und zu hohen Düngergaben. Seit Austausch des Steuergerätes lief die Anlage ohne Beanstandungen.

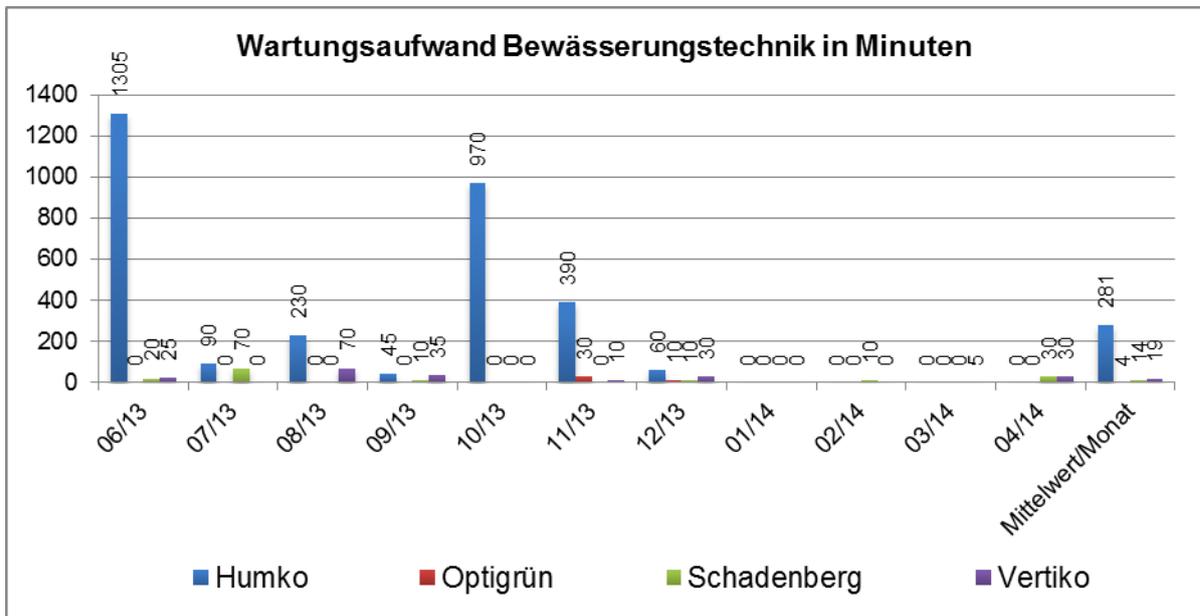


Abbildung 9: Wartungsaufwand der Bewässerungstechnik in Minuten pro Monat und Mittelwert pro Monat

#### 4.3 Herstellkosten (20 %)

Die vier an der Studie beteiligten Firmen waren aufgefordert, ihre Herstellkosten pro m<sup>2</sup> für ca. 500 laufende Meter Vertikaler Garten am Palmengarten Frankfurt zu benennen. Diese Kosten umfassen alle Materialien und Arbeiten, die für die Herstellung eines funktionsfähigen Vertikalen Gartens notwendig sind. Insbesondere sind dies das Trägersystem mit Rahmen und Entwässerungsrinne, die Bewässerungstechnik, die Pflanzen und die komplette Montage. Mit einem Preis von unter 400 € pro m<sup>2</sup> war die Firma **Vertiko** am günstigsten. Die drei Mitbewerber **Humko**, **Optigrün** und **Schadenberg** lagen mit Summen ab rund 500 € deutlich darüber. Auf das Benennen der konkreten, von den Firmen projektbezogen ermittelten Kosten wird an dieser Stelle verzichtet.

#### 4.4 System-Material (15 %)

Angaben zu dem Kriterium „System-Material“ konnten aus dem Internet (vgl. Kap. 6), Firmenprospekten und für die Studie verfassten Informationen der Firmen entnommen werden. Eigene Beobachtungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Bei der **Humko**-Wand kam es in den letzten Monaten der Studie zu nicht geringen Verschmutzungen von Grundstücksmauer und Gehweg durch herausgefallenes Substrat. Viele Pflanznischen lagen offen, da Pflanzen sich in Winterruhe zurückgezogen hatten, abgestorben oder herausgefallen waren. Bei **Optigrün** waren während der gesamten Dauer der Studie immer wieder Bereiche der Wand trocken, obwohl das System gut bewässert wurde. Dazu gab es Probleme mit herausgefallenen Pflanzen. Bei dem System von **Schadenberg** muss bedacht werden, dass die Wand nicht hinter, sondern auf die Begrenzungsmauer des Palmengartens gesetzt wurde. Hierdurch ragte die Bepflanzung in ihrer vollen Wuchstiefe in den Gehweg hinein. Bei **Vertiko** wurde festgestellt, dass die äußere Vlieslage an manchen Stellen riss. Dies war vor allem an Nahtstellen zwischen zwei Vliesbahnen oder an Schnittstellen von Pflanztaschen der Fall.

#### 4.5 Wasserverbrauch (5 %)

Obwohl **Humko** und **Vertiko** die Systeme mit dem größten Wartungsaufwand waren, übertraf der Wasserverbrauch (Abb. 10) bei **Optigrün** den der Mitbewerber deutlich. Insbesondere nach Umstellung auf Winterbetrieb stieg dort der Verbrauch erheblich an. Während der Bonituren fiel auf, dass ganze Bereiche des Systems trocken waren, obwohl regelmäßig und, wie Abbildung 10 ausweist, reichlich Wasser gegeben wurde.

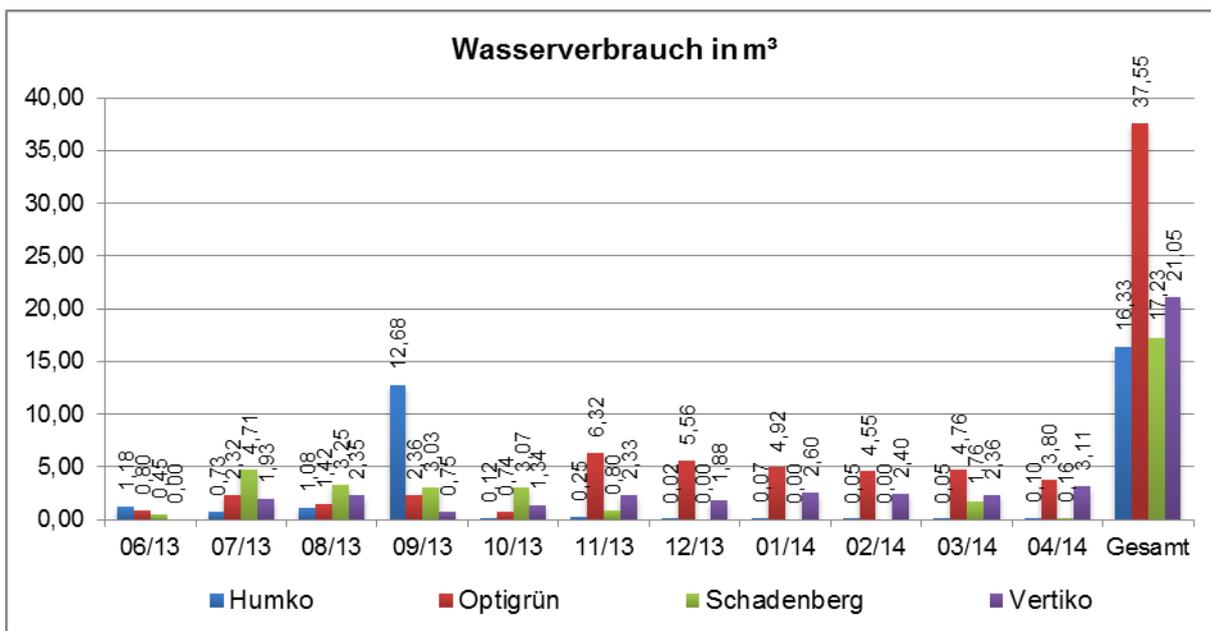


Abbildung 10: Wasserverbrauch pro Monat und gesamt

#### 4.6 Zusammenfassende Bewertung und Empfehlung für einen Vertikalen Garten für den Standort Palmengarten Frankfurt am Main

Um das System zu benennen, das in dem benannten Versuchszeitraum am Standort Palmengarten Frankfurt/Main hinsichtlich der in Tabelle 1 benannten Kriterien die günstigsten Eigenschaften aufwies, wurde wie folgt vorgegangen: Die vier im Versuch stehenden Systeme wurden bezüglich ihrer Zielerfüllung der fünf Beurteilungskriterien (vgl. Tab. 1) gereiht. Das System mit der höchsten Zielerfüllung erhielt jeweils 4 Punkte, das mit der niedrigsten Zielerfüllung 1 Punkt. Die so vergebenen Punkte wurden mit der prozentualen Gewichtung des jeweiligen Kriteriums multipliziert. Beispiel Kriterium Vegetation (35%): Das hier führende System erhielt 4 Punkte x 35. Somit ergaben sich in diesem Fall 140 Teilpunkte. Durch Addition der Teilpunkte, die das jeweilige System erreichte, ergab sich eine Gesamtpunktzahl. Das System mit der höchsten Gesamtpunktzahl war somit das System, das im oben benannten Zeitraum/Standort die günstigsten Eigenschaften aufwies. Im folgenden werden die Ergebnisse wiedergegeben:

**Kriterium „Vegetation“** Gewichtung 35%. Beurteilung von: Entwicklung der Pflanzen, Artenvielfalt, Blühaspekt, optischer Eindruck und Erfüllung der Ausgangsforderungen. Dieses Kriterium erfüllt die Firma Vertiko an erster Stelle (140). An zweiter Stelle folgt Optigrün (105), dahinter Schadenberg (70) und Humko (35).

**Kriterium „Pflege und Wartung“** Gewichtung 25%. Beurteilung von: Zeitaufwand für vegetations-technische Maßnahmen und Wartung sowie Vorhandensein der geforderten Unterlagen. Hier stehen Schadenberg und Vertiko mit gleicher Punktzahl (75) vor Optigrün (50) und Humko (25). Während Vertiko mit dem geringsten Zeitaufwand bei den vegetationstechnischen Maßnahmen punkten konnte, lag Optigrün beim Wartungsbedarf an erster Stelle.

**Kriterium „Herstellkosten“** Gewichtung 20%. Beurteilung von: Netto-Kosten pro m<sup>2</sup> für ca. 500 lfdm Lärmschutzwand am Palmengarten Frankfurt inklusive aller erforderlichen Materialien und Arbeiten. Die Reihenfolge bei diesem Kriterium lautet: Vertiko (80), Schadenberg (60), Humko (40), Optigrün (20).

**Kriterium „System-Material“**, Gewichtung 15%. Eine Bewertung der Firmenangaben zu diesem Punkt (s. Kapitel 4.4) konnte von den Verfassern nicht vorgenommen werden. Daher wurden alle Systeme mit der gleichen Punktzahl (15) bewertet.

**Kriterium „Wasserverbrauch“** Gewichtung 5%. Beurteilung von: tatsächlicher Verbrauch in m<sup>3</sup>. Reihenfolge: Humko (20), Schadenberg (15), Vertiko (10), Optigrün (5).

Insgesamt zeigt die Berechnung das System der Firma Vertiko (320) an erster Stelle. Die Systeme der Firmen Schadenberg (235) und Optigrün (195) nehmen eine Mittelstellung ein, während Humko (135) mit seinem System gegenüber den Mitbewerbern nicht bestehen konnte. Auf Grundlage der Auswertung der Bewertungskriterien und unter Berücksichtigung der gegebenen Bedingungen am Standort Palmengarten konnte eine Empfehlung für das System der Firma Vertiko ausgesprochen werden.



## 5. Zusammenfassung

Die Absicht, die Nord-Westgrenze des Palmengartens Frankfurt mit einem ca. 500 Meter langen und ca. 3 Meter hohen Vertikalen Garten zu versehen, war Auslöser Machbarkeitsstudie. Vier Unternehmen, alle Mitglieder der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) nahmen an der Studie teil. Von Juni 2013 bis Mai 2014 wurden in monatlichem Turnus die Kriterien Vegetation, Pflege und Wartung, Kosten, System und Wasserverbrauch als Grundlagen für die Entscheidung für eines der im Versuch stehenden vier Systeme dokumentiert. Auch der Witterungsverlauf wurde in die Auswertung einbezogen, was angesichts des außergewöhnlich milden Winters einen wichtigen Aspekt hinsichtlich der Aussagekraft der Ergebnisse darstellt. Erwartungsgemäß hatte jedes der vier teilnehmenden Systeme eigene spezifische Vor- und Nachteile. Erst mit der Auswertung der Gesamtdaten wurde deutlich, wie die Systeme im Vergleich zu beurteilen waren. Bezogen auf den bereits benannten Beobachtungszeitraum mit dem milden Winter und unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen erreichte das System der Firma Vertiko mit Abstand das beste Ergebnis.

## 6. Quellen-Verzeichnis

FLL (2000): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen, 2. Ausgabe, Bonn, Eigenverlag

MANN, G. (2012): Machbarkeitsstudie Palmengarten Frankfurt, Protokoll Vor-Ort-Termin am 23.10.2012

MANN, G. (2012): Machbarkeitsprüfung Palmengarten Frankfurt, Besprechungsprotokoll 26.11.2012, 12.00-13.00 Uhr, Krauchenwies

## Internet-Quellen

DEUTSCHER WETTERDIENST (2014), Ausgabe von Klimadaten zur Ansicht - Tageswerte -, Verfügbar unter:

[http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_windowLabel=T82002 &\\_urlType=action&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_windowLabel=T82002&_urlType=action&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland) (04.05.2014)

HUMKO (2014), Produkte, Geschichte (online). Verfügbar unter: <http://www.greenwalls.si/de> (21.03.2014)

OPTIGRÜN (2014), Das Unternehmen (online). Verfügbar unter: <http://www.fassadenbegrueung.info/das-unternehmen> (21.03.2014)

SCHADENBERG (2014), over schadenberg, combi groen (online). Verfügbar unter: <http://www.schadenberg-hem.nl> (21.03.2014)

VERTIKO (2014), Über uns, Living Walls Außenbereich (online). Verfügbar unter: <http://www.vertiko-gmbh.de> (21.03.2014)

WETTERKONTOR (2014), Monats- und Jahreswerte für Frankfurt - Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein (online). Verfügbar unter: <http://www.wetterkontor.de/de/monatswertestation.asp?id=10637&b=2> (03.05.2014)

## Danksagung:

Für die finanzielle Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen danken wir der Stiftung Palmengarten und Botanischer Garten Frankfurt am Main sowie der Hochschule Geisenheim University. Für die Unterstützung bei den Bonituren und deren Auswertung gilt den Herren B.Eng. Moritz Bauer und B.Eng. Maximilian Kreuzburg unser Dank.

## **Textile Trägermaterialien in der Vegetationstechnik begrünter Fassaden**

Dr.-Ing. Henning Günther, Technische Universität Berlin

### **Einleitung**

Urbane Grünstrukturen verbessern die Diversität und Resilienz der städtischen Umwelt. Sie leisten einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Klimas in Städten und damit des täglichen Lebensumfeldes des Menschen. Wandgebundene Fassadenbegrünungen sind ein Baustein für urbane Grüninfrastrukturen (Pfoser et al. 2013). Für diese Begrünungssysteme werden nicht die für Fassadenbegrünungen sonst üblichen Kletterpflanzen verwendet, die im Boden vor dem Gebäude verwurzelt, die Wand mit Hilfe von Klettergerüsten oder Haftwurzeln emporklettern. Wandgebundene Systeme bieten den Pflanzen den erforderlichen Wurzelraum in mit Substrat gefüllten Pflanzgefäßen, die an den Wänden angebracht sind. Je nach Wurzelraum und Begrünungs- und Gestaltungsziel kann auf ein gegenüber den Kletterpflanzen deutlich erweitertes Artenspektrum zurückgegriffen werden. Bei substratlosen Methoden werden textile Träger verwendet, die den Pflanzen als Substratersatz dienen und alle Funktionen für das Wachstum der Pflanzen gewährleisten. Neben dem Halt müssen die textilen Strukturen insbesondere auch die Wasser- und Nährstoffversorgung der Vegetation übernehmen. Die bekanntesten Wände dieser Art sind sicherlich die von Patric Blanc.

### **Stand der Technik**

Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass diese substratlosen vertikalen Vegetationsstandorte aus Sicht der Vegetation Extremstandorte darstellen. Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, dass die Wände im dreidimensionalen Gefüge der Städte unterschiedlichen und wechselnden Wind-, Strahlungs- und Niederschlagsbedingungen ausgesetzt werden. Diese sind weder mit den Standortbedingungen von Pflanzflächen am Boden noch denen an substratgebundenen Systemen vergleichbar. Auf hohen Wänden zwischen enger Bebauung sowie durch das Wachstum der Pflanzen selbst, können sich innerhalb einer Wand unterschiedliche Standorte einstellen (Kaiser 2012; Köthner 2012). Erste umfangreiche Dokumentationen von umgesetzten Systemen wurden begonnen (Roth-Kleyer und Gunkel 2014), aber längerfristige Beobachtungen dieser jungen Technik konnten noch nicht durchgeführt werden. Allgemeine Pflanzenempfehlungen für eine dauerhafte und pflegeextensive Begrünung sind aus diesem Grund bisher noch schwierig zu treffen (Scharf 2012).

Eine Begrünung ist nur möglich, wenn der Vegetationsträger stets ausreichend feucht gehalten wird. Integrierte und dem Wasserbedarf der Vegetation angepasste Bewässerungssysteme sind somit eine zentrale Voraussetzung zur Errichtung und Begrünung vertikaler Wände. Die Pflanzen verdunsten ununterbrochen Wasser über ihre Blätter, um Nährstoffe aus dem Boden über ihre Wurzeln aufzunehmen. Wenn die Wurzeln wegen Wassermangel austrocknen, sterben sie schnell ab und in der Folge auch die gesamte Pflanze. Im Gegensatz zur Wasserspeicherung und -bereitstellung im Porenraum des Bodens oder des Substrates erfolgt die ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen in einem textilen Träger über permanenten Wassereintrag. Das Gießwasser durchfließt dabei den textilen Träger der Schwerkraft folgend von oben nach unten und wird im unteren Ende wieder aufgefangen. Diese permanente Bewässerung mit möglichen kurzfristigen Trockenphasen während des Tagesganges stellt einen Wechsel dar, der in den gemäßigten Klimazonen bzw. an den natürlichen Standorten der für die Begrünung verwendeten Pflanzen in diesen Extremen nicht auftritt.

Neben Wassermangel im Sommer sind Frostschäden während der Vegetationsruhe eine weitere zentrale Ursache für den Ausfall der Pflanzen. Die Pflanzen sind in den textilen Trägermaterialien extremen Temperaturen ausgesetzt. Angaben zu deren Frosttoleranz können nicht herangezogen werden, weil diese stets berücksichtigen, dass die Wurzeln der Pflanzen im Boden vor dem direkten Einwirken des Frostes geschützt sind. Weiterhin können insbesondere immergrüne Arten an Frosttrocknis leiden. Aus Frostschutzgründen sind die automatischen Bewässerungsanlagen abgeschaltet und liefern an Strahlungstagen kein Wasser nach, während an diesen Tagen die Pflanzen über ihre grünen Blätter Wasser verdunsten. Hersteller haben mittlerweile begonnen hierfür Systeme zu entwickeln. Besonders die mit Frost während der Vegetationsruhe verbundenen hohen Ausfälle werden als Ursache dafür herangezogen, dass diese Systeme bisher hauptsächlich in Klimazonen ohne lang anhaltende Frostperioden eingesetzt werden (Groult 2010).

Für textile Vegetationssysteme ist daher eine angepasste Vegetationsauswahl in Verbindung mit einer günstigsten Bewässerung und Nährstoffversorgung sowie die Überdauerung der Pflanzen während der Vegetationsruhe insbesondere während Frostperioden weiter zu untersuchen.

### Ziele des Versuches und Versuchsdauer

In dem Kooperationsprojekt "Hängende Gärten", gefördert durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) wird die Entwicklung eines vertikalen Begrünungssystems aus textilen Vegetationsträger mit angepasster Vegetation auf einem modularen Unterbau untersucht. Durch das System sollen stadtklimatische Defizite minimiert, der Regenwasserabfluss reduziert sowie eine ästhetische Aufwertung erreicht werden. Das Projekt hat eine Laufzeit über die Vegetationsperioden 2014 und 2015. Projektpartner sind die TU Berlin, Fachgebiet Vegetationstechnik und Pflanzenverwendung am Institut für Landschaftsarchitektur, das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. an der TU-Chemnitz (STFI) und die Firma Metallbau Wirth GmbH&Co aus Chemnitz.

In dem Teilprojekt am Fachgebiet Vegetationstechnik und Pflanzenverwendung werden ausgewählte Pflanzenarten auf Ihre Eignung für den Einsatz auf dem vertikalen Begrünungssystem untersucht.

### Versuchsaufbau

Die Auswahl der Vegetation für vertikale, textile Begrünungssysteme muss sowohl die besonderen Standortbedingungen wie die („Boden-,“)Feuchtigkeit auf dem Träger als auch die Expositionen der Wände in Städten berücksichtigen.

Drei Pflanzengruppen bestehend aus 10 verschiedenen Arten werden auf dem textilen Träger untersucht. Die drei untersuchten Pflanzengruppen unterscheiden sich in erster Linie durch die Feuchtwerte ihrer einzelnen Arten. Die Pflanzengruppe 1 umfasst Arten der trockenen Standorte, d.h. die Arten bevorzugen bzw. tolerieren zeitweise Trockenheit. Die Pflanzengruppe 2 umfasst Arten frischer Standorte, d.h. sie vertragen längere Trockenperioden, aber auch keine ständig feuchten Böden. Die Pflanzengruppe 3 umfasst Arten feuchter und nasser Standorte, d.h. diese vertragen sickerfeuchte Böden und Böden, deren Porenvolumen fast vollständig mit Wasser gefüllt ist. Es wurden drei Wiederholungen jeder Pflanzengruppe, insgesamt somit 18 Pflanzflächen angelegt. Je Fläche wurden 6 Stk. jeder Art in den textilen Träger eingesetzt, d.h. insgesamt 60 Pflanzen je Pflanzfläche bzw. 40 Stk./ m<sup>2</sup>. Die Anordnung der Arten auf den einzelnen Flächen erfolgte zufällig. Es wurden Jungpflanzen mit einem Topfballen von 6,5 x 4,5 cm verwendet.

Die Untersuchung in Hinblick auf den Standort erfolgt über die Exposition mit je einer nord - und einer südexponierten Variante.

Abbildung 3: Schnitt und Ansicht einer im Versuch verwendeten Wandkonstruktion. Jede Wand ist für die drei Pflanzgruppen in drei voneinander getrennten Flächen unterteilt und sowohl nach Norden als auch nach Süden ausgerichtet.

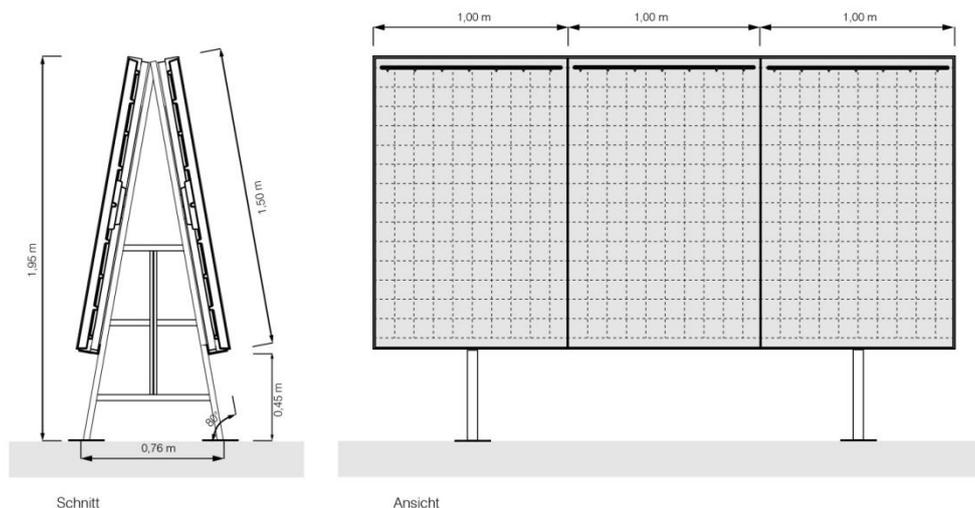


Tabelle 1: Übersicht der Arten je Pflanzengruppe

**Pflanzengruppe 1 (Arten trockener Standorte):**

Pflanzenname	Deutsche Namen	Gruppe	Blatt-phase <sup>*)</sup>	Winter-härtez <sup>**)</sup>	LB	Feuchte <sup>***)</sup>	Licht <sup>****)</sup>	Bl
Acaena microphylla 'Kupferteppich'	Garten-Stachelnüsschen	Stauden	wigr	Z7	St	1-2	so	br
Achillea tomentosa	Filzige Teppich-Garbe	Stauden	wigr	Z3	St	1-2	so	tie
Aster pansus 'Snow Flurry'	Garten-Teppich-Aster	Stauden	sogr	Z3	St	2	so	we
Geranium cinereum 'Ballerina'	Aschgrauer Garten-Storchschnabel	Stauden	wigr	Z5	A	1	so	ge
Iberis sempervirens 'Zwergschneeflocke'	Immergrüne Garten-Schleifenblume	Stauden	imgr	Z6	St	1-2	so	br
Lamium galeobdolon 'Florentinum'	Florentiner Garten-Goldnessel	Stauden	wigr	Z5	G	1-2	hs-sch	
Phlox subulata	Teppich-Flammenblume	Stauden	wigr	Z3	St	1-2	so	we
Sedum telephium 'Herbstfreude'	Hohes Garten-Fettblatt	Stauden	sogr	Z6	Fr	1-2	so	ma
Sempervivum tectorum var. Tectorum	Dachwurz	Stauden	imgr	Z4	St	1	so	he
Sporobolus heterolepis	Verschiedenschuppiges Tropfengras	Gräser	sogr	Z5	Fr	1-3	so	we

**Pflanzengruppe 2 (Arten frischer Standorte):**

Ajuga reptans	Kriechender Günsel	Stauden	wigr	Z5	GR	2-3		
Alchemilla erythropoda	Rotstieliger Frauenmantel	Stauden	sogr	Z5	St	2		
Arctanthemum arcticum 'Roseum'	Spätblühende Gartenmargerite	Stauden	sogr	Z1	B	2		
Aruncus aethusifolius	Kleiner Geißbart, Zwerg-Geißbart	Stauden	sogr	Z7	St	2		
Aster dumosus 'Rosenwichtel'	Garten-Kissen-Aster	Stauden	sogr	Z3	B	2		
Fragaria vesca var. Vesca	Wald-Erdbeere	Stauden	wigr	Z5	GR	2		
Carex foliosissima 'Icedance'	Weißrandige Garten-Segge	Gräser	wigr	Z6	G	2		
Luzula sylvatica	Wald-Hainsimse	Gräser	wigr	Z6	G	2-3		
Asplenium trichomanes	Braunstieliger Streifenfarn	Farne	wigr	Z2	St	2		
Polypodium vulgare	Gewöhnlicher Tüpfelfarn	Farne	wigr	Z4	G	2-3		

**Pflanzengruppe 3 (Arten feuchter bis nasser Standorte)**

Caltha palustris	Sumpf-Dotterblume	Wasserpfl.	sogr	Z3	WR	3-4		
Mentha aquatica	Wasser-Minze	Wasserpfl.	sogr	Z6	WR	3-5		
Mentha suaveolens	Wohlrühende Minze	Wasserpfl.	sogr	Z6	WR	3-4		
Menyanthes trifoliata	Fieberschmalz	Wasserpfl.	sogr	Z3	WR	4-5		
Potentilla palustris	Sumpfbloodauge	Wasserpfl.	sogr	Z3	WR	4		

<i>Achillea ptarmica</i>	Sumpf-Garbe	Stauden	sogr, wigr	Z5	Fr	3
<i>Geum rivale</i>	Bach-Nelkenwurz	Stauden	wigr	Z3	Fr	2-3
<i>Lysimachia punctata</i>	Gepunkteter Gilbweiderich	Stauden	sogr	Z5	GR	2-3
<i>Juncus inflexus</i>	Blaugrüne Binse	Gräser	sogr	Z4	Fr	3
<i>Thelypteris palustris</i>	Sumpf-Lappenfarn	Farne	sogr	Z4	WR	3-4

**Legende:**

Blattphase\*): *sogr*: sommergrün, *wigr*: wintergrün, *imgr*: immergrün

Winterhärtez\*\*): Z1(-45 °C und niedriger), Z2(-40 bis -43 °C), Z3(-35 bis -39 °C), Z4(-29 bis -34 °C), Z5(-23 bis -28 °C), Z6(-18 bis -22 °C), Z7(-12 bis -17 °C), Z8(-6 bis -11 °C), Z9( 0 bis -5 °C), Z10(+5 bis +1 °C)

Feuchte\*\*\*): 1: trocken; bevorzugen/ vertragen zeitw. Trockenheit  
2: frisch; vertragen längere Trockenheit, keine ständig feuchten Böden  
3: feucht; sickerfeuchte Standorte  
4: nass; Porenvolumen des Bodens fast vollständig mit Wasser gefüllt

Licht\*\*\*): *so*: sonnig, *abs*: absonnig, *hs*: halbschattig, *sch*: schattig



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Abbildung 4: Anordnung und Entwicklung der Pflanzen auf einer der Untersuchungsflächen im Verlauf der Vegetationsperiode 2014. (von l.o. nach r.u: a) April, b) Mai, c) Juni, d) Juli, e) August und f) September 2014).

### Licht

Der Faktor Licht ist bei vertikalen Begrünungen in Städten durch Beschattung infolge hoher Bebauung als auch durch Reflexion erheblich verändert. Insbesondere die Verdunstung des Wassers bei hoher Einstrahlung unterscheidet sich bei der nach Süden exponierten Wand erheblich von der nach Norden exponierten Wand. So ist auf der Südseite ein stärkerer Wechsel zwischen Trocken und Nass im Verlauf eines Tages zu erwarten. In die drei Pflanzgruppen wurden sowohl Arten von sonnigen sowie aus schattigen Standorten aufgenommen und sowohl auf der Nord als auch auf der Südseite eingesetzt.

### Bewässerung und Nährstoffe

Der textile Träger besitzt - verglichen mit natürlichem Boden - eine geringere Wasserspeicherkapazität, so dass die Wasserversorgung über eine kontinuierliche und automatisch gesteuerte Wasserzufuhr realisiert wird. Neben der Menge und der günstigsten Zeitpunkte, wird auch der Wechsel der Bewässerung im Jahresverlauf untersucht. Auf der südexponierten Variante ist mit einer hohen Wasseraufnahme und Transpiration durch die Vegetation und Evaporation direkt aus der Matte zu erwarten, die sich im Verlauf der Vegetationsperiode ändern wird. Die gesteuerte Bewässerung soll daher stets ein optimales Verhältnis zwischen Wasserversorgung und Wasserbedarf/ -verbrauch erreichen, um möglichst günstige Wachstumsbedingungen für die jeweils eingesetzten Pflanzenarten zu erzielen. Die Bewässerung erfolgt über einen Tropfschlauch. Über drei Zyklen werden im Tagesverlauf täglich ca. 65 Liter Wasser auf der Südseite und ca. 16 Liter Wasser auf der Nordseite zugegeben. Jede Pflanzengruppe wird einzeln bewässert und die Wassermenge dokumentiert.

Die für das Pflanzenwachstum notwendigen Nährstoffe werden dem Wasser als Flüssigdünger zugegeben. Die Nährstoffversorgung muss in Abhängigkeit der phänologischen Entwicklung der Pflanzen sowie der jahreszeitlich schwankenden Verdunstung angepasst werden, um Schäden an den Pflanzen zu vermeiden. Weiterhin können die unterschiedlichen Arten nicht alle gleich gut mit dem kontinuierlichen Nährstoffangebot umgehen, so dass die Menge des Düngers auch Auswirkungen auf die Eignung der Arten und Kombinationen haben kann.

### Beobachtungen

Die Pflanzung erfolgte im Frühjahr 2014 durch Einstecken der kleinen Erdballen der Anzuchtöpfe in die (taschenartige) Maschenstruktur des textilen Trägers. Trotz der künstlichen Bewässerung nahmen die Erdballen anfangs rascher Wasser auf als der umliegende textile Träger. Das Ziel innerhalb des textilen Trägers gleichmäßig feuchte Bedingungen zu erreichen, gestaltete sich daher als technisch sehr anspruchsvoll. Nach der kritischen Anwuchsphase und einer moderaten Düngung war ein gutes Wachstum auf dem textilen Träger zu beobachten. Ausfälle der Bewässerung konnten aber vom Gesamtsystem nur ungenügend abgepuffert werden, so dass in kurzen Zeitintervallen Kontrollen des Systems erforderlich sind. Zur Verbesserung der textilen Pufferkapazitäten erfolgen derzeit weitere Untersuchungen.

### Literatur

- Groult, J.-M., 2010. Grüne Wände selbst gestalten: Vertikale Gärten für Ihr Zuhause. Eugen Ulmer. 191 S.
- Kaiser, D., 2012. Vergleichende Untersuchung an verschiedenen Fassadenbegrünungssystemen: Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsjahr zu Lärmsorption, Bewässerung und Vegetationsentwicklung. In: Tagungsband zum 5 Internationalen FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2012. Frankfurt a.M. 6-11 S.
- Köthner, K.B., 2012. Erste Diskussionsgrundlage zur Pflanzenauswahl wandgebundener Fassadenbegrünungen im deutschsprachigen Raum. In: Tagungsband zum 5 Internationalen FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2012. Frankfurt a.M. 31-32 S.
- Pfoser, N., Jenner, N., Henrich, J., Heusinger, J., Weber, S., 2013. Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Technische Universität Darmstadt. Abschlussbericht August 2013. Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Aktenzeichen.: II 3-F20-11-1-007 / SWD-10.08.18.7-12.16.). 307 S.
- Roth-Kleyer, S., Gunkel, S., 2014. Machbarkeitstudie Vertikale Gärten, Palmengarten Frankfurt/ Main. Neue Landschaft 9:47-53
- Scharf, B., 2012. Leistungen begrünter Fassaden: Wasserhaushalt, Mikroklima, Bauphysik. Forschungsprojekt GrünStadtKlima – Ergebnisse nach einem Versuchsjahr. In: Tagungsband zum 5 Internationalen FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2012. Frankfurt a.M. 11-21 S.

## Energieeffizientes Bauen mit begrünten Fassaden

Gast-Prof. Dipl.-Ing. Architektin, MLA Nicole Pfoser, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen / Technische Universität Darmstadt

### 1. Prinzipien des energieeffizienten Bauens

„Energieeffizientes Bauen“ fordert zunächst die bauliche und betriebstechnische Optimierung des Gesamtenergiebedarfs eines Gebäudes, um den späteren Bedarf zu minimieren und zugleich eine komfortable Nutzung sowie Behaglichkeit im Gebäude zu gewährleisten. Energieverbräuche und Verluste sind zu minimieren (passive Strategien), Erneuerbare Energien sind zu erschließen (aktive Systeme mit möglichst regenerativen Energiequellen).

Zu den passiven Maßnahmen zählen die Optimierung der Gebäudeform (Verhältnis Hüllfläche zu Volumen), die Ausbildung der Gebäudehülle zur bestmöglichen Reduktion von Wärmeverlusten, die sommerliche Minimierung des solaren Wärmeeintrags durch Verschattung - andererseits eine vorrangige und bestmögliche Nutzung des natürlichen Wärmeeintrags während der Heizperiode. Dies erfordert zum einen die thermische Entlastung der Gebäudehülle durch eine systemische Pufferung der Temperaturextreme z. B. mit einem immergrünen Pflanzeneinsatz (unbesonnte Seiten) und zum anderen eine bedarfsgerecht (saisonal) steuerbare thermische Nutzbarkeit der Gebäudehülle zur Winter-Erwärmung bzw. Sommer-Abkühlung z. B. mit einer sommergrünen Pflanzenanwendung (besonnte Seiten).

Zu den aktiven Maßnahmen gehören regenerative Energiegewinnungs-Systeme wie Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen, welche die natürlich zur Verfügung stehende Solarstrahlung auffangen, um Strom- oder Wärmeenergie zu gewinnen. Daneben gibt es teilaktive Systeme, wie Luftkollektoren oder Transparente Wärmedämmung (TWD), auch sie nutzen die solare Wärmestrahlung bedarfsgerecht, um den Primär-Energieverbrauch zu minimieren. [\* S. 82 ff.]

Energieethemen		Passiv	Aktiv Gebäudetechnik
	Wärme	Energiebedarf minimieren Wärme erhalten	Energieversorgung optimieren Wärme effizient gewinnen
	Kälte	Überhitzung vermeiden	Wärme effizient abführen
	Luft	natürlich lüften	effizient maschinell lüften
	Licht	Tageslicht nutzen	Kunstlicht optimieren
	Strom	Strom effizient nutzen	Strom dezentral gewinnen

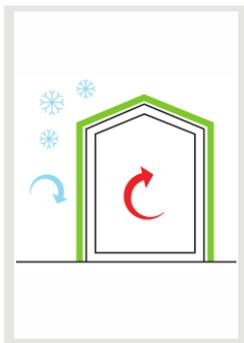
Abb.: Die fünf Energieethemen (Energieberater TU Darmstadt)

### 2. Energieeffizientes Bauen und Fassadenbegrünung

#### 2.1 Passive Systeme und Maßnahmen

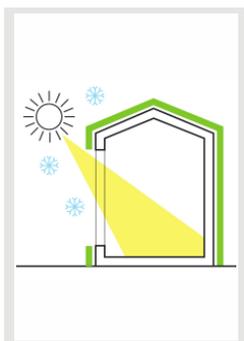
##### 2.1.1 Wärmehaltung und Fassadenbegrünung [\* S. 104 ff.]

Außenwandbegrünungen puffern den Kälteangriff an der Fassadenaußenfläche. Wintermessungen an einer Fassadenbegrünung mit Efeu ergaben ein  $\Delta T$  zwischen Außenblattwerk und Wandoberfläche von 3 °C [3; 14]. Eindrucksvolle Werte zeigt das Beispiel des sanierten Magistrats-Gebäudes MA 48 in Wien: der Wärmeverlust des ungedämmten Altbaus konnte allein durch wandgebundene Fassadenbegrünung um 50 % verringert werden. Hinter dem Begrünungssystem wurde gegenüber unbegrünten Wandzonen eine bis zu 7 °C höhere Wandtemperatur gemessen [23].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p> <p>°C   </p> <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dämmende bzw. puffernde Wirkung</li> <li>Beitrag zum sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz (geringere Wind- und Feuchtebelastung)</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>positiver Effekt in der Fassade [3; 15; 36]</li> <li>Dämmende Wirkung abhängig von: Bewuchsdicke/-dichte, Substratschicht, Durchfeuchtung, vorhandenem Dämmstandard</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>bodengebundene Fassadenbegrünung, dicht mit hoher Blattmasse</li> <li>wandgebundene Fassadenbegrünung (modular/flächig)</li> <li>möglichst immergrün</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aufgrund wechselnder Zustände für Wärmeschutznachweis nicht anrechenbar</li> <li>Wärmebrücken durch UK vermeiden</li> <li>Selbstklimmer auf WDVS nicht anwendbar</li> <li>Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	--	--

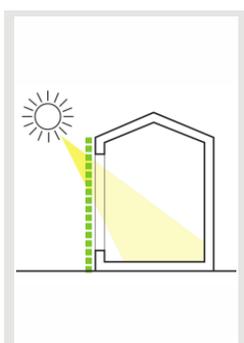
### 2.1.2 Öffnungen: Solare Gewinne und Gebäudebegrünung [\* S. 108]

Über Fassadenöffnungen werden solare Wärmegewinne für die Raumkonditionierung genutzt. Sie werden nach Orientierung unterschiedlich gewichtet. Der größte Fensterflächenanteil wird bei Gebäuden mit einem hohen Nutzungsanteil solarer Gewinne, wie dem Passivhaus, nach Süden orientiert. Nach Norden werden Fensterflächenanteile zur Minimierung des Wärmeverlustes klein gehalten. Die solaren Wärmegewinne werden in der Regel in den Winter- und Übergangsmonaten genutzt. Da in diesen Monaten die Solarstrahlung vermindert ist, sind Verschattungen der Fensterflächen (Ausnahme innenliegender Blendschutz) zu vermeiden. Da die Gebäudebegrünung in der Regel einen verschattenden Effekt besitzt, sind in den Winter- und frühen Übergangszeiten Fensterflächen frei bzw. anteilig frei zu halten. [21]

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p> <p>°C  </p> <p><b>Konkurrenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>im Winter keine Verschattung vor Fensteröffnungen erwünscht</li> </ul>	<p><b>Energetische Beeinflussung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschattung trägt in der Heizperiode zur Reduktion solarer Wärmegewinne bei</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz sommergrüner Gerüstkletterpflanzen vor Solarenergie durchlässigen Flächen (Fenster/TWD/ Luftkollektorfassaden)</li> <li>Freihalten der Öffnungen bei Einsatz immergrüner Pflanzen</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktive Begrenzungen für die Begrünung</li> <li>Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
--	---	---	---	---

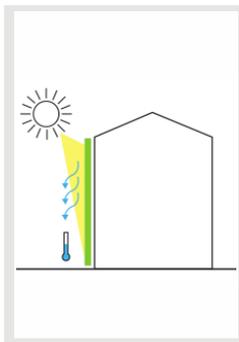
### 2.1.3 Wärmeschutz und Fassadenbegrünung [\* S. 109 ff.]

Fassadenbegrünungen weisen mit zunehmender Behangdichte eine niedrigere Temperatur-Amplitude als die Umgebungsluft auf. Dies kommt dem sommerlichen Wärmeschutz zugute [13]. Verschattung und Verdunstungskälte der Pflanze sorgen für Kühlung, indem die langwellige Strahlung reduziert wird [25]. Bei sommergrünen Pflanzen überlagern sich Bedarf und Wirkung synergetisch. Nach Messungen von KIESSL/RATH/GERTIS (1989) werden 40-80 % der Sonneneinstrahlung im Laub absorbiert bzw. reflektiert [22]. An einer Verschattung durch laubabwerfende Begrünung (*Parthenocissus quinquefolia*, *Wisteria sinensis*) wurde eine sommerliche Solarstrahlungsminderung auf 5-30 % (70-95 % Verschattungsrate) gemessen [5; 25]. Ein geeigneter Wert, um Maschinenkühlung zu substituieren. Messungen (OTTELÉ) zeigen für pflanzlichen Sonnenschutz eine Kühlkostensparnis von 43 % [19].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p> <p> </p> <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschattungswirkung und Verdunstungskühlung</li> <li>Substitution von Verschattungssystemen</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig von der Bepflanzungsart</li> <li>85-95 % Verschattung durch Gerüstkletterpflanzen [6; 41]</li> <li>40-80 % der Sonneneinstrahlung wird reflektiert und absorbiert [35]</li> <li>20-40 % Transpiration [35]</li> <li>Abminderungsfaktor Gerüstkletterpflanzen (<math>F_c</math>) 0,62-0,3 [4]</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerüstkletterpflanzen (sommergrün)</li> <li>Pflanzen in Einzel- oder Linearbehältern (sommergrün)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ausreichender Begrünungsabstand/Vermeidung von Hitzestau</li> <li>Pflanzengewicht statisch berücksichtigen (Trag-/ Unterkonstruktion)</li> <li>Starkschlinger vermeiden</li> <li>Ausblickmöglichkeiten planen</li> <li>Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	---	---

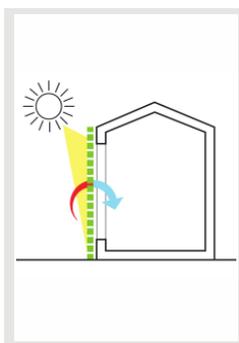
### 2.1.4 Adiabate Kühlung und Fassadenbegrünung [\* S. 112 ff.]

Für den Wechsel des Aggregatzustands benötigt Wasser Energie: 680 kWh/m<sup>3</sup> bei 30 °C. Diese Energiemenge wird der Luft an Wärme entzogen. Bei einem Liter Wasser sind dies 0,68 kWh [25]. An Verdunstungsenergie (Kühlung) wurden der Umgebungsluft in einer Vegetationsperiode 136 kWh/m<sup>2</sup> entzogen. Messungen an einer wandgebundenen Begrünung des Musée du Quai Branly in Paris ergaben Temperatursenkungen von 1,3 bis 3,5 K [20]. Eine weitere Messung vergleicht die Oberflächentemperatur-Reduktion durch Efeubegrünung an zwei besonnten Wandoberflächen: an einer weißen Wand (Hellbezugswert 83, OT 36 °C) reduziert sich die Oberflächentemperatur hinter der Begrünung um ~ 8 °C, an einer sandfarbenen Wand (Hellbezugswert 64, OT 51,8 °C) um ~19 °C. Die Oberfläche einer Natursteinwand wurde um bis zu 10 K gemindert [21]. Im Ergebnis wandelten sich 58 % der Strahlungsbilanz in Verdunstungskälte um [25]. Bei allen Messungen ergab sich eine deutliche Minderung der Temperaturextreme [1; 12; 14; 21].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlung über Transpiration der Pflanze und Verdunstung von Oberflächenwasser</li> <li>• Minderung von Oberflächentemperaturen</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umwandlung von 58 % der Strahlungsbilanz in Verdunstungskälte [41]</li> <li>• Effektverstärkung durch Bewässerung</li> <li>• Minderung von Temperaturextremen [1; 13; 15; 24]</li> <li>• Senkung der Oberflächentemperatur um 2–10 K (Vergleich Natursteinfassade) [24]</li> <li>• hohe Wirkung im gebäudenahen Bereich</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Fassadenbegrünungen</li> <li>• Sommergrün/immergrün</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Verdunstung steigt die relative Luftfeuchte (im Innenraum an schwülwarmen Tagen nicht gewünscht: auf Fensterlüftung verzichten)</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
--	---	---	--	---

### 2.1.5 Natürliche Lüftung, Luftreinigung und Fassadenbegrünung [\* S. 115 ff.]

Neben der Temperatur-Regulierung sind Luftbefeuchtung (durch Evapotranspiration) sowie Staubfilterung und Feinstaubbindung nutzbare natürliche Wirkfaktoren der Fassadenbegrünung. Messungen ergaben eine 20-40 % höhere rel. Luftfeuchte im Sommer und 2-8 % im Winter [22]. Die große pflanzliche Oberfläche führt zur Ab- und Adsorption atmosphärischer Spurenstoffe, wodurch es in Gebäudenähe zur Verbesserung der Luftqualität kommt [16]. Über die Blattoberfläche werden Stäube aufgefangen und teils absorbiert, teils mit dem Regen abtransportiert. Erfassungen von Staubmengen nach einer Vegetationsperiode haben 4 g/m<sup>2</sup> Blattoberfläche (Parthenocissus) bzw. 6 g/m<sup>2</sup> (Hedera) ergeben [3]. Es waren hierbei ca. 71 % lungengängige Stoffe (PM 2,5) enthalten [1].

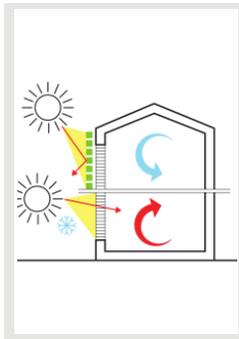
	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlung der Gebäudeoberflächen (Sommer)</li> <li>• Temperaturminderung bei natürlicher Lüftung im Sommer/Unterstützung der Nachtlüftung</li> <li>• Staubfilterung</li> <li>• Reduktion Umgebungs-schallpegel [21; 46]</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Oberflächentemperatur um 2–10 K im Vergleich zur Natursteinfassade [24]</li> <li>• Luftbefeuchtung 20-40 % höhere r. F. im Sommer, 2-8 % höhere r. F. im Winter möglich [22]</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Fassadenbegrünungen</li> <li>• Sommergrün/immergrün</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eintrag von Pollen, Sporen möglich</li> <li>• meiden allergener Pflanzen</li> <li>• Vermeidung des Eintrags von erhöhter Luftfeuchte an schwülwarmen Tagen</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	--	--	--

## 2.2 Teilaktive Systeme und Maßnahmen

### 2.2.1 Transparente Wärmedämmung und Fassadenbegrünung [\* S. 118 ff.]

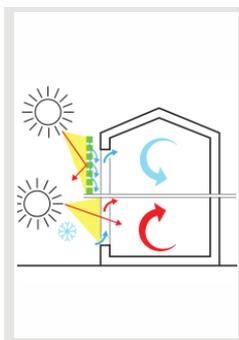
Transparente Wärmedämmung (TWD) ist ein dynamisches Dämmsystem. TWD-Platten bestehen aus parallelen innenreflektierenden Acrylglas-Röhrchen zum Licht/Wärmetransport von außen nach innen zur Belichtung und Direkterwärmung der Innenräume. Alternativ kann TWD auch zur Erwärmung massiver Außenwände eingesetzt werden, diese wirken somit als Wärmespeicher und Strahlkörper in der Heizperiode. Die Wirkung eines Sonnenschutzsystems aus laubabwerfender

Fassadenbegrünung vor TWD im Sommer wurde im Rahmen eines BMWi-Projektes quantifiziert: im Versuch konnten Absorbertemperaturen von 50 °C auf 25 °C gesenkt werden [14]. Damit stellt Fassadenbegrünung eine wirksame, sich saisonal auf natürliche Weise regulierende, kostengünstige Verschattungsvariante dar. Gerüstkletterpflanzen erreichten Verschattungen von 85-95 % [5, 25].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p> <p>°C </p> <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschattung und adiabate Kühlung des Absorbers (Sommer)</li> <li>• Vermeidung von Überhitzung der Fassade bzw. des Innenraums im Sommer</li> <li>• max. Wärmegewinn durch TWD (Winter)</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 85-95 % Verschattung durch Gerüstkletterpflanzen [6; 41]</li> <li>• Senkung von Absorbertemperatur-Maxima bis zu ca. 50 % möglich [15]</li> <li>• Verschattungsrate abhängig von Begrünungssystem</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fassadenbegrünung: Gerüstkletterpflanzen (ausschließlich sommergrün)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Verschattung im Winter</li> <li>• Hinterlüftung der Begrünung ermöglichen</li> <li>• Unterkonstruktion wärmebrückenreduziert ausführen</li> <li>• Licht- und Schattenspiel bei transluzenten Fassaden berücksichtigen</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	--	---

### 2.2.2 Luftkollektoren und Fassadenbegrünung [\* S. 120 ff.]

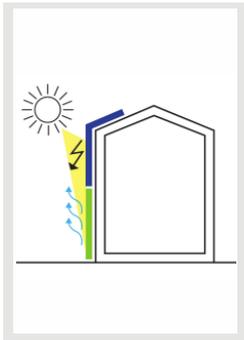
Luftkollektorfassaden werden als dynamische Dämmung und/oder für die Zulufttemperierung eingesetzt. Für eine dynamische Dämmung wird über transparente vorgehängte, hinterlüftete Fassadenelemente eine Pufferzone gebildet, in der Warmluft die dahinter liegende Speichermasse erwärmt, wodurch es zu einer natürlichen Luftbewegung der erwärmten Luft kommt, welche ggf. durch Ventilatoren unterstützt wird. Im Sommer kann die Aufheizung mit Hilfe einer saisonalen Verschattung durch sommergrüne Pflanzen verringert werden. Die Verschattungsrate von Gerüstkletterpflanzen (am Bsp. Parthenocissus quinquefolia bzw. Wisteria sinensis) kann 70-95 % erreichen [5; 25]. Temperatursenkungen bis zu 5 K gegenüber der Außenluft sich möglich [21].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p> <p>°C </p> <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschattung und adiabate Kühlung des Absorbers</li> <li>• Vermeidung von Überhitzung der Fassade bzw. des Innenraums im Sommer (bei ungedämmten Systemen)</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschattungswirkung: bis zu 95 % durch Gerüstkletterpflanzen [6; 41]</li> <li>• Temperatursenkungen von 2-5 K gegenüber Außenluft möglich [24]</li> <li>• abhängig vom Begrünungssystem</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fassadenbegrünung: Gerüstkletterpflanzen (ausschließlich sommergrün)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Verschattung im Winter</li> <li>• Hinterlüftung der Begrünung ermöglichen</li> <li>• Unterkonstruktion wärmebrückenreduziert ausführen</li> <li>• Licht- und Schattenspiel bei transluzenten Fassaden berücksichtigen</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	--	--	--	---

## 2.3 Aktive Systeme und Maßnahmen

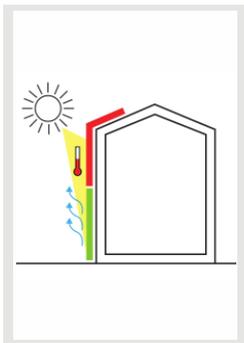
### 2.3.1 Photovoltaik und Fassadenbegrünung [\* S. 122 ff.]

Photovoltaik (PV) dient der regenerativen Stromerzeugung aus Sonnenlicht. Die Stromleistung der Module verringert sich mit zunehmender Aufheizung. Fassadenbegrünungen wirken durch adiabate Kühlung und Umgebungs-Verschattung dieser Aufheizung entgegen und steigern damit die Leistung. Wirkungsgradsteigerungen von 4-5 % sind möglich [27].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minderung der Oberflächentemperaturen durch adiabate Kühlung (Wirkungsgradsteigerung)</li> <li>• Erhöhung des Effekts durch Bewässerung</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsgradsteigerung der PV von ca. 4-5 % möglich (Beispiel Dachbegrünung) [45]</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wandgebundene Fassadenbegrünung (modular/flächig)</li> <li>• Linearbehälter: (Moose, flachwurzelnende Stauden und Kleingehölze)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschattung vermeiden</li> <li>• dauerhafte Verschmutzung der PV-Module vermeiden</li> <li>• Abstand der Begrünung zu sensiblen Bauteilen/Kabelführungen</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	---	---

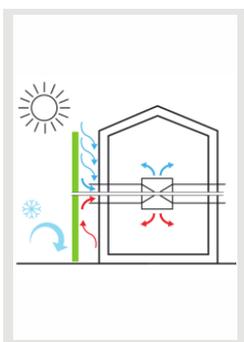
### 2.3.2 Solarthermie und Fassadenbegrünung [\* S. 126 ff.]

Der Wirkungsgrad der Solarthermie ist von der direkten Solar-Einstrahlung und der Umgebungstemperatur abhängig. Je größer die Differenz zwischen Außenluft und Absorber, um so höher der Wärmeverlust des Kollektors. Insoweit wirkt Fassadenbegrünung leistungsmindernd. Ein Anwendungsfeld ergibt sich jedoch bei einer saisonalen Kollektoren-Nutzung in der Heizperiode: hier kann eine sommergrüne Beschattung des Kollektorfeldes die aktiven Phasen natürlich regulieren, rechtzeitiger Laubfall vorausgesetzt. Die Betriebstemperatur bei Flachkollektoren liegt bei 60-70 % [7].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Konkurrenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungsminderung durch Verdunstungskühlung und Verschattung möglich</li> </ul>	<p><b>Energetische Beeinflussung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz vor sommerlicher Überwärmung durch adiabate Kühlung (Wirkung gering)</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wandgebundene Fassadenbegrünung (modular/flächig)</li> <li>• Linearbehälter: (Moose, flachwurzelnende Stauden und Kleingehölze)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschattung vermeiden</li> <li>• Abstand zu Verteil- und Sammelleitungen: hohe Temperaturen</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
--	---	--	---	--

### 2.3.3 Kontrollierte Lüftung und Fassadenbegrünung [\* S. 128 ff.]

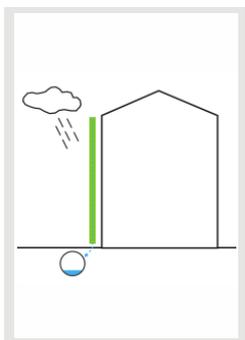
Für Kühlzwecke und Reinigungseffekte kann die Zuluft über Begrünungen angesaugt werden. Während bei künstlicher Klimatisierung im Gegenstromverfahren die Zuluft durch Einsprühen von Wasserdampf in die Abluft zusätzlich adiabatisch gekühlt wird, kann die Umgebungskühlung durch Pflanzen auf natürliche Weise technische Kühlenergie einsparen oder ersetzen: am Beispiel der Grünfassade der Magistratsabteilung 48 in Wien ersetzt die 850 m<sup>2</sup> große Fassadenbegrünung an heißen Sommertagen die Kühlleistung von 75 Klimageräten mit je 3000 W bei 8-stündiger Betriebsdauer (BOKU Wien). Im Winter entlastet die Pufferung der fassadennahen Luftschicht durch immergrüne Pflanzen den Heizenergieaufwand der Klimatisierung.

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühleffekt durch adiabate Kühlung und Verschattung</li> <li>• Kühlere Oberflächen im Sommer</li> <li>• Minderung von Temperaturextremen</li> <li>• Staubfilterung durch Begrünung</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturdifferenzen 2-10 K (Natursteinfassade/Sommer/dezentrale Systeme)</li> <li>• mit WRG kein Vorteil; im Bypassbetrieb relevant</li> <li>• Luftbefeuchtung (20-40 % höhere r. F. im Sommer)</li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Arten der Fassadenbegrünung (zur Pufferwirkung im Winter immergrüne Pflanzen verwenden)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung des Eintrags erhöhter Luftfeuchte an schwülwarmen Tagen</li> <li>• gem. DIN 1 m Abstand der Gebäudebegrünung zur Frischluftansaugung</li> <li>• durch Filter Vermeidung des Eintrags von Pollen/Stäuben etc.</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	--	---

### 2.3.4 Regenwassernutzung und Fassadenbegrünung [\* S. 130 ff.]

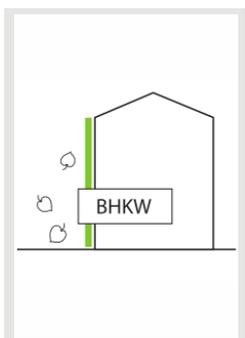
Zur Bewässerung der Fassadenbegrünung ist nach Möglichkeit Regenwasser einzusetzen (z. B. Zisterne, Einsparung von Trinkwasser). Je nach Dichte des Bewuchses kann eine

Fassadenbegrünung Regenwasser rückhalten, kühlen und reinigen. Das Wasser sorgt neben der Verschattung und Verdunstungskühlung der Pflanzen für eine zusätzliche Kühlung des Gebäudes. Am Beispiel eines begrünten Retentionsdaches betrug die Temperatursenkung des Wassers durch die Pflanzen 2,5 bis 10 K [10].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudekühlung im Sommer (adiab. Kühlung)</li> <li>• zusätzliche Kühlung durch Regenwasser</li> <li>• Reinigung des Regenwassers (Grauwasser-Klärung)</li> <li>• Regenwasser-Rückhalt</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b> (Werte Dachbegrünung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatursenkung des Wasser durch Pflanzen 2,5-10 K</li> <li>• Wasserrückhalt 60-99 % des Gesamtniederschlags [12; 16; 20] (je nach Substrat-/Anstauhöhe)</li> <li>• Wasserspeicherung bis zu 50 l/m<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alle Fassadenbegrünungen (großes Rückhaltevermögen besitzen intensive Begrünungen: Rückhaltefähigkeit abhängig von Substratstärke)</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übernässung der Begrünung vermeiden</li> <li>• Ausreichende Grünpflege</li> </ul>
---	---	---	--	---

### 2.3.5 Biomassenutzung und Fassadenbegrünung [\* S. 132 ff.]

Die Fassadenbegrünung zählt zu den urbanen Grünflächen, ihr Anteil am Grünschnittaufkommen ist vergleichsweise als gering zu bewerten. Der Grünschnitt nach Pflege von Fassadenbegrünungen sowie anfallendes Herbstlaub können jedoch ein Beitrag zum städtischen Biomassepotenzial leisten. Holzige Biomasse kann als Brennstoff thermisch verwertet werden. Energetisches Potenzial: Für eine bodengebundene Fassadenbegrünung ergab sich ein Heizwert von 5-9 MWh/ha a, für wandgebundene Begrünung 13 MWh/ha a. Aus Laubfall entstanden 23 MWh/ha a [3]. Werte: Sieber, S. nach [8].

	<p><b>Bedarfsdeckung</b></p>  <p><b>Synergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterstützung des Biomassepotenzials im Stadtraum</li> <li>• Verwertung der Pflegeabfälle als Biogas oder Biomasse (Laubbriketts)</li> </ul>	<p><b>Energetisches Potenzial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bodengebundene Fassadenbegrünung: 5-9 MWh/ha a</li> <li>• wandgebundene Fassadenbegrünung: 13 MWh/ha a</li> <li>• Laubfall ca. 23 MWh/ha a [3]</li> </ul> <p>Werte: Sieber, S. nach [9]</p>	<p><b>Begrünungssysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• krautige und holzige Pflanzen</li> <li>• Laub sommergrüner Pflanzen</li> </ul>	<p><b>Fehlervermeidung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu feuchter Grünschnitt birgt bei der thermischen Verwertung die Gefahr von Schlackenbildung</li> </ul>
---	---	--	---	---

### 3. Ökologie, Ökonomie und Fassadenbegrünung [\* S. 136 ff.]

Neben dem Energieverbrauch im Betrieb löst jeder Materialeinsatz durch den resultierenden Ressourcenstrom Energiebedarfe und Umweltwirkungen aus. So spielt neben der Betriebsenergie der Energieeinsatz für die Herstellung bis hin zu der Entsorgung eines Bauteils bzw. Baustoffs eine entscheidende Rolle. Ökobilanzielle Betrachtungen über den Lebenszyklus werden vermehrt in Bewertungssystemen von nachhaltigen Gebäudestandards gefordert [7].

Gebäudebegrünung selbst ist ein ökologischer „Baustoff“. Zum einen besitzt sie den Vorteil, das klimawirksame Gas CO<sub>2</sub> in Form von Kohlenstoff (C) im Pflanzengewebe zu binden, O<sub>2</sub> über den Lebenszyklus zu produzieren (2,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a bei 20 cm tiefer Begrünung) [6; 9] sowie Luftschadstoffe zu filtern. Durch Vermeidung der Temperaturextreme und Schutz vor UV-Belastung verlängert Fassadenbegrünung die Lebensdauer dahinter liegender Fassadenmaterialien, sie leistet damit einen positiven Beitrag zur Ökobilanz der Materialien. Zum anderen kann durch die mögliche Einsparung an Heiz- und Kühlenergie (siehe Punkte 2.1.1 bis 2.1.3) ein unnötiger Verbrauch fossiler Energieformen vermieden werden.

	<b>Synergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologischer Baustoff</li> <li>• C-Bindung</li> <li>• O<sub>2</sub>-Produktion</li> <li>• Erhöhung der Lebensdauer von Bauteilen durch Abminderung von Temperaturextremen, mechanischer Schutz, Schutz vor UV-Strahlung, geringere Wandfeuchte [41]</li> <li>• Bindung von Feinstaub</li> </ul>	<b>Energetisches Potenzial</b> <p>C-Bindung abhängig von Pflanzenart, Fläche und Klima:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bsp. 20 cm tiefe Begrünung: 2,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a [7; 10]</li> <li>• In Ökobilanz gewöhnlich nicht berücksichtigt</li> <li>• Erhöhung Bauteillebensdauer</li> </ul>	<b>Begrünungssysteme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alle betreffend</li> <li>• möglichst viel Biomasse zur C-Bindung und Feinstaub-Bindung</li> </ul>	<b>Fehlervermeidung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichende Pflege zur Vermeidung von Bauschäden</li> </ul>
---	--	--	---	---

#### 4. Fazit

Für die Bewältigung der von der Natur vorgegebenen jahreszeitlichen Erfordernisse an unsere Wohn- und Arbeitsstätten stehen uns gleichzeitig natürliche Lösungsbeiträge zur Verfügung. Mit der Möglichkeit eines gezielt bedarfsorientierten Einsatzes der Gebäudebegrünung haben wir - neben den gestalterischen und lufthygienischen Vorteilen - ein kostengünstiges und vielseitiges Mittel zur Dämpfung der Temperaturextreme und zur synergetischen Unterstützung gebäudetechnischer Maßnahmen. Unser Bestreben, zunehmend auf eine Nutzung fossiler Energieträger zu verzichten, verlangt sowohl eine Rückbesinnung auf das Zusammenspiel der Naturvorgänge als auch die Erforschung zukünftiger Planungsbedingungen und Bauweisen, um die Ausprägung der Hüllflächen und der Gebäudetechnik unserer Bauten künftig als integrale Strategie mit den Naturbedingungen und nicht länger als Abwehr gegen diese zu verstehen.

#### 5. Literaturhinweise

- [1] Althaus, C./Kiermeier, P./Schuppler, E. (1991): MBW Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen, Hrsg. (1991): Empfehlungen zur Fassadenbegrünung an öffentlichen Bauwerken. Düsseldorf
- [2] Bambach, G. (2012): Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern, In: Tagungsband 5. FBB-Symposium Fassadenbegrünung, 24.10.2012, Frankfurt
- [3] Bartfelder, F./Köhler M. (1987): Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen, PhD Technische Universität Berlin. Berlin 1987
- [4] Baumann, R. (1980): Pflanzliche Verschattungselemente an der Gebäudeoberfläche als Maßnahme zur Reduzierung der Strahlungsbelastung unter sommerlichen Bedingungen. Kassel, S. 75 ff.
- [5] Fischer, U. (2002): Optimierung von TWD-Speichersystemen unter Beachtung der Bauschadensfreiheit. Natürliche Begrünung als sommerlicher Überhitzungsschutz, Schlussbericht zum BMWi-Projekt 0335004 V/2. Cottbus, S. 27 ff.
- [6] Frahm, J.-P. (2008): Feinstaubreduktion an Straßenrändern durch Moosmatten, In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Fachtagung Luftqualität an Straßen, 5.-6. März 2008. Bergisch Gladbach, S. 47
- [7] Hegger, M. et al. (2007): Energie Atlas, Nachhaltige Architektur. München
- [8] Hegger, M. et al., (2012): UrbanReNet. Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum. Schlussbericht, Anlage II
- [9] Herfort, S./Tschuikowa, S./Ibanez, A. (2013): Die Wahrheit zur CO<sub>2</sub>-Bindung durch begrünte Dächer. Aktuelle Untersuchungsergebnisse und Diskussion, In: 11. Internationales FBB-Gründachsymposium 2013 in Ditzingen, Feb. 2013
- [10] Kaiser, M. (2008): Kühlen mit Regenwasser. In: AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE – Dachverband (Hrsg.): Erneuerbare Energie, Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft 2008-2, Sommerkomfort im Büro- und Verwaltungsbau.
- [11] Köhler, M. (1989): Ökologische Untersuchungen an extensiven Dachbegrünungen – Sonderdruck aus „Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie“, Band XVIII. Essen 1989, S. 251
- [12] Köhler, M. (1993): Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart, S. 38, 49, 53
- [13] Köhler, M./Malormy, W. (2009): Wärmeschutz durch extensive Gründächer, In: Venzmer, H. (2009): Europäischer Sanierungskalender, S. 195-212
- [14] Köhler, M. (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung. Köln



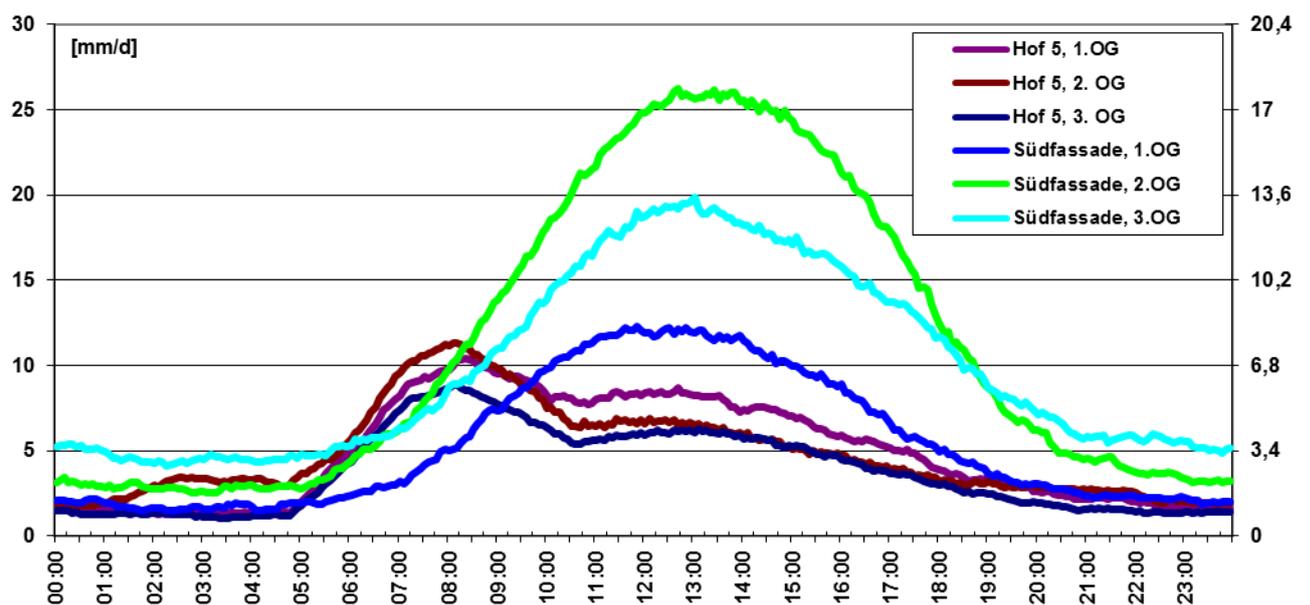
- [15] Kolb, W. (1987): Abflussverhältnisse extensiv begrünter Flachdächer, In: Zeitschrift für Vegetationstechnik 3/1987, S. 111-115
- [16] Kuttler, W. (2010): Urbanes Klima. Teil 2, In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft. Umweltmeteorologie 70 (2010) Nr. 9
- [17] Liesecke, H. J. (1988): Untersuchungen zur Wasserrückhaltung extensiv begrünter Flachdächer – Zeitschrift für Vegetationstechnik 2/1988, S. 56-66
- [18] Mann, G. (o.J.): Nutzen begrünter Dächer - eine Frage des Blickwinkels; unter: <http://www.efb-greenroof.eu/verband/fachbei/Nutzen%20Grueendach.pdf> [20.07.2013]
- [19] Ottelé, M. (2011): The Green Building Envelope. Dissertation Universität Delft 2011, Delft
- [20] Pfoser, N. (2012): Schadensvermeidung bei der Anbringung von Fassadenbegrünung, In: Biotope City – International Journal for City as Nature. Amsterdam; unter: [www.biotope-city.net](http://www.biotope-city.net) [26.12.2012]
- [21] Pfoser, N. (o.J.): Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung, unv. Diss., Technische Universität Darmstadt
- [\*] Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn
- [22] Rath, J./Kiessl, K./Gertis K. (1988): Bauforschungsbericht. Auswirkungen von Fassadenbegrünung auf den Wärme- und Feuchtehaushalt von Außenwänden und Schadensrisiko. Stuttgart, S. 19, 27, 32, 34
- [23] Scharf, B./Pitha, U./Oberarzbacher, S. (2012): Living Walls - more than scenic beauties, In: IFLA - International Federation of Landscape Architects, Landscapes in Transition, 2012
- [24] Scharf, B./Pitha, U./Trimmel, H. (2012): Thermal performance of green roofs. World Green Roof Congress, Copenhagen, Sept. 2012
- [25] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, (Hrsg.) (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung, Berlin; unter: [www.-gebaeudekuehlung.de/SenStadt\\_Regenwasser\\_dt\\_gross.pdf](http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf) [24.08.2012]
- [26] Sukopp, H./Wittig, R. (1993): Stadtökologie. Ein Fachbuch für Studium und Praxis. Stuttgart, S.125 ff.
- [27] Wölfl, K. (2011): Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik. Versuchsanlage liefert den Beweis, In: ZinCo GmbH (Hrsg.): Pressebericht vom 24.03.2011, unter: <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/zinco-gmbh/Dachbegruenung-erhoeht-Ertraege-der-Photovoltaik/boxid/413805> [13.05.2013]
- [28] Wong, N.H. et al. (2010 a): Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, In: Building and Environment, 45(2), pp.411-420; unter: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132309001632> [02.05.2011]

Dipl.-Ing. Marco Schmidt, Technische Universität Berlin

### Fassadenbegrünung zur Primärenergieeinsparung durch innovative Gebäudeverschattung und -kühlung

Undurchlässige Flächen wie Dächer und Straßen verändern das Mikroklima durch die Änderung der Strahlungs- bzw. Energiebilanz. Primäre Ursache ist die Reduzierung der Verdunstungsleistung in urbanen Gebieten durch den Mangel an Vegetationsflächen und die Ableitung des Regenwassers in Kanalnetze. Folge ist die Erhöhung der Temperaturen im engeren Gebäudeumfeld und ein unbehagliches Raumklima bzw. die Erhöhung des Energieverbrauchs bei der Gebäudeklimatisierung. Eine Lösung besteht in der Gebäudebegrünung durch die Erzeugung von Verdunstungskälte.

Unbegrünte Dächer wandeln 95 % der Strahlungsbilanz in Wärme um, während extensiv begrünte Dächer 70% der Strahlungsbilanz im Sommer in die Verdunstung von Regenwasser umsetzen. Mit der Begrünung der Fassaden ist der Einfluss auf das Gebäude noch größer, über Verdunstung wird eine durchschnittliche Kühlungsleistung von 280 Kilowattstunden pro Tag pro Fassade erzeugt (s. Abbildung 1).



**Abbildung 5:** Verdunstungsleistung als Messung des Wasserverbrauchs von Südfassade und Hof 5 im durchschnittlichen Tagesgang in mm pro Tag (linke Achse) sowie kWh/m<sup>2</sup> und Tag (rechte Achse) bezogen auf die horizontale begrünte Fläche

Zwanzig unterschiedliche Arten von Kletterpflanzen wurden am Institut für Physik in unmittelbarer Nähe zum Veranstaltungsort in 150 Fassadenkübel an neun unterschiedlichen Fassaden gepflanzt. Die Fassadenbegrünung steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der energetischen Gebäudeoptimierung. Im Sommer soll die Fassade begrünt sein, während das Sonnenlicht im Winter, wenn die Pflanzen unbelaubt sind, die Glasfassade ungehindert passieren kann. Ein zweiter Effekt ist die Erzeugung von Verdunstungskälte zur Verbesserung des Mikroklimas innerhalb des Gebäudes und im unmittelbaren Gebäudeumfeld. Bei der Auswahl der Kletterpflanzen wurde besonderer Wert auf Arten gelegt, die unter den extremen Bedingungen in Pflanzkübeln wachsen können. Eine spezielle Form der Anstaubewässerung und unterschiedliche Substrate sind vergleichend verwendet worden.

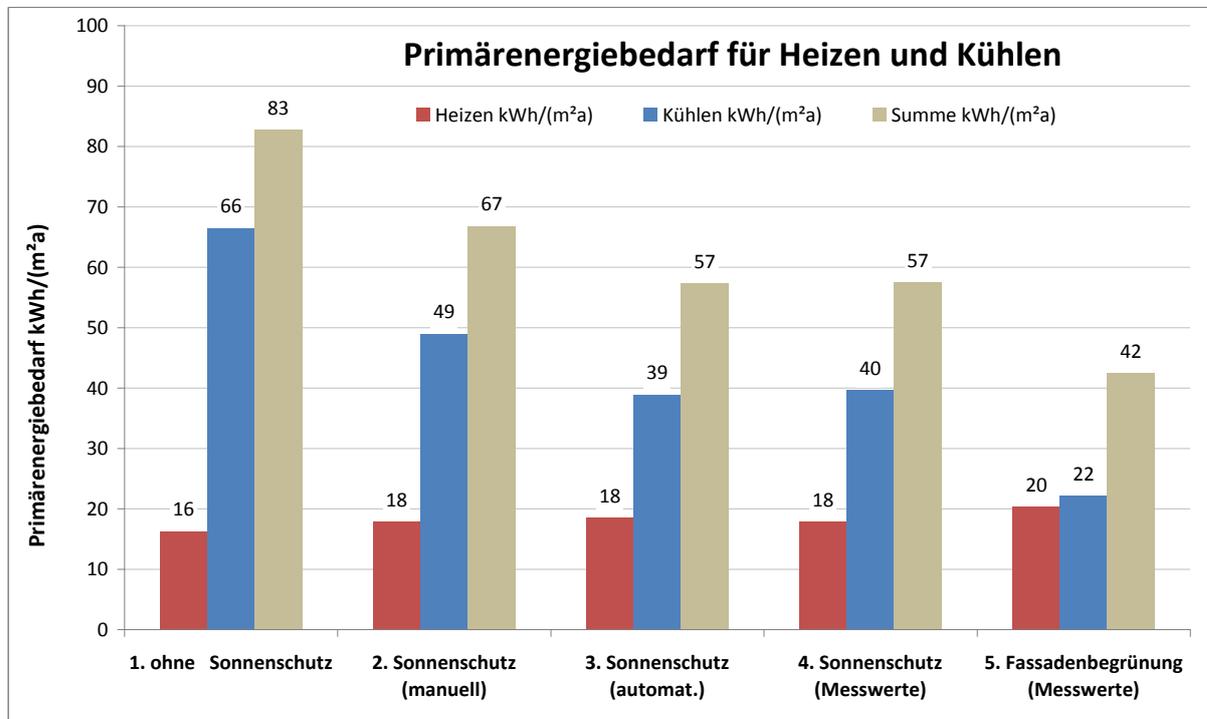
**Tabelle: Arten und Anzahl Individuen der verwendeten Kletterpflanzen**

Art (20)	Anzahl
Actinidia kolomikta	24
Akebia quintata	70
Akebia trifoliata	48
Aristolochia macrophylla	7
Aristolochia tomentosa	12
Campsis radicans	40
Campsis tagliabuana 'Mme Galen'	14
Clematis orientalis 'Bill Mac Kenzie'	20
Clematis paniculata	14
Clematis tangutica 'Helios'	189
Clematis vitalba	42
Hydrangea petiolaris	54
Hydrangea arborescens	1
Lonicera periclymenum	31
Parthenocissus inserta	8
Parthenocissus quinquefolia	94
Vitis coignetiae	130
Vitis vinifera 'Phönix'	22
Wisteria sinensis 'alba'	51
Wisteria sinensis 'Prolific'	76
Summe Individuen	947

**Abbildung 2: Schema des Bewässerungssystems der Pflanzkübel, Anstaubewässerung mit Steuerung über eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)**

Im Vergleich zum konventionellen Sonnenschutz sind die Ergebnisse zur Fassadenbegrünung als Einsparmaßnahme von Primärenergie extrem positiv. Gegenüber dem konventionellen Sonnenschutz werden im Jahresmittel 26% an Primärenergie für Büroräume an der südorientierten Fassade eingespart. Gegenüber Büroräumen ohne außen liegenden Sonnenschutz beträgt die Energieeinsparung im Jahresmittel sogar 49%.

Die Betriebskosten der Fassadenbegrünung für Bewässerung, Düngung und Pflege betragen nur 10% der Kosten für Wartung und Reparatur des konventionellen Sonnenschutzes (Quelle: HUB).



**Abbildung 3:** Einfluss des Sonnenschutzsystems auf den Primärenergiebedarf für Heizen und Kühlen einer Büroräumgruppe des Physikgebäudes (gemessene Verschattungswirkung und über IBP:18599 simulierte Energieverbräuche) in kWh pro Quadratmeter pro Jahr



Foto: Über die Förderinitiative EnEff: Stadt, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, wurde das Gebäude unter dem Schwerpunkt der Energieeffizienz der durchgeführten Maßnahmen durch die TU Berlin vertiefend evaluiert. Markantes Element nach außen bilden die begrünten Fassaden an der Südseite sowie in den fünf Innenhöfen. Aber auch innerhalb des Gebäudes sind eine Vielzahl von innovativen Maßnahmen umgesetzt und evaluiert worden.

Wissenschaftliche Begleitung: Technische Universität Berlin, Institut für Architektur, Dipl.- Ing. Marco Schmidt, [www.gebaeudekuehlung.de](http://www.gebaeudekuehlung.de), [www.phasenwechsel.com](http://www.phasenwechsel.com)

Literaturhinweis: SenStadt 2011: Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung - Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. 70 S.; ISBN 978-3-88961-140-6

## Bau- und Vegetationstechnische Grundlagen

### Grundlagen der Bauphysik begrünter und unbegrünter Wände

Jörg Brandhorst, Bauphysik-Planung-Ökologisches Bauen, Bonn

#### 1. U-Werte

U-Werte (Wärmedurchgang durch Außenbauteile in  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) werden nach gängigen Regelungen und Normen mit einfachen Formeln und mit Hilfe von Tabellenwerten ermittelt. Diese berechneten, statischen und standortunabhängigen Zahlen sind gute Vergleichswerte für unterschiedliche Konstruktionen. Sie geben aber keine Auskunft darüber, wie hoch der Wärmestrom in Abhängigkeit der örtlichen Randbedingungen tatsächlich ist.

Der instationäre U-Wert, unter Beachtung von Standort und Höhenlage sowie Größe des Objektes, dessen Ausrichtung (Nord-Süd, etc.), den lokalen Wetterdaten, den Baustofffeuchten (berechnet aus der Konstruktion, der Innen- und Außenluftfeuchte, Diffusion, Wärme- und Feuchtequellen, etc.) und vielen weiteren Parametern, gibt den täglichen oder monatlichen Wärmestrom durch das Außenbauteil an. Die Berechnung ist komplex und wird mit Programmen wie DELPHIN oder WUFI durchgeführt.

Für eine Fassade wurden folgende Beispielberechnungen mit dem Programm WUFI (Wärme- und Feuchte Instationär) durchgeführt:

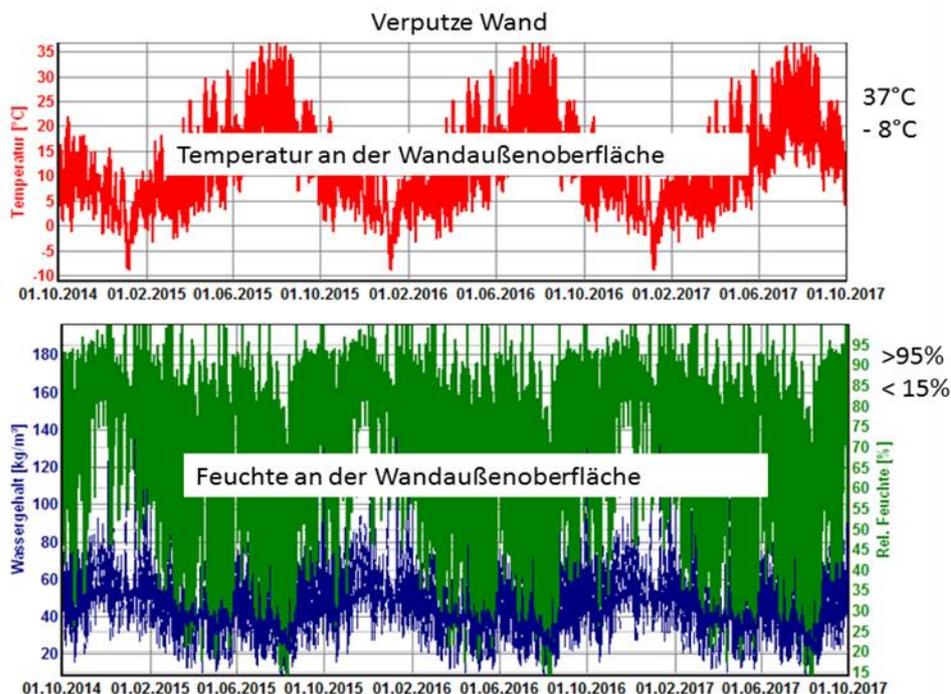
- Wandaufbau 1:  
Außenputz, porosierte Ziegelsteine, Innenputz; Gesamtdicke 39,5 cm, statischer U-Wert: 0,42  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
- Wandaufbau 2:  
Holzfassade, Hinterlüftung, sonst w.o., statischer U-Wert: 0,40  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
- Wandaufbau 3:  
Fassadenbegrünung, Hinterlüftung sonst w.o., statischer U-Wert: 0,40  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

Randbedingungen:

Außenwand, Standort Kassel, Gebäude bis 15 m Höhe, Süd-Westseite unverschattet, helle Außenwandfarbe, Innenraum im Mittel bei 50%r.F. und 20°C, Berechnungszeit 3 Jahre.

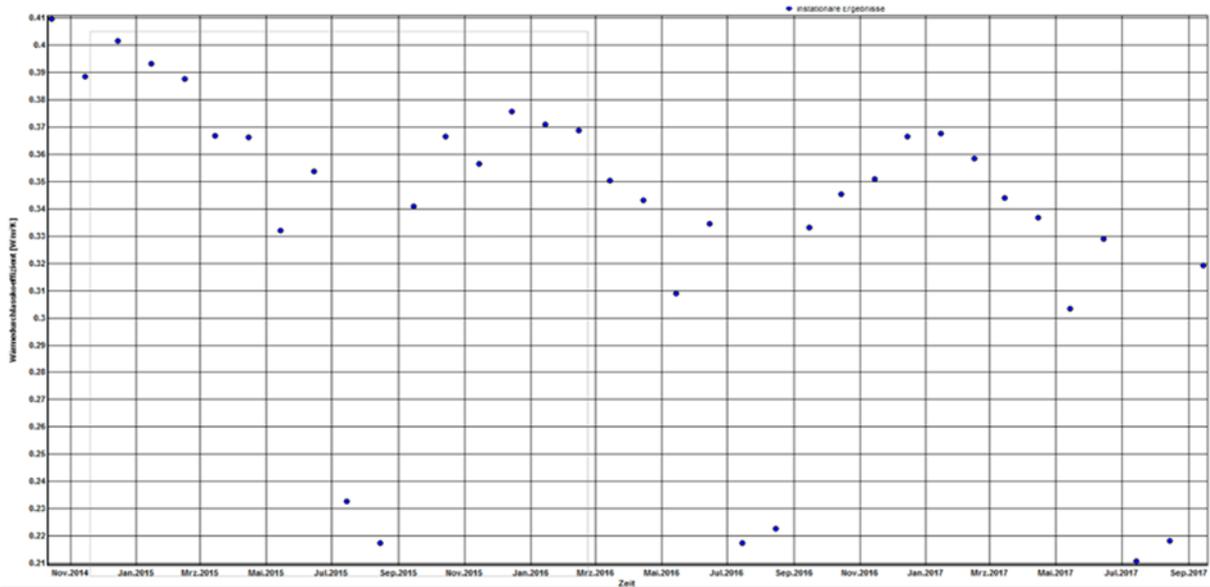
Die Ergebnisse:

Wandaufbau 1, Außenputz, porosierte Ziegelsteine, Innenputz; Gesamtdicke 39,5 cm:



Grafisch angezeigt wird hier die Temperatur an der Wandaußenoberfläche (rot), die rel. Luftfeuchte außen (grün) sowie die durchschnittliche Absolutfeuchte der Außenwandkonstruktion. Aus diesen Werten wird der instationäre Wärmestrom errechnet:

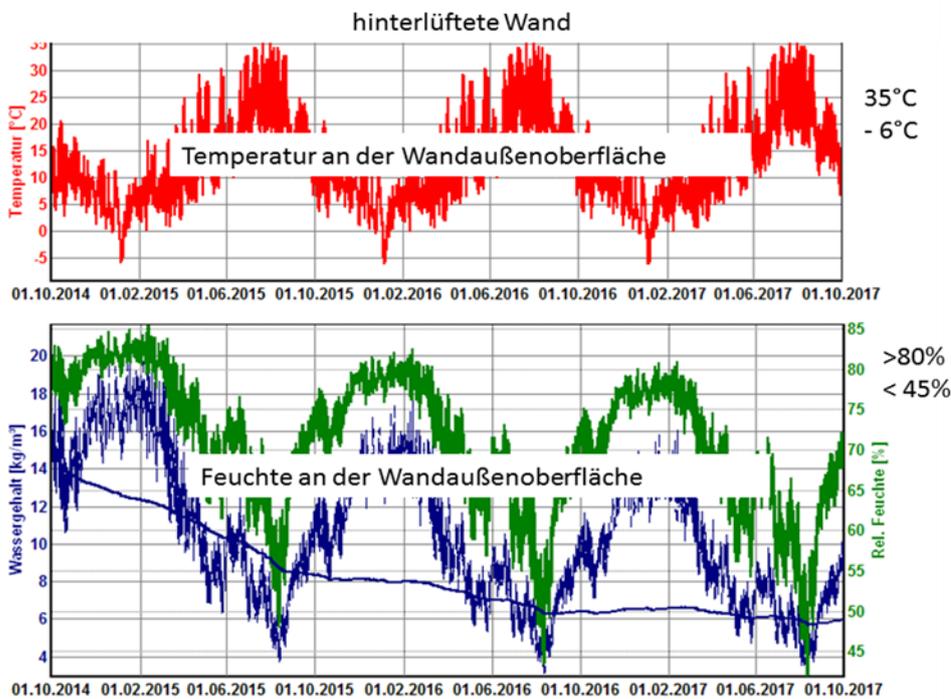
### instationäre U-Werte verputzte Außenwand



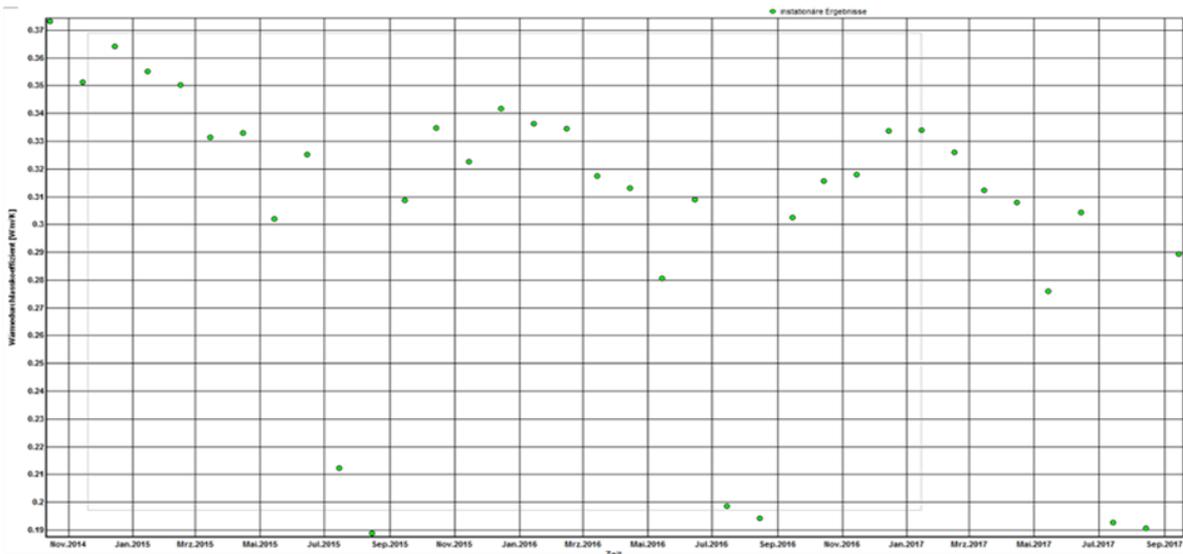
0,218 W/m<sup>2</sup>K im September bis 0,37 W/m<sup>2</sup>K im Februar

Der U-Wert schwankt zwischen 0,22 und 0,37 W/m<sup>2</sup>K, je nach Jahreszeit.

Wandaufbau 2:  
Holzfassade, Hinterlüftung, sonst w.o.:



### instationäre U-Werte hinterlüftete Außenwand



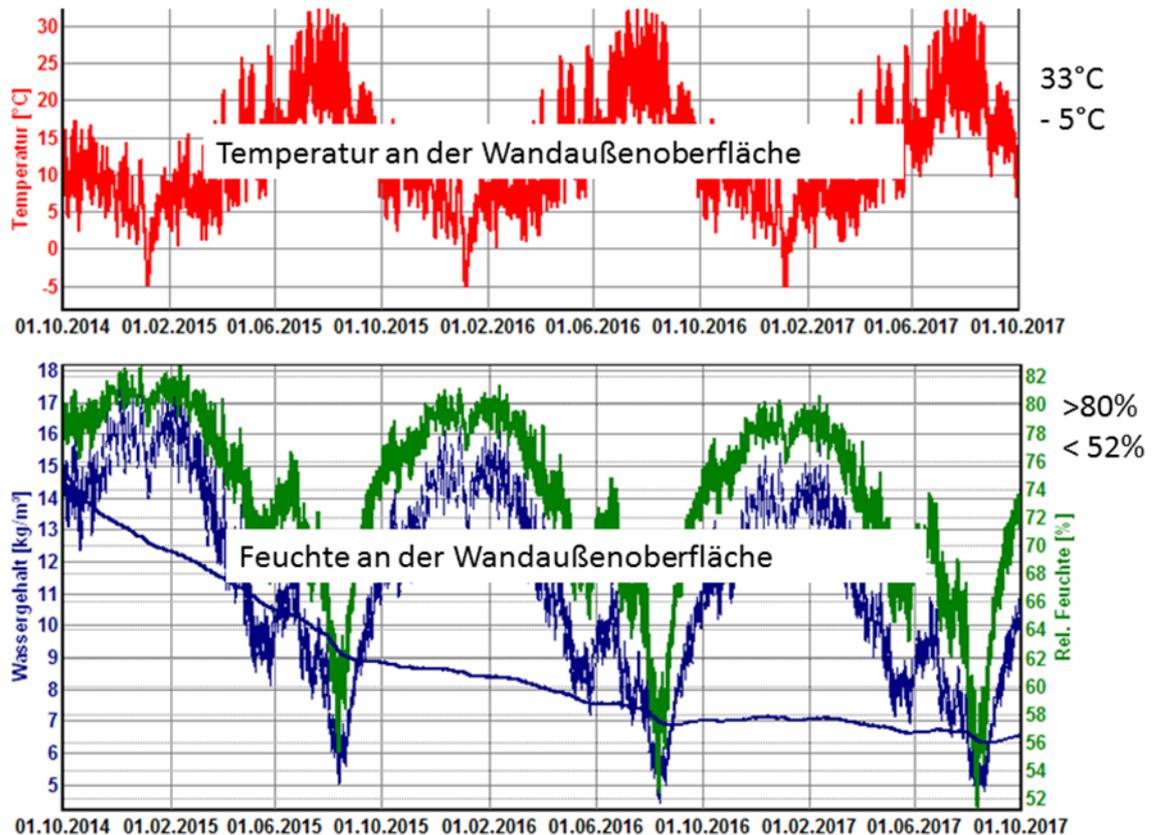
0,19 W/m<sup>2</sup>K im September bis 0,335 W/m<sup>2</sup>K im Februar

Der U-Wert schwankt zwischen 0,19 und 0,34 W/m<sup>2</sup>K, je nach Jahreszeit. Die Ursache ist zum Einen, dass die Außenwandoberflächentemperaturen weniger gespreizt sind (im Winter wärmer, im Sommer kühler) und dass die Wand, durch die Holzfassade vor dem Regen geschützt, deutlich trockener wird bzw. ist.

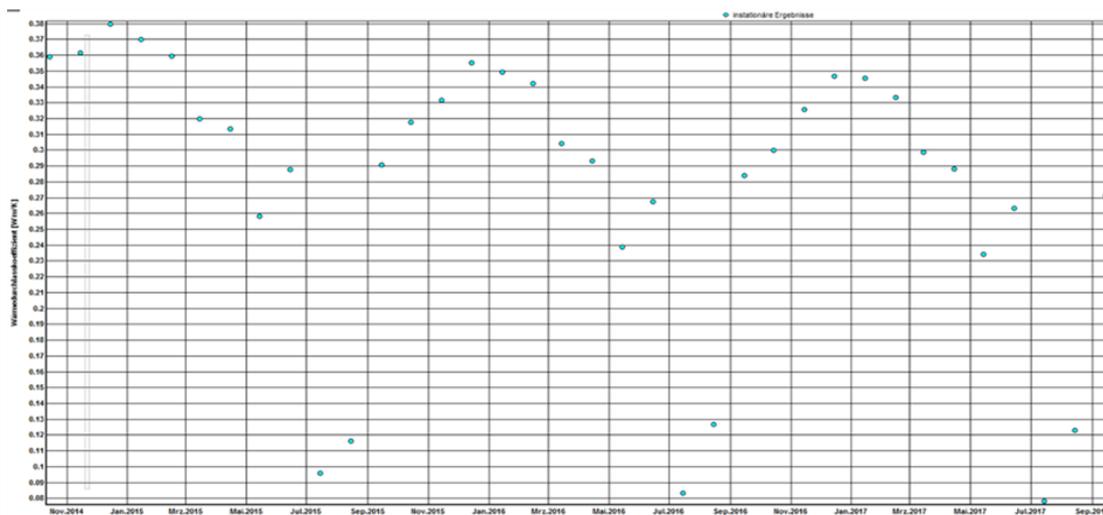
Wandaufbau 3:

Fassadenbegrünung, Hinterlüftung sonst w.o.; in das Berechnungsmodell wurde – zusätzlich zum Regen – eine durchgehende Bewässerung der Pflanzen mit eingerechnet.

### begrünte hinterlüftete Wand



### instationäre U-Werte begrünte hinterlüftete Außenwand



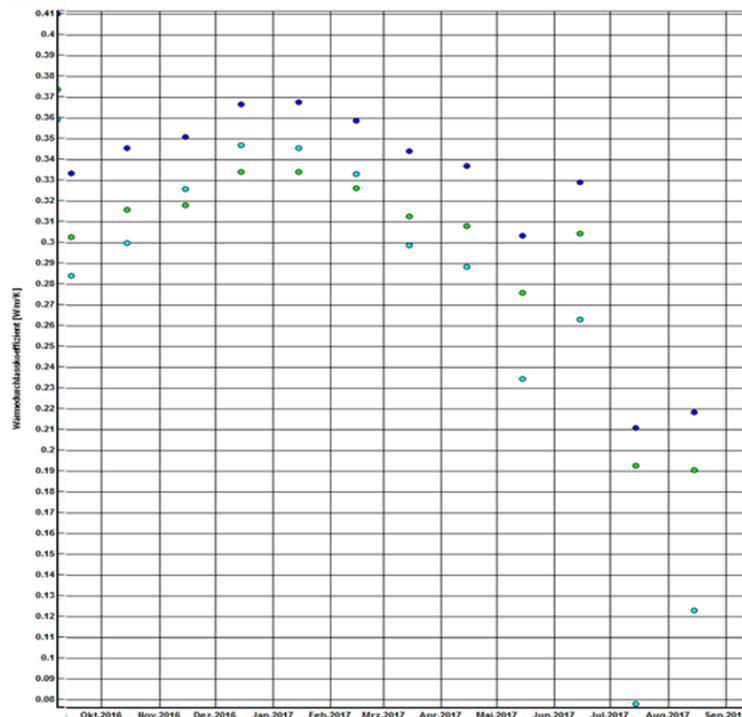
0,082 W/m<sup>2</sup>K im Juli bis 0,34 W/m<sup>2</sup>K im Januar

Der U-Wert schwankt zwischen 0,08 und 0,34 W/m<sup>2</sup>K, je nach Jahreszeit. Der bessere U-Wert im Sommer ist auf die Verdampfungsenthalpie (Verdampfungswärme, Umgangssprachlich: Verdunstungskälte) zurück zu führen, die z.B. die Temperatur an der Wandoberfläche um noch einmal 2K reduziert. Gleichbedeutend ist dies mit einem verbesserten sommerlichen Wärmeschutz (bezogen auf die Außenwand). Der reale verbesserte sommerliche Wärmeschutz wird noch größer, wenn man eine Fensterlüftung mit betrachtet. Durch die Fassadenbegrünung ist die Temperatur an der Oberfläche – hier der Begrünung – gegenüber einer anderen Fassade tagsüber um bis zu 5° C niedriger (je nach solarer Einstrahlung, Bepflanzung, Windrichtung, etc.). Der winterliche Wärmeschutz verbessert sich gegenüber einer hinterlüfteten Fassade nur unmerklich.

Der instationäre U-Wert im Vergleich:

instationäre U-Werte  
Vergleich

-  Verputzte Wand
-  Hinterlüftung
-  Begrünung



In den kalten Wintermonaten ist der U-Wert der begrünten Wand etwas schlechter, als der einer vorgehängten belüfteten Holzfassade. Wird im Winter nicht bewässert, wird der U-Wert in etwa die gleiche Größenordnung haben, wie die berechnete Holzfassade.

Die Vor- und Nachteile der drei Fassaden im Vergleich:

verputzte Fassade	hinterlüftete Fassade	begrünte Fassade
hohe Temperatur- und Feuchtigkeitsdifferenzen an der Außenseite der Fassade +37°C bis -8°C > 95% bis < 15% r.F.	geringere Temperatur- und Feuchtigkeitsdifferenzen an der Außenseite der Fassade +35°C bis -6°C > 80% bis < 45% r.F.	geringste Temperatur- und Feuchtigkeitsdifferenzen an der Außenseite der Fassade +33°C bis -5°C > 80% bis < 52% r.F.
U-Werte stationär: 0,42 W/m <sup>2</sup> K instationär: 0,22 bis 0,37 W/m <sup>2</sup> K	U-Werte stationär: 0,40 W/m <sup>2</sup> K instationär: 0,19 bis 0,34 W/m <sup>2</sup> K	U-Werte stationär: 0,40 W/m <sup>2</sup> K instationär: 0,08 bis 0,35 W/m <sup>2</sup> K
erhöhtes Schadensrisiko wg. hoher Temperatur- und Feuchtespreizung geringer sommerlicher Wärmeschutz, normaler winterlicherer Wärmeschutz	geringes Schadensrisiko wg. geringerer Temperatur- und Feuchtespreizung besserer sommerlicher Wärmeschutz, guter winterlicherer Wärmeschutz	geringstes Schadensrisiko wg. kleiner Temperatur- und Feuchtespreizung sehr guter sommerlicher Wärmeschutz, guter winterlicherer Wärmeschutz

Anmerkungen: Die Berechnungsbeispiele können nicht auf andere Standorte oder/und andere Aufbauten direkt übertragen werden. Die Auswirkungen können – je nach Lage, Wetter und Ausrichtung – deutlich höher oder auch geringer sein. Die grundsätzliche Aussage bleibt jedoch immer bestehen.

## 2. Wärmebrücken (Anker in der Fassade); die Wirkung von Wärmebrücken durch mechanische Befestigungselemente:

Mechanische Befestigungen müssen nach der Norm DIN EN ISO 6946 berechnet werden:

$$\Delta U_f = \alpha (\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f) / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$$

Index f	→ Befestigungselement mit Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ),
A	→ Querschnittsfläche
n	→ Anzahl pro m <sup>2</sup>
R <sub>1</sub>	→ Wärmedurchlasswiderstand der Dämmschicht
R <sub>T,h</sub>	→ Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteilaufbaus ohne R <sub>si</sub> /R <sub>se</sub>
d <sub>0</sub>	→ gesamte Dämmschichtdicke
$\alpha$	→ 0,8 · (d <sub>1</sub> /d <sub>0</sub> )
d <sub>1</sub>	→ Dicke der Dämmung, die von dem Befestigungselement durchdrungen wird; Dämmdicke abzgl. Versenkung.

Die Frage bei Berechnungen von Wärmebrücken ist immer, ob dieses (statische und starre) Verfahren für bestimmte Anwendungsfälle sinnvoll ist, hier konkret für begrünte hinterlüftete Fassaden.

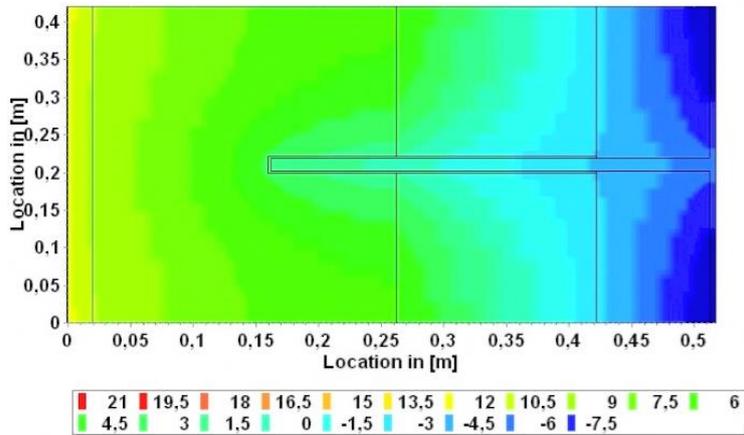
Bei Ankern handelt es sich um punktuelle Störungen der Fassade. Es ist – je nach verwendetem Mauerwerksbaustoff - wichtig, welche Auswirkung ein Anker auf das Mauerwerk insgesamt hat (Ausstrahlung vom Anker in das Mauerwerk) und ob ggf. eine punktuelle Abkühlung des Innenbereiches im Winterhalbjahr zur Unterschreitung des Mindestwärmeschutzes (zur Vermeidung von Schimmelpilzen) führt.

Folgende Berechnungen wurden mit dem Programm Delphin (instationär) für eine Außenwand mit 14 cm Außendämmung durchgeführt:

1. Vorgehängte Fassade mit Gewindestange und Kunststoffdübel
2. Vorgehängte begrünte Fassade mit Gewindestange und Kunststoffdübel
3. Vorgehängte Fassade mit thermisch getrennten Ankern
4. Vorgehängte begrünte Fassade mit thermisch getrennten Ankern

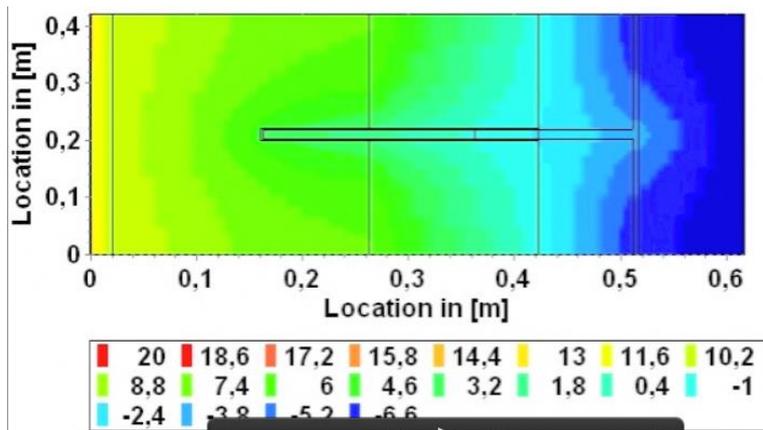
Berechnet wurden jeweils 360 h (15 Tage) mit einer Außenlufttemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  („worst case“).

1. Vorgehängte Fassade mit Gewindestange und Kunststoffdübel



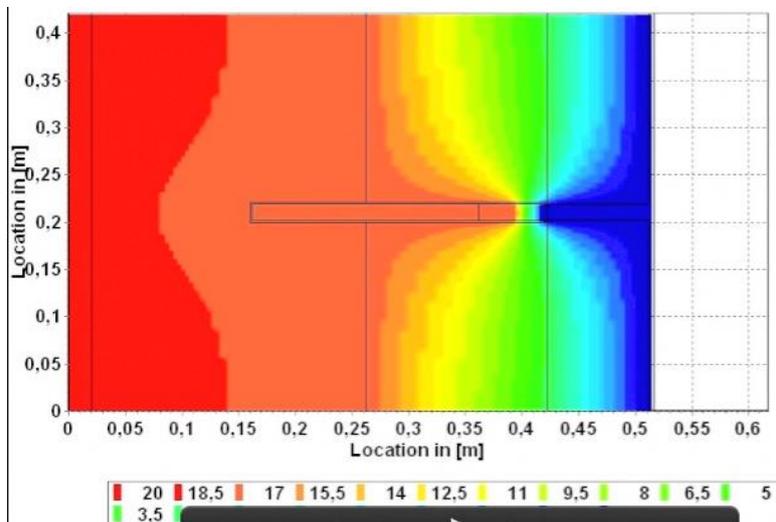
Der Einfluss der thermisch nicht getrennten Gewindestange auf das Mauerwerk ist groß. Die im Winter eingetragene Kälte durch die Gewindestange strahlt in dem berechneten Fall seitlich bis zu 20 cm aus, zum Rauminneren bis zur Innenwandoberfläche. Hier kann es, je nach Außenlufttemperatur und Länge der Kälteperiode, zur Unterschreitung der Mindestoberflächentemperatur kommen.

2. Vorgehängte begrünte Fassade mit Gewindestange und Kunststoffdübel

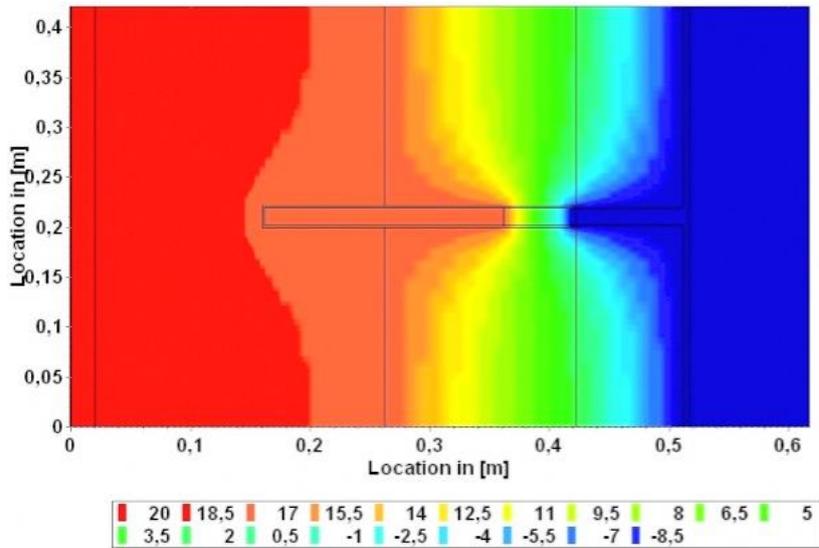


Die Begrünung verbessert diese Situation etwas; der Wärmeabfluss ist bei diesen Ankersystemen aber insgesamt zu groß.

3. Vorgehängte Fassade mit thermisch getrennten Anker



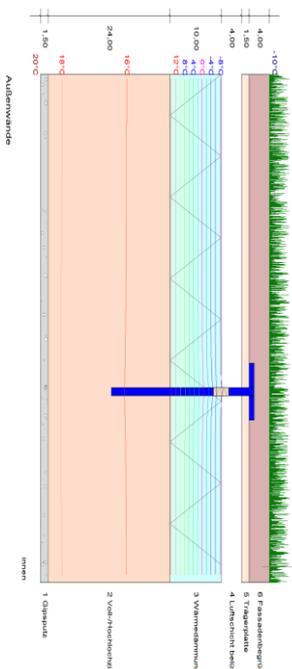
#### 4. Vorgehängte begrünte Fassade mit thermisch getrennten Anker



Deutlich erkennbar ist die wärmetechnische Verbesserung bei Einsatz von Thermoankern. Der Einfluss in der Wandtiefe wird deutlich reduziert. Es ist daher grundsätzlich sinnvoll bzw. erforderlich, dass ausschließlich thermisch getrennte Anker zur Montage von vorgehängten (hinterlüfteten) Fassaden verwendet werden.

Die Begrünung hat nur einen geringen Einfluss auf die Wärmebrückenwirkung der Anker. In der Regel ist bei Einsatz von thermisch getrennten Anker kein Einzelnachweis erforderlich, es sei denn, dass besondere Randbedingungen (z.B. KfW- oder Passivhaus-Einzelnachweise der Wärmebrücken) erforderlich sind.

Der rechnerische Nachweis von Thermoankern auf den gesamt-U-Wert einer Außenwand, berechnet mit „Dämmwerk“:



$\Psi$  (psi-Wert) = 0,004 W/K je Anker

bei 8 Anker/m<sup>2</sup> = 0,032 W/m<sup>2</sup>K  
(wird auf den U-Wert der Außenwand aufgeschlagen)

Beispiel der o.g. Wand:

U-Wert (stationär) = 0,303 W/m<sup>2</sup>K

Zuschlag für 8 Anker/m<sup>2</sup> = 0,032 W/m<sup>2</sup>K

U-Wert incl. Wärmebrücke: 0,335 W/m<sup>2</sup>K

bei 6 Anker: 0,327 W/m<sup>2</sup>K

bei 4 Anker: 0,319 W/m<sup>2</sup>K

Je nach Dämmung der Außenwand sowie Ankeranzahl verschlechtert sich der U-Wert der Wand in der 2. Nachkommastelle. Diese Verschlechterung wird durch die Begrünung bzw. hinterlüftete Fassade kompensiert.

Einspruch



**Beachtenswertes zu Statik, Wind- und Schneelasten bei Rankhilfen**  
Dipl.-Ing. Dirk Pfeifer, Pfeifer Ingenieure GmbH, Konstanz

## Boden- vs wandgebundene Fassadenbegrünungen. Vergleich der Bauweisen, Möglichkeiten und Herstellungskosten

Prof. Dr. Manfred Köhler, Hochschule Neubrandenburg

### 1. Einleitung

Innerhalb der Neufassung zur FLL-Richtlinie zur „Fassadenbegrünung“ (FLL, 2015), wird die Begrünung von Außenwänden nun in zwei große Gruppen eingeteilt. Einerseits die bodengebundenen Varianten als Direktbegrünung bzw. die Gerüstkletterpflanzen und andererseits stehen diesen die vertikalen Wandbegrünungen gegenüber. Im Rahmen des kurz vor dem Abschluss stehenden Forschungsprojektes zur Wandbegrünung (Köhler et al, in Vorbereitung), konnten dank der Unterstützung aus dem Zukunftsinitiative Bauwesen in den letzten zwei Jahren Erfahrungen mit sehr unterschiedlichen Varianten der Wandbegrünung gesammelt in einer Versuchsanstallation in Neubrandenburg gesammelt werden, im Nachfolgenden einige Ergebnisse hieraus:

Bodengebundene Varianten mit Kletterpflanzen kommt neben der klassischen Begrünung großer fensterloser Wandflächen vom Typ „Brandwand“ zunehmend auch die Bedeutung für die alternative Verschattung von Glasflächen zu. Pflanzliche Verschattung versus textiler Verschattung ist in seiner Leistungsfähigkeit noch nicht voll untersucht. Erste Ergebnisse aus Japan, Chile und Deutschland weisen auf das große Potential hin.

Die „Wandgebundenen Begrünungen“ ihrerseits, können mit üblichen Materialien zur Außenwandverkleidung in der Architektur konkurrieren. Das bedeutet allerdings eine andere wärmedämmtechnische Herangehensweise an die Gebäudeoberflächen. Der Wandbegrüner ist hier Partner des Hochbauarchitekten und des Fassadenbauers, diese Schnittstelle ist vor allem bei hochgedämmten Gebäudekörpern eine Herausforderung, die gute Abstimmung der Gewerke erfordert.

### 2. Charakterisierung wesentlicher Konstruktionsprinzipien

Wandgebundene Begrünungen sind vergleichsweise einfach zu installieren. Die Herausforderungen liegen im Sockelbereich der Gebäude, hier ist ein ausreichendes Bodenvolumen für die Wurzelsysteme sicher zu stellen und die Wurzel sind vom Gebäude wegzuleiten. Eine Bewässerung ist in der Regel nur in der Anfangsphase erforderlich. Anspruchsvoller ist die Verankerung der erforderlichen Wandanker, die bei Dämmschichten vom mehr als 12cm auf dem Rohbaukern des Wandaufbaus zu befestigen sind. Die Kragarmlängen von 36cm sollten aus statischen Gründen nicht überschritten werden. Gerade Wisteria entwickelt enorme Kräfte, so dass die Kletterhilfe wie in Abb. 1 dargestellt in der Längenausdehnung nachjustierbar gebaut wird. Auch die bodengebundenen Kletterpflanzenbegrünungen benötigen fachgerechten jährlichen Rückschnitt, bei dem die Anforderungen der unterschiedlichen Kletterpflanzen ausschlaggebend für die Art und Weise des Schnittes sind. Diese Arbeiten sollten von gärtnerischen Kräften durchgeführt werden. Der enorme jährliche Zuwachs von etwa einen Meter langen Trieben hilft, schon in wenigen Jahren große Fläche, bei entsprechender Lenkung komplett zu bedecken und damit Effekte ähnlich technischer Jalousien zu erreichen.

Abb. 1, 2: Beispiel einer Kletterhilfe für eine bodengebundene Begrünung (aus Köhler et al. 2012) sowie ein Beispiel mit Wisteria in Neubrandenburg.



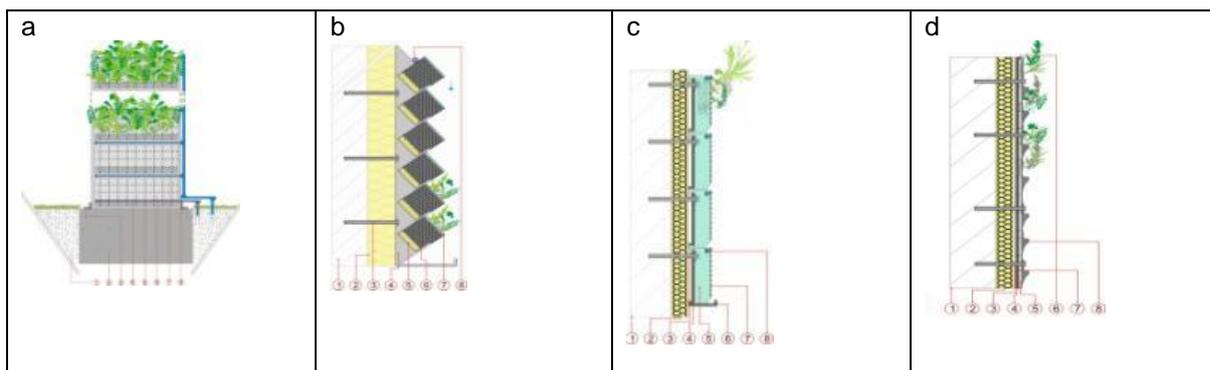
Bei den „wandgebundenen Begrünungen“ sind vier Grundprinzipien vorhanden. Für jede dieser Varianten gibt es mehrere Anbieter auf dem deutschen Markt.

Als Variante e wird hier auf Moosfassaden verwiesen, für die bisher erst einzelne Begrünungen im Versuchsstadium gibt, aber ein großes Potential besitzt, da es leichtgewichtige Konstruktionen sind, die auch großflächig eingesetzt werden können.

Für jede dieser vier in Abb. 3 aufgeführten Prinzipien gibt es Anwendungsfälle, die die Entscheidung bedingt. Innerhalb der Varianten gibt es weitere Variationen, die vom entsprechenden Planer ausgewählt werden sollten. Eine ausführliche Wertung dieser vier Prinzipien im Vergleich ist Gegenstand des Abschlussberichtes des BBSR – Forschungsvorhabens Köhler et al. (in Vorbereitung). Die besondere Herausforderung bei diesen Systemen ist, dass sie substituierend zu der typischen Oberflächengestaltung eingesetzt werden können. Das bedeutet, die Planer haben mit den Ingenieuren der Statik und der Gebäudedämmung so zusammen zu arbeiten, dass mit wandgebundenen Begrünungen zusätzliche Dämmeffekte erreicht werden ohne gleichzeitig in den Übergangszonen Wärmebrücken zu schaffen.

Grundvoraussetzung für das Funktionieren von wandgebundenen Begrünungen ist regelmäßig Pflege, Wartung und Austausch sensibler Teile. Die Begrünungen müssen unter dem Aspekt der Arbeitssicherheit sicher erreichbar sein, diese Kosten gehören in die Anfangsinvestitionen.

Abb. 3a-d: Begrünungssysteme: a: Gabionen, b: Kleine Kübel, c: Vertikalmodule, d: Geovlies; e: Mooswände (nicht dargestellt).



### 3. Bisherige Erfahrungen

Aus den eigenen Untersuchungen liegen jetzt Werte für wandgebundene Begrünungen seit 2010 vor. Im Rahmen des BBSR-Projektes werden Untersuchungen unter dem Aspekt der Life-Cycle Kosten durchgeführt. Im nachfolgenden hierzu einige Vorab-Auszüge:

#### - Kosten

Bodengebundene Begrünungen sind in jedem Falle bei der Anschaffung und der jährlichen Wartung deutlich preisgünstiger als wandgebundene Begrünungen. Bei den Wandgebundenen Systemen ist ein Vergleich zu Technischen Jalousiesystemen sinnvoll. Bodengebundene Begrünungen vor großen Glasfassaden können die Aufheizung der dahinter liegenden Büros deutlich reduzieren.

Alle Kosten sind Abhängig von der Größe der Installation. Beispielhaft sind hier einige Werte aus einer typischen Verschattung mit Jalousien herangezogen worden.

In die Kosten ist die fest installierte Aufstiegshilfe mit einzurechnen. Ohne eine automatisierte Bewässerung geht es nicht, diese kann jederzeit ausfallen, das bedeutet, einen kontrollierenden Blick sollte man einer WB täglich gönnen. Bei den nachfolgenden Zahlen sind „Bandbreiten“ angegeben, da die Projekte, je nach Ausführung erheblich voneinander abweichen können.

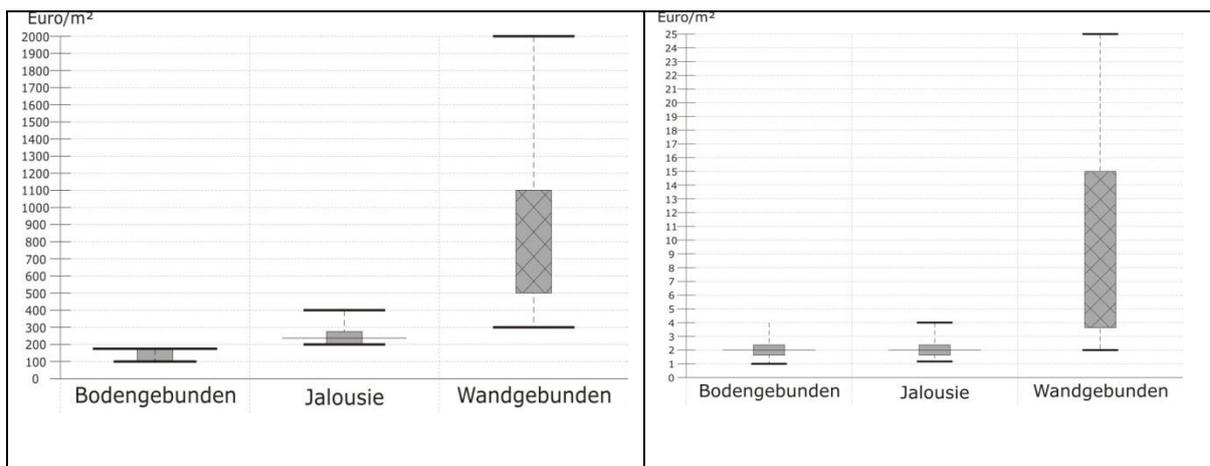
Tab. 1: Kostenvergleiche \* die große Variationsbreite resultiert aus den Relativkosten, in Abhängigkeit der Größe der Begrünung.

	Technisches Jalousie-System	Bodengebundene Begrünung, z.B. mit Wisteria	Wandgebundene Begrünung gemäß der Abb. 3
Installierungskosten In €/m <sup>2</sup>	Ca. 250	120	450 - 2000
Jährliche Unterhaltungskosten in €/m <sup>2</sup>	2	2	2-25*
Lebenserwartung der Begrünung in Jahren	15-20	50 und mehr möglich, abhängig von der Pflege	25-50 und mehr, bei regelmäßiger Wartung
Besonderheiten			

- Dauerhaftigkeit/ - Unterhaltungskosten

Der Begriff „Vertikalgarten“ trifft die Beschreibung recht gut. Auch ein Garten benötigt regelmäßige Betreuung.

Abb. 4a, b: Vereinfachte Darstellung - Anfangskosten einer mittelgroßen Wandbegrünung (4a linke Abb.); sowie jährliche Unterhaltungskosten (4b rechte Abb.) (Grundlage 650 m<sup>2</sup> Südfassade der Hochschule Neubrandenburg) mit der Angabe der mögliche jährlichen Kosten bei verschiedenen Projekten.



#### 4. Ausblick

Mit den vorliegenden Ergebnissen ist jetzt bei den Wandgebundenen Begrünungen ein Erfahrungszeitraum von 4 Jahren zu überblicken. In diesem Zeitraum ist auch das Aussehen in und nach der Vegetationsruhe beurteilt worden. Alle Varianten haben unterschiedlich starke Winter überstanden, Nachpflanzungen sind immer erforderlich.

Die Bewässerung ist am Untersuchungsstandort Neubrandenburg im Winter abgeschaltet worden. Das haben die fitten Pflanzen überlebt. Kalte Winter sind aktuell die Herausforderung an die Begrünungen. Sommerlich schöne Bilder sind mit etwas Nachpflanzung und einer entsprechenden robusten Bewässerung bei regelmäßiger Betreuung möglich.

Es bleiben noch Fragen offen, etwa die Lebenszyklusbetrachtungen stehen erst am Anfang, die Fragen nach der möglichen Brandgefahr für jeweils den „worst case“ sind weiter zu vertiefen.

Das Potential bodengebundene Kletterpflanzen zur Verschattung von großen Glasflächen einzusetzen steht noch komplett am Anfang.



## 5. Dank

- Förderung im Rahmen der Forschungsinitiative "Zukunft Bau" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Projektträger und Bewilligungsbehörde: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumordnung (BBSR); BBR/Zukunft Bauen, Deichmanns Aue 31-37, Bonn.
- Der Vorlauf wurde durch eine DBU – Förderung ermöglicht, sowie durch die großzügige Unterstützung durch die Hochschule Neubrandenburg.

Dank an Firmen, die unterstützten, hervorzuheben seien hier vor allem: Atka, Cultilene, Optigruen, Sempergreen, Vertiko, Vertiss, Vivagruen, Schadenberg – Vert and Vert, 90degreeen,

## 6. Literatur

- FLL (Hrsg.) 2000 (derzeit in Überarbeitung): Fassadenbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen
- Köhler, M., Ansel, W., Appl, R. Betzler, F., Mann, G., Ottelé, M., Wünschmann, S. 2012: Handbuch Bauwerksbegrünung. R. Müller Verlag, Köln, 250 S.
- Köhler, M., Nistor, C.R., Kaiser, D. (in Vorbereitung – Anfang 2015): Wandgebundene Begrünungen – Arbeitstitel. BBSR Veröffentlichung, FLL-Schriftenreihe, Bonn.
- Pfoser, N., Jennner, N., Henrich, J., Heusinger, J., Weber, S. 2013: Gebäude – Begrünung – Energie. Forschungsvorhaben des BBSR – Abschlußbericht, 305 S. und FLL-Publikation.
- Neue Studien in England zur Luftreinigung mittels Living walls:  
[http://www.mdx.ac.uk/news/2014/08/green-wall-project?utm\\_source=&utm\\_medium=&utm\\_campaign=](http://www.mdx.ac.uk/news/2014/08/green-wall-project?utm_source=&utm_medium=&utm_campaign=)

## Pflege und Wartung wandgebundener Fassadenbegrünungen

Stefan Brandhorst, Vertiko GmbH, Kirchzarten

Schon bei der Planung einer wandgebundenen Begrünung ist der dauerhafte Erhalt der Anlage durch fachlich ausgeführte Pflege und Wartung zu berücksichtigen. Dazu gehört auch, dass die Zugänglichkeit durch entsprechende Einrichtungen wie Anschlagpunkte für die Seilklettertechnik oder geeignete Aufstellflächen für Hubsteiger, Gerüste o.ä. gewährleistet wird.

### Pflege

Der Pflegeaufwand richtet sich nach der Pflanzenauswahl und dem Anspruch des Kunden. Wie sich in der Gartengestaltung unserer lieben Nachbarn ganze Lebensentwürfe widerspiegeln, so unterschiedlich sind die Ansprüche an die Pflegeleistungen.

Sind es die Ansprüche der Kunden, welche die Pflegeleistungen in Qualität und Quantität bestimmen?

- Oder bestimmen das die unterschiedlichen Systeme, bzw. Bauweisen?
- Oder haben die Pflanzen etwa selbst auch Ansprüche an die Pflege?

Die meisten Hersteller geben mindestens 2 Pflegegänge im Jahr an. Dies ist auch ausreichend, sofern die Pflanzen im Konkurrenzverhalten verträglich sind.

Pflanzen, die andere bedrängen und deshalb im Zaum gehalten werden müssen, erfordern natürlich einen höheren Aufwand.

Daher spielt auch die Planung eine wichtige Rolle für den Pflegeaufwand.

Werden ausläufertreibende Pflanzen eingesetzt, sollten diese sich auch verbreiten dürfen.

Die wichtigsten Pflegetermine sind im Herbst und im Frühjahr.

Abgestorbene, verblühte, störende oder zu lang gewordene Pflanzenteile werden geschnitten und entfernt. Ebenso Fremdaufwuchs.

Unkraut kommt in der Vertikalen wenig auf, der typische Fremdaufwuchs besteht aus Weidenröschen und Gräsern.

Der Pflegegang im Herbst sollte nicht zu früh ausgeführt werden, da manche Spätblüher bis zum Frost blühen. Viele Farne verlieren erst spät oder gar nicht ihre grünen Wedel. Gräser werden



bestenfalls ausgekämmt, da der Grasschopf die Erneuerungsknospe vor Frost schützt. Alle einziehenden Stauden werden geschnitten.

Mit den in der Vertikalen so geliebten und oft verwendeten Heuchera-Hybriden gibt es ein gewisses Pflegeproblem: Diese in der Natur am Gehölzrand angesiedelten Pflanzen schieben ihr Rhizom permanent nach oben, um über die Laubschüttung herauszukommen. Dieses Verhalten führt in der Vertikalen zum Verlust der Kompaktheit. Ein zu starkes Einkürzen vertragen die Pflanzen jedoch nicht. Im Beet teilt man sie beispielsweise alle drei bis vier Jahre mit dem Spaten oder man schneidet Stecklinge vom Rand für die Vermehrung. Diese Methoden sind in der Vertikalen schwer umzusetzen.

Die Frühjahrspflege sollte erst stattfinden, wenn kein oder kaum Froste mehr zu erwarten sind. Nun werden Verjüngungsschnitte an Gräsern und Halbsträuchern durchgeführt, um die Pflanzen kompakt zu halten. Bei allen immer- und wintergrünen Pflanzen werden die verwelkten oder schlaffen Blätter des alten Jahres ausgezupft oder geschnitten.

Kleinere Anlagen lassen sich mit der Leiter oder Gerüstböcken erreichen. Für größere Anlagen ist der Hubsteiger ein wirtschaftliches Hilfsmittel.

Schon vor Bau der Anlage ist zu prüfen, ob geeignete, befestigte Aufstellflächen für Hubarbeitsbühnen vorhanden sind. Im öffentlichen Raum sind verkehrsrechtliche Genehmigungen für Teilsperren rechtzeitig einzuholen.

Die Pflege darf nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Neben einer Ausbildung zum Gärtner ist auch der Nachweis über den sicheren Umgang mit Hubarbeitsbühnen erforderlich. Die Bestimmungen der UVV sind unbedingt einzuhalten.

#### Tiere

Viele Tiere besuchen unsere grünen Wände. Das ist aus ökologischer Sicht gerne gesehen, besonders wenn es sich um Nützlinge handelt. Jedoch auch diese können auf den Gärtner überraschend oder sogar störend wirken, gerade wenn er sich in schwindelerregender Höhe befindet.

#### Pflanzenschutz

Die Bekämpfung von Schadorganismen ist nach den Grundsätzen und den Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes (Richtlinie 2009/128/EG) auszuführen. Integrierter Pflanzenschutz ist die Kombination aller Pflanzenschutzmaßnahmen unter Ausnutzung der natürlichen Begrenzungsfaktoren. Ziel des integrierten Pflanzenschutzes ist es, die Risiken für Mensch und Umwelt auf ein Minimum zu reduzieren. Alle chemischen Behandlungsmaßnahmen sind nur als Ergänzung zu den anderen Maßnahmen zu sehen.

Sollte es dennoch notwendig werden, chemisch zu behandeln, sind die entsprechenden Schutzmaßnahmen für den Anwender und die Umwelt einzuhalten. Ob es allerdings gut ankommt, mit Ganzkörperschutz und Atemschutzmaske beim Kunden aufzulaufen, ist eine andere Frage.

Vorbeugender Pflanzenschutz fängt schon bei der Planung für die richtige Standortwahl und der Auswahl gesunder, resistenter Pflanzen.

Leider sind viele beliebte Pflanzen für wandgebundene Begrünungen auch beim Dickmaulrüssler sehr beliebt. Besonders gefährlich sind die Larven, die Schäden an Wurzeln und Wurzelhälsen verursachen. Zum Glück gibt es eine biologisch, selektiv wirkende Bekämpfungsmethode: Nematoden greifen nur die Larven an und sind für andere Organismen unschädlich. Die adulte Form kann man auf ökologisch unbedenkliche Weise nur vertreiben.

#### Düngung

Wandgebundene Begrünungen werden in der Regel mit Flüssigdünger über die technische Anlage gedüngt. Besonders Pflanzen in hypotonischen Systemen sind von einer Versorgung mit Volldüngern abhängig. Bewährt haben sich wasserlösliche Nährsalze als Volldünger + Spurenelemente (von z.B. Peters Excell- oder Peters professional Typen), die auf die unterschiedlichen Wasserqualitäten bzw. -härten abgestimmt sind.

Bei geschlossenen Kreisläufen ist entsprechend geringer zu düngen und turnusmäßig eine Salzmessung durchzuführen.

## Wartung

Bei wandgebundenen Begrünungen sind die Pflanzen von einer technischen Versorgung mit Wasser und Düngung abhängig. Sie hängen sozusagen buchstäblich am Tropf. Insofern spielt die Wartung eine wichtige Rolle und bestimmt in einem höheren Maß die Überprüfungsintervalle als die turnusmäßige Pflege.

### Überprüfungsintervalle

Wöchentlich:

- visuelle Kontrolle

Monatlich:

- (Vor-)Filter im Vorlaufbehälter reinigen (bei geschlossenen Systemen)
- Technikraum überprüfen auf Leckagen (möglichst während eines Bewässerungsvorgangs)

Saisonale Intervalle (halbjährlich bzw. Frühjahr und Herbst)

- Filter im Bewässerungssystem reinigen
- Filter in der Wasseraufbereitungsanlage reinigen (falls vorhanden)
- Filter in Zisterne reinigen (falls vorhanden)
- Kontrolle aller Fittings und Verschraubungen auf festen Sitz und Dichtigkeit

Arbeiten im Herbst:

- „Verwässern“ der Stammlösung, bzw. aussetzen der Düngung
- Aktivieren der Einwinterungsautomatik
  - durch Öffnen der Kugelhähne überhalb der Entleerungsventile
  - durch Aktivieren der Automatik per stationärem Kompressor

Arbeiten im Frühjahr:

- neu ansetzen der Stammlösung
- Deaktivieren der Einwinterungsautomatik

### Inspektionen

Zusätzlich zur visuellen Überprüfung und zur termingerechten Wahl der Betriebsmodi sollte die gesamte Anlage in Abständen von 3 bis 5 Jahren einer Inspektion unterzogen werden.

Folgende Arbeitsschritte sind erforderlich:

- Überprüfen der Funktionsfähigkeit der Magnetventile, bzw. Austausch (Magnetventile sind Verschleißteile!)
- Überprüfen der Pumpe bzw. Austausch (Pumpen sind Verschleißteile)
- Wartung der Düngedosiereinrichtungen. Wassergetriebene Geräte wie z.B. Dosatron-Geräte müssen regelmäßig gewartet werden: Nach drei Jahren sind vorsorglich sämtliche Dichtungen am Ansaugkolben zu wechseln.
- Öffnen der Tropferleitungen an den Verschluss-Stopfen. Dann die Leitungen durchspülen, um Ablagerungen und Feinanteile aus dem System zu entfernen.

Alle vorgenommenen Wartungsarbeiten sowie Messungen, Ergebnisse, Mängel und deren Beseitigung sollten in einem Wartungsbuch fortgeschrieben werden.



Foto 1: Gepflegte Wand



Foto 2: Geschnittenes Gras



Foto 3, 4: Einsatz von Nematoden zur Schädlingsbekämpfung (Dickmaulrüssler)



Foto 5: Ein Hubsteiger ist oftmals unabdinglich



Foto 6: Notwendiger Rückschnitt



Foto 7: Die Wartung des Bewässerungssystems, hier Reinigung des Filters, gehört auch dazu



## Präsentation besonderer Projekte (Kurzvorträge)

- Stephan Becsei (BAER, DE)
- Gregor Zorn (Optigrün international AG, DE)
- Susanne Herfort (IASP, DE)
- Boris Pelsy (Noventis, FR)
- Thorwald Brandwein (Biotekt, DE)
- Nils van Steenis (Schadenberg Groen Combi, NL)

## Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) – wir über uns

Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) wurde 1990 gegründet und umfasste damals sieben Mitglieder. Heute beläuft sich die Mitgliederzahl auf über 100 Mitglieder aus verschiedenen Kreisen um die Dach- und Fassadenbegrünung. Im Laufe der Jahre sind fünf Mitgliedern die besondere Auszeichnung der Ehrenmitgliedschaft zu Teil geworden. Die FBB hat sich über Jahre hinweg einen guten Ruf in der Gründachbranche erarbeitet und wird von „benachbarten“ Verbänden anerkannt und geschätzt. In Europa nimmt die FBB sogar eine Vorbildfunktion ein.

Die FBB vertritt die Interessen ihrer Mitglieder in den Segmenten „Dach- und Fassadenbegrünung“. Dies geschieht durch Vorträge, Veranstaltungen, Messeaktivitäten, Pressearbeit, Internetauftritt und Werbeunterlagen. Die FBB verfolgt dabei ein übergeordnetes Ziel – die Bauwerksbegrünung einem möglichst breiten Publikum nahe zu bringen. In der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung bestehen durch die Interessensgemeinschaft Möglichkeiten, die Einzelfirmen nicht zur Verfügung stehen – auf firmenneutralen Wege positive Rahmenbedingungen für das Begrünen von Bauwerken zu schaffen. Den vielfältigen Nutzen, den die einzelnen Mitglieder aus der Fachvereinigung ziehen können, lässt sich folgendermaßen darstellen:

- Interessenvertretung
- Veröffentlichungen zu allgemeinen, fachlichen und aktuellen Themen
- Branchen- und Marktkenntnis, Marktbeobachtung und Marktdaten
- Kontaktbörse Hersteller/Lieferant/Architekt/Behörden/Bauherr/Ausführender
- Fortbildung & Schulung
- Internet-Präsenz mit Direktverbindungen zu den Mitgliedern
- Werbehilfen in Form von Print-Medien, Logo-Verwendung FBB
- Referenten für Fachvorträge
- FBB-Gründachsymposium
- FBB-Fassadenbegrünungssymposium
- Messepräsenz
- Information: „Baustoffblätter“, „Liste wurzelfester Bahnen und Schichten“ („WBB“), „Pflanzen“, „Pflege und Wartung“, FBB-Schlag*Licht*, Broschüren Dach- und Fassadenbegrünung, Pflanzen mit starkem Rhizom-Wachstum („SRW“)
- Nominierung des „FBB-Gründach des Jahres“

Die FBB ist auf der Grundlage einer detaillierten Satzung aufgebaut und wird vertreten durch einen fünfköpfigen Vorstand. Dieser besteht aus dem Präsidenten, seinem Stellvertreter, dem Beisitzer 1, dem Beisitzer 2 und dem Schatzmeister. Den einzelnen Vorstandsmitgliedern sind jeweils per Satzung spezifische Aufgaben zugeteilt. Um die Aufgaben auf möglichst vielen Schultern zu verteilen, Innovationen und Ideen zu ermöglichen, werden jährlich neue Projektgruppen ins Leben gerufen. Die FBB baut auf ehrenamtliche Tätigkeit aller Aktiven. Geschäftsstelle, Messeaktivitäten und Werbeunterlagen werden durch Mitgliedsbeiträge bzw. Sponsoring finanziert.

Die Internetseiten der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung sollen die Informationsplattform für alle Bauwerksinteressierten darstellen – mit Preetexten, Terminen, Neuigkeiten aus der Branche und die Anschriften aller Mitglieder.

Besuchen Sie uns! [www.fbb.de](http://www.fbb.de)



## Referenten (in alphabetischer Reihenfolge)

### Stephan Becsei

Dipl.Ing. Landschaftsarchitekt

B-A-E-R Architecture +

Environmental Research

verbandsgeprüfter Bausachverständiger DESAG Christine Hackenbracht Dipl.Ing. Architektin

Immobilienökonom VWA Auditor DGNB / LEED AP BREEAM AP Breeam.de Ass

Spitzenstrasse 2

60437 Frankfurt

T +49-6101-40 37 60 F 40 37 62

M +49-175-5233450

mail@b-a-e-r.com

www.b-a-e-r.com

### Jörg Brandhorst

Büro für Planung, Bauphysik, Schadstoffe, Gutachten

Tulpenweg 27

53229 Bonn

Tel. 0228-432259

Fax 0228-9481519

joerg.brandhorst@brandhorst-bonn.de

www.brandhorst-bonn.de

Jörg Brandhorst, Bj. 1953

Seit 1985 als selbständiger Planer (Themenbereiche: Bauphysik, energetisches und ökologisches Bauen sowie Altbausanierung; Verbindung von Gebäudehülle und Haustechnik) tätig.

Mitentwickler des Holzhausystems „HolzHausPlus“ (1.Preis für Umwelt und Gesundheit von BUND- und Weleda 2002, Förderpreis für Nachwachsende Rohstoffe NRW 2004) für Energieplus-, Niedrigstenergie- und Passivhäuser mit zusätzlich hohem sommerlichem Wärmeschutz, fast ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt.

10 Jahre als Dozent an der Fachhochschule BA Mosbach im Bereich Holzbau - Bauphysik tätig.

Mitbegründer der Baufachschule Düren (KLuB) im BauMedienZentrum, gefördert durch die Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Konzeptentwicklungen als Fachplaner Bauphysik für das Handwerks – und Bildungszentrum Münster: Modernes Ausbildungskonzept (fünf energetisch unterschiedliche Gebäude, Ausstellungshalle, etc). incl. Unterrichtserarbeitung und Train the Trainer-Qualifikationsprogramme, (Förderung durch die Bundesstiftung Umwelt 1999-2000).

Erarbeitung von komplexen Energiepässen für Wohn- und Nichtwohngebäude; Beratungen der Architekten und Haustechniker (seit 2006, jährlich etwa 2 – 4 Stück) neben den „normalen“ Energieberatungen und Energiepässen.

Autorentätigkeit:

Fachbuch: Schimmelpilz in Innenräumen: Erkennen, Bewerten, Sanieren, TÜV-Media-Verlag

Fachbuch: Sanieren oder Abreißen, IRB-Verlag

sowie diverse weitere Veröffentlichungen

Zertifikate:

Sachverständiger für Schimmelpilzerkennung, -bewertung und –sanierung (TÜV-CERT) 2006;

Sachverständigenzertifikat 2012 (Euro-Zert): Fachgebiet Schäden an Gebäuden mit

Zusatzqualifikationen Energetische Diagnose Gebäude, Fenstermontagen, Innenraumschadstoffe, Schimmelpilzerkennung, Thermische Bauphysik;

Energieberater Gebäude (Technische Akademie Wuppertal) 2012

### Stefan Brandhorst

Vertiko GmbH

Ringstraße 22

79199 Kirchzarten

T +49(0)7661-90844-28

F +49(0)7661-90844-29

M +49(0)160-944 76 862



www.vertiko-gmbh.de  
gruen@vertiko-gmbh.de

**Thorwald Brandwein**

Thorwald Brandwein Fassadenbegrünung  
Heerstraße 70  
D-53894 Mechernich  
Tel: 02443 / 90 48 540  
Fax: 02443 / 90 48 541  
www.biotekt.de  
brandwein@biotekt.de

**Dr.-Ing. Henning Günther**

Landschaftsarchitekt (AKS)  
Technische Universität Berlin  
Fakultät Planen Bauen Umwelt  
Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung  
Königin-Luise-Str. 22  
14163 Berlin  
Tel. 030-314-71189  
Fax: 030-314-71226  
Henning-guenther@tu-berlin.de

Henning Günther studierte nach einer Gärtnerausbildung im Fachbereich Baumschule ab 1997 Landschaftsarchitektur an der Technischen Universität Dresden. Das Studium schloss er 2003 mit einer Machbarkeitsstudie zur Umgestaltung des Marienbades in Dresden-Weißig in einen Schwimm- und Badeteich mit biologischer Wasseraufbereitung ab. Nach dem Studium begann er seine Arbeit bei Plan T Planungsgruppe Landschaft und Umwelt in Radebeul mit Tätigkeitsschwerpunkten in ingenieurbioologischen Projekten zum naturnahen Wasserbau und naturnahen Regenwassermanagement. Seit 2006 ist er in der Architektenkammer Sachsen eingetragener Landschaftsarchitekt. Ab 2008 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Berlin. Er setzte die bereits während des Studiums begonnene Arbeit zur Entwicklung schwimmender Pflanzeninseln fort und beendete diese 2013 mit seiner Promotion. Anschließend begann er mit der Entwicklung und Untersuchung eines vertikalen und substratlosen Begrünungssystems mit dem Schwerpunkt Vegetation und Bewässerung.

**B.Eng. Susanne Gunkel**

Hochschule Geisenheim University  
Lehr- und Forschungsgebiet „Vegetationstechnik“  
Von-Lade-Straße 1  
65366 Geisenheim am Rhein  
Telefon: 0049 (0)6722/502-765  
Telefax: 0049 (0)6722/502-763  
Sekretariat: 0049 (0)6722/502-714 und -771

- Studium der Landschaftsarchitektur an der Hochschule RheinMain, jetzt Hochschule Geisenheim University, Schwerpunkt Freiraumplanung
- Bachelor-Abschlussarbeit zum Thema Vertikale Gärten
- Tätig als freie Planerin für den Garten- und Landschaftsbau
- Freie Mitarbeit an der Hochschule Geisenheim University, Lehrgebiet „Vegetationstechnik“ für das Projekt Machbarkeitsstudie Vertikale Gärten des Palmengartens Frankfurt am Main
- Tätig als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Geisenheim University, Lehrgebiet „Vegetationstechnik“

**Dipl. Ing. Susanne Herfort**

Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin  
Philippstraße 13  
D-10115 Berlin  
Susanne.herfort@agrar.hu-berlin.de  
Tel.: 030-2093 6126



#### Arbeitsschwerpunkte

- Anbau von Gemüsekulturen auf neuen Substraten bestehend aus Schafwolle
- Einsatz von Schafwolle und anderen Reststoffen zu Düngerzwecken
- Einsatz nachwachsender Rohstoffe für innovative Vegetationsmatten zu Dachbegrünungszwecken

- Emulsionen in Lebensmitteln

#### Wissenschaftlicher Werdegang

1986-1991: Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachbereich Lebensmitteltechnologie

1991: Dipl.-Ing. Lebensmitteltechnologie

1991-1992: Zusatzstudium Umwelttechnik an der TU Berlin

1992-1993: Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Berlin

1993: Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Johannisthaler Forschungstechnik GmbH, Berlin

Seit 1994: Wissenschaftliche Mitarbeiterin am IASP

2008-2012: Leiterin des Ressorts Ernährungswirtschaft am IASP

#### **Prof. Dr. Manfred Köhler**

Landschaftsarchitekt, BDLA

Fachhochschule Neubrandenburg

University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwissenschaft und Landschaftsarchitektur

Postfach 11 01 21

D-17041 Neubrandenburg

Telefon +49 (0) 395-5 69 32 10-2 03

Telefax +49 (0) 395-5 69 32 99

e-mail: manfred.koehler@fh-nb.de

www.fh-nb.de/LU/mankoeehler

Geboren 1955,

Studium der Landschaftsplanung in Berlin,

Promotion (1987) über die ökologischen Funktionen von Fassadenbegrünungen.

Planerische und forschende Tätigkeit in Berlin und Bremen.

Seit 1994 Professur für Landschaftsökologie in Neubrandenburg am Studiengang

Landschaftsarchitektur und Umweltplanung.

Forschungsschwerpunkt: Begrünte Dächer und begrünte Fassaden.

Mitglied bei der FLL (im Arbeitskreis Dachbegrünung),

seit Jahren in der FBB, dort zuständig für Auslandsbeziehungen.

Seit 2006: gewählter Chairman des World Green Roof Infrastructure Network, in dem zur Zeit 16 nationale Gründachverbände und internationale Vereinigungen Mitglied sind.

Weitere Informationen auch zu Veröffentlichungen:

siehe [www.gruendach-mv.de](http://www.gruendach-mv.de) oder [www.worldgreenroof.org](http://www.worldgreenroof.org)

#### **Dipl. Biol. Dr. Gunter Mann**

Prokurist und Marketingleiter

Optigrün international AG

Am Birkenstock 15-19

72505 Krauchenwies

T. +49 (0) 7576-772-152

F. +49 (0) 7576-772-252

mann@optigruen.de

www.optigruen.de

1988-1994 Studium der Biologie an der Universität Tübingen. Thema der Diplomarbeit:

„Ökologisch-faunistische Aspekte begrünter Dächer in Abhängigkeit vom Schichtaufbau“

1995-1998 Anfertigen der Dissertation „Vorkommen und Bedeutung von Bodentieren (Makrofauna) auf begrünten Dächern in Abhängigkeit von der Vegetationsform“

1993-1999 Angestellter bei der Fa. Harzmann, optima-Zentrale Süd in der Abteilung

„Anwendungstechnik; Forschung und Entwicklung“ mit den Tätigkeitsfeldern:

„ausführungstechnische Beratung von Planern und ausführenden Garten- u.

Landschaftsbaubetrieben“, „Forschung“, „Öffentlichkeitsarbeit“, „Qualitätssicherung“.

1997: Bestandene Prüfung zum Qualitätsmanager DGQ.



1997: Bestandene Prüfung zum Auditor DGQ.  
Seit 2000 Angestellter der Optigrün international AG als Leiter Marketing und seit Mai 2013 als Prokurist in der Geschäftsleitung  
2001-2003 im Vorstand der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. FBB für den Bereich Öffentlichkeitsarbeit zuständig.  
Seit 2003 Präsident der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. FBB.  
2004: Fachkaufmann Marketing (SGD; Fernlehrgang)  
Betreuer verschiedener Diplomarbeiten an den Fachhochschulen Erfurt, Nürtingen, Osnabrück, Wiesbaden zum Thema Dachbegrünung.  
Seit 2002 Mitglied im FLL-Arbeitskreis Dachbegrünung und seit 2004 im zugehörigen Regelwerksausschuss (RWA), der die Dachbegrünungsrichtlinie erarbeitet.  
Seit April 2008 Gast beim DIN-Ausschuss NA 106-01-11 AA Geotextilien und Geokunststoffe  
Seit 2011 Mitglied im FLL-Regelwerksausschuss (RWA), der die Fassadenbegrünungsrichtlinie erarbeitet.  
Zahlreiche Fachvorträge bei Seminaren und Symposien und Veröffentlichungen in Fachzeitschriften zum Thema Dach- und Fassadenbegrünung.

### **Dipl.-Psych. Nicola Moczek, PSY:PLAN, Berlin**

PSY:PLAN

Institut für Architektur- und Umweltpsychologie

Nicola Moczek & Prof. Dr. Riklef Rambow

Libauer Straße 14

10245 Berlin

Tel. 030-29350521

[moczek@psyplan.de](mailto:moczek@psyplan.de)

[www.psyplan.de](http://www.psyplan.de)

PSY:PLAN Institut für Architektur- und Umweltpsychologie wurde 1997 von Nicola Moczek und Riklef Rambow gegründet. Im deutschsprachigen Raum ist das Angebot von anwendungsorientierter und wissenschaftlich fundierter Beratung und Forschung in den Bereichen Architektur- und Umweltpsychologie einzigartig. Die Arbeitsschwerpunkte sind derzeit Besucher- und Nutzerforschung, Evaluation von Ausstellungen, Orientierungs- und Leitsysteme, Beteiligungsverfahren, Naturschutz und Kommunikation.

### **Boris Pelsy**

Novintiss SAS

4 Rue Henri Crespin

F-17000 La Rochelle

FRANKREICH

Tel: 0033/546515291

Fax: 0033/546511898

[www.novintiss.com](http://www.novintiss.com)

[info@novintiss.com](mailto:info@novintiss.com)

### **Dipl.-Ing. Dirk Pfeifer**

Pfeifer Ingenieure GmbH

Bleicherstr. 12

78467 Konstanz

Tel. 07531-368198

Fax 07531-368199

[dpfeifer@pfeifer-ing.de](mailto:dpfeifer@pfeifer-ing.de)

[www.pfeifer-ing.de](http://www.pfeifer-ing.de)

### **Nicole Pfoser, Dipl.-Ing.**

Architektin, Innenarchitektin, Master of Landscape Architecture

Gastprofessur "Nachhaltiges Bauen und Entwerfen in der Landschaftsarchitektur",

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt

Schelmenwasen 4-8

72622 Nürtingen

Telefon +49 (0)6151 15-94960

Telefax +49 (0)6151 15-94834



e-mail: mail@pfoser.de

Studium der Innenarchitektur an der Hochschule Darmstadt und der Architektur an der Technischen Universität Darmstadt, International Master of Landscape Architecture (IMLA) der Hochschulen Nürtingen, Rapperswil, Weihenstephan und der School of Architecture and Landscape, University of Greenwich.

Seit 1997 freiberuflich tätig - neuere Projekte:

Realisierung einer 6-gruppigen Kindertagesstätte "KiTa auf dem LuO Campus", Lichtenbergschule Darmstadt;  
Masterplan IBS-Campus, Lichtenbergschule Darmstadt;  
Masterplan, IBS-Campus: Erweiterung Lichtenbergschule Darmstadt;  
Masterplan: Sportgelände und Dreifach-Sporthalle Rosbach-Rodheim;  
Entwicklungsstudie: Ökologische und ästhetische Bestandsaufwertung Freiraum Lichtenbergschule Darmstadt.

2005-2013 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Entwerfen und Freiraumplanung des Fachbereichs Architektur der TU Darmstadt.

Dissertationsprojekt: Fassade und Pflanze – Potenziale einer neuen Fassadengestaltung.  
Projektleitung: Interdisziplinäres Forschungsprojekt "Gebäude, Begrünung und Energie - Potenziale und Wechselwirkungen", gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

Mitarbeit Forschungsprojekt: Entwicklung eines Leitbildes für die landschaftsarchitektonische Gestaltung des Zukunftsstandortes Göttelborn, Saarland.

Mitglied der Architektenkammer Hessen.

Mitglied der Graduate School of Urban Studies, Technische Universität Darmstadt, seit Dezember 2008 ([www.stadtforschung.tu-darmstadt.de](http://www.stadtforschung.tu-darmstadt.de)).

Expertin des FLL-Regelwerkausschusses Fassadenbegrünung (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.)

Vizepräsidentin der FBB (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.)

### **Prof. Dr.-Ing. Stephan Roth-Kleyer**

Hochschule Geisenheim University

Lehr- und Forschungsgebiet „Vegetationstechnik“

Von-Lade-Straße 1

65366 Geisenheim am Rhein

Telefon: 0049 (0)6722/502-765

Telefax: 0049 (0)6722/502-763

Sekretariat: 0049 (0)6722/502-714 und -771

eMail: [Stephan.Roth-Kleyer@hs-gm.de](mailto:Stephan.Roth-Kleyer@hs-gm.de)

Homepage: <http://www.hs-geisenheim.de/hochschule/personendetails/roth-kleyer-stephan.html>

- Studium der Landschaftsplanung an der TU Berlin
- Mitarbeit in Planungsbüros
- Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Inst. f. Landschaftsbau der TU Berlin
- Promotion über die Begrünung von Hausmülldeponien
- Leitung des Fachgebietes Landschaftsbau der Forschungsanstalt Geisenheim und damit verbunden Dozent an der Fachhochschule Wiesbaden für Teile des Lehrgebietes Landschaftsbau
- Seit 3/2004 Professur für das Lehrgebiet „Vegetationstechnik“ an der Fachhochschule Wiesbaden jetzt Hochschule Geisenheim University
- Forschungsschwerpunkte: - Vegetationstechnik / bodenferne Begrünungen;  
- Vegetationstechnik / Retentionsbodenfilter  
- Vegetationstechnik / automatische Bewässerung
- ö.b.v. SV für Landschaftsbau / Spezialgebiete: Dach- und Fassadenbegrünungen, Rasen, Erden und Substrate.

### **Dipl.-Ing. Marco Schmidt:**

Technische Universität Berlin



Institut für Architektur  
Dipl.- Ing. Marco Schmidt  
www.gebaeudekuehlung.de  
marco.schmidt@tu-berlin.de

**Nils van Steenis**

Henry Dunantstraat 27  
1443 GA Purmerend  
Niederlande

1993 Diplom (Rijksmiddelbare Tuinbouwschool, Hoorn/ Niederlande),  
1994-1996 HBO ILA Larenstein (Schwerpunkt Ökologie, Arnheim/ Niederlande),  
1994-2000 Gartenmeister Firma Flender (Hamm/Deutschland),  
2000-2007 Baustellenleiter + Arbeitsvorbereiter Dachgärten (Arend de Winter Groen Projecten, Heiloo/ Niederlande),  
2007-2012 Projektleiter Dachgärten (Schadenberg Combi Groen, Hem/ Niederlande)  
seit 2012 Kommerzieller und technischer Adviseur Dach- und Fassadenbegrünung (Schadenberg Combi Groen, Hem/ Niederlande)

**Dipl. Biol. Gerd Wach**

Geschäftsführender Vorstand  
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)  
Region Hannover  
Goebenstr. 3a  
30161 Hannover  
Tel. 0511-660093  
gerd.wach@nds.bund.net

Diplom-Biologe, arbeitete als Berater in den letzten 20 Jahren in vielen von der EU und dem BMU finanzierten Projekten in Osteuropa und im Mittelmeerraum zu Themen der nachhaltigen Wasser- und Gewässerbewirtschaftung (Trinkwassereinsparung, naturnaher Abwasserreinigung, Regenwassernutzung) sowie seit 2003 bei der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Seit 2010 ist er geschäftsführender Vorstand der größten Kreisgruppe des Landesverbands Niedersachsen des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschlands e. V. (BUND), der Region Hannover. Hinsichtlich Dach- und Fassadenbegrünungen hat er schon 1990 die ersten Begrünungen eigenhändig realisiert, die noch heute sich in einem guten Zustand präsentieren.

**Dipl. Ing. Gregor Zorn**

Optigrün international AG  
Am Birkenstock 15-19  
72505 Krauchenwies  
T. +49 (0) 7576-7720  
F. +49 (0) 7576-772299  
zorn@optigruen.de  
www.optigruen.de  
www.fassadenbegruenung.info



## Schriften der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)

- Grüne Innovation Dachbegrünung  
A4 Format, 12-seitig, 4-farbig
- Grüne Innovation Fassadenbegrünung  
A4 Format, 12-seitig, 4-farbig
- FBB-Pflanzenliste "Pflanzenliste zur extensiven Dachbegrünung - Hauptsortiment"  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- FBB - Pflanzenliste  
als Poster DIN A1
- "Verankerung von Dachbegrünung im kommunalen Baurecht"  
A4 Format, 8-seitig, 2-farbig
- Förderung von Dachbegrünungen durch eine "Gesplittene Abwassersatzung"  
A4 Format, 12-seitig, 2-farbig
- WBB-2009 Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen Prüfungen nach dem FLL-Verfahren  
A4 Format, 16-seitig, 2-farbig
- Hinweise zur Pflege und Wartung von begrünten Dächern  
A4 Format, 40-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>1</sup>: Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>2</sup>: Gesplittete Abwassersatzung  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>3</sup>: Förderungen von Dachbegrünungen  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>4</sup>: Druckentwässerung in Kombination mit Dachbegrünung  
A4 Format, 3-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>5</sup>: Leitfaden zur Absturzsicherung  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>6</sup>: Plattenbeläge auf Dächern  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- FBB-SchlagLicht<sup>7</sup>: Konstruktive und vegetationstechnische Entscheidungsparameter zur Fassadenbegrünung  
A4 Format, 9-seitig, 4-farbig
- SRW-2005 Pflanzenarten mit starkem Rhizom-Wachstum  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- Grüne Innovation Dachbegrünung; Viele schöne Beispiele begrünter Dächer im privaten Wohnungsbau  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- Kombinationslösungen – Dachbegrünung – Photovoltaik – Brauchwassernutzung  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- FBB – Wir über uns  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig

[www.fbb.de](http://www.fbb.de) – viele der oben genannten Broschüren sind dort als pdf-Datei verfügbar!



## Mitgliedschaft bei der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.

Werden auch Sie Mitglieder bei der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. FBB.  
Ziehen Sie Ihren Nutzen aus der Mitgliedschaft und fördern Sie gleichzeitig die  
Bauwerksbegrünung und damit uns allen eine begrünte und belebte Zukunft.

- Interessenvertretung und Öffentlichkeitsarbeit: Schaffung positiver Rahmenbedingungen.
- Branchen- und Marktkenntnis, Marktbeobachtung und Marktdaten.
- Kontaktbörse Hersteller/Lieferant, Architekt/Behörden/Bauherr/Ausführender.
- Fortbildung & Schulung.
- Mitarbeit bei Regelwerken und Gesetzesänderungen.
- Arbeitshilfen Pflanzen, Pflege, Baustoffe, Wurzelschutz.
- Internet-Präsenz mit Direktverbindungen zu den Homepages der Mitglieder.
- Werbehilfen in Form von Print-Medien, Logo-Verwendung FBB.
- Referenten für Fachvorträge.
- Gründach- und Fassadenbegrünungssymposium.

Die Mitgliedschaft bei der FBB ist grundsätzlich für jeden möglich. Je nach Mitgliedsstatus und Umsatzgröße erfolgt die Einteilung in eine bestimmte Beitragsgruppe.

Wenn Sie Interesse an einer Mitgliedschaft haben, dann fordern Sie bitte weitere Unterlagen an. Wir schicken Ihnen umgehend die aktuelle Satzung und Beitragsordnung, eine Ausgabe der Verbandszeitschrift „Dach + Grün“ und verschiedene Veröffentlichungen zur Orientierung.

Selbstverständlich stehen wir Ihnen vom Vorstand aus auch gerne zu einem persönlichen Gespräch zur Verfügung – rufen Sie an!

***Wir heißen Sie gerne willkommen in der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung!***

### **Fax-Rückantwort an +49 (0) 681-9880572**

Wir bitten um nähere Informationen zu einer Mitgliedschaft bei der FBB

Wir bitten um Rückruf

Firma: .....

Ansprechpartner: .....

Straße: .....

PLZ/Ort: .....

Tel.: .....

Fax: .....

Datum/Unterschrift: .....