

# Tagungsband



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



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



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

## 5. Internationales FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2012

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

**24. Oktober 2012 in Frankfurt a. M.**

#### **Veranstalter**

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)  
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)  
Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (BGL)



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 6
Referenten	Seite 54
Schriften der FBB	Seite 59
FBB-Mitgliedschaft	Seite 60

### Unsere Sponsoren

Die nachfolgend genannten Firmen und Verlage haben mit ihrer Unterstützung mit dazu beigetragen, dass das 5. 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 19  
DE-72505 Krauchenwies  
Tel.: +49(0)7576-7720  
Fax.: +49 (0)7576-772299  
info@optigruen.de  
www.optigruen.de  
www.fassadenbegruenung.info

#### Vertiko GmbH

Ringstraße 22  
79199 Kirchzarten  
Tel.: +49 (0)7661-9094428  
Fax: +49 (0)7661-9084429  
gruen@vertiko-gmbh.de  
www.vertiko-gmbh.de



#### 90 DEGREEEN GmbH

A-3033 Hochstrass 599  
t +43 2773 42540  
f +43 2273 42540 2  
office@90degreeen.com  
www.90degreeen.com



#### Eco Rain International GmbH & Co. KG

Neukircher Straße 6  
65510 Hünstetten  
Fon 06126-227290  
Fax 06126-2272910  
www.ecorain.eu  
info@ecorain.eu





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

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

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

Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB), Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) und Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (BGL) richten heute gemeinsam das Fassadenbegrünungs-Symposium aus.

Insgesamt 13 Experten berichten in 12 Vorträgen über verschiedene Aspekte begrünter Fassaden. 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 5. Internationalen FBB-Symposium Fassadenbegrünung sollen in den nächsten Jahren weitere Fassadenbegrünungssymposiume folgen, ähnlich wie dem internationalen FBB-Gründachsymposium, das in diesem Jahr schon zum 10. Mal stattgefunden hat.

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](mailto:mann@fbb.de)  
[www.fbb.de](http://www.fbb.de)



## Tagungsprogramm 5. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2012

- 08.45 Uhr: **Begrüßung**  
*FBB-Präsident Dr. Gunter Mann und die beteiligten Verbände*
- 09.00 Uhr: **Aktuelle Forschungsergebnisse zur Fassadenbegrünung**  
Vergleichende Untersuchung an verschiedenen Fassadenbegrünungssystemen: Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsjahr zu Lärmsorption, Bewässerung und Vegetationsentwicklung  
Ba. Sc. Daniel Kaiser, Hochschule Neubrandenburg  
Leistungen begrünter Fassaden: Wasserhaushalt, Mikroklima, Bauphysik  
Forschungsprojekt GrünStadtKlima – Ergebnisse nach einem Versuchsjahr  
Dipl. Ing. Bernhard Scharf, Universität für Bodenkultur, Wien
- 10.30 Uhr: **Planungshilfen, Bau- und vegetationstechnische Grundlagen**  
Die passende Grünfassade finden. Leitfaden zur Fassadenbegrünung Stadt Wien  
Dipl. Ing. Vera Enzi, Verband für Bauwerksbegrünung e.V. (VfB), Österreich  
Wandgebundene Fassadenbegrünungen als vorgehängte, hinterlüftete Fassade. Beachtenswertes zur Konstruktion und Bauphysik  
Gert Moegenburg, DAS FASSADEN-KOLLEG, Leipzig, Marburg, Berlin  
**Bewässerungstechnik**  
Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern  
Dipl. Ing. Gerhard Bambach, bambach GbR, tensio-technik, Geisenheim
- 13.00 Uhr: **Bewässerungsstrategien (wandgebundener) Fassadenbegrünungen**  
Dipl. Ing. M. eng. Reiner Götz, Präsident Fachverband für Bewässerung, Verregnung und Verdunstung e.V. (FBVV)  
**Pflanzenauswahl**  
Erste Diskussionsgrundlage zur Pflanzenauswahl wandgebundener Fassadenbegrünungen im deutschsprachigen Raum  
Konrad Ben Köthner, Freier Landschaftsarchitekt Essen  
Erweitertes Pflanzensortiment für bodengebundene Fassadenbegrünungen  
Dipl. Biol. Angelika Eppel-Hotz, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim
- 15.00 Uhr: **Pressekonferenz**  
Machbarkeitsstudie Begrünung Lärmschutzwand Palmengarten Frankfurt a.M.  
Dr. Matthias Jenny, Direktor Palmengarten Frankfurt a.M.
- 15.30 Uhr: **Besondere Begrünungsformen an Wänden, Fassaden und Konstruktionen**  
Mooswände: Aufbau und Funktionsweise  
Stefan Brandhorst, Vertiko GmbH, Kirchzarten  
Michael Siemsen, Siemsen & Lasak Vegetationssysteme GbR, Delmenhorst  
Algen-Fassaden zur Energieerzeugung  
Dipl. Ing. Cornelius Schneider, Arup Deutschland GmbH  
Platanenkubus. Baubotanisches Projekt Landesgartenschau Nagold  
Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig, Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen  
FG Baubotanik, Universität Stuttgart
- 17.00 Uhr: Veranstaltungsende und Verabschiedung



## 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 Presstexten, Terminen, Neuigkeiten aus der Branche und die Anschriften aller Mitglieder.

Besuchen Sie uns!

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



## Aktuelle Forschungsergebnisse zur Fassadenbegrünung

### Vergleichende Untersuchung an verschiedenen Fassadenbegrünungssystemen: Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsjahr zu Lärmadsorption, Bewässerung und Vegetationsentwicklung

Ba. Sc. Daniel Kaiser, Hochschule Neubrandenburg

Die Hochschule Neubrandenburg befindet sich inmitten von Mecklenburg-Vorpommern, gelegen zwischen Berlin und der Ostsee. Nach Bärtels (1991) ist Neubrandenburg in der Klimazone 7a (mittlere jährliche Minimumtemperatur von  $-17,7\text{ °C}$  bis  $-15,0\text{ °C}$ ) anzusiedeln. Die Versuchsaufbauten befinden sich teilweise im geschützten Innenhofklima sowie im Außenraum freistehend und sind nach Norden hin ausgerichtet.

Ziel der Installation ist es, Grundlagen der Fassadenbegrünung zu ermitteln. Dazu gehören u. a. Wasserverbrauch/Verdunstung, Pflanzenauswahl/Anordnung, Pflegeaufwand, klimatische Auswirkungen, Bewässerungstechnik, Substrate. In den letzten zwei Jahren fanden verschiedene Versuche an den Fassaden statt. Felix Milbrandt untersuchte in seiner Bachelorarbeit die Schalabsorption von fassadengebundenen Begrünungen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind in der DachundGrün (Heft 1/ 2012) veröffentlicht und sind zusammengefasst der Tabelle zu entnehmen.

#### Pflegeaufwand

Der Pflegeaufwand der Wände ist sehr unterschiedlich, verschiedene Faktoren beeinflussen den Arbeitsaufwand stark. Systeme, die mit Pflanztaschen mit weitestem Sinn arbeiten, sind grundlegend einfacher zu pflegen, als Systeme ohne. Die Möglichkeit von Nachpflanzung und wie diese beschaffen ist, spielt eine wichtige Rolle. Eine hohe Deckung der Fassadenbegrünung geht einher mit einem geringen Aufkommen von Wildwuchs, der sonst zu aufwändig entfernt werden muss. Entsteht Wildwuchs, ist dieser schnell zu entfernen und mindestens drei Pflegegänge sind vorzunehmen. Ist die Pflanzendecke geschlossen, lässt sich die Pflege stark zurückfahren. Mindestens ein Pflegegang im Jahr ist dennoch zu empfehlen. Die Bewässerungstechnik ist in den Wintermonaten besonders zu handhaben. Die Zuleitungen und die Tropfrohre sind vor kommenden Frostperioden zu entleeren und bei Bedarf in Gang zu setzen. Auch ein jährliches Durchspülen der Tropfrohre ist hier zu empfehlen. Ablagerungen und Verunreinigungen, die zum Verstopfen der einzelnen Tropfer führen könnten, werden so entfernt.

#### Schalabsorption

Lärm ist in unserer heutigen Zeit mit ihrer fortschreitenden Technisierung eines der großen Probleme der Wirtschaftsnationen. Es wurde in Rahmen einer Bachelorarbeit untersucht, welche Auswirkungen sog. Living Walls auf ihre Umwelt haben. Gemessen wurde eine durchschnittliche Schalreduktion von 5 dB bei einem Schalldruck von 83 dB gegenüber herkömmlichen Fassaden (Klinker, Holz, Glas) (FIGURE 2).

#### Substrate

Elementarer Bestandteil einer LW ist das Substrat und das dazugehörige Nährstoffangebot. Das verfügbare Wasserangebot für die Pflanze und die darin gelösten pflanzenverfügbaren Nährstoffe entscheiden neben dem Lichtangebot und des benötigten  $\text{CO}_2$  (in der heutigen Zeit zu vernachlässigen) über das Gelingen einer LW. Die Korngrößenverteilung der Substrate unterscheidet sich stark von herkömmlichen Substraten aus der Dachbegrünung. Substrate mit einer ausgeglichen Korngrößenverteilung erscheinen hier sinnvoll. Pflanzenverfügbares Wasser kann im Sandkornbereich länger verfügbar gehalten werden als im Kieskornbereich. Auch Nährstoffe können länger im Substrat gehalten werden.

## Bewässerung

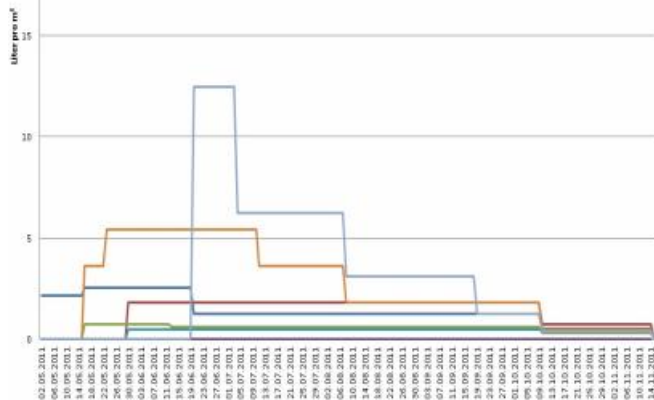


Diagramm 1 - Bewässerung im Jahre 2011

## Bepflanzung

Alle Begrünungen wurden im Jahre 2011 installiert und durchliefen eine komplette Vegetationsperiode. Im Winter 2011/2012 herrschten in Neubrandenburg Temperaturen von minus 20 °C über einen Zeitraum von zwei Wochen. Alle dieser Pflanzen überlebten und können als Empfehlungen für zukünftige Pflanzungen mit nördlicher Ausrichtung gegeben werden.

Botanischer Name	Deutscher Name	Blit.Zeitpunkt	Blütenfarbe	Laubfarbe
Allium schoenoprasum	Schnittlauch	V-VI	lila	grün
Astilbe chinensis 'Pumila'	Teppich-Spiere	VII-IX	violettrot	grün
Bergenia cordifolia	Bergenie	IV-VI	weiß	grün
Blechnum spicant	Rippenfarn			grün
Campanula rotundifolia	Rundblättrige Glockenblume	VI-IX	blau	grün
Cotinus coggyria `Royal Purple`	Roter Perückenstrauch	VI-VII	rot	rot,bläulich
Fatsia japonica (bedingt)	Zimmeraralie			grün
Fragaria vesca	Wald-Erdbeere	V-VI	weiss	grün
Gallium odoratum	Waldmeister	IV-VI	weiss	grün
Gaura lindheimerii	Prachtkerze	VII-IX	weiß, rötliche	grün
Heuchera micrantha `Palace Purple`	Purpurglöckchen	VII-VIII	weiss	rot
Heuchera miniatures	Purpurglöckchen	V-VIII	weiss bis rot	rot bis grün
Heucherella 'Bridget Bloom'	Purpurglöckchen	V-VII	hell-rosa	grün
Hosta 'Cat & Mouse'	Funkie	VII	hell lavendel	gelbgrünes
Juniperus squarosus	Sawara-Scheinzypresse			dunkelgrün
Lamium maculatum	Gefleckte Taubnessel	V-VI	lila	purpur
Lysimachia nummularia 'Aurea'	Gelbblättriges Pfennigkraut			gelbgrüne
Mentha spicata	Grüne Minze	VII-IX	hell-violett	grün
Perovskia atriplicifolia	Blauraute	VII-X	silbergrau	grün
Polypodium vulgare	Gewöhnlicher Tüpfelfarn			grün
Prunus laurocerasus `Otto Luyken`	Kirschlorbeer	V-VI	weiß	grün
Saxifraga cuneifolia	Keilblatt-Steinbrech	VI-VII	weiss	grün
Saxifraga umbrosa	Steinbrech	IV-VI	gelb	grün
Sedum floriferum	Bodendecker-Fetthenne	VI-VII	gelb	grün
Sedum kamchaticum	Kamtschatka-Sedum	VI-VII	gelb	grün
Sedum spurium	Kaukasus-Asienfetthenne	VI-VIII	rose	grün
Tiarella cordifolia	Schaumblüte	IV-VI	weiss	grün
Vinca minor	Kleine Immergrün	IV-IX	violetblau	grün
Waldsteinia ternata	Dreiblättrige Waldsteinie	IV-VI	gelb	grün

Tabelle 1 - Auswahl von Pflanzen zur Gestaltung LWS

**Fazit/ Ausblick**

Wichtige Fragestellungen konnten im Rahmen dieses Projektes geklärt werden, jedoch wirft jedes gelöste Problem neue Fragen auf.

Eine Vereinfachung der Bewässerung ist angestrebt und sollte im besten Fall vollkommen automatisch funktionieren. Dazu gehören sogenannte Tensiometer (Feuchtigkeitsfühler) in verschiedenen Höhen der jeweiligen Fassadenbegrünung, sie ermöglichen schneller auf das derzeitige Wetter zu reagieren und können bei Bedarf die Wasserzufuhr stoppen oder erhöhen. Sinken die Temperaturen unter 0 °C könnte ein Frostmelder die Bewässerung stoppen und ggf. die Rohre entleeren.

Die Pflanzenauswahl von zukünftigen Systemen muss so abgestimmt werden, dass zukünftige Eigentümer im Bilde sind, wie hoch der jeweilige Pflegeaufwand der einzelnen Pflanzen ist. Will der Auftraggeber eine ganzjährige spektakuläre Begrünung, muss ihm klar gemacht werden, dass das mit einem hohen Pflegeaufwand einhergeht. Wird der Auftraggeber sensibilisiert, dass es sich bei sog. Living Walls auch „nur“ um einen Garten handelt, der alle Jahreszeiten durchläuft, von dem vitalen Sommer mit der Blütenpracht, über den „goldenen“ Herbst, dem Winter, mit seinen Frösten und dem Verschwinden der nicht immergrünen Pflanze, bis zum erneuten Aufleben der Living Wall. Auch das sind Charakteristika für eine lebendige Wand. Die Unterscheidung von extensiver und intensiver Dachbegrünung ist allgemein anerkannt. Eine ähnliche Unterteilung zwischen den Fassadenbegrünungssystemen und deren Pflanzenauswahl von extensiven und vllt. „minder“ extensiven Begrünungen wäre denkbar.

Auch das Zusammenspiel von verschiedenen Begrünungsvarianten ist in Hinblick auf die ästhetische Wirkung zu beachten. Eine Kombination von Kletterpflanzen und LWS brächte viele Vorteile mit sich. Zum einen eine Reduzierung der Kosten zur Herstellung eines m<sup>2</sup> begrünter Fassade, zum anderen eine Auflockerung der Oberfläche. Große zusammenhängende Flächen könnten mit Kletterpflanzen begrünt werden, kleinteilige und schwierige Flächen mit fassadengebundenen Systemen.

Die klimatischen Auswirkungen begrünter Fassaden und die kalkulierbaren Vorteile für Bauherren müssen weiterhin im Fokus bleiben. Welcher Kühleffekt stellt sich ein und was kann dadurch an Energie gespart werden? Die Verwendung von Regenwasser stellt bei heutiger Technik kein Problem mehr da, aber lässt sich auch Grauwasser verwenden?

Figure 2 –Körnungslinien: oben herkömmliches Dachsubstrat, unten Fassadenbegrünungssystem

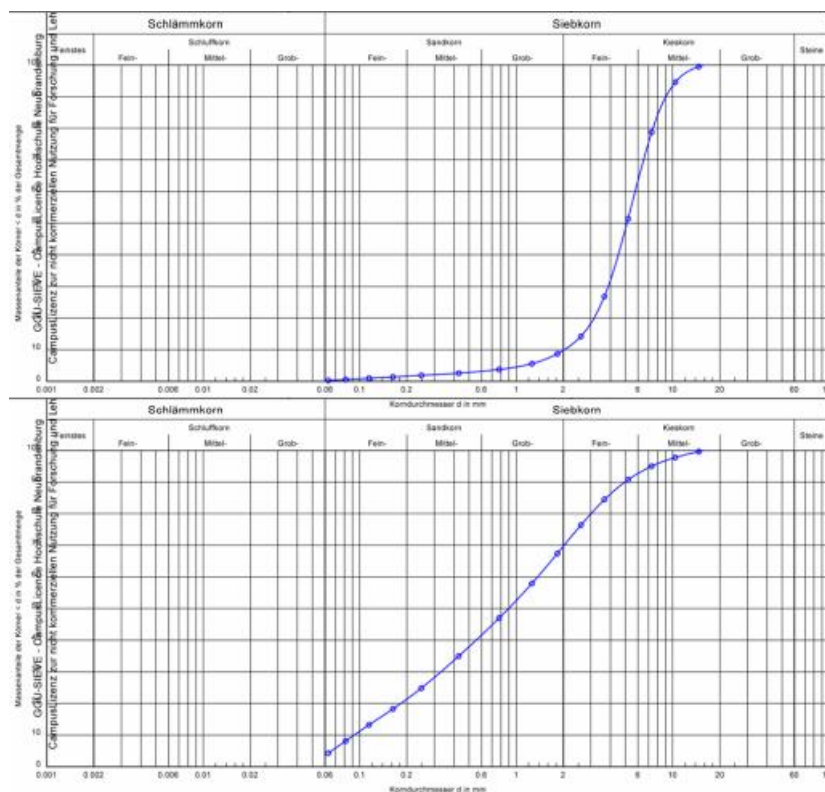






Figure 3 - Visualisierung mit verschiedenen Begrünungssystemen Quelle: Planungsteam Betzler

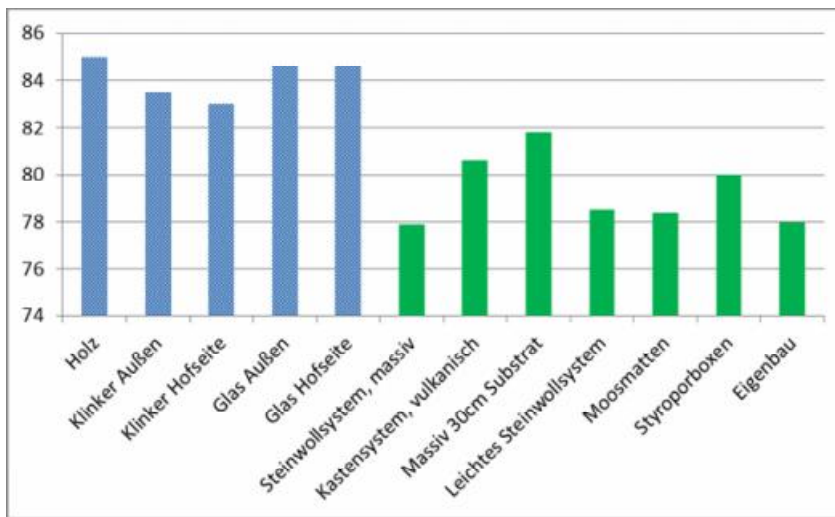


Figure 4 – Vergleich von herkömmlichen Materialien und LWS (Werte in dBA)



Figure 5 - Heuchera miniatures



Figure 6 - Sedum spurium



Figure 7 - Hosta 'cat & Mouse'



Figure 8 - Fragaria vesca



Figure 9 - *Saxifraga umbrosa spicant*



Figure 10 - *Blechnum*



Figure 11 - *Astilbe chinensis 'Pumila'*



Figure 12 - *Campanula rotundifolia*



Figure 13 - *Waldsteinia ternate*



Figure 14 - *Sedum floriferum*



Figure 15 - *Heucherella 'Bridget Bloom'*



Figure 16 - *Lysimachia nummularia 'Aurea'*



Figure 17 - *Tiarella cordifolia*



Figure 18 - *Polypodium vulgare*



Figure 19 - *Heuchera mircanta 'Palace Purple'*



Figure 20 - *Gaura lindtheimerii*



Figure 21 - *Cotinus coggyria* 'Royal Purple'



Figure 22 - *Geranium macrohizum*



Figure 23 - *Pieris japonica*



Figure 24 - *Buxus sempervivum*



Figure 25 - *Phyllitis scolopendrium*

### **Leistungen begrünter Fassaden: Wasserhaushalt, Mikroklima, Bauphysik Forschungsprojekt GrünStadtKlima – Ergebnisse nach einem Versuchsjahr Dipl. Ing. Bernhard Scharf, Universität für Bodenkultur, Wien**

Das Projekt GrünStadtKlima, welches durch die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft gefördert wird, beschäftigt sich mit den vielfältigen Wirkungen von innovativen Gebäudebegrünungen und Wegebelägen im Vergleich zu den technischen Standards. Neben dem konsortialführenden Verband für Bauwerksbegrünung (Österreich) sind vier weitere Interessensvertretungen der grünen Branche Teil des Projekts, weiters 18 Unternehmen und sechs Forschungseinrichtungen.

Im Bereich der Dachbegrünungen werden 14 begrünte Dachaufbauten untersucht und drei klassischen Dachabdeckungen gegenübergestellt. Der Forschungsbereich Wege umfasst acht Wegedecken, welche mit einer herkömmlichen Asphaltdecke verglichen werden.

Das Projekt startete im Jahr 2010 mit einem Gesamtbudget von rund € 750.000,-.

Im Bereich Fassaden konnten Vertreter aller Systemvarianten der wandgebundenen Fassadenbegrünung für das Projekt begeistert werden. Es sind dies:

- Ø 90°degreen (flächenhaft)
- Ø Optigrün (modular)
- Ø TechMetall (linear)
- Ø Helix-Systeme (modular)

Als Standardfassaden wurden Putz und Efeu gewählt. Die Versuchsanlagen wurden auf freistehenden Holzriegelwänden bzw. am Firmengelände eines Systemanbieters errichtet. Seit Beginn des Jahres 2011 laufen umfassende Untersuchungen mit dem Ziel, mikroklimatische Profile der Systeme zu erstellen, Verbesserungen der Konstruktion abzuleiten und die Eignung der Systeme für verschiedenste Pflanzenarten festzustellen.



Abb.1. Versuchsanlage in Wien, Juni 2012.

### Messmethodik

#### Vegetationsmonitoring

Das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB) ist auf die Untersuchung von Vegetation spezialisiert. Außerdem wurden erste Schritte hin zu einer Digitalisierung und damit Objektivierung der Aufnahmemethodik unternommen. Die Entwicklung der Vegetation wurde einerseits mit Hilfe einer adaptierten Frequenzaufnahme - jeweils zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode - als auch mittels monatlicher Bonituren untersucht.

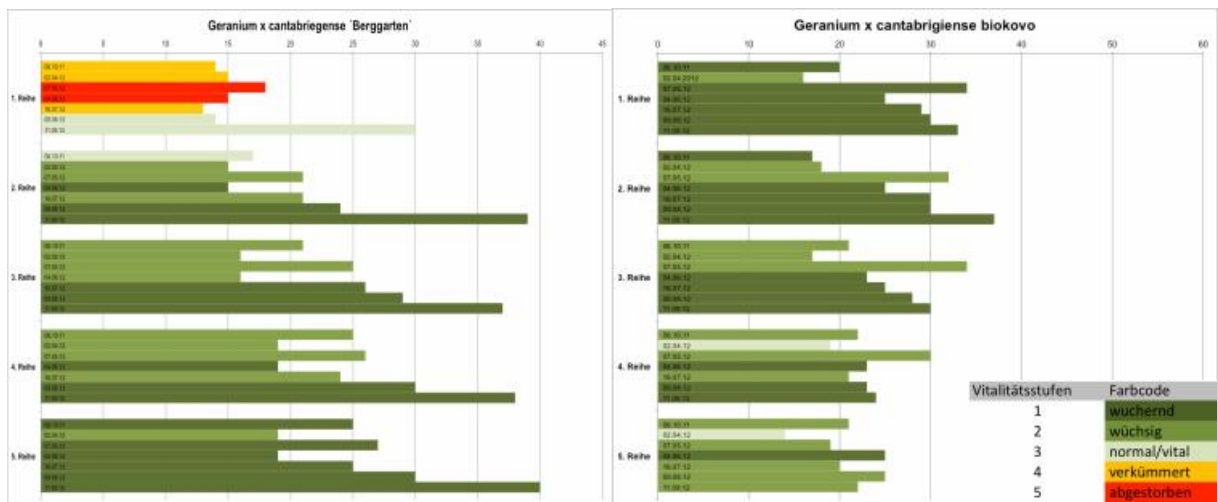


Abb.2. Beispielhafte Auswertung der Bonituren von *Geranium x cantabrigiense* (Hancvencd, 2012).

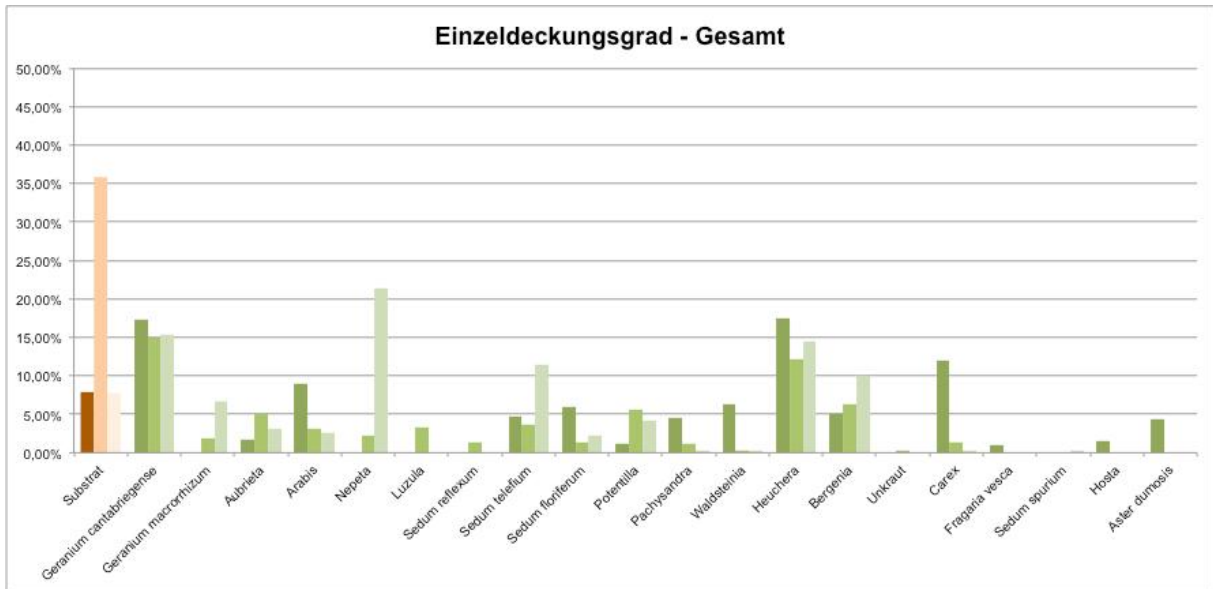


Abb.3. Beispielhafte Auswertung der Frequenzaufnahmen (Hancvencl, 2012).

### Mikroklimatische Untersuchungen und bauphysikalische Wirkungen

Um die vielfältigen Wirkungen von Begrünungen im Vergleich zu den technischen Standards messen zu können, wurde in Zusammenarbeit der Forschungspartner ein sensorbasiertes Messverfahren entwickelt. Diese ermöglicht die Erfassung von:

- ☞ Lufttemperatur und –feuchteprofile
- ☞ Bodentemperatur und –feuchteprofile
- ☞ Albedo
- ☞ Wasserbilanz
- ☞ Wärmedurchfluss und Wandtemperatur (im Putz gemessen)

Die klimatischen Rahmenbedingungen werden mit Hilfe einer Klimastation vor Ort dokumentiert. Seit über einem Jahr werden für alle Versuchsvarianten die genannten Parameter alle zwei Minuten erfasst, zu zehn Minuten Mittelwerten zusammengefasst und gespeichert. Die nachfolgenden Diagramme zeigen auszugsweise Auswertungen dieser Messungen für eine Frostperiode, eine milde Frühlingswoche und eine Hitzewelle:

#### Frostperiode:

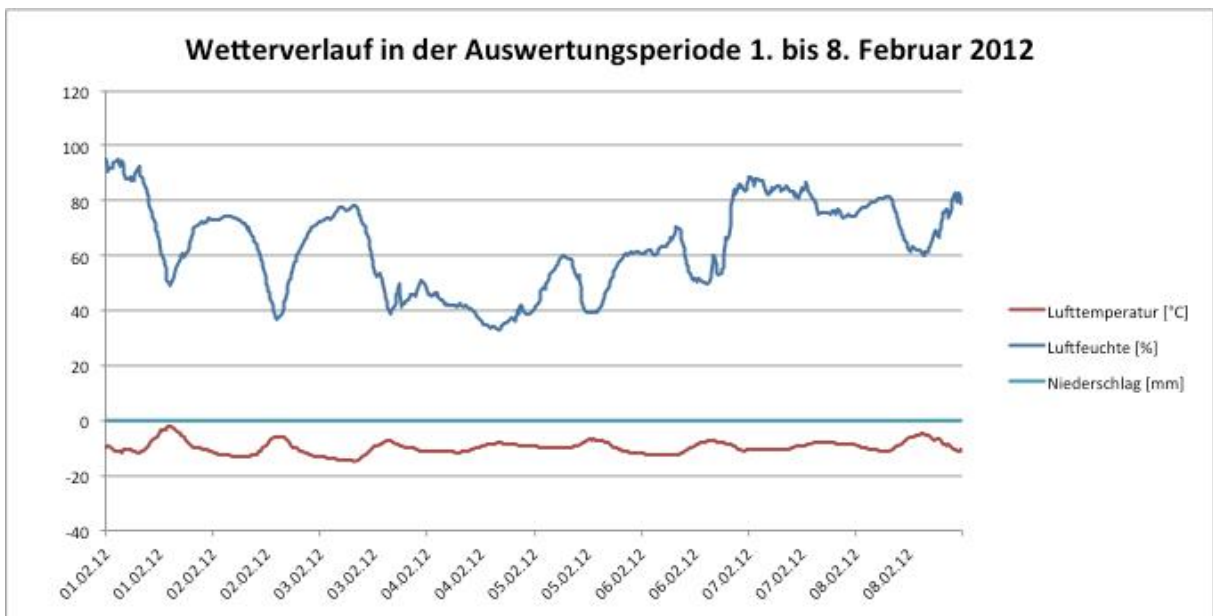


Abb.4. Klimatische Rahmenbedingungen der gewählten Frostperiode Anfang Februar 2012.

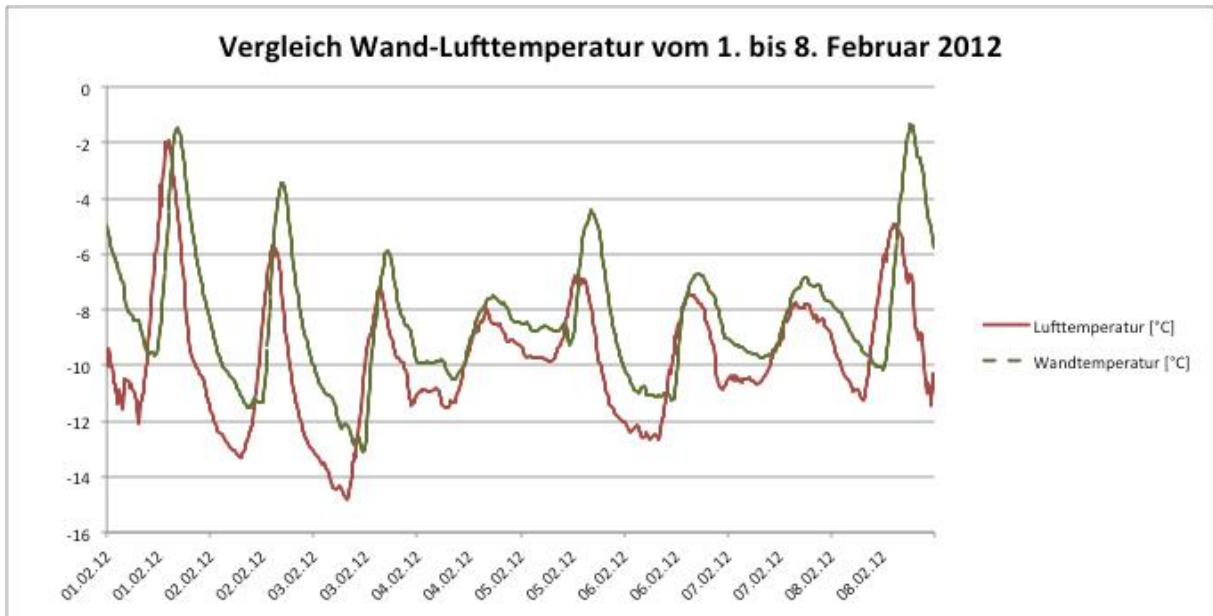


Abb.5. Vergleich der Wand- und Lufttemperatur anhand des Systems 3 in einer Kälteperiode Anfang Februar 2012.

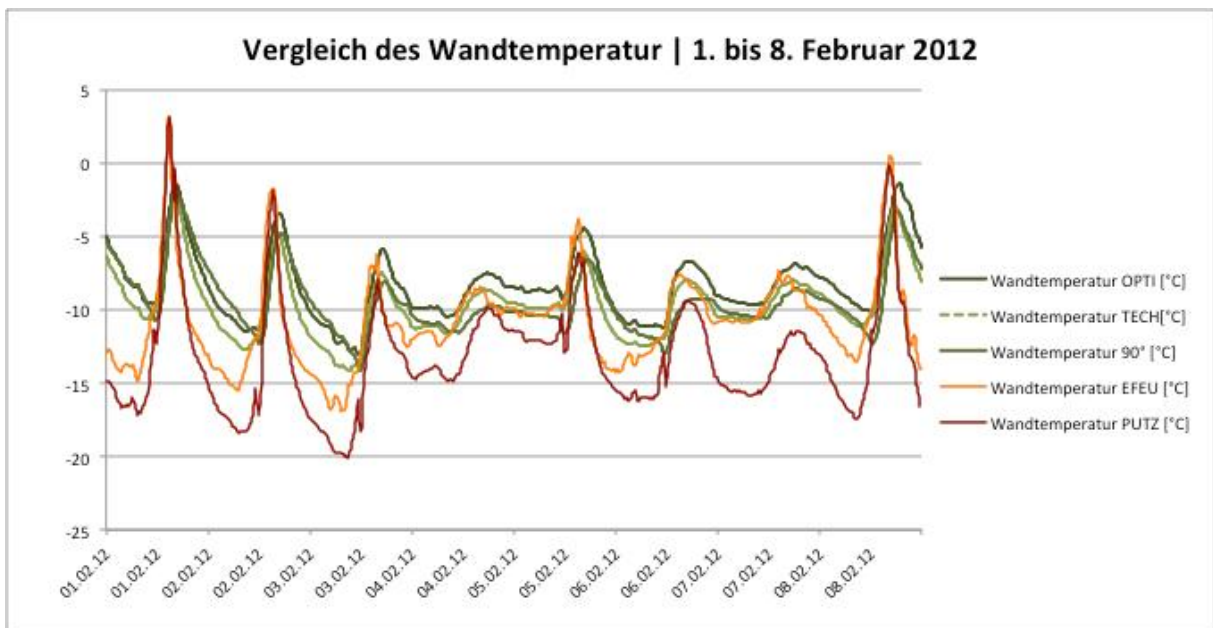


Abb.6. Vergleich der Wandtemperaturen aller Untersuchungsvarianten in einer Kälteperiode Anfang Februar 2012.

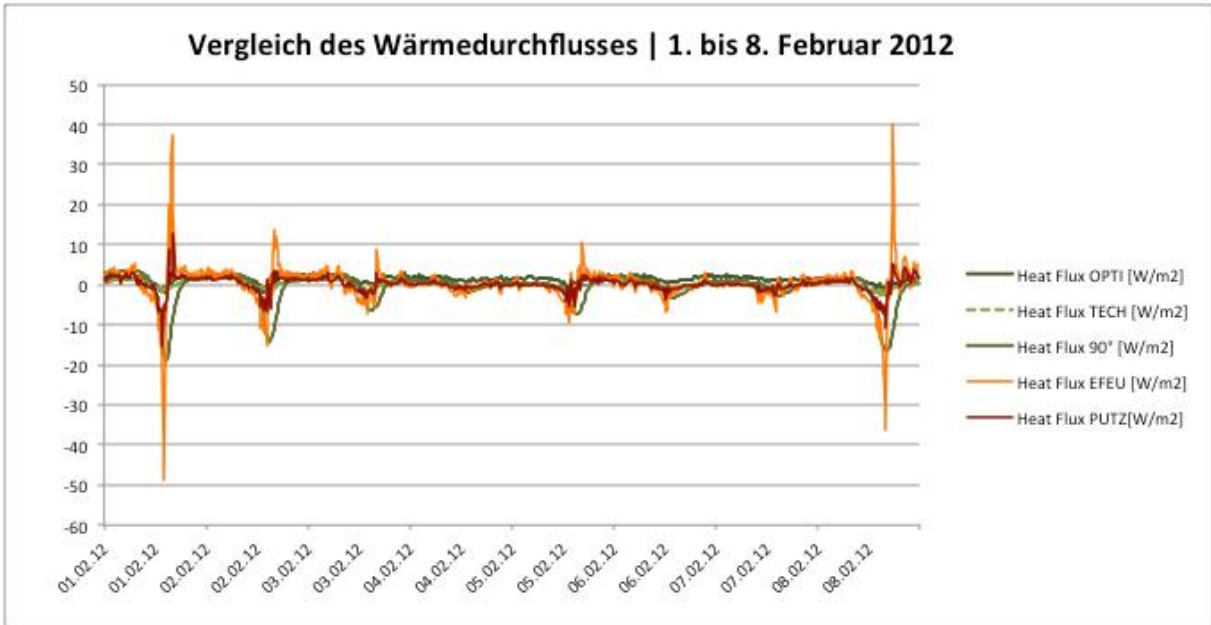


Abb.7. Vergleich des Wärmedurchflusses aller Versuchsvarianten in einer Kälteperiode Anfang Februar 2012.

**Frühlingsperiode**

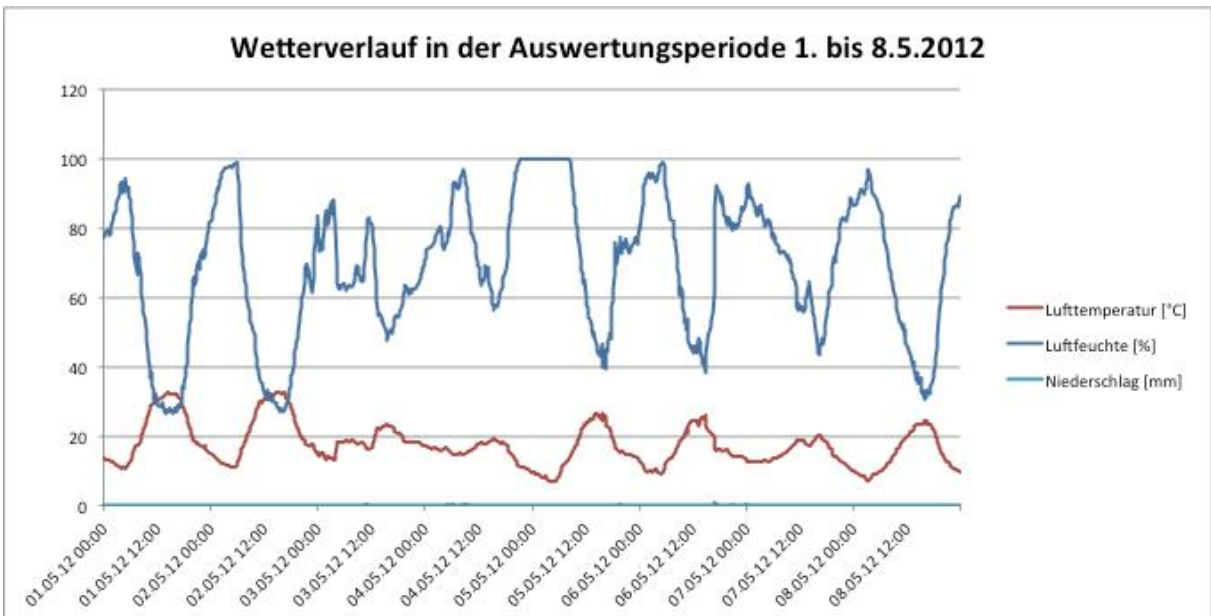


Abb.8. Klimatische Rahmenbedingungen der gewählten milden Periode Anfang Mai 2012.

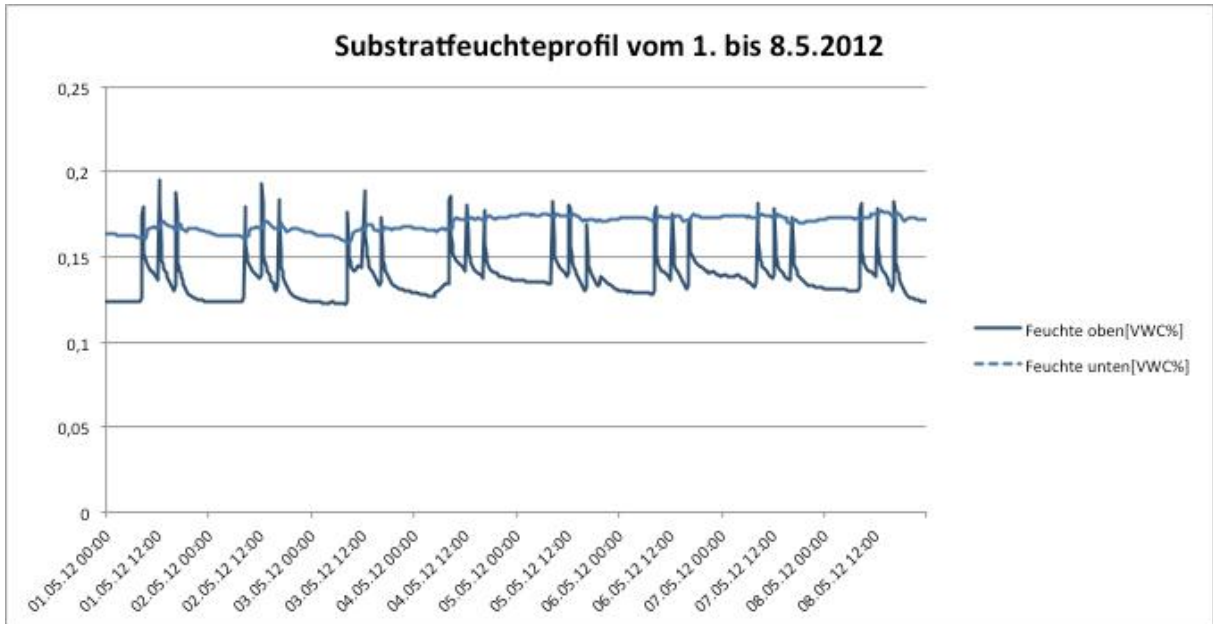


Abb.9. Bodenfeuchteprofil des Systems 2 Anfang Mai 2012.

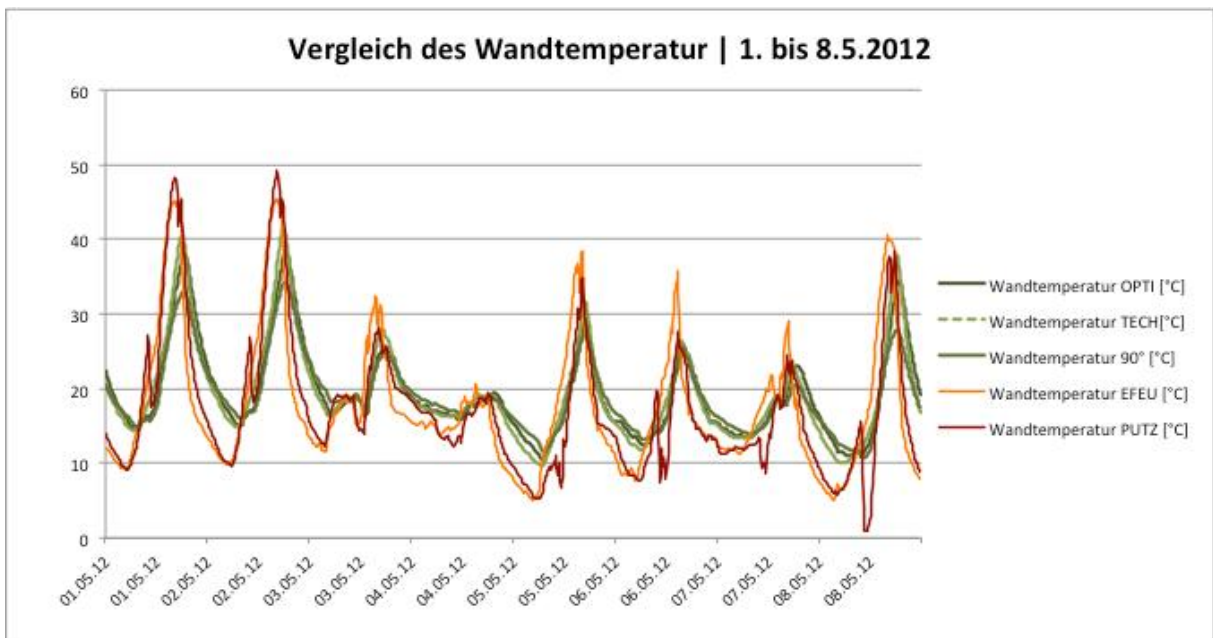


Abb.10. Vergleich der Wandtemperatur der Untersuchungsvarianten Anfang 2012.



**Hitzewelle**

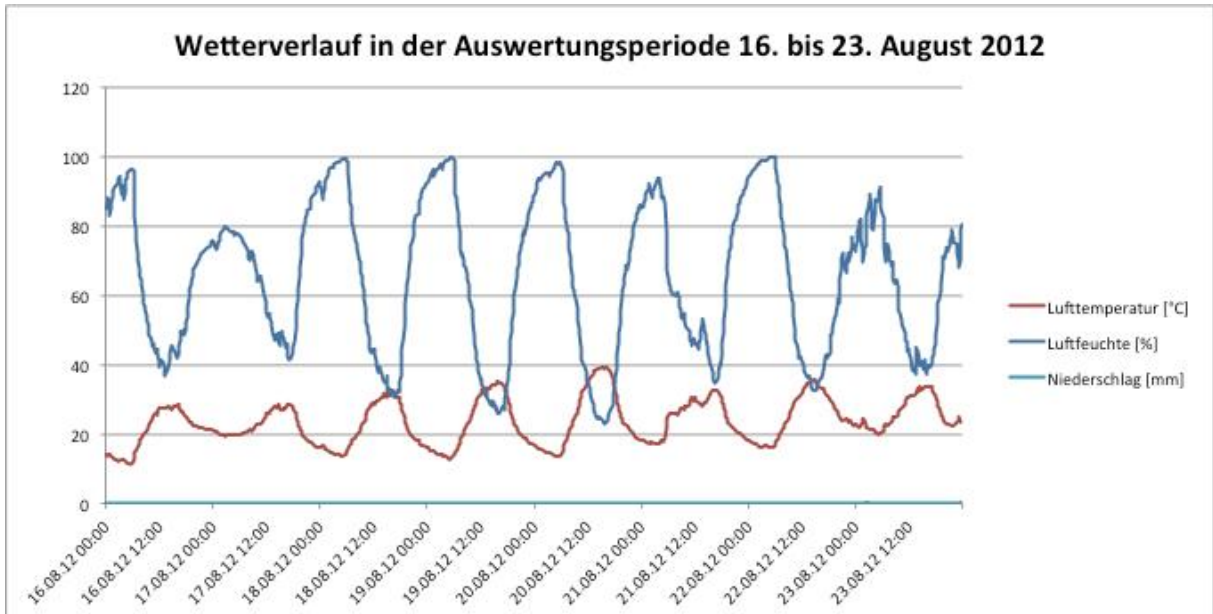


Abb.11. Klimatische Rahmenbedingungen der Hitzewelle im August 2012.

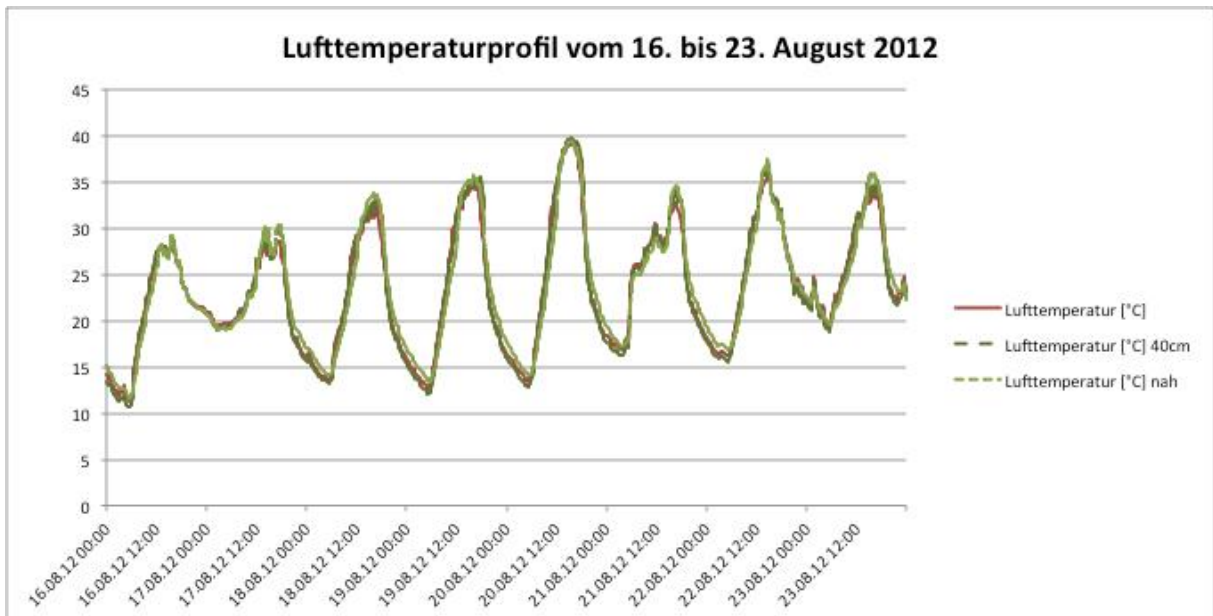


Abb.12. Lufttemperaturprofil des Systems 2 im August 2012.

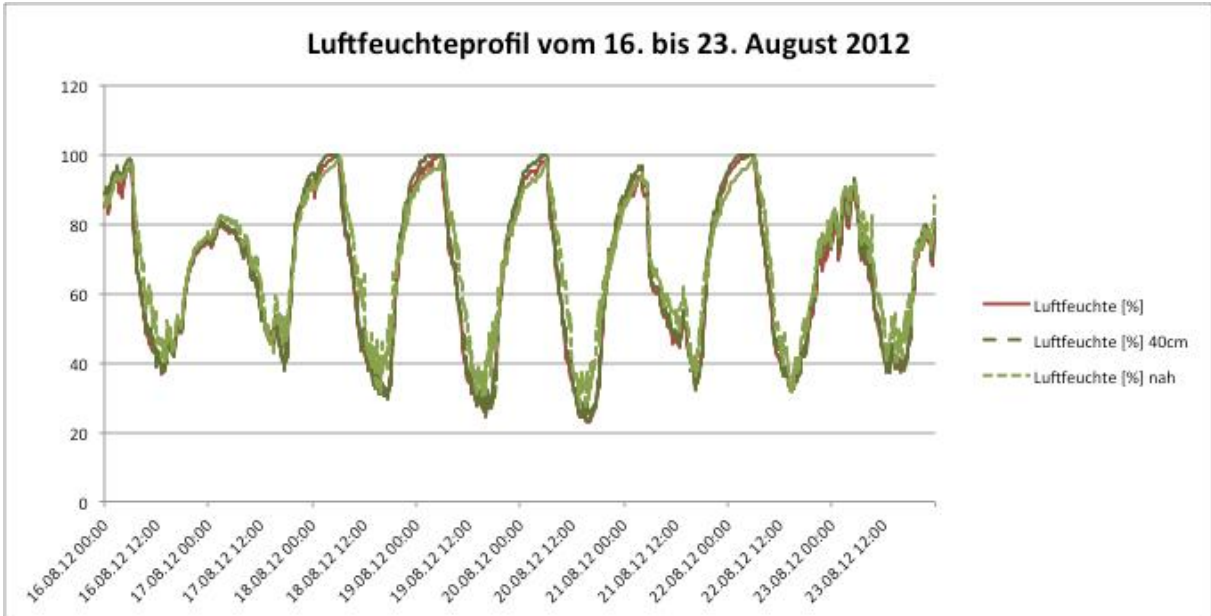


Abb.13. Luftfeuchteprofil des Systems 2 im August 2012.

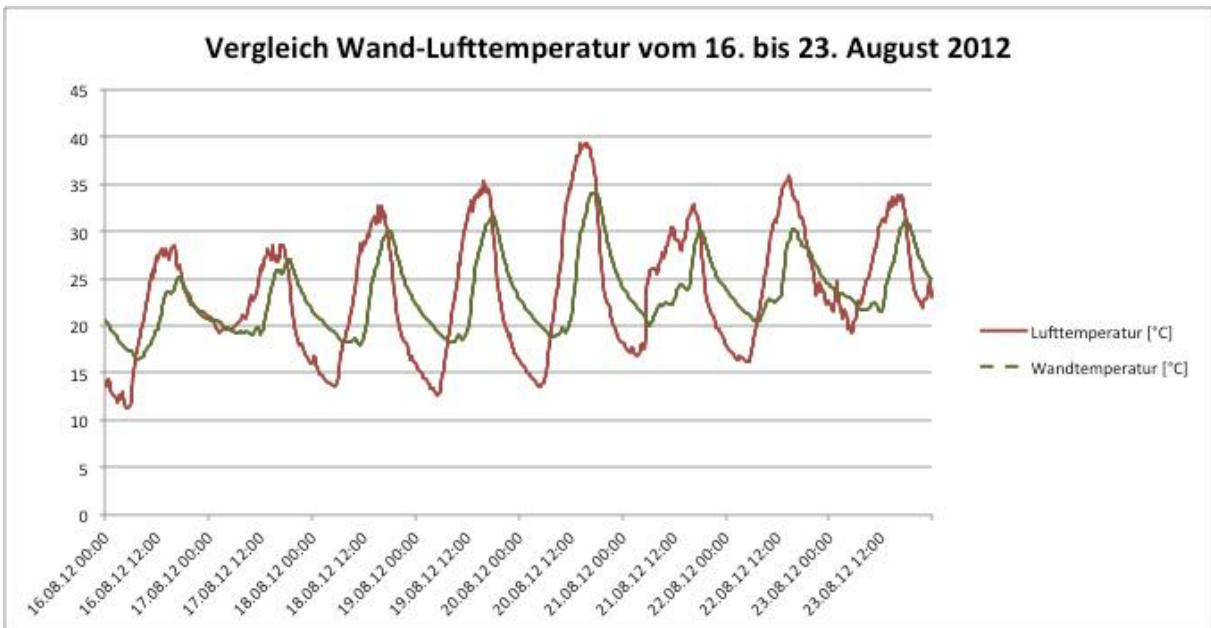


Abb.14. Vergleich der Wand- und Lufttemperatur des Systems 1 im August 2012.

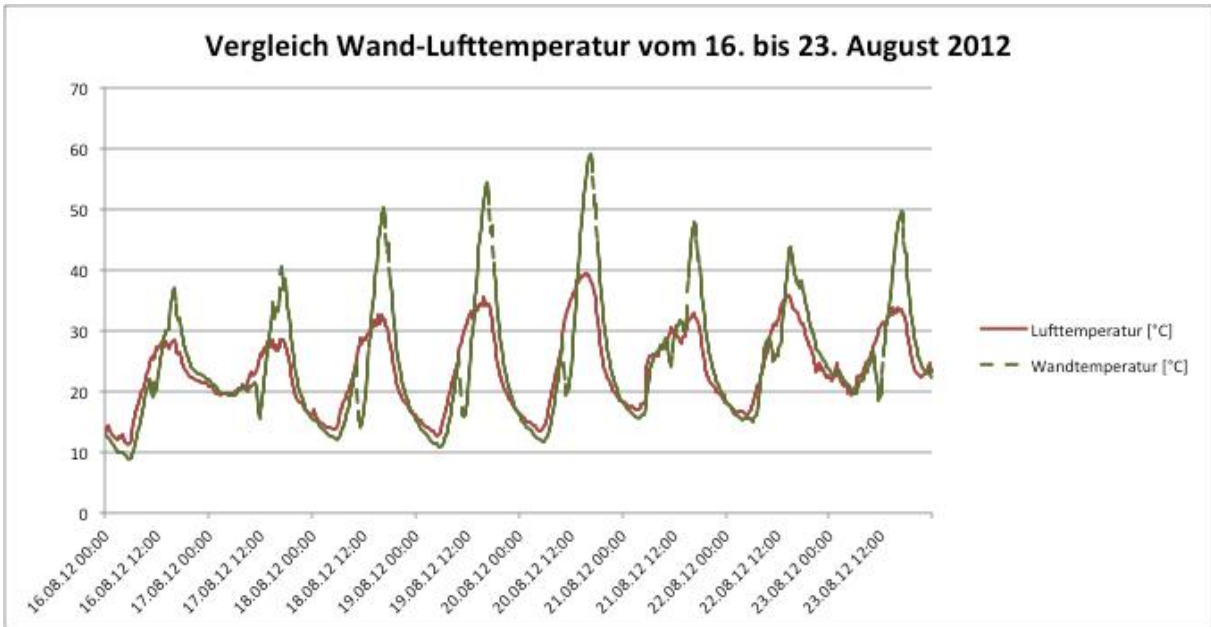


Abb.15. Vergleich der Wand und Lufttemperatur der Putzfassade im August 2012.

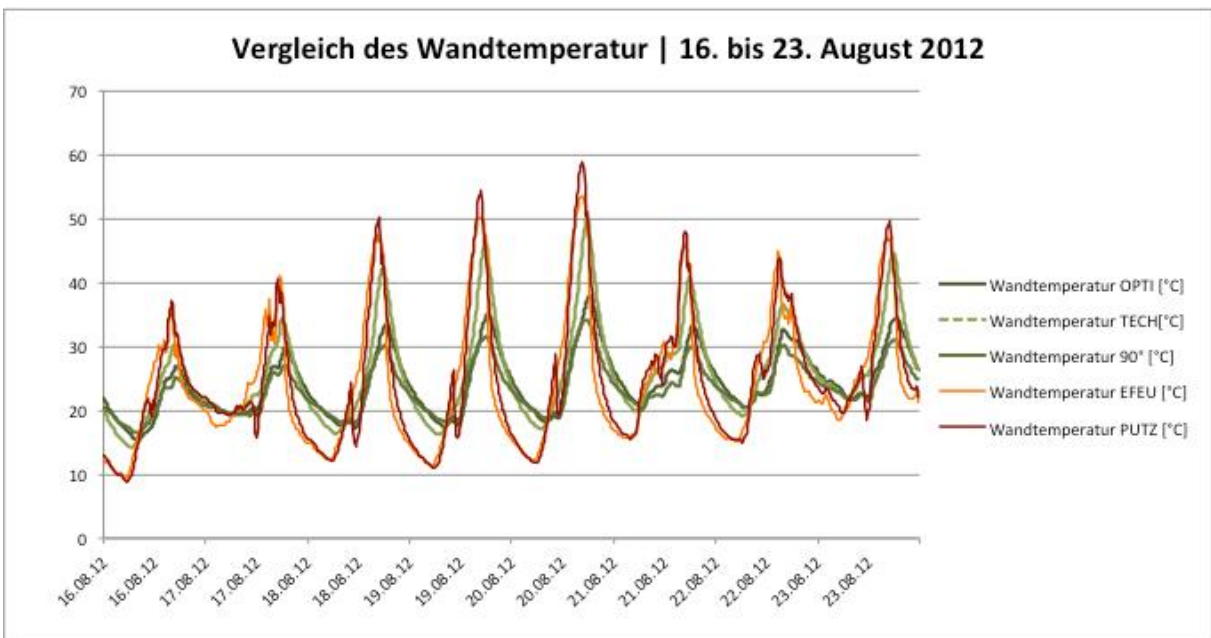


Abb.16. Vergleich der Wandtemperaturen aller Versuchsvarianten im August 2012.

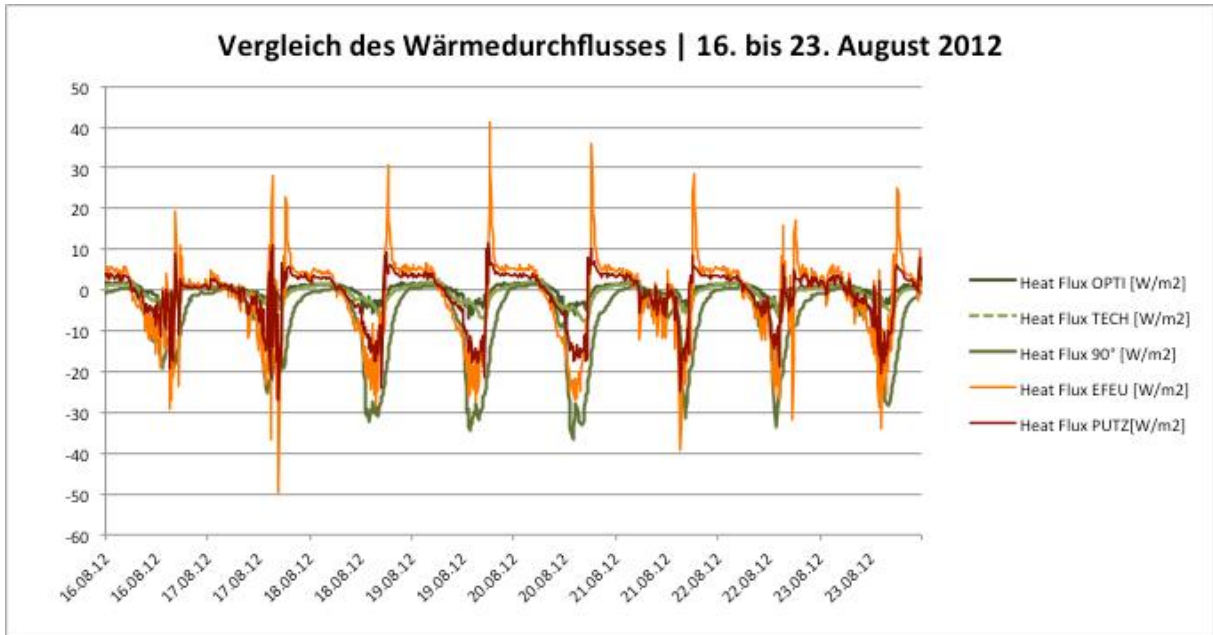


Abb.17. Vergleich des Wärmedurchflusses der Untersuchungsvarianten im August 2012.

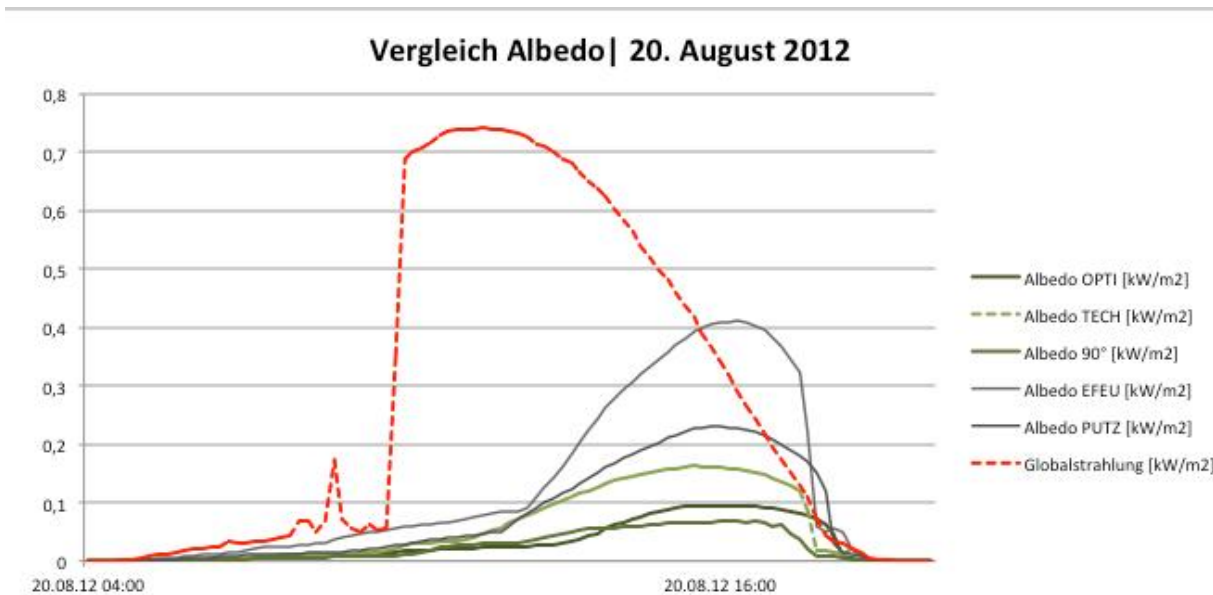


Abb.18. Vergleich der Albedo mit der Globalstrahlung der verschiedenen Versuchsvarianten.

### Schlussfolgerungen | Resümee

Die Untersuchungen zeigen in mehrfacher Weise erhebliche Unterschiede der getesteten wandgebundenen Begrünungssysteme. Jedes System bietet sehr spezifische Wuchsbedingungen für Pflanzen. Es zeigen sich aber neben grundsätzlicher Eignung für ein System auch pflanzenartspezifische Wuchsoptima innerhalb eines Systems. Je nach vegetationsökologischer Breite bedeutet dies, dass eine Pflanzenart teilweise an einer Stelle eines Systems gut gedeiht, höher oder tiefer jedoch komplett ausfallen kann. Eine allgemeine Pflanzenempfehlung für wandgebundene Begrünungen erscheint daher sehr schwierig.

Auch die mikroklimatischen Wirkungen und bauphysikalischen Eigenschaften der untersuchten Begrünungssysteme divergieren deutlich. Das extensive System 3, welches vorwiegend von Sukkulenten bewachsen wird, zeigt nur geringe Effekte in Bezug auf die Luftfeuchte. Die intensiven Testsysteme hingegen wirken hier – vor allem in Hitzeperioden – signifikant. Die in 40 cm Abstand zu den Systemen gemessene Luftfeuchtigkeit übersteigt jene der umgebenden Luftmassen.



Alle wandgebundenen Systeme verbessern das Mikroklima im Vergleich zur Putz- und Efeufassade. Dies wird anhand der Auswertungen der Wandtemperaturen und Albedo ersichtlich. Trotz einer wesentlich höheren Albedo der Putzfassade und nur teils bewachsenen Efeufassade erreichen diese eine bis zu über 20°C höhere Oberflächentemperatur im Vergleich zu den wandgebundenen Systemen. Damit tragen sie verstärkt zur Aufheizung des urbanen Raumes bei. Auch bauphysikalisch zeigen alle wandgebundenen Systeme bessere Resultate als die beiden Standardvarianten. Dies geht aus den Tagesgängen sowie aus den Minima und Maxima der Wärmedurchflussmessungen hervor.

#### **Ausblick**

Das Projekt GrünStadtKlima befindet sich derzeit in der Endauswertungsphase. Für alle Untersuchungsvarianten sollen u.a. Eigenschaftsprofile erstellt und Pflanzenempfehlungen abgegeben werden. Diese Ergebnisse fließen in Folge in eine Modellierung urbaner Räume ein. Dabei soll geprüft werden, ob Stadtlandschaften durch Einsatz grüner Infrastruktur an die prognostizierten Klimabedingungen des Jahres 2050 angepasst werden können. Aus den Resultaten dieser Modellierungen sollen in Folge raumplanerische Instrumente abgeleitet werden, die helfen sollen, die Städte fit für die Zukunft zu machen. Auch Anreizsysteme, wie öffentliche Förderinstrumente, werden ein Output der Forschungstätigkeiten sein.

Das Projekt zeigt nach heutigem Kenntnisstand klar, dass wandgebundene Fassadenbegrünungen ein großes Potenzial haben gerade dicht bebaute städtische Räume, die oftmals ja auch die „Hotspots“ der Probleme darstellen, anzupassen und deren Qualität stark zu verbessern. Allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf im Design, der Pflanzenauswahl und in der Bewässerungstechnik.

## **Planungshilfen, Bau- und vegetationstechnische Grundlagen**

**Die passende Grünfassade finden. Leitfaden zur Fassadenbegrünung Stadt Wien  
Dipl. Ing. Vera Enzi, Verband für Bauwerksbegrünung e.V. (VfB), Österreich**



## **Wandgebundene Fassadenbegrünungen als vorgehängte, hinterlüftete Fassade. Beachtenswertes zur Konstruktion und Bauphysik Gert Moegenburg, DAS FASSADEN-KOLLEG, Leipzig, Marburg, Berlin**

### Einleitung

Die Begrünung von Außenfassaden hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Der erwartete Erfolg ist teilweise ausgeblieben, weil die Voraussetzungen für eine sach- und fachgerechte Umsetzung fehlten oder – trotz Verfügbarkeit – nicht in Anspruch genommen wurden.

Die Bauart der vorgehängten hinterlüfteten Fassade [1] ist eine der Außenwandsysteme, die für wandgebundene Fassadenbegrünungen besonders geeignet ist. Diese und andere Bauarten sind Gegenstand des Fachbeitrags.

*Nicht behandelt wird der Einsatz von in der Außenwand verankerten „Gabionen“ zur Bekleidung von Fassadenflächen.*

### Erfahrungen der Vergangenheit

Die FBB e. V. und andere Fachgremien haben verschiedene, zum Teil erfolglose, Varianten von Fassadenbegrünungen untersucht.

Daraus haben sich vier Schwerpunkte ergeben, die wie folgt zusammen zu fassen sind:

- 1.: Wandgebundene Begrünungen werden nicht als „Bauart“ im Sinne der Musterbauordnung (MBO) bzw. der Landesbauordnungen angesehen (Wandbildner; Statik, Verankerungen).
- 2.: Eine gemeinsame gärtnerische und ingenieurmäßige Planung findet selten bzw. gar nicht statt.
- 3.: Technische Standards bemessen sich oft nach dem zur Verfügung stehenden Kostenrahmen.
- 4.: Maßnahmen der Entwicklungs- und Unterhaltungspflege werden aus Kostengründen nach der Abnahme nicht beauftragt oder „eingeschläfert“. Damit entfällt ein wesentlicher Beitrag zur Sicherung und Erhaltung des angestrebten Begrünungserfolgs.

### Wandgebundene Fassadenbegrünungen

In der Außenwand verankerte Kletterhilfen oder modulare Systeme erfordern innerhalb ihrer Komponenten Verwendbarkeitsnachweise:

- 5.: Regelung innerhalb von Normen, oder
- 6.: allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen bzw.
- 7.: allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse.

Bei Zugrundelegung der VOB sind im Ausschreibungs- bzw. Vergabeverfahren die Einbeziehung der sog. „technischen Spezifikationen“ (VOB Teil A § 7 ff.; DIN 1960) sinnvoll (Auszug) [2]:

- 8.: Nationale Normen, mit denen europäische Normen umgesetzt werden,
- 9.: europäische technische Zulassungen (ETA),
- 10.: gemeinsame technische Spezifikationen,
- 11.: internationale Normen und andere technische Bezugssysteme, die von europäischen Normungsgremien erarbeitet wurden oder
- 12.: falls solche Normen (...) und Spezifikationen fehlen, nationale Normen oder nationale technische Spezifikationen für die Planung, Berechnung und Ausführung von Bauwerken und den Einsatz von Produkten.



Ersatzweise können Leistungs- und Funktionsbeschreibungen gewählt werden, die ein klares, unmissverständliches Bild vom Auftragsgegenstand vermitteln.

#### Stand sicherheitsnachweise für Kletterhilfen bzw. modulare Systeme

Die Tragkonstruktion wandgebundener Fassadenbegrünungen bedarf grundsätzlich eines Stand sicherheitsnachweises. Dieser berücksichtigt neben dem eigentlichen Wandbildner die folgenden Parameter:

- 13.: Das Eigengewicht der Konstruktion,
- 14.: das zu erwartende Maximalgewicht der Begrünung,
- 15.: Lasten aus Windsog und -druck, ggf. unter Berücksichtigung von durch Wind und Regen induzierter Schwingungen [3],
- 16.: den Konstruktionsabstand von der Außenwand bzw. der Außenwandbekleidung,
- 17.: die Dicke der u. U. zu durchdringenden Dämmung und die Tiefe des Hinterlüftungsraums bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden.

Diese Angaben werden Bestandteil der Bauvorlagen, die ergänzende Informationen über die verwendeten Werkstoffe beinhalten.

Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auf die Bemessungskriterien der aktuellen „Eurocodes“ [4].

Eine Mitbeanspruchung von z. B. Außenwandbekleidungen bei der Lastermittlung ist nicht zulässig.

#### Werkstoffauswahl für die Errichtung von Kletterhilfen oder modularer Systeme

Ohne weitere Verwendbarkeitsnachweise können die folgenden Metalle für die Errichtung von Kletterhilfen oder zur Herstellung modularer Systeme eingesetzt werden (Auszug nach [1]):

- 18.: Nichtrostende Stähle gemäß Zulassung Z-30.3-6 vom 20.04.2009 [5],
- 19. Aluminiumlegierungen nach DIN 4113-1 mit Änderung 1, EN 1999-1-1 oder EN 1999-1-4. (für Dicken unter 1,6 mm ist ein zusätzlicher Korrosionsschutz erforderlich),
- 20.: feuerverzinkter (stückverzinkter) Stahl nach DIN ISO 1461 in Verbindung mit der DAST-Richtlinie 022 [6],
- 21.: Stahlsorten nach DIN EN 10025 in Dicken von mindestens 3 mm, mit einem Korrosionsschutz nach DIN EN 12944-5 (nur für Kletterhilfen) [7].

Objektbezogen ist auch der Einsatz von Kletterhilfen aus Holz möglich. Die Bemessung – auch die der Verbindungen – erfolgt nach DIN 1052 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau“.

*Der Einsatz von Verbindungselementen mit glattem Schaft ist grundsätzlich auszuschließen.*

Geeignete Holzarten nennen die FBB- Ausschreibungsempfehlungen [8] [9].

*Für andere Werkstoffe ist ein Verwendbarkeitsnachweis zu führen.*

#### Wärmebrücken

Wärmebrücken bewirken Wärmeverluste. Verankerungselemente für Kletterhilfen oder die Unterkonstruktionen für modulare Systeme können punktuelle Wärmebrücken bewirken.

Bei einem Neubauprojekt sind diese in die U-Wert-Ermittlung des Gebäudes mit einzubeziehen [10].

Bei nachträglich angebrachten Verankerungen werden die Ermittlung der Wärmebrückenverluste und eine Mitteilung an den Auftraggeber / Verfügungsberechtigten empfohlen.

Hinweise gibt die DIN 4102 „Wärmeschutz im Hochbau“ in ihren Teilen 1 bis 4.

#### Windlasten

Die Bemessung der Windlasten ist wesentlicher Bestandteil innerhalb der statischen Berechnung. Grundlage sind die Anforderungen der DIN 1055-4 („Einwirkungen auf Tragwerke; Windlasten“), die unterscheidet nach



- 22. Windzonen  
1, 2, 3 oder 4 und nach
- 23. Geländekategorien  
I, II, III oder IV „Mischprofil“

Die Gebäudehöhe bemisst sich über Oberkante Gelände; nur bei Höhenlagen über 800 m NN werden zusätzliche Daten abgefragt.

Die Parameter zur Ermittlung der Windlasten definieren sich u. a. in Gebäudeseiten und in Höhenbereiche:

- 24. Winddruck kN/m<sup>2</sup>  
mit einem Flächenanteil von \_\_\_\_\_ %
- 25. Windsog kN/m<sup>2</sup> im Bereich A  
mit einem Flächenanteil von \_\_\_\_\_ %
- 26. Windsog kN/m<sup>2</sup> im Bereich B  
mit einem Flächenanteil von \_\_\_\_\_ %
- 27. Windsog kN/m<sup>2</sup> im Bereich C  
mit einem Flächenanteil von \_\_\_\_\_ %

Anstelle einer objektbezogenen Bemessung mit Unterscheidungen der belasteten Flächen A, B und C kann auch ein „vereinfachtes Verfahren“ angewandt werden. Dieses „vereinfachte Verfahren“ setzt auf standardisierte Sicherheiten und kann u. U. ein Mehr an Materialeinsatz erforderlich machen.

#### Blitzschutz / Gebäudeschirmung

Ein Anschluss an die geplante oder vorhandene Blitzschutzanlage *kann* erforderlich sein.

Diese muss mit in die Planung aufgenommen werden.

Dem Ausschreibenden bzw. dem Ausführenden wird daher geraten, diese Gewerke übergreifende Maßnahme innerhalb der Bauaufgabe rechtzeitig abzustimmen [11].

#### Einbau von Gerüst-Ösen

Der Einbau von Gerüst-Ösen („dauerhaften Anschlagpunkten“) *kann* gewünscht oder erforderlich sein.

Die Bauart der vorgehängten hinterlüfteten Fassade schreibt beispielsweise den Einbau dieser Anschlagpunkte vor [12].

Für Maßnahmen der Unterhaltung, Pflege und ggf. Instandhaltung bei Fassadenbegrünungen ist der Einbau dauerhafter Anschlagpunkte zu empfehlen. Der Markt bietet zweiteilig gestaltete Anschlagpunkte an, bestehend aus der eigentlichen dauerhaften Verankerung und der Öse, die im Gebrauchsfall eingeschraubt oder eingeklinkt wird.

#### Zusammenfassung

Wandgebundene Fassadenbegrünungen und modulare Begrünungssysteme haben große Potenziale. Geeignete Kletterhilfen in Kombination mit Gerüstkletterpflanzen stehen in ausreichender Zahl zur Verfügung.

Die Pflanzenauswahl berücksichtigt Bodenbeschaffenheiten, Lichtverhältnisse und das angestrebte Wuchsbild.

Die angewandten Konstruktions- Bemessungstechniken gelten als ausgereift, VOB-konforme Ausschreibungstexte geben dem Architekten die gewünschte Planungssicherheit.

#### Literatur- und Quellenhinweise / Arbeitshilfen

[1] DIN 18516-1 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze

[2] VOB Teil A, § 7 ff. (DIN 1960)

[3] Dr.-Ing. Oliver Dreyer, Technische Universität Braunschweig, Dissertation 2004 „Seilschwingungen“,

[www.biblio.tu-bs.de/datenbanken](http://www.biblio.tu-bs.de/datenbanken)

[4] „Eurocodes“ sind europaweit vereinheitlichte Bemessungsregeln im Bauwesen.

Auszüge: Eurocode 0 (EN 1990) Grundlagen der Tragwerksplanung

Eurocode 1 (EN 1991) Einwirkungen auf Tragwerke





Eurocode 3 (EN 1993) Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten  
Eurocode 9 (EN 1999) Berechnung und Bemessung von Aluminium  
Konstruktionen

[5] Sonderdruck 862 „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 20.04.2009  
„Erzeugnisse, Verbindungsmittel, Bauteile aus nichtrostendem Stahl“

[www.edelstahl-rostoffrei.de](http://www.edelstahl-rostoffrei.de)

[6]

DAST-Richtlinie 022 „Feuerverzinken von tragendem Stahl“, Deutscher Stahlbauverband  
(ISBN 978-3941687-03-5)

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

[7]

Merkblatt 405 „Korrosionsschutz von Stahlkonstruktionen durch Beschichtungssysteme“

[www.stahl-info.de](http://www.stahl-info.de)

[8]

„Empfehlungen für die Ausschreibung von Fassadenbegrünungen“

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

[9] „VOB-konforme Ausschreibungen von Fassadenbegrünungen“

4. Internationales FBB-Symposium Fassadenbegrünung 27.09.2011

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

[10] Richtlinie „Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten  
hinterlüfteten Fassaden“

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

[11] Kern, Pigler „Hochwirksamer Gebäudeblitzschutz mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden“

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

[12] DIN 4426 „Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen; sicherheitstechnische  
Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege – Planung und Ausführung“

## Bewässerungstechnik

### Feuchtigkeit in Grünen Wänden messen und steuern

**Dipl. Ing. Gerhard Bambach, bambach GbR, tensio-technik, Geisenheim**

Grüne Wände erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, der Laie bestaunt die ungewöhnliche Form dieses senkrechten Gartens und die Frau oder der Mann vom Fach wissen vielleicht von den Schwierigkeiten.

Unabhängig von den verschiedenen Konstruktionen erwartet der Betrachter und vor allem der Auftraggeber eine mehr oder weniger gleichmäßige Bepflanzung, die gut gedeiht und keine Ausfälle hervorbringt. Das Pflanzenwachstum ist von der Qualität der Wasserversorgung und damit einhergehend von der Nährstoffversorgung abhängig. Die Erwartung wäre also, dass auch die Feuchtigkeit in der Fläche weitgehend gleichmäßig verteilt ist und dass die Pflanzen entsprechend Ihrer Ansprüche auch die richtige Feuchtigkeit erhalten - wie viel Feuchtigkeit ist die richtige ?

### Substratfeuchte in vertikalen Flächen

Die Kenntnisse über die Feuchtigkeitsverteilung in vertikalen Flächen sind oft sehr gering, auch mangels entsprechender Untersuchungen. Der Istzustand wird von den Ungleichmäßigkeiten bestimmt, vor allem durch die Gravitationsdrift des Wassers, durch die Unterschiede in der Bewässerung selbst - meistens die punktuelle Tropfbewässerung -, eventuell ergänzt durch ungleiche Niederschläge, und andererseits durch ungleiche Austrocknung im Randbereich oder im Sonnen-/Schattenbereich. Auch können allmähliche Veränderungen durch die Durchwurzelung die Wasserverteilung deutlich beeinträchtigen.

Im Mittelpunkt stehen die sehr unterschiedlichen Substrate von Schaumstoffen, Vliesen, Granulatmischungen mit und ohne organischen Anteilen und Kombinationen verschiedener Materialien. Mit anerkannten bodenphysikalischen Kennwerten wie Porenvolumen, Wasserkapazität, Durchlässigkeit, Verteilfähigkeit lassen sich die wassertechnischen Eigenschaften dieser Substrate für vertikale Flächen grundsätzlich beschreiben und vergleichen, nur - diese Werte und die genormten Untersuchungs-Methoden gibt es derzeit noch nicht oder nur teilweise.

Mit oder ohne Kennwerte - die aktuelle Feuchtigkeit ist nur durch eine Messung zu ermitteln. Messwerte werden vorzugsweise als Saugspannung in hPa angegeben. Beispiele für typische



Feuchtwerte sind: Steinwolle 15-30 hPa, mineralische Granulate wie Seramis 50-100 hPa, torfhaltige Mischungen 80-150 hPa.

Die Messung der aktuellen Feuchtigkeit kann zwei Fragen klären: a) ist die laufende Bewässerung mit den Intervallen und der Dauer richtig eingestellt und b) wo sind eventuelle Trockenbereiche oder eine Übernässung zu finden.

In Beispiel-Messungen wird die Feuchtigkeitsverteilung vor und nach einem Bewässerungsgang bei 3 verschiedenen Substraten aufgezeigt, nämlich eine Verteilung mit geringer Spreizung bei 'Seramis' als ein positives Beispiel aber ebenso zu trockene oder zu nasse Zonen bei anderen Substraten.

### Messverfahren der Sensoren

Die Sensoren lassen sich zwei Zielbereichen zuordnen: a) der Messung des Matrixpotentials - das sind die Bindungskräfte, die das Wasser im Substrat festhalten, es entsteht die sog. Saugspannung (Tension) - oder b) der volumenbezogenen Messung des gesamten Wassergehalts. Das Matrixpotential ist das pflanzenrelevante Messergebnis, denn die Wurzeln müssen ein entsprechendes Potential aufbauen, um die Wasseraufnahme zu bewerkstelligen.

Das Matrixpotential wird vor allem mit den Messgrößen Druck und Temperatur (Wärmekapazität) ermittelt, die relativ störungsarm sind im Gegensatz zu elektrischen Größen (siehe unten). Fast alle Sensoren für das Matrixpotential messen in einer Hülle, in einem Gleichgewichtskörper, so dass sie mit dem Substrat keinen direkten Kontakt haben und auch nicht zwingend benötigen. Dadurch sind sie unabhängig vom Substrat und seinen Bestandteilen und auch unabhängig von dessen Luftvolumen.

Der klassische Sensor dafür ist das Tensiometer, der nach wie vor als wissenschaftlicher Bezugs- und Vergleichssensor gilt. In der praktischen Anwendung einer Grünen Wand stört vor allem seine Wartungsbedürftigkeit - seine Wasserfüllung muss kontrolliert und ergänzt werden - und daraus resultierend, die normal nicht vorhandene Winterbeständigkeit. Allerdings ist das Tensiometer für Messungen im sehr feuchten Bereich (< 50 hPa) weitgehend unschlagbar.

Die Feuchtigkeitsmessung mittels Temperatur ist relativ neu, zumindest in den jetzigen Verfahren. Dieses nutzen das 'pF-Meter', der 'TensioMark' oder der 'Koubachi'-Pflanzensensor, in dem durch einen Wärmeimpuls die Veränderung der bekannten Wärmekapazität durch eingedrungenes Wasser geprüft wird.

Die Bauart des TensioMark zum Beispiel ist so feinfühlig, dass er membranartig auf jede Tensionsänderung im Substrat reagiert und damit direkt das Matrixpotential tensiometerähnlich aber wartungsfrei und winterbeständig misst.

Weitere Sensoren für das Matrixpotential sind bei den elektrischen Messgrößen zu finden, so der lang bekannte 'Watermark' mit seiner umhüllten Leitfähigkeitsmessung, oder der Sensor 'MPS-1' von Decagon, der mittels der Permittivität in einer Keramik die Saugspannung im Boden abbildet. Mit Blick auf Grüne Wände kommen beide Sensoren durch zu träge Reaktion oder zu große Ungenauigkeiten weniger in Frage.

Sensoren, die den Wassergehalt messen sind mit zahlreichen Bauarten oder Typen vertreten, zum Beispiel bei den Fabrikaten Decagon, Delta-T, Imko, Rainbird, Sentec, Vegetronix u.a.. Sie alle messen die Permittivität des Bodens, das ist die Durchlässigkeit des Bodens für elektromagnetische Wellen (elektrische Felder). Es sind die sog. 'kapazitiven' Sensoren mit Varianten, die die Frequenz auswerten (FDR) oder andere die Zeit (TDR). Ihr gemeinsames Merkmal ist die direkte, 'nackte' Messung im Boden, in der Regel mit zwei Stäben (Elektroden), die dann auch auf alle Substrateinflüsse reagieren. Die Bodenart oder die Struktur des Substrates, aber auch der Salzgehalt haben störenden, wenn auch unterschiedlichen Einfluss. Sie brauchen einen intensiven Kontakt zum Medium, bei zu lockeren, luftigen Substraten scheitert der Einsatz oft. Auch wenn die Messung des gesamten Wassergehaltes in Volumen-Prozent pflanzenphysiologisch nicht die Aussagekraft hat, sind die Sensoren im feuchten Bereich mit ihrer schnellen Reaktion durchaus geeignet, vor allem wenn die Messwerte nur relativ für Regelzwecke verwendet werden.

### Messung vor Ort

Grundsätzlich gilt, die Eignung der Sensoren für die jeweiligen Substrate der Grünen Wände ist vorher zu testen!

Drei Präferenzen als Anwendungsbeispiele: Standard-Tensiometer in angepasster Baugröße sind im Bereich < 80 hPa sehr wartungsarm, gut geeignet für nicht zu grobe Granulate, zum Beispiel 'Seramis', sie sind schnell reagierend vor allem mit Sensoren im Messbereich 350 hPa, aber sie sind eher frostfreien Wänden vorbehalten. Der TensioMark als 'Trockenes Tensiometer' ist neben der Wartungsfreiheit und den zuverlässigen



Saug-spannungswerten vor allem auch wegen dem einstellbaren Messbereich 250 hPa von Interesse. Für Regelzwecke ist allerdings zu berücksichtigen, dass seine Messwerte nur alle 10 min erneuert werden.

Bei dem Volumensensor VH400 ist die schlanke 'einpolige' Bauform eventuell vorteilhaft, zudem hat er gut auflösende Messwerte und ist nur wenig salzempfindlich. Er eignet sich zum Beispiel für Schaumstoffe.

Bei der Anwendung sind oft Details entscheidend. Zunächst ist die Sensorposition wichtig, unterschiedlich je nach Aufgabenstellung - so für die Steuerung im oberen Drittel der Bewässerungsfläche oder für die Überwachung von Staunässe im unteren Viertel. Die Position muss zudem bewässerungssicher sein, das Wasser muss den Sensor sofort erreichen können, auch sollte die Platzierung zumindest anfänglich pflanzennah sein und der Sensor sollte kontaktoptimiert sorgfältig eingebaut werden.

### **Sensoren steuern und überwachen**

Grundsätzlich geht es hier um analoge Sensoren, die ein ständiges Messsignal liefern. Als Auswerteeinheit kommen Bewässerungscomputer (SPS-Systeme), auch Hausleitsysteme oder für Untersuchungen Datalogger in Frage. Praktisch bedeutet dies, die Sensoren müssen elektrisch versorgt werden, zum Beispiel mit 9-12 V Gleichspannung, und die PC-Einheit muss eine passende Eingangsschnittstelle haben. Als Signalart sind 0-5 V sehr häufig, aber auch das störungsunempfindlichere Stromsignal 4-20 mA ist möglich. Das ist der herkömmliche Standard eines kabelgebundenen analogen Sensors.

Statt der analogen Technik können die Signale digital in einem Bussystem kabelgebunden übertragen werden, bei dem eine Vielzahl von Sensoren mit nur einem Kabel verbunden sind. Viele unterschiedliche Busprotokolle erschweren allerdings die Anpassung unterschiedlicher Geräte und Sensoren. Der TensioMark ist für den SDI 12-Bus programmiert, ein für wissenschaftliche Sensoren immer häufiger verwendetes Protokoll, während bei den Hausleitsystemen andere Protokolle wie EIB oder KNX vorherrschen. Eine Anpassung oder geeignete Adapter stehen noch aus.

Die dritte Variante ist die digitale Signalübertragung 'wireless' - kabellos zum Beispiel per WLAN Anbindung. Ein Vertreter dafür ist der 'WIFI-Pflanzensensor' von Koubachi bei dem in der Professional-Version die Messwerte auf einem Server abgelegt werden sollen, um sie für Steuerungs- und Kontrollzwecke dort abholen zu können.

Gleich welche Sensor-PC-Kombination auch realisiert wird - für die Steuerung sollte die Software eine sinnvolle bewässerungstechnische Einstellmöglichkeit aufweisen.

In jedem Fall muss der Sensor die Bewässerung starten. Für eine definierte Bewässerungsdauer beendet der Zeitgeber den Vorgang unabhängig vom Rückschaltzeitpunkt des Sensors. Für Grüne Wände ist auch die 'Pulse'-Variante von Interesse, um mit einer portionierten Wassergabe die Verteilung zu verbessern. Dabei wird der Bewässerungsvorgang getaktet zum Beispiel 1 min Wasser und 2 min Pause solange bis der Sensor oder ein Zeitfenster zurückschaltet. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein selbst schließendes Tropfsystem, damit die Tropfschläuche nicht leer laufen.

Für die Sensorfunktion Überwachung ist die Frage, welche Folgemaßnahme nach einer Alarmmeldung ansteht. Wird der Alarm nur angezeigt, muss er bei einer Funktionsstörung sofort weitergeleitet werden (SMS) oder erfolgt automatisch eine Bewässerungsmaßnahme? Bei einem Trockenalarm ist zwischen einer plötzlichen Funktionsstörung und einem allmählichen Feuchtemangel zu unterscheiden. Um den Funktionsausfall zum Beispiel durch Verschmutzung sicher zu erkennen, sollte in jedem Fall eine druckabhängige Durchflusskontrolle erfolgen. Partielle Trockenstellen müssen mit Zusatzsensoren und gewünschten Grenzwerten detektiert werden.

Wird die Wand mit mehreren Sensoren bestückt, könnte die allgemeine Steuerung von einem Mittelwert geführt werden, allerdings dürfen die Einzelsensoren die Grenzwerte nicht überschreiten.

Ähnliche Überlegungen gelten für einen Nassalarm - zu verstehen als allmähliche Überfeuchtung der unteren Zonen. Soll die Bewässerung bis zur Abtrocknung dieser Zone gestoppt werden - das könnte andererseits Trockenstellen hervorrufen - oder muss die Bewässerungsdauer überprüft werden?

Das Steuerungs- und Überwachungskonzept einer Grünen Wand kann sehr vielfältig und komplex sein. Entscheidend ist letztlich die Aufgabenerfüllung und die praktische Handhabung.

**Nachgeschlagen in den Quellen**

Baier, Christian: Dissertation 'Thermisch-hydraulische Simulationen zur Optimierung von Vereisungsmaßnahmen im Tunnelbau unter Einfluss einer Grundwasserströmung', Seite 48, Wärmekapazität des Bodens, 19.12.2008, Technische Hochschule Aachen, URL: [http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2009/2706/pdf/Baier\\_Christian.pdf](http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2009/2706/pdf/Baier_Christian.pdf), Abruf 25.09.2012.

Peisl, Sebastian: Bewässerungsmanager, Bewässerungssteuerung, Projekt der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan, URL: <http://www.bewaesserungsmanagement.de/Bew%C3%A4sserungssteuerung/frmBewSteuerung%C3%9Cbbersicht.aspx>, Abruf 25.09.2012.

Durner, Wolfgang: Wasser- und Stofftransport von Böden, SS2010. 7. Wasserspannungsmessung, Technische Universität Braunschweig, URL: [http://www.soil.tu-bs.de/lehre/Bachelor-WaBoLu/SS2010/2010.07\\_Bodenwassersensorik.Wasserspannung.pdf](http://www.soil.tu-bs.de/lehre/Bachelor-WaBoLu/SS2010/2010.07_Bodenwassersensorik.Wasserspannung.pdf), Abruf 25.09.2012.

Metzger, Clara: Funktionalität und Ergebnisqualität des Matrixpotentialsensors MPS-1, 05.02.2110, TU Carolo-Wilhelmina Braunschweig, URL: <http://www.soil.tu-bs.de/download/downloads/Bachelorarbeiten/Metzger.2010.BA.toc-abs.pdf>, Abruf 25.09.2012.

Wikipedia, Seite „Wasserkapazität“, Bearbeitungsstand: 14. Mai 2012, 19:38 UTC. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Wasserkapazit%C3%A4t&oldid=103222639>, Abruf 25.09.2012.

Wikipedia, Seite „Permittivität“. Bearbeitungsstand: 24. August 2012, 16:44 UTC. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Permittivit%C3%A4t&oldid=107201278>, Abruf 25.09.2012.

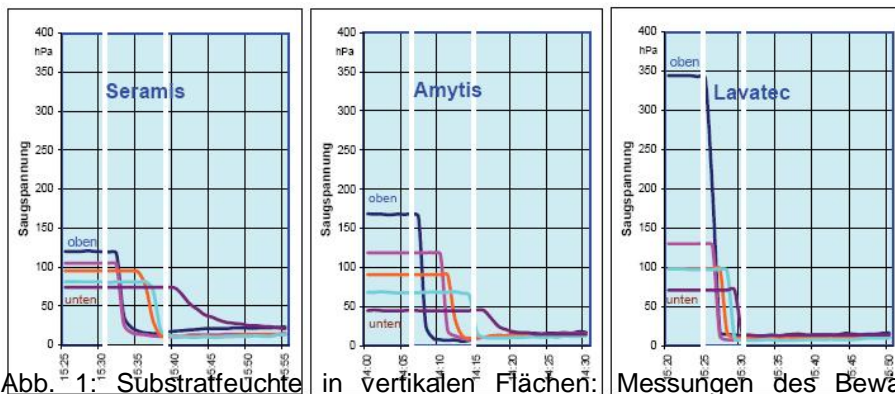


Abb. 1. Substratfeuchte in vertikalen Flächen: Messungen des Bewässerungsverlaufes bei unterschiedlichen Substraten. 'Seramis' Tongranulat in Körnung 2-4 mm (70%), >4 mm (20%), 0,5-2 mm (10%)

- 'Amytis' Bewässerungsdauer 8 min, Feuchtespreitzung ca. 50 hPa  
Mischung Blähton gebrochen (80%), Torf (10%), Cocos (10%)  
Bewässerungsdauer 7 min, Feuchtespreitzung ca. 120 hPa
- 'Lavatec' Bimsgranulat in Körnung 2-8 mm  
Bewässerungsdauer 6 min, Feuchtespreitzung ca. 270 hPa

Wandsystem 'Amytis-Modulogreen', Bewässerung mit Tropfschlauch direkt auf Substrat, Tropfmenge ca. 2,2 l/h pro Tropfer; Messung mit analogen Tensiometern im Intervall von 1 Minute, Abstand Sensor - Tropfstelle ca. 10 cm, Höhenunterschied zwischen Messstelle oben und unten 1 m.

Messungen wurden durchgeführt innerhalb von Untersuchungen zu Substraten in vertikalen Pflanzungen im Fachgebiet Zierpflanzenbau der Forschungsanstalt Geisenheim (Studienprojekt im Fachbereich Geisenheim Hochschule Rhein-Main) (Messungen Tensio-Technik)



Abb. 2: Der Sensor 'TensioMark TMA' misst als "Trockenes Tensiometer" über seine poröse Keramikfläche das sog. Matrixpotential die Bindungskräfte im Substrat



Abb. 3: Der 'Vegetronix VH400' ist ein einfacher kapazitiver Sensor der mit elektrischen Feldern hoher Frequenz den Wassergehalt im Substrat registriert und analoge Werte liefert

### **Bewässerungsstrategien (wandgebundener) Fassadenbegrünungen** **Dipl. Ing. M. eng. Reiner Götz, Präsident Fachverband für Bewässerung, Verregnung und Verdunstung e.V. (FBVV)**

Wasser sparen – Wasser verwenden – Wasser nutzen

Ziel einer Bewässerung ist es, das Pflanzenwachstum und die Pflanzengesundheit zu gewährleisten. Reicht uns das?

#### **Wasser, das als Bewässerungswasser eingesetzt wird, kann erheblich mehr Nutzen bringen, als eine Pflanze vor dem Verdursten zu retten.**

Unstrittig ist es mittlerweile, dass das „Grün“, vor allem im urbanen Bereich, nicht nur einen optischen Vorteil bietet, sondern auch die negativen Auswirkungen der hohen Bebauungsdichte und massiver Flächenversiegelung in den Metropolen abmildern kann. Vor allem in den Zentren der Städte mit dichter Bebauung sind im Mittel die Temperaturen im Bereich dieser Wärmeinseln tagsüber zwischen 0,5 und 2 Grad, nachts sogar bis zu 10 Grad höher, als in den weniger dicht besiedelten Stadtgebieten außerhalb der Stadtgrenzen. Klimaforscher prognostizieren in den kommenden Jahren eine Zunahme dieser Temperaturdifferenzen zum Umland.

In Stuttgart mit seiner Kessellage sind z.B. die Sicherung von Kaltluftschneisen und Bebauungsverbote in diesen Bereichen seit Jahrzehnten ein Thema gegen die Auswirkungen der extremen sommerlichen Hitze. Gesetzliche Vorgaben, Auflagen in den Bebauungsplänen und andere Maßnahmen sollen den Hitzekollaps vermeiden. Hierzu zählen versickerungsfähige Verkehrsflächen und Parkplätze, die optimaler Weise als begrünte Flächen ausgeführt werden, ebenso wie Straßenbäume, Dach- und Fassadenbegrünungen.

Leider werden aus ökonomischen Gründen häufig nur extensive Dachbegrünungen, „pflegeleichtes Straßenbegleitgrün“ und „stadtklimaverträgliche“ Bäume zur gut gemeinten Umfeldverbesserung eingesetzt. Sicherlich werden durch diese Maßnahmen die Auswirkungen der Klimaerwärmung etwas reduziert, jedoch könnten Pflanzungen, Dach- und Fassadenbegrünungen in Kombination mit Bewässerungsanlagen noch viel mehr zur Verbesserung des Mikroklimas in Stadträumen beitragen, wenn das Potential der Begrünung in Kombination mit Bewässerungsanlagen besser ausgenutzt würde.

Die Temperaturdifferenzen der Stadtzentren zum Umland haben ihre Ursachen neben Abwärme aus Heizungs- und Klimaanlage zu einem großen Anteil durch absorbierte Strahlung, wodurch erhöhte Oberflächentemperaturen erzeugt werden und die Wärme in Beton und anderen Baumaterialien gespeichert wird. Die gespeicherte Wärme wird nachts abgegeben, eine Abkühlung in den Nachtstunden findet nicht mehr statt.

Neben der zunehmenden Erwärmung prognostizieren die Klimaforscher auch, dass Niederschläge seltener, dafür aber häufiger als Starkregenereignisse stattfinden werden. Wasser ist der zentrale Stoff für alles Leben und dessen biologische Vorgänge, aber auch der zentrale Stoff für den Klimamotor der Erde.



### **Wasser sparen!**

Das mag für Gebiete unserer Erde gelten, die unter Wasserknappheit leiden, dies ist aber in Deutschland nicht der Fall. In unseren Breiten ist auch in den Zukunftsprognosen der Wasserhaushalt weitgehend ausgeglichen, die Verteilung wird sich verändern.

### **Bewässerungsstrategien wandgebundener Fassadenbegrünungen**

Grundsätzlich ist eine wandgebundene Fassadenbegrünung nicht ohne Zusatzbewässerung möglich.

#### **Strategie: Wasser sparen**

Ein Ansatz für die Zusatzbewässerung könnte sein, mit möglichst geringen Wassermengen die Pflanzen ausreichend mit Wasser zu versorgen. Durch reduzierte Wassergaben können Kosten für Wasser und Energie eingespart werden. Bei dieser Strategie gibt es jedoch verschiedene Punkte zu beachten.

Pflanzen bei Fassadenbegrünungen steht immer ein sehr beschränkter Wurzelraum zur Verfügung. Auch bei „erdgebundenen“ Fassadenbegrünungen sind die Standorte meist als Pflanztrug ausgebildet, eine Anbindung an kapillar aufsteigendes Wasser aus dem Untergrund ist im städtischen Umfeld eher die Ausnahme, bei wandgebundenen Systemen nicht vorhanden.

Die Wasserkapazität und das Volumen der Substrate sind beschränkt. Eine Erhöhung der Wasserkapazität oder des Volumens, um natürliche Niederschläge aufnehmen zu können, würde das Gewicht der Fassadenbegrünung erhöhen. Das Gewicht sollte bei wandgebundenen Systemen aus statischen und konstruktiven Gründen jedoch möglichst gering gehalten werden.

In der landwirtschaftlichen Produktion ist die Zusatzbewässerung ein erheblicher Kostenfaktor, weshalb Wasser als kostbares Gut effizient eingesetzt werden muss. Für die landwirtschaftliche Produktion und für Bewässerungsanlagen für Grünflächen sind Sensoren entwickelt worden, um die Zusatzbewässerung nur dann zu starten, wenn der Sensor Wasserbedarf meldet. Die einfachsten Sensoren, die häufig auch in der Gebäudetechnik verwendet werden, sind Regensensoren, die auf die natürlichen Niederschläge reagieren. Sensoren zur Bodenfeuchtemessung mit unterschiedlichen Techniken sind verfügbar, ebenso Wetterstationen, die die potentielle Verdunstung berechnen können. Allen diesen Sensoren ist unabhängig von der Wirkungsweise gemeinsam, dass an Referenzpunkten gemessen wird. Bei einer flächigen Pflanzung in der Landwirtschaft oder auf einem Sportplatz ist es sicherlich möglich geeignete Referenzpunkte für Sensoren zu finden. Bei inhomogenen Pflanzenszusammenstellungen, vor allem an vertikalen Flächen, ist dies wesentlich schwieriger. Der Wasserbedarf und die Verdunstungsleistung sind bei Verwendung verschiedener Pflanzen und bei unterschiedlichen Sonnenexpositionen sehr unterschiedlich. Bodenfeuchtsensoren werden auf einen bestimmten Wert der nutzbaren Wasserkapazität (nWk) eingestellt. In der Regel werden Werte gewählt, die bei 50-70% nFk liegen. Befinden sich die Referenzpunkte der Sensoren an Stellen, die bei



natürlichen Niederschlägen beaufschlagt werden oder an Stellen, die beschattet sind, werden trockene und sonnige Flächen unterversorgt. Messen die Sensoren an trockenen Stellen, werden Schattenlagen überversorgt. Bei Mischpflanzungen können aufgrund des beschränkten Substratvolumens unterschiedliche Bodenfeuchtigkeitswerte nahe nebeneinander liegen.

#### **Strategie: Wasser sinnvoll verwenden**

Aus ökologischen Gründen sollte als Bewässerungswasser gespeichertes Regenwasser verwendet werden. Mit der Verwendung von Regenwasser der versiegelten Flächen der Gebäude für die Fassadenbegrünungen werden mehrere positive Aspekte erreicht. Regenwasser ist für alle Pflanzen ideal und wird über die Verdunstungsleistung der Fassadenbegrünung vor Ort dem Wasserkreislauf wieder zugeführt. Die Regenwasserspeicher sollten so groß dimensioniert werden, dass 3-4 Wochen niederschlagsfreie Zeit überbrückt werden kann. Als Zusatznutzen können Kosten gespart werden, da bei Verwendung von Regenwasser für Bewässerungszwecke die angeschlossenen Flächen als abgekoppelt gelten und bei gesplitteter Abwassergebühr von den Abwassergebühren befreit sind. Eine DIN-konforme Trinkwassernachspeisung sollte eingebaut werden, damit auch bei leerem Regenwasserbehälter für die Bewässerung eine leistungsfähige Wasserquelle zur Verfügung steht. Überschusswasser der Bewässerung kann in den Regenwasserbehälter zurückgeführt werden.

#### **Strategie: Wasser optimal nutzen**

Unstrittig ist, dass Pflanzen für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse Wasser benötigen. Wandgebundene Fassadenbegrünungen benötigen für die Wasserversorgung der Pflanzen eine Bewässerung.

Die Bewässerung der Fassadenbegrünungsmodule erfolgt über speicherfähige Substrate über Tropfbewässerung oder ähnliche Methoden. Angestrebt ist dabei die ausreichende Versorgung der Pflanze mit Wasser (und Nährstoffen).

#### **Bewässerungstechnik kann mehr!**

Die Strahlungsenergie der Sonne wird in Gebieten mit ausreichendem Wasserdargebot über Verdunstung wieder abgebaut. Jeder kennt den Effekt der Verdunstungskälte, wenn leicht flüchtige Flüssigkeiten auf der Haut verdampfen. Derselbe Effekt kühlt die Umgebung, wenn durch den Übergang von flüssigem Wasser in Dampf Energie verbraucht wird. Für den Zustandswechsel bei Wasser (flüssig 100°C → Dampf 100°C) wird eine Energiemenge von 630Wh pro Liter benötigt, ohne dass sich die Temperatur des Wassers erhöht. Diese Energiemenge wird der Umgebung entzogen, wodurch die Temperatur sinkt.

Fassadenbegrünungen erzeugen wie alle Vegetationsflächen durch Evapotranspiration enorme Temperaturreduzierungen, vorausgesetzt, es steht ausreichend Wasser für die Verdunstung zur Verfügung.

In der Studie des Bundesumweltamtes „Kosten-Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland“ der Climate Change Reihe Nr. 10/2012 wird am Beispiel der Stadt Düsseldorf beschrieben, dass ein Anteil von 50% Gründachanteil mit einer Gesamtfläche von ca. 13 Mio. m<sup>2</sup> eine messbare kühlende Wirkung im lokalen Stadtklima erzeugen würde. Bei einer mittleren Evapotranspirationsrate im Sommer von 35 l/m<sup>2</sup> in der Woche könnten auf diese Weise ca. 455.000.000 Liter Wasser wieder dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden wobei 283.500.000 kWh Energie der Umgebung entzogen werden.

Da bis heute nur 3% der Dachflächen in Düsseldorf als Gründächer gebaut sind, würden Fassadenbegrünungen das Klima auf vergleichbare Weise verbessern – vorausgesetzt die Pflanzen erhalten durch eine auf die Anwendung abgestimmte Bewässerungsanlage ausreichend Wasser.

## **Pflanzenauswahl**

### **Erste Diskussionsgrundlage zur Pflanzenauswahl wandgebundener Fassadenbegrünungen im deutschsprachigen Raum Konrad Ben Köthner, Freier Landschaftsarchitekt Essen**

Zur Einführung einige Bilder zur Fassadenbegrünung.  
Europäischer Pionier für Living Walls und Vertikale Gärten: Patrick Blanc.



Zur Olympiade in London ein gepflanztes Landschaftsbild von ANS – Greenleaf : „Kunst zum Leben erwecken, wie nie zuvor“ – „Bringing art to live as never before“.

Zur Arbeit der **FBB – PG 3**, Projektgruppe Fassadenbegrünung:

Im letzten Jahr haben wir, unter der Leitung von Herrn Bahsitta ein MLV, Musterleistungsverzeichnis, beenden können. Daran haben wir zwei Jahre gearbeitet.

In diesem Jahr haben wir uns eine Pflanzenliste vorgenommen, die für den Planer und Anwender aussagekräftig und leicht zu nutzen sein soll. Die Leitung hat Herr Brandhorst übernommen, Herr Zorn ist sein Vertreter.

Zunächst wollen wir die Kriterien für die Kopfzeile der Pflanzenliste erarbeiten und optimieren.

In der Tabelle sind die Mitglieder der PG – 3 und externe Experten eingetragen, so dass diese zu den vorgeschlagenen Kriterien ihre Meinung notieren und weitere Parameter hinzufügen können.

Auch **systemabhängige Parameter** sind von größter Bedeutung.

Weiter gibt es **pflanzenphysiologische Parameter**, wie Blütenfarbe, Blühzeit, Laubfarbe, immergrün, wintergrün oder sommergrün, Wuchshöhe und Breite, starkes und schwaches Wachstum. Auch der PH-Wert ist zu beachten.

Dann die **standortspezifischen Unterschiede**, wie Klima, Höhenlage, Exposition zur Sonne und zum Wind.

Schließlich die Erfahrung mit dem **Pflegeaufwand**, wie der Schnitthäufigkeit, der Verträglichkeit von Trockenheit oder Nässe, dem Wasserbedarf, sollen bei der Pflanzenauswahl helfen.

Bei der Weitergabe per E-Mail wird die Tabelle **ergänzt** und wird **bewertet**.

Sicher sind noch **Vereinfachungen** erforderlich und **Sichtungen** der überschneidenden Parameter müssen erfolgen.

Wahrscheinlich müssen wir für die verschiedenen Systeme geeignete Artenlisten zusammenstellen, die dann auf die Standortfaktoren eingehen.

Erst wenn wir das erarbeitet haben, werden wir uns den **Pflanzenlisten** zuwenden.

Die vorläufige Pflanzenliste vom Februar 2011, die Kleingehölze, Stauden, Gräser und Farne beinhaltet ist weiterzuentwickeln.

Wir werden auch die Befragungsergebnisse des **FLL-RWA Fassadenbegrünung** berücksichtigen. Mit diesem Regelwerksausschuss arbeiten wir eng zusammen, da wir auch in diesem aktiv sind und unsere Erfahrung dort einbringen.

Wir wollen für –fast- jedes Projekt die richtigen, d.h. die geeigneten Pflanzen zusammenstellen und dem Planer und dem Anwender übersichtlich und leicht verständlich an die Hand geben.

Hierzu ist auch die Zusammenarbeit mit den Systemanbietern erforderlich.

### **Erweitertes Pflanzensortiment für bodengebundene Fassadenbegrünungen** **Dipl. Biol. Angelika Eppel-Hotz, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim**

Der Verwendung von Kletterpflanzen kommt derzeit neben der Ästhetik im Hinblick auf die Absorption von Feinstaub ein neuer Stellenwert zu. Häufig wird nur auf das Standardsortiment aus z.B. Hedera helix, Parthenocissus oder Wisteria zurückgegriffen, wenn robuste Kletterpflanzen für schwierige Standorte gesucht werden. Für viele Situationen sind diese Arten jedoch zu stark wüchsig und allein aufgrund ihres Dickenwachstums langfristig problematisch.

Als Alternativen werden zum einen unproblematische Arten vorgestellt, die sich aufgrund ihrer Robustheit in langjährigen Versuchen im Straßenraum bewährt haben. Zum anderen werden Pflanzen ausgewählt, die eher unbekannt sind, aufgrund ihres Gartenwertes jedoch öfter Verwendung finden sollten. Eine ausführlichere Beschreibung der Arten ist unter <http://www.lwg.bayern.de/landespflege/pflanzenverwendung/44976/> zu finden.

#### **Robuste Arten für schwierige Standorte**

Die nachfolgend beschriebenen Pflanzenarten überdauerten in einem Versuch der Abteilung Landespflege der LWG Veitshöchheim zur Begrünung von Lärmschutzwänden neben Parthenocissus-Arten, Fallopia aubertii, Clematis vitalba und Hedera helix länger als 15 Jahre. Nur





im ersten Jahr während der Fertigstellungspflege wurden Bewässerungs- und Düngemaßnahmen vorgenommen. Insgesamt sind diese Arten auch als problemlos zu bezeichnen, was die Auswahl der Kletterhilfen anbelangt.

#### Akebia quinata (Fingerblättrige Akebie)

Der bis zu 10 Meter hoch kletternde wuchsstarke Schlinger findet zahlreiche Einsatzbereiche im Hausgarten oder im öffentlichen Grün. Die handförmig gefingerten Blätter machen ihn zu einer attraktiven Erscheinung. Akebia quinata ist sommergrün, in milden Wintern oder im Weinbauklima kann das Laub allerdings bis in den Frühling an der Pflanze haften bleiben. Sehr hübsch, aber aufgrund ihrer geringen Größe eher unauffällig, sind die eingeschlechtlichen Blüten, die Ende April bis Mitte Mai in den Blattachsen der vorjährigen Zweige ausgebildet werden.

Die Pflanzen entwickeln sich am Anfang zögernd, bilden aber im Laufe der Zeit am Ende der Gerüste ein überhängendes Gewirr an Zweigen. Ein regelmäßiger Auslichtungsschnitt verhindert ein Verkahlen im unteren Bereich. Auch ein Totalrückschnitt im Frühjahr wird problemlos vertragen. Schon im selben Jahr erreichen die Pflanzen bereits eine Höhe über drei Meter. Ältere Pflanzen entwickeln an der Basis oft bis zu 3-4 Meter lange lichtfliehende Jungtriebe. Diese zur Bewurzelung fähigen Neutriebe sollten regelmäßig kontrolliert bzw. entfernt werden, falls sich z. B. vorgehängte Fassadenelemente in der Nähe befinden. Die einzelnen Triebe bleiben schlank, wodurch auch größere Pflanzen relativ wenig Gewicht haben. Das Wurzelsystem ist stark verzweigt mit kräftigen Hauptwurzeln.

Ein sonniger bis lichtschtiger Standort in warmer geschützter Lage auf nahrhaften, lehmigen nicht zu trockenen Böden ist ideal. Die Akebie ist jedoch allgemein anpassungsfähig und gedeiht auch noch auf sandigen Standorten. Im Schaugarten und in den Versuchsreihen der LWG zur Begrünung von Lärmschutzwänden konnte sie ihre Dauerhaftigkeit über 15 Jahre lang beweisen. Temperaturen bis -20° C werden toleriert, allerdings können Spätfröste die Blüten schädigen.

Als Schlinger verlangt Akebia quinata vertikale Kletterhilfen, wie senkrecht gespannte Seile, Stäbe oder auch Gittermatten. Die vertikalen Materialien sollten nicht dicker als 3 cm sein. Ideal sind Abstände zwischen 20 und 40 cm. Sollen die Arten flächig wachsen, müssen die Triebe in die Kletterhilfe eingeflochten werden. Sie eignen sich auch gut zur Berankung von größeren Lauben und Pergolen.

#### Periploca graeca (Orientalische Baumschlinge)

Als starkwüchsige Kletterpflanze erreicht Periploca graeca Wuchshöhen von 5 bis 15 Meter. Sie kann jungen Bäumen gefährlich werden und sie auch im wahrsten Sinne des Wortes erwürgen. Die Triebe führen einen giftigen Milchsafte. Periploca graeca besitzt sommergrüne dunkelgrün glänzende Blätter, die im Herbst fahlgelb ohne besondere Herbstfärbung abfallen. Die eher unscheinbaren, kleinen duftenden Blüten erscheinen zwischen Juni und August.

Die sehr anpassungsfähige Baumschlinge bevorzugt sonnige bis lichtschtige warme Plätze. Im Idealfall sollte der Boden nährstoffreich sowie mäßig trocken bis frisch sein. An den pH-Wert stellt die auch als Kranzschlinge bezeichnete Art kaum Ansprüche. Bevorzugt werden aber schwach saure bis alkalische Böden. Junge Pflanzen sind in den ersten Jahren für einen Winterschutz am Fuß dankbar. Im Abstand von mehreren Jahren kann ein Auslichtungsschnitt sinnvoll sein.

In der Versuchsreihe der LWG zur Begrünung von Lärmschutzwänden erwies sie sich als eine der besten und dauerhaftesten Pflanzenarten. Krankheiten oder Schädlinge sind nicht aufgetreten. Wie die Akebie benötigt auch die Baumschlinge vertikale Kletterhilfen in Form von Seilen, Stäben oder Gittermatten. Stärke und Abstände der Materialien sind ähnlich zu wählen wie bei ihr. Empfehlenswert ist es, nur einen Trieb pro Vertikalelement anzuordnen, um ein gegenseitiges Erwürgen zu verhindern. Die Baumschlinge kann am Stammfuß mit ca. 10-15 cm Durchmesser größere Dicken erreichen als die Akebie. Ein Wandabstand von ca. 15 bis 20 cm ist daher empfehlenswert.

#### Vitis amurensis (Amur-Rebe, Liebes-Rebe)

Die Amur-Rebe wird wegen ihrer guten Pilz-Resistenz (z. B. gegen Echten und Falschen Mehltau) sowie ihrer extremen Winterfestigkeit bei der Unterlagenzüchtung oft als Kreuzungspartner verwendet. Im Schnitt klettert sie bis 6 m hoch, es können aber auch bis zu 15 m erreicht werden.

Sie besitzt bis zu 25 cm große, gesägte Blätter, die sich an sonnigem Standort im Herbst prächtig rot bis purpurrot färben können. Die Blüten werden zwischen Juni und Juli ausgebildet. Die etwa 1 cm kleinen schwarzen Weintrauben sind essbar.

Vitis amurensis ist extrem anpassungsfähig. So werden trockene bis frische, sandig lehmige aber auch tonige Böden toleriert, tiefgründige gut durchlässige und mäßig nährstoffreiche Lehmböden jedoch bevorzugt. Am besten wächst die Amur-Rebe in warmen sonnigen bis halbschattigen Lagen bei kalkhaltigem Boden. Temperaturen bis -40°C werden vertragen.



Als Spross-Ranker benötigt sie eine geeignete horizontale Kletterhilfe, an der die Triebe mit manueller Hilfe solange, bis die beabsichtigte Begrünung erreicht ist, an diesen entlanggeführt werden. Bleiben sich dagegen die Pflanzen selbst überlassen, werden gitterartige Strukturen empfohlen. Der ideale Durchmesser der Rankhilfe wird mit 1,4 cm und der Abstand der Einzelelemente, ermittelt aus dem artheiligen Rankenabstand, mit ca. 10 cm angegeben. Die Amur-Rebe ist auch hervorragend für die Begrünung einer Pergola geeignet.

#### **Weniger bekannte Arten oder Sorten, die häufiger verwendet werden sollten**

Für das Klima im Straßenraum nicht geeignet, aber eine Bereicherung für unsere Gärten sind folgende Kletterpflanzen:

##### Clematis x triternata 'Rubromarginata' (Mandel-Waldrebe)

Diese 1883 in England gezüchtete Sorte gilt als eine der besten Waldreben überhaupt und wurde dort mit dem „Award of Garden Merit“ ausgezeichnet. Von Juli bis September erscheinen unermüdlich unzählige, kleine weiße Blüten mit violettrottem Saum, die der Pflanze ein wasserfallartiges Flair verleihen. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch einen bezaubernden, an Waldmeister erinnernden Duft aus. Sie klettert bis in 3,5 m Höhe und stellt keine besonderen Ansprüche an den Standort. Wie alle Clematis bevorzugt sie einen humosen, durchlässigen, nährstoffreichen, frisch bis feuchten Standort an einem sonnigen bis halbschattigen Platz. Dauerschatten sollte vermieden werden. Ein jährlicher kräftiger Rückschnitt im November oder Dezember ist anzuraten. Wie die meisten robusten Wildarten wird sie eher selten von der gefürchteten Clematiswelke befallen.

Als Blattstiel-Ranker benötigt die Clematis filigranere Kletterhilfen, die sowohl horizontal als auch vertikal angeordnet sein sollten. Sie lässt sich problemlos in Bäume leiten oder eignet sich zur Zaunbegrünung. Der Idealdurchmesser der Rankhilfe wird mit 0,4 cm und der Abstand der Einzelelemente, ermittelt aus den Blattstiellängen und -abständen mit ca. 10 cm angegeben. Nicht vergessen werden sollen an der Stelle die Stauden-Clematis, die z. B. mit Clematis x jouniana 'Praecox' eine wertvolle Sorte zum Überhang und als Bodendecker stellt.

##### Lonicera japonica (Japanisches Geißblatt)

Das Japanische Geißblatt ist eine alte, robuste Gartenpflanze. Der starkwüchsige Schlinger erreicht Wuchshöhen zwischen 4 und 6 Metern, gelegentlich auch 10 Meter. Die Triebe werden auch am Boden ausgebreitet und können schwachwüchsigen Partnern ins Gehege kommen. Die intensiv duftenden Blüten werden von Juni bis September ausgebildet und machen das Geißblatt zu einem wertvollen Sommerblüher. Das Laub ist oft auch im Winter noch grün. Als Waldpflanze benötigt die Art eher einen licht- bis halbschattigen Platz und einen frisch bis feuchten Boden. Im Hinblick auf den pH-Wert ist sie anpassungsfähig. In den meisten Regionen ist sie ausreichend winterhart und hält Temperaturen zwischen -18 und -20°C stand.

Lonicera japonica ist in mehreren Sorten im Handel, die nicht nur als Kletterpflanzen sondern auch zur Flächenbegrünung eingesetzt werden. Die interessanteste ist sicherlich die Sorte 'Aureoreticulata', bei der die Blätter eine auffallend helle bis zitronengelbe Nervatur aufweisen. Bei den Sorten 'Hall's Prolific' oder bei 'Halliana' handelt es sich möglicherweise um die ursprüngliche Art. 'Halliana' wurde in England mit dem „Award of Garden Merit“ ausgezeichnet. Die 3 bis 5 Meter hoch werdende Sorte bildet aus überhängenden Zweigen einen dichten mattenförmigen Vorhang. Sie zielt den ganzen Sommer über mit weißen, im Verblühen hellgelben Blüten. Vermutlich ist 'Hall's Prolific' eine Auslese aus 'Halliana', die bereits als einjährige Jungpflanze deutlich reicher blüht. Als Schlinger bevorzugt das japanische Geißblatt vertikale Kletterhilfen von ähnlicher Stärke wie bei Akebia quinata.

##### Menispermum in Arten (Mondsamen)

Wem Lonicera japonica zu starkwüchsig ist, findet mit dem Amerikanischen oder Asiatischen Mondsamen eine gute Alternative. Die aus Nordamerika stammende Art ist Menispermum canadense und die ostasiatische Art Menispermum dauricum. Beide Arten sind in Deutschland noch wenig bekannt.; die Art Menispermum canadense ist besser zu beschaffen. Beide Arten bilden dünne, windende Triebe mit dekorativem, großem, herzförmigem, hell blau-grünem Laub und lose Trauben mit dunkel blau-schwarzen nicht essbaren Beeren im Herbst. Bei der asiatischen Art sind die Blätter etwas kleiner. Die Blüte beider Mondsamen-Arten wird zwischen Mai und Juli gebildet, ist aber eher unscheinbar.

Beide Arten sind zweihäusige Schlingpflanzen. Sie werden im Allgemeinen nicht höher als 3-4 m und sind in jedem humosen nicht zu trockenen Boden an einem halbschattigen bis sonnigen Standort einfach zu kultivieren. Die Winterhärte wird mit -25°C angegeben. Im Veitshöchheimer Schaugarten erwies sich Menispermum dauricum bisher als sehr robust und dauerhaft.

Der Mondsamer ist eine starkwüchsige aber dünntriebige, also leichte Kletterpflanze und ist auch für schwach gebaute Kletterhilfen gut geeignet. Hierfür eignen sich primär vertikal orientierte Rechteckstrukturen mit horizontalem Abstand zwischen 20 und 40 cm. Dieses relativ breite Maß ergibt sich aus der Blattstellung, die trotz dem eher „zarten“ Wuchs an lichten Kletterhilfen eine gute Flächenüberdeckung verspricht.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Foto 1: *Akebia quinata* ist ein starkwüchsiger, aber leichter Schlinger.

Foto 2: Mit dem Laubaustrieb werden die weiblichen und männlichen Blüten an getrennten Blütenständen ausgebildet.

Foto 3: Die orientalische Baumschlinge *Periploca* ist ein unproblematischer und im Straßenraum robuster Schlinger.



Foto 4



Foto 5



Foto 6

Foto 4: *Periploca gaeca* und *Vitis amurensis*, ein gutes Team an der Lärmschutzwand.

Foto 5: *Periploca gaeca* weist eine unspektakuläre, in Kombination mit *Parthenocissus* jedoch durchaus ansehnliche Herbstfärbung auf.

Foto 6: *Vitis amurensis* hat sich in einem Langzeitversuch an der Lärmschutzwand hervorragend bewährt.



Foto 7



Foto 8



Foto 9

Foto 7: *Clematis triternata* 'Rubromarginata' zeichnet sich durch dezenten Duft und überreiche Blütenfülle aus.

Foto 8: Klein aber oho, die duftenden Blüten von *Clematis triternata* 'Rubromarginata'.

Foto9: *Clematis x jouiniana* 'Praecox' eignet sich als nicht kletternde Staudencllematis gut zum Überhang.



Foto 10



Foto 11

Foto 10: *Lonicera japonica* 'Halliana' , ein wintergrüner Schlinger für absonnige Standorte.

Foto 11: Die angenehm duftenden Blüten des japanischen Geißblattes werden im Sommer ausgebildet.



Foto 12



Foto 13

Foto 12: Der asiatische Mondsame ist ein nahezu unbekannter Schlinger für kleinflächige Begrünungen

Foto13: Die amerikanische Art Menispermum canadense besitzt größeres Laub.

### Literatur

Althaus, C. (1987): Fassadenbegrünung.

Bärthels, A. (1999): Clematis Kletterpflanzen für jeden Garten. 128 S.

Bärtels, A. (2005): Asiatische Kletterpflanzen. DeGa 22/2005, S. 36 f.

Bärtels, A. (2005): Immer- und wintergrüne Geißblatt-Arten. Gartenpraxis 11/2005, S. 15-18.

FLL-Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen. 2000, 54 S.

Roloff, A. und Bärtels, A. (2006): Flora der Gehölze. 844 S.

Warda, H.-D. 1998: Das große Buch der Garten- und Landschaftsgehölze. 864 S.

### Beiträge aus dem Internet

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

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
[www.fassadengruen.de/](http://www.fassadengruen.de/)  
[www.biotekt.de](http://www.biotekt.de)

## Pressekonferenz

**Machbarkeitsstudie Begrünung Lärmschutzwand Palmengarten Frankfurt a.M.  
Dr. Matthias Jenny, Direktor Palmengarten Frankfurt a.M.**

**Machbarkeitsstudie „Vertikaler Garten im Palmengarten“  
unterstützt durch die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)**

Der Palmengarten hat Dr. Gunter Mann, den Präsidenten der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) damit beauftragt, die Rahmenbedingungen einer Machbarkeitsstudie aufzustellen. Die Vorschläge wurden zwischen FBB und Palmengarten abgestimmt und in den Reihen der FBB-Mitglieder ausgeschrieben.

**Objekt Lärmschutzwand Palmengarten Frankfurt am Main**

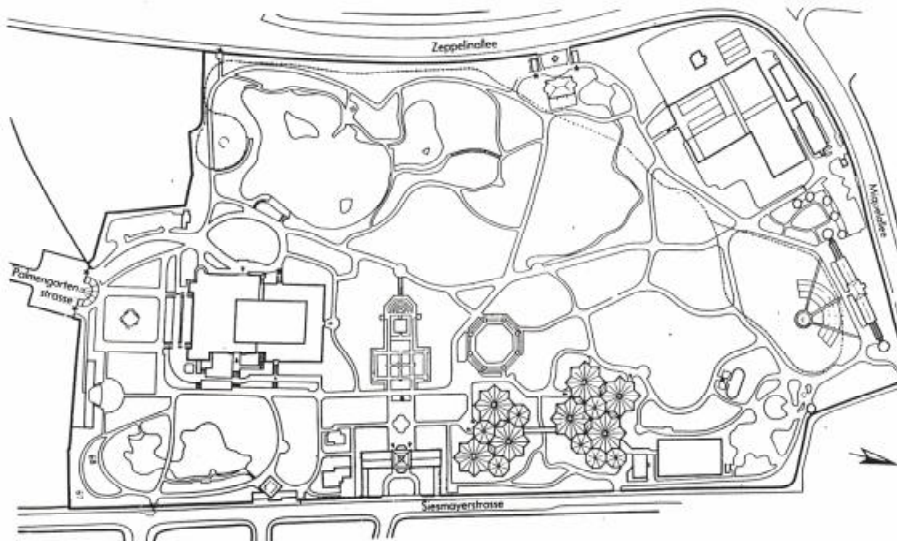


Abb. 1: Lageplan Palmengarten Frankfurt a.M.





Abb. 2: Lärmschutzwand, die ab 2013 begrünt werden soll

### **Bedenken**

Größtes Risiko aus Sicht des Biologen: Lange Frostperioden und die damit eingehende Sorge um das Durchhaltevermögen der Vegetation an der Wand.

### **Mögliche Vorteile der begrüntem Lärmschutzwand**

- Lärminderung für den Palmengarten (Wand 3-5 Meter hoch in Wellen)
- CO<sub>2</sub> -Assimilation während der Zeit des Hauptausstoßes durch Verkehr
- Feinstaubbindung
- Verbesserung des realen und gefühlten Stadtklimas

### **Ziel der Machbarkeitsstudie**

Mit der Machbarkeitsstudie sollen die wandgebundenen Fassadenbegrünungssysteme ermittelt werden, die am besten für die klimatischen Bedingungen am Standort „Palmengarten Frankfurt“ geeignet sind. Neben der Winter- und Sommerhärte der Systeme spielen auch die Kosten für Herstellung, Pflege und Wartung eine wichtige Rolle.

### **Übergabe**

Am 15.05.2013 übergibt ein Firmenvertreter die Versuchsfläche einschließlich einer schriftlichen Pflege- und Wartungsanleitung dem Fachpersonal des Palmengartens. Es erfolgt eine mündliche Einweisung vor Ort.

Die Versuchsfläche muss gleichmäßig begrünt und die ausgeschriebenen Arten fest und nicht abnehmbar eingewurzelt sein.

Die Anlage wird einschließlich installiertem Bewässerungssystem und System-Rahmen (als Randabschluss der Versuchsfläche) übergeben.

Die Firma darf ab dem 15.05.2013 nicht mehr selbst in ihre Wand eingreifen.

### **Pflege und Wartung**

Die Pflege und Wartung vor dem Übergabetermin obliegt den Firmen auf eigene Verantwortung. Nach der Übergabe übernimmt das Fachpersonal des Palmengartens die Pflege aller Versuchsflächen. Die Firmen stellen dazu eine Pflege- und Wartungsanleitung zur Verfügung, einschließlich einer Schätzung der notwendigen Pflege- und Wartungs-Stunden über den Versuchszeitraum

### **Wissenschaftliche Begleitung**

Das Projekt wird über den einjährigen Zeitraum wissenschaftlich in Form von Studien- und Diplomarbeiten der Hochschule Wiesbaden/Geißenheim unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Stephan Roth-Kleyer begleitet.

Dabei sind folgende Arbeiten in regelmäßigen Abständen vorgesehen: Vegetationsaufnahmen, Erfassung/Ermittlung des Deckungsgrads, Erfassung der Vitalität der Pflanzen, Zusammenfassung des Pflegeaufwands.

Die Dokumentation des Pflegeaufwands erfolgt durch das Pflegepersonals des Palmengartens.

### **Prüfungskommission**

Der Prüfungskommission gehören die Herren Prof. Dr. Mehdi Mahabadi, Prof. Dr.-Ing. Stephan Roth-Kleyer, Konrad Ben Köthner und Bernd W. Krupka an.

Sie geben eine Empfehlung im Sinne der Zielsetzung der Machbarkeitsstudie ab.

### **Teilnahmebedingungen**

Zugelassene Teilnehmer-Gruppe: Mitglieder der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) und Patrick Blanc.

Es sind nur wandgebundene Fassadenbegrünungssysteme ohne Bodenanschluss zugelassen. Das Begrünungssystem muss schon auf dem Markt erhältlich sein. Das Begrünungssystem muss auch ein automatisches Bewässerungssystem und Randabschlüsse beinhalten.

Die Firmen haben zur Abgabe ihrer Bewerbung eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der sie ihr Unternehmen kurz beschreiben, ihr System einschließlich Kostenrichtwert (bezogen auf 500 m<sup>2</sup> Lärmschutzwand Palmengarten Frankfurt) vorstellen, Referenzen nachweisen und ihre Lieferfähigkeit bestätigen.

### Teilnehmende Firmen der Machbarkeitsstudie

- Optigrün international AG, Deutschland
- Vertiko GmbH, Deutschland
- Schadenberg combi, Niederlande
- Humko, Slowenien
- 90 Degreeen, Österreich

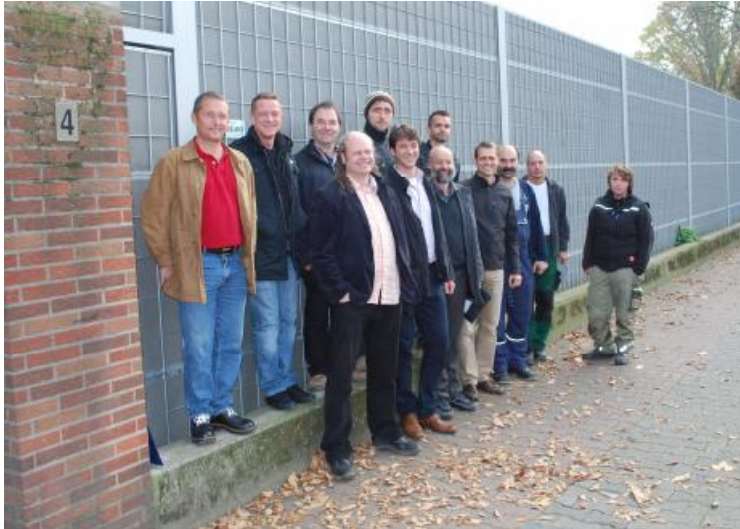


Abb. 3: Gruppenfoto der beteiligten Firmen und Vertreter des Palmengartens

### Zeitplan

bis zum 20. Juli 2012	Information an alle FBB-Mitglieder und Aufforderung zur Teilnahme
30. Juli 2012	Vor-Ort-Termin mit interessierten FBB-Mitgliedern
10. August 2012	Abgabe der verbindlichen Bewerbungen
15. August 2012	Prüfung der Bewerbungen auf Eignung. Beauftragung oder Absage
24. Oktober 2012	Pressekonferenz im Rahmen des 5. FBB-Fassadensymposiums 2012
ca. ab 15. März 2013	Aufbau der begrünten Versuchswände
ca. 15. Mai 2013	Übergabe der begrünten Versuchswände an das Fachpersonal des Palmengartens zur weiteren Pflege und Wartung.
ca. 15. Mai 2014	Endabnahme der begrünten Versuchswände
ca. 30. Mai 2014	Pressekonferenz. Vorstellung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie. Bekanntgabe des am besten geeigneten Systems

### Stand

24.10.2012. Änderungen im Projektverlauf möglich.



## Besondere Begrünungsformen an Wänden, Fassaden und Konstruktionen

### Mooswände: Aufbau und Funktionsweise

**Stefan Brandhorst, Vertiko GmbH, Kirchzarten**

**Michael Siemsen, Siemsen & Lasak Vegetationssysteme GbR, Delmenhorst**

#### Moosmatten und Eigenschaften von Moosen

Eine wesentliche Komponente des Systems „Vertiko“ ist die vorkultivierte Moosmatte. Sie besteht aus einem Wasserspeichervlies und einem dreidimensionalen Wirrgewebe als Vegetationsträger, auf dem Moose wachsen. Moosmatten sind reißfest und verrottungsstabil und daher auch für eine vertikale Verwendung geeignet. Die Wasserhaltefähigkeit der Matten ist jedoch in der Vertikalen begrenzt.

Warum sind Moose für die Vertikalbegrünung geeignet?

1. Sie haben ein begrenztes Höhenwachstum
2. Rasenbildende Arten eignen sich für geschlossene Pflanzendecken
3. Viele Moose sind ausdauernd
4. Moose sind immergrün
5. Moose besiedeln vertikale Flächen: Bäume, Felsen, Mauern
6. Moose nehmen Nährstoffe aus Wasser und Luft über die gesamte Pflanzenoberfläche auf
7. Viele Moose ertragen Austrocknung und sind daher unproblematisch bei Bewässerungsausfällen

Vom Flachland der Meeresküsten bis zu den höchsten Bergen, von feuchten Lebensräumen - etwa in Mooren, Bächen und Seen - bis zu trockenen Wüstenregionen: überall kommen Moose vor. Einige Arten wachsen auf Bäumen und an Felsen und auch an künstlichen vertikalen Flächen wie Mauern.

Moose sind kleine Pflanzen. Sie sind im Konkurrenzkampf höheren Pflanzen oft unterlegen und weichen daher auf extreme Lebensräume aus wie z.B. vertikale, schattige oder trockene Standorte. Diese Anpassung kann man für die Vertikalbegrünung nutzen.

Moose sind wechselfeuchte Pflanzen; sie können ihren Wasserhaushalt nur begrenzt regulieren. Das Blatt vieler Moose besteht im Gegensatz zur Blattspreite der Gefäßpflanzen aus einer Zellschicht. Dadurch haben die Pflanzen eine extrem hohe Oberfläche im Verhältnis zum Gewebe. Eine Kutikula fehlt meistens. So ist ein beidseitiger Gasaustausch möglich.

Durch Haftorgane - sogenannte Rhizoide - können sich die Moose auf verschiedenen Untergründen festhalten.

Für die vertikale Anwendung von Moosmatten sind ekto-hydrische Xerophyten am besten geeignet. Xerophytische Moose ertragen längere Austrocknung. Diese Moose besitzen keinen absoluten Welkepunkt wie die Gefäßpflanzen. Ekto-hydrische Arten leiten das Wasser an der Pflanzenoberfläche. Aber auch für xerophytische Moose sind Zeiten mit hoher Luftfeuchtigkeit wichtig.

Aufgrund ihrer Quelleigenschaften und einer sehr großen Oberfläche mit besonderen morphologischen Anpassungen (Ausstülpungen der Zellwände, Anordnung der Blättchen) können Moose Wasser gut speichern. Zudem sind sie an nährstoffarme Bedingungen angepasst.

Die Nährstoffaufnahme erfolgt über in der Luft und im Regen gelöste Nährstoffe. Feinstaub stellt daher eine natürliche Quelle für die Ernährung dar. Feinstaub wird zu einem erheblichen Teil verstoffwechselt, wobei vermutlich auch organische Bestandteile aufgrund einer Symbiose mit Bakterien verfügbar werden. Nicht verwertbare Partikel werden festgehalten. Das macht Moose zu einem natürlichen Luftfilter.

#### Aufbau Vertikalbegrünung mit Moosmatten (System Vertiko)

Das Vlies der Moosmatten trocknet in der Vertikalen schnell aus. Deshalb ist eine Bewässerung notwendig.

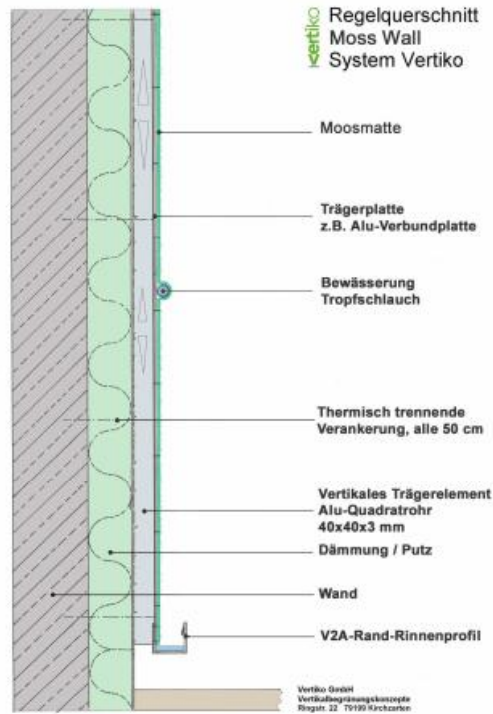
Die Moosmatten werden auf eine Alu-Verbund-Platte geklebt, getackert oder geschraubt. Die Platte verhindert ein Austrocknen des Vlieses durch Wind.

Die Bewässerung erfolgt wahlweise

- 2) über 16 mm Tropfrohren zwischen der Matte und der Platte: Das Wasser befeuchtet die Matte von hinten. Das Wasser wird durch das Vlies zur Vorderseite geleitet und verdunstet dort. Dadurch erhöht sich die Luftfeuchte zwischen den Moosen. Diese Bewässerungstechnik ist einfach und wartungsfrei und braucht nur 1,5 bis 3 bar Druck.



- 3) mit Fogger-Düsen: Der Aufbau ist der gleiche wie oben. Die Nebeldüsen werden mit Adaptern in einen 16 mm Schlauch eingesteckt. Die Moosmatte muss dafür durchbohrt werden. Es werden 3 bis 6 bar Druck für einfache, kostengünstige Kunststoff-Sprühnebeldüsen benötigt. Durch die Feinverteilung werden die Moose optimal mit Wasser versorgt. Dem hervorragenden optischen Ergebnis, das durch die Düsen erzielt werden können, steht ein höherer technischer Aufwand, ein höherer Wasserverbrauch aufgrund der Verluste durch Abdrift und ein höherer Wartungsaufwand entgegen.



Als optimal hat sich eine Bewässerung von 8-10 Gängen pro Tag über 1 Minute lang erwiesen. Längere Bewässerungszeiten sind nicht notwendig. Zur Vermeidung von Schäden an den Moospflanzen wird die Bewässerung bei Temperaturen über 24°C eingestellt. Grundsätzlich darf nur weiches Wasser verwendet werden. Hartes Wasser schadet den Moosen. In der kalten Jahreszeit kann die Bewässerung abgeschaltet werden, da dann die Luftfeuchtigkeit vollkommen ausreicht, die Moose zu versorgen. Durch das Abschalten der Bewässerung bei Temperaturen über 24°C trocknen die Moose und werden braun. Sie gehen in eine Art Scheintot (Dormanz) über. Diese Ruhephasen sind für die verwendeten Moose vorteilhaft. Bei erneuter Befeuchtung werden sie wieder aktiv und unterschiedlich schnell wieder grün.

Daher leisten die Moose nur während der Feuchtphasen einen Beitrag zur Gebäudekühlung. Ihre anderen Eigenschaften machen sie jedoch zu einem hochwertigen Bauwerksbegrüner:

- 1) Zur Nahrungsaufnahme aus Luft und Regen wird Feinstaub gebunden.
- 2) Die große Wasserspeicherkapazität der Moose bewirkt einen hohen Wasserrückhalt und verzögert den Wasserabfluss.
- 3) Das hohe Lärmsminderungspotential von Moosmatten ist der Kombination von Moos und Vlies zuzuschreiben (Köhler 2012).
- 4) Temperaturminderung und Luftbefeuchtung durch Verdunstung wird auch von Moosen geleistet.

#### Ausblick und aktuelle Entwicklung

Die Firma Vertiko hat in Zusammenarbeit mit dem Photovoltaik-Physiker Hansjörg Gabler ein autarkes System zur Feinstaub- und Lärmreduktion, zur Temperaturminderung und Luftbefeuchtung entwickelt. Dieses System kann an Bauwerken oder als Lärmschutzwand an stark befahrenen Straßen eingesetzt werden:

Für die Bewässerung wird Regenwasser von Dach- und Parkplatzflächen in einer Zisterne gesammelt. Von dort aus wird es in die Mooswand gepumpt. Die 12 V Hochdruckpumpe wird über Photovoltaikmodule und Batteriespeicher betrieben. Die Taktung der Bewässerungsintervalle erfolgt mit einer Zeitschaltuhr oder einer einfachen Bewässerungssteuerung. Die ganze Versorgungstechnik (ohne Zisterne) kostet inkl. Einbau etwa 1.800,00 €. Damit können bis zu 200 m<sup>2</sup> Lärmschutzwand versorgt werden. Genaue Berechnungen und Planungen werden auf Anfrage gerne übernommen.

Das Überschusswasser der Mooswand wird mittels Wasserrinnen gesammelt und wieder zurückgeführt. Damit ist eine optimale Regenwassernutzung gegeben. Anstatt das Wasser in die Kanalisation abzuführen, wird es über die Pflanzen an die Luft abgegeben.

Neben den schon erwähnten stadtoökologischen Vorteilen, bieten Mooswände auch einen ästhetischen Anblick. Da sich das System problemlos auch auf beispielsweise Betonwände montieren lässt, können damit auch technische Bauwerke, etwa Tunnelleinfahrten, Park- oder Trafohäuser platzsparend eingekleidet werden.

Weitere gestalterische Möglichkeiten sind in Kombination mit Gefäßpflanzen gegeben. Richtig eingesetzt, ermöglichen Gefäßpflanzen und Moose ganzjährig grüne Ansichten.





## **Algen-Fassaden zur Energieerzeugung** **Dipl. Ing. Cornelius Schneider, Arup Deutschland GmbH**

**Autoren: Jan Wurm, Cornelius Schneider**

Photobioreaktoren (PBR) sind geschlossene, lichtdurchlässige mit einem Kulturmedium gefüllte Hohlkörper, die kontrollierte Bedingungen für die bio-chemischen Prozesse der Photosynthese schaffen. Durch die Umwandlung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Licht wird Biomasse aufgebaut. Seit 2009 arbeitet ein von der Forschungsinitiative „ZukunftBau“ unterstütztes Entwicklungskonsortium von COLT International, SSC und ARUP Deutschland an einem Fassadensystem, das erstmals Photobioreaktoren als außenliegendes Sonnenschutzsystem nutzt. Durch Bioreaktorfassaden ergibt sich der folgende Mehrwert:

- Die Bioreaktoren ermöglichen je nach Algenkonzentration einen veränderlichen und anpassungsfähigen Sonnenschutz
- Über die erzeugte Biomasse wird CO<sub>2</sub> gespeichert, die Biomasse kann in Methan (Biogas) umgewandelt werden
- Wie bei einem Solarkollektor wird Wärme gewonnen, die für das Gebäude nutzbar gemacht werden kann

### **Hintergrund**

Biomasse ist „gespeicherte Sonnenenergie“ und besitzt als Brennstoff den großen Vorteil der nahezu verlustfreien Speicherung. Die Bioenergie stellt mit einem Anteil von 8% den größten Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtendenergieverbrauch; sie stellen in Deutschland nach der Windenergie inzwischen die zweitwichtigste Energiequelle im Strombereich dar. Biomasse liegt in fester Form (z. B. Brennholz, Holzpellets), flüssiger Form (z. B. Biodiesel) oder gasförmig (Biogas) vor und ist sehr flexibel im Bereich Stromerzeugung, Wärmebereitstellung und Kraftstoffherstellung einsetzbar. Die energetische Verwertung von Biomasse ist CO<sub>2</sub>-neutral, da bei der Verbrennung der Anteil von Kohlendioxid an die Atmosphäre abgegeben wird, der beim Aufbau der Biomasse zuvor absorbiert worden war.

Im Gegensatz zum Anbau von Energiepflanzen wie Mais erfolgt bei der Zucht von Mikroalgen in Bioreaktoren keine zusätzliche Landnahme, die in Konkurrenz zu der Kultivierung von Nahrungspflanzen stehen würde und es besteht keine Abhängigkeit von Witterungseinflüssen und intensiver Bewirtschaftung.

PBR können auch dort installiert werden können, wo es sonst zu trocken oder karg ist – also mitten in der Großstadt. Das Team SPLITTERWERK gewann 2010 einen ersten Preis im Realisierungswettbewerb für ein Smart Material House auf der IBA Hamburg in 2013. Besonderes Merkmal ist die in Zusammenarbeit mit ARUP konzipierte und geplante Bioreaktorfassade von über 200 m<sup>2</sup>, die erstmals einen konkreten Ansatz für die Nutzung photosynthetischer Prozesse zur Energiegewinnung im urbanen Kontext formuliert (Abbildung 1).

Das Projekt befindet sich unter dem Namen „BIQ“ in der Realisierungsphase, getragen wird es von den Investoren Otto Wulff Bauunternehmung GmbH und Strategic Science Consult (SSC) GmbH. Bereits kurz nach Wettbewerbsbeginn hatten sich die Firmen COLT International mit SSC und ARUP Deutschland zusammengetan, um das Konzept als Produkt zu entwickeln. In dem Konsortium übernimmt ARUP neben der Projektkoordination und Konzeption das Engineering, SSC die Verfahrenstechnik und Prozessführung und COLT Design und System- und Komponentenfertigung. Das Forschungsprojekt wird von Mitteln der Forschungsinitiative „ZukunftBau“ des Bundes unterstützt.

### **Bioreaktoren zur Energiegewinnung**

Bislang stand der relativ hohe bautechnische Aufwand für die Fassadenintegration von sogenannten Röhrenkollektoren dem energetischen Nutzen entgegen. Durch die Entwicklung und Erprobung von Plattenbioreaktoren konnte jedoch in den letzten Jahren ein Durchbruch mit Bezug auf die wirtschaftliche Zucht und Verwertung von Mikroalgen erzielt werden.

Der im Rahmen des Pilotprojektes TERM von der Firma SSC in Hamburg entwickelte Konvektionsreaktor ermöglicht unter den klimatischen Bedingungen Nordeuropas einen Freiland-Ganzjahresbetrieb und erzielt dabei wesentlich höhere Produktionsraten als andere Reaktorsysteme. Der Wirkungsgrad in Bezug auf die Umwandlung der Sonnenenergie in Biomasse entspricht ca. 8%. Eine automatisierte Prozess- und Anlagenführung ist die Voraussetzung für eine kontinuierliche Kultivierung mit geringem Unterhaltsaufwand.



Periodisch an der Unterkante des Reaktors eingeleitete Druckluft führt in dem Reaktor zu Turbulenzen, die zu einer verstärkten Durchmischung des Kulturmediums mit dem kontinuierlich zugeführten Rauchgas (CO<sub>2</sub>) und einer optimalen Versorgung der Algen mit Licht führen. Für diese Entwicklung des Flachpanel-Uplift-Photobioreaktor hält SSC ein europäisches Patent.<sup>1</sup> Die hohen Strömungsgeschwindigkeiten an den Innenflächen des Bioreaktors unterbinden dabei die Anlagerung von Algen und Biofäule.

### **Fassadenintegration**

Für eine optimale Beleuchtung werden die Reaktoren an der Außenseite des Gebäudes als Fassadenelemente angebracht. Sinnvoll sind Orientierungen von Südwest bis Südost. Eine übergeordnete Bedeutung kommt dem Trägersystem zu, mit dem die PBR an der Fassade befestigt, ausgerichtet und gegebenenfalls nachgeführt werden können. Im Winter führt eine vertikale Stellung der Reaktoren aufgrund des niedrigen Einstrahlungswinkels der Sonne zu einer vorteilhaften Ausrichtung. Zudem kann in geschlossener Stellung ein Luft- oder Pufferraum zwischen PBR und thermischer Hülle zur Reduzierung der Wärmeverluste beitragen. Im Sommer führt dagegen im Süden ein Verdrehen des PBR um 30 Grad aus der Fassadenebene zu einer Steigerung der Gewinne. Die für eine Mikroalgenkultivierung an Gebäuden notwendige Technologie ist in

Abbildung 2 zusammengefasst.

Eine geschosshohe vertikale Sonnenschutzlamelle integriert einen Photobioreaktor (Abbildung 3 und Abbildung 4). Die Lamelle ist drehbar auf horizontalen Lastsammlern gelagert, die geschosswise an das Primärtragwerk des Gebäudes angeschlossen sind.

Der PBR-Körper ist ähnlich einer Mehrfachverglasung aufgebaut in dessen Hohlraum sich statt eines Gases ein wässriges Medium befindet. Im Medium werden Mikroalgen unter Sonneneinstrahlung zum Aufbau von Biomasse durch Zellteilung angeregt. Gleichzeitig dient das Medium als Kollektor zur Aufnahme von solarthermischer Wärme. Der spezielle Aufbau der Mehrfachverglasung ermöglicht bei minimalen Wärmeverlusten maximale Lichterträge (

Abbildung 5 und

Abbildung 6). Die PBR-Körper sind untereinander und mit der Energiezentrale des Gebäudes durch ein geschlossenes Kreislaufsystem verbunden.

Durch Zirkulation des Mediums können überschüssige Biomasse und Wärme zentral in der Energiezentrale entnommen werden und entweder gespeichert oder direkt für das Gebäude nutzbar gemacht werden (

Abbildung 2).

### **Energiegewinnung**

Die beim Wachstum der Algen entstehende Biomasse wird über einen Algenabscheider geerntet.

Eine automatisierte Prozess- und Anlagenführung ermöglicht bei minimalem Unterhaltsaufwand die kontinuierliche Kultivierung und Verwertung der Algen am Gebäudestandort. Der Energieträger Algen-Biomasse kann nach dem Ernten in geeigneten Behältern verlustfrei gelagert werden. Alternativ kann ein Transport zu einer externen Nutzung erfolgen, falls der Bedarf im Gebäude bereits gedeckt ist.

Eine kontinuierliche Versorgung der Algen mit notwendigen Nährstoffen und CO<sub>2</sub> erfolgt durch zentrale Zu-Dosierung im Technikraum. Die Nährstoffe werden in flüssiger Form direkt in den Mediumkreislauf eingespeist. CO<sub>2</sub> wird als gebäudeeigenes Rauchgas oder über externe Quellen zur Verfügung gestellt.

Die benötigte zusätzliche Haustechnik kann als „plug-in“ in standardisierte Haustechniklösungen integriert werden. Die Wasserversorgung und -entsorgung der Bioreaktoren erfolgt über das städtische Frisch- und Abwassersystem.

<sup>1</sup> Patentschrift EP 228432



Die in der Biomasse enthaltene Energie kann durch die biologische oder physikalisch chemische Konversion mit einer Effizienz von etwa 70-80 % vor Ort zu Biogas umgewandelt werden. Der gasförmige Brennstoff kann verschiedenen Verwertungswegen zugeführt (Einspeisung ins öffentliche Erdgasnetz, Betanken von Erdgas-Autos, Nutzung in Blockheizkraftwerken) oder nahezu verlustfrei gespeichert werden.

Im Jahresmittel produziert ein Quadratmeter Reaktorfläche bis zu 15 g Trockenmasse (TS) pro Quadratmeter und Tag, was 2,7 m<sup>3</sup> Methan entspricht. Bei einem Brennwert von 10,6 kWh pro Kubikmeter Methan kann ein Bruttoenergiegewinn von ca. 30 kWh/m<sup>2</sup>a verbucht werden.

### **Wärme**

Über den Lichteinfall heizen sich die Reaktoren tagsüber zusätzlich auf, ihre Funktionsweise entspricht solarthermischen Absorbern. Der Kreislauf wird über die Haustechnik geführt, wo an zentraler Stelle Biomasse und Wärme entnommen werden kann; die gewonnene Energie wird von der Energiemanagementzentrale gespeichert bzw. verteilt.

Im Haustechnikraum wird die Wärme über einen Wärmetauscher abgeleitet und anschließend im bzw. am Gebäude gespeichert (Erdspeicher, Erdsonden bzw. PCM-Speicher) oder direkt für die Brauchwassererwärmung genutzt. Im Winter darf die Betriebstemperatur der Algen nicht unter 8 Grad sinken, so dass an kalten Tagen der Zulauf über den Erdwärmespeicher geführt wird.

Es kann von einer minimalen Wärmeerzeugung von ca. 30 kWh/m<sup>2</sup>a ausgegangen werden.

### **Dynamische Verschattung des Gebäudes**

Die optische Dichte des wässrigen Mediums im PBR-Fassadensystem wird maßgeblich durch die Menge von Mikroalgen pro Volumeneinheit beeinflusst. Der Biomasseaufbau der Mikroalgen erfolgt durch Zellteilung, die bei optimalen Bedingungen (ausreichende CO<sub>2</sub> und Nährstoffversorgung) hauptsächlich durch die Sonneneinstrahlung gesteuert wird: zunehmende solare Strahlung regt den Stoffwechsel an. Die zunehmende Zellteilungsrate führt zu einer steigenden Algendichte und einem abnehmenden Energiedurchlass. Es entsteht ein und dynamischer adaptiver Verschattungseffekt für das Gebäude. Der Abschattungseffekt kann zusätzlich durch die Entnahmemenge an der Ernteeinheit beeinflusst werden.

### **Ausblick**

Das System stellt eine vielversprechende komplimentierende Technologie zur gebäudeintegrierten Photovoltaik dar.

In der Erprobungsphase bietet sich zunächst die Integration des Systems in Hallen von Industrie und Gewerbe an, um das bei Prozessketten anfallende CO<sub>2</sub> abzubauen. Die Größenausdehnung der Fassaden- und Dachflächen industriell genutzter Flachbauten unterstützt den wirtschaftlichen Betrieb. Die Bioreaktorfassade kommt nicht nur bei Neubauten, sondern insbesondere auch für das Retrofitting bestehender Konstruktionen in Betracht. Mit der Installation von Bioreaktoren kann die gestalterische Aufwertung des Bestandes entscheidend aufgewertet werden. Bei anhaltender Forschung und Entwicklung kann sich Das System zu einer Schlüsseltechnologie für CO<sub>2</sub> neutrale Siedlungen und Stadtteile entwickeln.

### **Forschungsträger**

Forschungsinitiative „ZukunftBau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMBVS)

### **Forschungspartner (**

#### **Abbildung 7)**

- ARUP Deutschland GmbH (Projektkoordinator, Konzeption und Engineering)
- Strategic Science Consult SSC GmbH (Verfahrenstechnik und Prozessführung)
- COLT International GmbH (Design und System- und Komponentenfertigung)

### **Kontaktdaten**

Dr. Jan Wurm  
 T: +49 (0)30 885910915  
 M: jan.wurm@arup.com  
 Arup Deutschland GmbH  
 Joachimstalerstr. 41

10623 Berlin



Abbildung 1 Rendering des PBR-Fassadenkonzepts (Bild: Arup Deutschland GmbH)

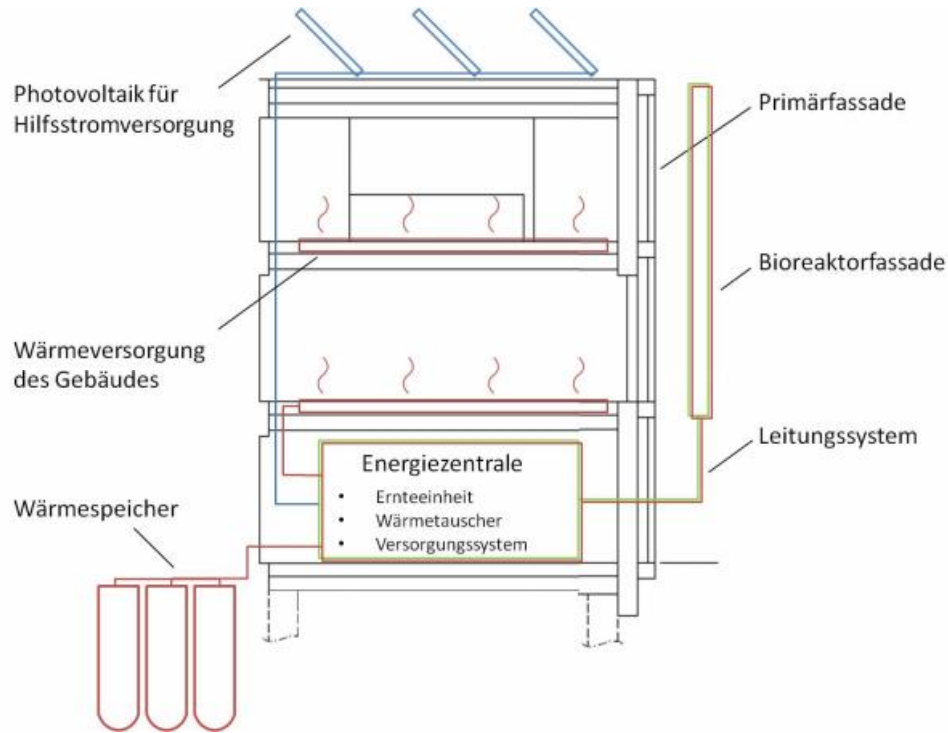


Abbildung 2 Schema Gebäudeintegration (Bild: Arup Deutschland GmbH)

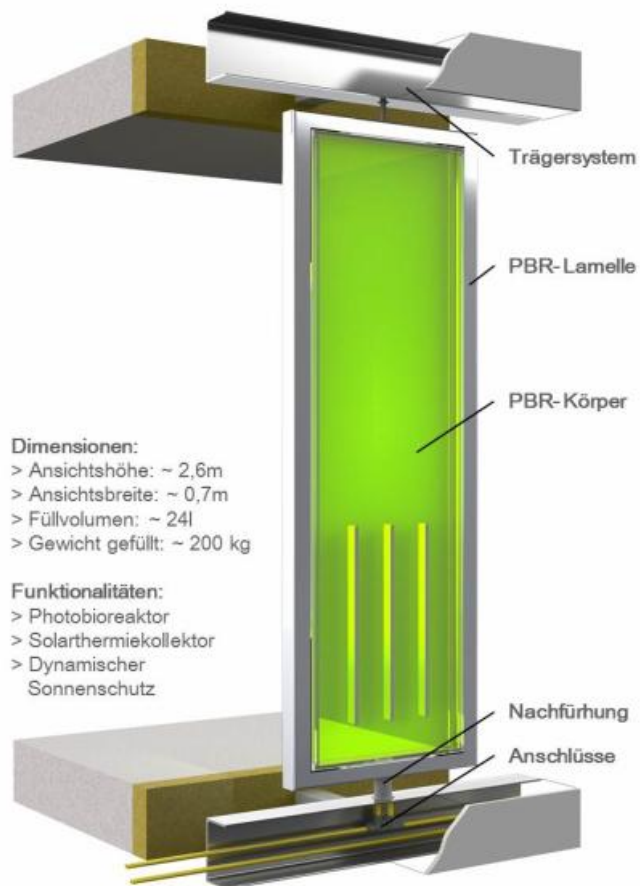


Abbildung 3 Konzeptdesign für ein PBR-Element und Unterkonstruktion (Bild: Arup Deutschland GmbH)



Abbildung 4 Prototyp PBR-Fassadenelement im Testbetrieb (Bild: SSC GmbH)



Abbildung 5 Prinzipieller Aufbau PBR-Körper (Bild: Arup Deutschland GmbH)



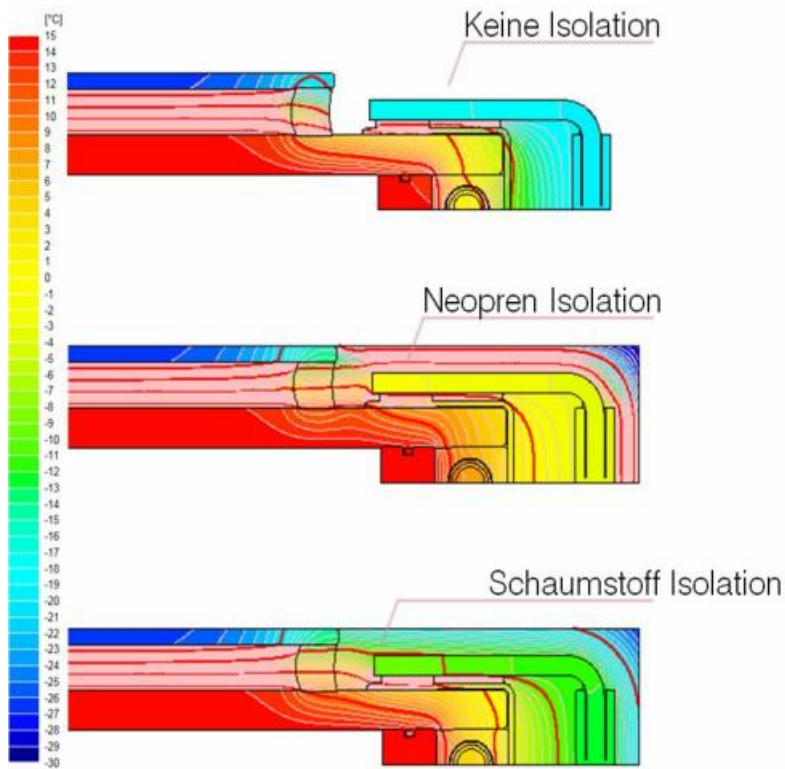


Abbildung 6 Simulation Wärmedurchgang an verschiedenen PBR-Varianten zur Thermischen Optimierung (Bild: Arup Deutschland GmbH)



Abbildung 7 Mitglieder der Arbeitsgruppe für das Forschungsvorhaben von links: Dr. Martin Kerner (SSC), Manfred Starlinger (COLT International), Prof. Daniels (HL-Technik), Dr. Jan Wurm (Arup), Guido Hagel (ZukunftBau), Prof. Ulrich Knaack (TU Delft), Cornelius Schneider (Arup) (Bild: Arup Deutschland GmbH)

# ARUP COLT



FORSCHUNGSINITIATIVE  
**Zukunft BAU**

Abbildung 8 Projektpartner (Arup, COLT, SSC) und Förderstelle (Zukunft Bau)

## Platanenkubus. Baubotanisches Projekt Landesgartenschau Nagold Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig, Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen FG Baubotanik, Universität Stuttgart

### Einleitung: Definition Baubotanik

Der Begriff Baubotanik wurde am Institut Grundlagen Moderner Architektur (IGMA) der Universität Stuttgart entwickelt und steht für den Ansatz, mit lebenden Pflanzen zu konstruieren. Er beschreibt eine Bauweise, bei der Bauwerke durch das Zusammenwirken technischen Fügens und pflanzlichen Wachstums entstehen. Dazu werden lebende und nicht-lebende Konstruktionselemente so miteinander verbunden, dass sie zu einer pflanzlich-technischen Verbundstruktur verwachsen: Einzelne Pflanzen verschmelzen zu einem neuen, größeren Gesamtorganismus und technische Elemente wachsen in die pflanzliche Struktur ein. (Abb. 1 + 2)



Abb. 1



Abb. 2

### Pflanzenaddition

Um baubotanische Bauwerke unmittelbar in der Dimension ausgewachsener Bäume zu konstruieren, wurde der Ansatz der Pflanzenaddition entwickelt. Bei diesem Verfahren werden junge, in speziellen Behältern wurzelnde Pflanzen derart im Raum angeordnet und – durch mit dem gärtnerischen Pfropfen vergleichbare Methoden – so miteinander verbunden, dass sie zu einer pflanzlichen Fachwerkstruktur verwachsen. Die einzelnen Pflanzen werden anfangs kontinuierlich und lokal mit Wasser und Nährstoffen versorgt und mittels temporärer Hilfsgerüste in Form gehalten. Im Verlauf der weiteren Entwicklung entsteht durch sekundäres Dickenwachstum eine selbsttragende und belastbare Struktur, sodass die Hilfsgerüste überflüssig werden. Vor allem aber wird erreicht, dass der Transport von Wasser, Nährstoffen und Assimilaten über ursprüngliche Individuengrenzen hinweg von der untersten Wurzel bis zum obersten Blatt erfolgt und die untersten, in den Erdboden gesetzten Pflanzen ein sehr leistungsfähiges Wurzelsystem entwickeln. Die im Gerüstraum angeordneten Wurzeln werden dadurch überflüssig und können gemeinsam mit der anfangs notwendigen Bewässerungs- und Düngetechnik entfernt werden. (Abb. 3) Die prinzipielle Machbarkeit des Verfahrens wurde bislang an einem sieben Pflanzen umfassenden linearen Pfropfversuch nachgewiesen und es kam bei ersten Bauwerken wie dem baubotanischen Turm und dem Platanenkubus Nagold zur Anwendung.



Abb. 3

Die natürliche Entsprechung dieses Entstehungsprozesses ist das Wachstumsmuster tropischer Würgefeigen (z. B. *Ficus benghalensis*). Individuen dieser Art decken ihren Wasser- und Nährstoffbedarf „in der Luft“, d. h. sie wachsen zunächst epiphytisch, nehmen jedoch im Verlauf ihrer Entwicklung eine terrestrische Lebensweise an: Sie keimen zunächst in der Krone eines Wirtsbaums und senden von dort Luftwurzeln zum Boden, um die dortigen Wasser- und Nährstoffvorkommen zu erschließen. Als temporäres Gerüst dient Ihnen der Wirtsbaum, den sie mit ihren Luftwurzeln im Laufe der Zeit jedoch strangulieren. Während dieser abstirbt und verrottet, entsteht aus den Luftwurzeln eine selbsttragende, fachwerkartige Struktur, die einer baubotanischen Konstruktion nicht unähnlich ist.

### Platanenkubus

Der Platanenkubus Nagold ist das bislang größte baubotanische Bauwerk, bei dem das Verfahren der Pflanzenaddition zur Anwendung kommt. Es ist als Beitrag zur Landesgartenschau 2012 in Nagold konzipiert und fügt sich anschließend in eine Reihe von Stadthäusern ein. Während diese steinernen Häuser in einem grünen Garten stehen, ist es beim Platanenkubus genau umgekehrt: Das Bauwerk selbst ist die Pflanze, die aus einer primärer steinernen Fläche emporwächst. (Abb. 4)



Abb. 4

Wer das Bauwerk betritt, wird von der schattigen Kühle einer Baumkrone empfangen. Einer Baumkrone, die sowohl Naturraum als auch architektonisch gestalteter Raum ist. Denn vom Rauschen der Blätter bis hin zu den tanzenden Schatten sind all die sinnlichen Qualitäten vorhanden, die man von natürlich gewachsenen Bäumen und Wäldern her kennt. In seiner geometrischen Gestaltung und durch die unterschiedlichen Ebenen und Treppen wird jedoch auch der architektonische Charakter deutlich. Das Bauwerk ist ein konstruierter Baum, ein regelmäßiger Würfel, der seine Gestalt im Laufe der Jahre immer wieder verändern wird. Diese räumlichen und sinnlichen Qualitäten machen auch die ökologischen Potentiale der Baubotanik unmittelbar erlebbar: Durch die hohe Verdunstungsleistung der Blätter kühlen sie die Luft und schaffen so eine angenehmes Mikroklima. Und durch ihre große Blattfläche sind sie auch in der Lage, in erheblichem Umfang Feinstaub zu binden.

Trotz seines auch technischen Charakters ist der Innenraum des Platanenkubus ein beinahe meditativer Ort der Stille. Die Blätterwände filtern den akustischen Trubel des Veranstaltungsgeländes und während der Gießintervalle ist ein regelmäßiges Tropfen zu vernehmen. Von den obersten Ebenen aus kann der Besucher unbemerkt – versteckt hinter Blättern – das Treiben auf dem Gartenschau Gelände überblicken und sich mit ein wenig Phantasie ausmalen, wie das Bauwerk in Zukunft aussehen könnte: Wenn in den Jahren nach der Gartenschau die Pflanzen dick und stabil genug geworden sind, sollen die temporären Stützen entfernt werden. (Abb. 5 + 6)



Abb. 5

Ohne dass sich durch die Wachstumsprozesse die Geometrie der Pflanzenstruktur grundsätzlich verändern würde, ändern sich in den folgenden Jahren doch die Proportionen des Bauwerks: Zu Anfang entsteht eine homogene, von der Basis bis zur Spitze durchgehende Blattfläche, eine grüne Wand. Im Laufe der Zeit – wenn die Pflanzen verwachsen sind – wird sich oberhalb der baubotanischen Struktur eine Baumkrone ausbilden, während gleichzeitig im unteren Bereich die fachwerkartig ausgebildete Stammstruktur immer stärker hervortreten wird. Das frische Grün weicht hier mehr und mehr einer knorrigen Struktur und es entwickelt sich die typische Rinde einer Platane. Oben wird sich durch die Kronenentwicklung der anfänglich zum Himmel hin offene Innenraum im Laufe der Zeit mehr und mehr schließen. (Abb. 7)

Abb. 6

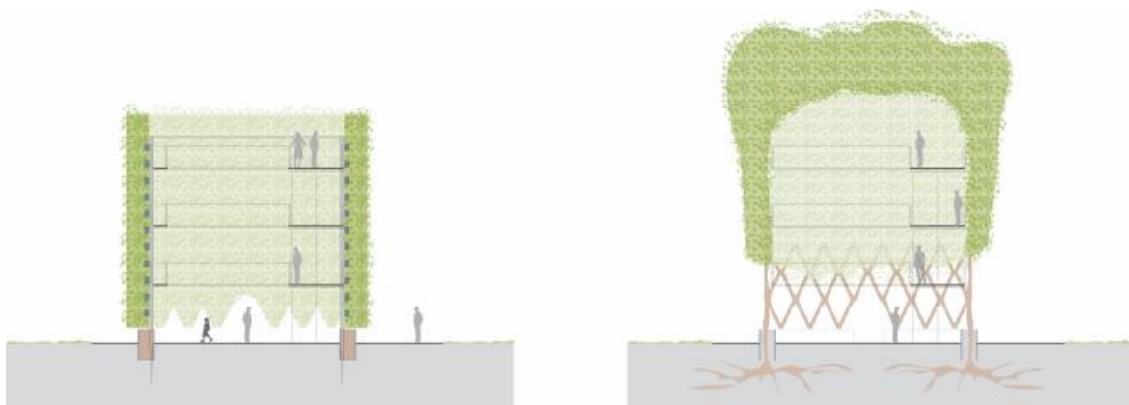


Abb. 7

### Baubotanik und Fassadenbegrünung

Die in der Baubotanik entwickelten Techniken, insbesondere das Verfahren der Pflanzenaddition, lassen auch als eine neue Art der „Fassadenbegrünung“ mit Bäumen verwenden. Im Gegensatz zu flächigen Begrünungen können die Bäume jedoch über die ursprünglich begrünte Fläche hinauswachsen und so ein deutlich größeres Laubvolumen erzeugen und mit der oberhalb der Wand entstehenden Baumkrone zur Schaffung eines Dachgartens beitragen. In der Entstehung kombinieren sie die Eigenschaften fassaden- und bodengebundener Begrünungen:<sup>2</sup> Wie bei fassadengebundenen Begrünungssystemen werden die Pflanzen nicht nur im Boden vor der zu begrünenden Fassade gepflanzt, sondern wurzeln auch direkt an der Fassade, in diesem Fall in Pflanzbehältern. Dadurch, dass die Triebe der Pflanzen jedoch zu einer Einheit verwachsen, werden wie oben beschrieben die Wurzeln an der Fassade überflüssig und können entfernt werden. Dann liegt eine bodengebundene Fassadenbegrünung vor. Mithilfe der Pflanzenaddition gebildete baubotanische Fassaden weisen die Schnelligkeit fassadengebundener Systeme auf. Sie benötigen die bei diesen Systemen notwendige, in Wartung und Unterhalt relativ aufwändige Bewässerungs- und Düngungstechnik jedoch nur über einige Jahre. Sobald eine sich autark vom Boden aus ernährende Baumstruktur entstanden ist, entspricht der Pflege- und Wartungsaufwand dem bodengebundener Systeme bzw. dem geschnittener Stadtbäume.

#### Ökologische Potentiale

Baubotanische Strukturen verfügen über eine Blattmasse, die mindestens der natürlich gewachsener Bäume vergleichbarer Größe entspricht. Dadurch tragen sie erheblich zu einer Kühlung und Reinigung der Luft bei. Diese vegetative Kühlung wird umso wichtiger, wenn es im Zuge des Klimawandels vor allem in Ballungsgebieten zu einer drastischen Zunahme von Hitzetagen kommt. Dadurch, dass baubotanische Strukturen unmittelbar in der Dimension

<sup>2</sup> Vgl. PFOSER, N. 2011. Erweiterte „Systematik“ der Fassadenbegrünung – Eigenschaften und Unterschiede von Boden- und Fassadengebundenen Begrünungssystemen, In: Biotope City – International Journal for City as Nature, Amsterdam.

ausgewachsener Bäume realisiert werden können, laufen sämtliche physiologische Prozesse schon nach kurzer Zeit in entsprechenden Größenordnungen ab. Sie verfügen damit über eine ökologische Leistungsfähigkeit, wie man sie sonst nur von Jahrzehnte alten Bäumen her kennt. Diese Effekte können in zweierlei Hinsicht produktiv werden: Baubotanische Fassaden können zum integralen Bestandteil eines energetischen Gebäudekonzepts werden und dazu beitragen, den Energiebedarf zur Klimatisierung eines Bauwerks zu senken. Gleichmaßen können sie aufgrund ihrer Verdunstungsleistung aber auch in Wassermanagementsystemen eine wichtige Rolle spielen.

### Anwendungsbeispiele

Beide Aspekte wurden bei dem Wettbewerbsbeitrag „Haus der Zukunft“ in Berlin<sup>3</sup> zusammengeführt und sind in Abbildung 8 exemplarisch dargestellt. Im Sommer verschatten die Blätter die Fassaden und sorgen für eine Reduktion der zur Kühlung notwendigen Energie. Technische Anlagen zur Verschattung und deren Steuerungen werden nicht benötigt. Im Bereich zwischen thermischer Hülle (Glasfassade) und Pflanzenstruktur entsteht ein klimatisch gepufferter Raum mit hohen Aufenthaltsqualitäten – man befindet sich in einer Baumkrone. Vergleichbare Räume können auch im Dachbereich entstehen. Im Winter kann die Solarstrahlung aufgrund der nun fehlenden Belaubung zur passiven Heizung genutzt werden. Im Wurzelbereich der Bäume sind Rigolen verbaut, die mit Oberflächenwasser, Dachwasser und Grauwasser des Gebäudes gespeist werden. Hier können größere Wassermengen, z.B. von Starkregenereignissen zwischengelagert werden, die dann kontinuierlich an den Wurzelraum abgegeben werden. Anstatt das Kanalsystem zu belasten, wird das Wasser zur Versorgung der Vegetation und damit indirekt zur Klimatisierung des Bauwerks, aber auch des umgebenden Stadtraums genutzt.

In ähnlicher Art und Weise werden bei dem baubotanischen Produkt Baumwand®<sup>4</sup> Wassermanagementsystem mit pflanzlichen Strukturen kombiniert. Hier werden die zur Versorgung der Pflanzen notwendigen Behälter und deren Substratfüllungen zur Bildung einer geschlossenen Wandfläche herangezogen und übernehmen weitere Funktionen, wie beispielsweise die des Schallschutzes (Abb. 9). Die Pflanzbehälter sind modular aufgebaut und werden bereits im Vorfeld mit Jungpflanzen bestückt. Baumartig wachsende Pflanzen werden mittels der Pflanzenaddition zu einer durchgehenden Struktur verbunden und bilden mit der Zeit vor und oberhalb der Wand eine Baumkrone. Weitere Behälter werden mit kriechend, schlingend oder staudenartig wachsenden Pflanzen bepflanzt, sodass die gesamte Wand zu einer vertikalen Grünfläche wird (Abb. 10). Die Baumwand® kann als frei stehendes Element der Garten- und Landschaftsgestaltung, aber auch als Vormauerschale in Kombination mit Gebäuden eingesetzt werden.

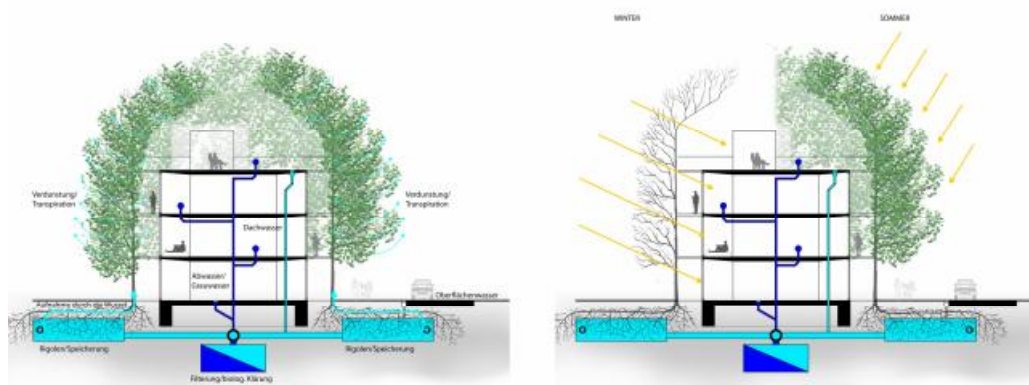


Abb. 8



<sup>3</sup> Auslobung: BMBF/BBSR; Ergebnis: 3. Preis; Entwurf: Ludwig Schönle (Ferdinand Ludwig / Daniel Schönle); Tragwerksplanung: Stark Ingenieure; Klimakonzept: Transsolar. Weitere Informationen: [www.ludwig-schoenle.de](http://www.ludwig-schoenle.de)

<sup>4</sup> Produktentwicklung des FG Baubotanik/IGMA Uni Stuttgart mit SecOp für Helix Pflanzen.





Abb. 9

Abb. 10

## Referenten (in alphabetischer Reihenfolge)

### Dipl. Ing. Gerhard Bambach

Dipl.-Ing. für Gartenbau  
bambach GbR, tensio-technik  
Peter-Spring-Str. 18  
65366 Geisenheim

1944	Geboren in Langen (Hessen)
1966-1969	Ingenieurstudium an der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt Geisenheim
1969-1972	Selbständigkeit im elterlichen Gartenbaubetrieb
1972-2008	Mitarbeiter (Laboringenieur) der Fachhochschule Wiesbaden Fachbereich Gartenbau und Landespflege Forschungstätigkeiten im Fachgebiet Technik im Gartenbau mit Schwerpunkt Bewässerungstechnik, Organisationsbereich Lehre Veröffentlichungen und Fachvorträge, Lehraufträge an der FH Wiesbaden, Buchautor, Verlagsbeirat
seit 1991	Mitbegründer des Familienunternehmens Tensio-Technik, messtechnische Produktentwicklung im Bereich Tensiometrie.
heute	Technischer Leiter im Familienunternehmen Bambach GbR Tensio-Technik, Bodenfeuchtesensoren, Automatische Bewässerung

### 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](http://www.vertiko-gmbh.de)  
[gruen@vertiko-gmbh.de](mailto:gruen@vertiko-gmbh.de)

### Dipl. Biol. Angelika Eppel-Hotz

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau,  
Abteilung Landespflege  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
Tel. 0931-9801-408  
Fax 0931-9801-400  
[Angelika.eppel-hotz@lwg.bayern.de](mailto:Angelika.eppel-hotz@lwg.bayern.de)

Nach dem Studium der Biologie schloss sich im Jahre 1987 eine Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Botanik und experimentelle Ökologie an. Seit 1988 ist die Autorin an der LWG Veitshöchheim beschäftigt. Ihre Tätigkeitsschwerpunkte liegen im Bereich der Pflanzenverwendung sowohl im Unterricht an der Fach- und Technikerschule in der Fachrichtung Garten- und Landschaftsbau als auch im Versuchsbereich. Derzeit bearbeitet sie Projekte zum Thema Staudenmischungen, Sommerblumen- und Staudenansaaten für das öffentliche und private Grün sowie Pflanzkonzepte für Versickerungseinrichtungen.



### **Dipl. Ing. Vera ENZI**

Vera.enzi@gmx.at

Geboren am 10.10.1984 in Klagenfurt (Österreich)

2004-2010 Studium an der Universität für Bodenkultur, Richtung Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur, Spezialisierung Vegetationstechnik und Ingenieurbiologie

#### **Tätigkeiten**

Projektmitarbeiterin am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB) der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Fachbereich Vegetationstechnik

Laufende Forschungsprojekte: GrünStadtKlima, Fassadenbegrünung MA 48, Fassadenbegrünung Kammelpfad, Grünwand, Innenraumbegrünung, Technopor, ProGreenCity

Tätigkeit im Lehrbetrieb der Universität: Vertiefende Projektlehrveranstaltung zum Masterstudium der Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur zum Thema Vegetationstechnik (Dachbegrünung, Fassadenbegrünung, permeable Wegebeläge

Geschäftsstelle Verband für Bauwerksbegrünung Österreich (VfB)

General Office Europäische Föderation Bauwerksbegrünung (EFB)

### **Ba. Sc. Daniel Kaiser, Hochschule Neubrandenburg**

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: lp07b14@hs-nb.de

Daniel Kaiser, vor seinem Studium zum Bachelor of Science (Landschaftsarchitektur und Umweltplanung mit dem Schwerpunkt der Objektplanung) absolvierte er eine gärtnerische Ausbildung im Baumschulbereich. Derzeitig strebt er den Masterabschluss in der Landschaftsarchitektur und Umweltplanung an der Hochschule Neubrandenburg an. Seit 2009 ist er Mitarbeiter in dem Projekt „Fassadenbegrünung“ an der Hochschule Neubrandenburg. Sein Aufgabengebiet umfasst u.a. die Pflege und Wartung der Installationen. Planerisch ist er in dem Planungsteam Betzler (Hamburg) aktiv.

### **Dipl. Ing. M. eng. Reiner Götz**

Präsident Fachverband für Bewässerung,

Verregnung und Verdunstung e.V. (FBVV)

WasserUmweltStadt-Architektur

Dipl. Ing. (FH) Architektur

Reiner Götz

M.eng. (Stadtplanung)

Eltinger Strasse 45

70195 Stuttgart

r.götz@wus-architektur.de

Nach der gärtnerischen Ausbildung im Fachbereich Baumschule folgten Praxisjahre im Garten- und Landschaftsbau. Nach Abschluss der Fachschule für Gartenbau als Gartenbautechniker und Gärtnermeister folgten 15 Jahre mit eigenem Garten- und Landschaftsbauunternehmen in Stuttgart.

Aus der praktischen Erfahrung zeigte sich, dass es Bedarf an Fachplanungen im Bereich Wassertechnik gibt. Das Büro WUS-Architektur beschäftigt sich seit Jahren mit dem Themenbereich Betriebswasser. Bewässerungsanlagen sind neben Regenwasserbewirtschaftungsanlagen und Wasserspielen im öffentlichen und halböffentlichen



Bereich die Schwerpunkte der Tätigkeit. Als Mitglied im FBB, im FLL Arbeitskreis Bewässerung und in DWA Fachgruppen fließen die Erfahrungen aus der Praxis in mehreren Regelwerken ein. Präsident des FBVV (Fachvereinigung Bewässerung, Verregnung und Verdunstung e.V.)

### **Dr. Matthias Jenny**

Direktor Palmengarten Frankfurt a.M.  
Stadt Frankfurt am Main  
Palmengarten – 78.AL – Direktion  
Siesmayerstr. 61  
60323 Frankfurt am Main  
Tel. 069-212-33383  
Fax 069-212-37856  
matthias.jenny@stadt-frankfurt.de

### **Konrad Ben Köthner**

Freier Landschaftsarchitekt Essen  
Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt  
Frankenstrasse 389  
45133 Essen  
kb.koethner@gmx.de

24.01.1938 geboren in Bischleben bei Erfurt

1957 – 1961 Gärtnergehilfe

2 Jahre in deutschen und jeweils 15 Monate in englischen und schwedischen GaLaBau-Betrieben.

1962 – 1965 Studium der Landespflege an der Fachhochschule Osnabrück

1965 – 1968 Ing.-Tätigkeit im Planungsbüro Günther Heydenreich in Hannover

1968 – 1975 Ing.-Tätigkeit in der Bürogemeinschaft Hans Martin Rose und

Helga Rose Herzmann in Essen

1976 – 1990 Ing.-Tätigkeit im Planungsbüro Helga Rose Herzmann und Partner in Essen, als Partner, Planer und Büroleiter

1991 – 2012 Eigenes Planungsbüro für Landschaftsarchitektur in Essen

Wettbewerbe

Von 84 Wettbewerbsteilnahmen in der Zeit von 1969 bis 2011 wurden

37 Aufträge generiert, davon 34 aus ersten Preisen, 2 aus zweiten Preisen, 1 aus dritten Preisen.

Mitgliedschaft in folgenden Fachverbänden:

AKNW Architektenkammer Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Mitglied seit 1976

BDLA Bund Deutscher Landschaftsarchitekten e.V., Berlin, Mitglied seit 1976

FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. Bonn, Mitglied seit 1991

FBB Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V., Saarbrücken, Mitglied seit 1992, Vorstandsmitglied seit 1998

DGGL Deutsche Gesellschaft für Gartenkunst und Landeskultur e.V., Berlin, Mitglied seit 1991

EFB Europäische Föderation der Bauwerksbegrünungsverbände, Wien, Delegierter seit 1998

### **Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig**

Universität Stuttgart  
Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen  
Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig  
Keplerstraße 11  
70174 Stuttgart  
Tel: +49 711 685 83319  
Fax: +49 711 685 82795  
Mobil: +49 176 2333 8496  
www.uni-stuttgart.de/igma  
www.baubotanik.org  
ferdinand.ludwig@igma.uni-stuttgart.de

Kontakt Daten Büro:





#### Baubotanik - Living Plant Constructions

Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig  
Innerer Nordbahnhof 3  
70191 Stuttgart  
Tel: +49 711 4084 111  
Mobil: +49 176 2333 8496  
www.ferdinandludwig.de  
baubotanik@ferdinandludwig.de

Dr.-Ing. Ferdinand Ludwig ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen (IGMA) der Universität Stuttgart und dort Koordinator des Forschungsgebiets Baubotanik. Er hat 2012 in Architektur promoviert ist als Baubotaniker in Entwurf, Planung, Ausführung selbstständig tätig.

#### Kurzvita:

2012: Promotion: Botanische Grundlagen der Baubotanik und deren Anwendung im Entwurf  
Seit 2012: Projektpartnerschaft „Ludwig.Schönle“  
05/2011: Visiting Professor, Landworks Sardinia 2012  
Seit 2008: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Grundlagen moderner Architektur und Entwerfen (IGMA), Universität Stuttgart  
2007 bis 2011: Promotion bei Prof. Dr. Gerd de Bruyn (IGMA, Universität Stuttgart) und Prof. Dr. Thomas Speck (Plant Biomechanics Group, Botanischer Garten Freiburg)  
2007 - 2009: Stipendiat der Deutschen Bundesstiftung Umwelt  
Seit 2007: Mitglied des Forschungsgebiets Baubotanik an der Universität Stuttgart  
2006: Diplomarbeit im Bereich Baubotanik  
Seit 2005: Planung und Realisierung baubotanischer Projekte  
2000-2006: Architekturstudium an der Universität Stuttgart

#### **Gert Moegenburg**

DAS FASSADEN-KOLLEG  
Leipzig – Marburg – Berlin  
Georg-Voigt-Str. 18  
35039 Marburg/Lahn  
Tel. 06421-9884360  
fassadenkompetenz@freenet.de

Gert Moegenburg, 66, beschäftigt sich seit 1971 mit der Bauart hinterlüfteter Außenwandbekleidungen.

Nach zehnjähriger Tätigkeit bei einem süddeutschen Fassadenbau-Fachbetrieb wechselt er 1981 in die Baustoff-Industrie und verantwortet 16 Jahre lang die Fassadenbereiche namhafter Anbieter. 1997 nimmt Gert Moegenburg seine Tätigkeit für den FVHF e. V. auf und leitet dort die Bereiche Anwendungstechnik und Technische Redaktion.

Seine Schwerpunkte sind die Mitarbeit in Normungsausschüssen, das Zulassungswesen und die individuelle Fachberatung zu Fragen der Fassade.

2011 tritt er in den Ruhestand.

Er ist Autor einer Vielzahl von Fachveröffentlichungen und hat an Aus- und Weiterbildungseinrichtungen des Handwerks, an Fachhochschulen und Universitäten unterrichtet.

#### **Dipl. Ing. Bernhard Scharf**

Universität für Bodenkultur, Wien  
Bernhard Scharf, DI  
Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau  
Peter Jordan-Straße 82  
1190 Wien, Österreich  
bernhard.scharf@boku.ac.at

Bernhard Scharf ist seit dem Jahr 2006 Universitätslektor und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur Wien. Als aus



Drittmittel finanzierter Forscher liegen seine Hauptaufgaben in der Projektent- und abwicklung. Die Forschungsschwerpunkte sind dem thematischen Feld der Vegetationstechnik zuzuordnen. Derzeit beschäftigt er sich vor Allem mit gebäudeintegrierter Begrünungstechnik

**Dipl. Ing. Cornelius Schneider**

Arup Deutschland GmbH  
Joachimstalerstr. 41  
10623 Berlin  
Tel. 030-885910955  
Fax 030-885910010  
cornelius.schneider@arup.com

Ingenieur der Fachrichtung Werkstoffwissenschaften und Technologien

Publikationen

Wurm, J; Schneider, C: Gebäudeintegrierte Photobioreaktoren, E&S Sonderheft Innovative Fassadentechnik 6;08/2012

Cornelius Schneider arbeitet seit November 2010 im Materials Consulting Team bei Arup in Berlin. Durch sein Studium der Werkstoffwissenschaften und Technologien besitzt Cornelius ein detailliertes technisches Wissen hinsichtlich der mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Materialien sowie deren Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen.

Bei der Entwicklung von individuellen Produkt- und Anwendungslösungen für den Kunden sind Materialeigenschaften und Verarbeitungsmöglichkeiten entscheidend. Hier eröffnet sich das Spektrum von Cornelius Beratungsleistung, das auf die Schnittstelle zwischen Materialkunde und Anwendungen im Architektur- und Baubereich zielt.

Schon während des Studiums konnte sich Cornelius durch Produktentwicklungen im Fahrrad- und Alpinsport-Bereich intensiv mit der Verbindung von Materialwissenschaft und Anwendung beschäftigen. Neben der kundenorientierten Produktentwicklung und Materialauswahl auf der Basis technischer Kriterien umfasst sein Aufgabenbereich das Anfertigen von Leistungsbeschreibungen und die Untersuchung und Beurteilung von Schadensfällen am Bau.

Neben der projektbezogenen Arbeit betreut Cornelius verschiedene nationale und europäische Forschungsprojekte, die sich mit innovativen Material- und Anwendungsfragen im Architektur- und Baubereich befassen.

**Michael Siemsen**

Michael Siemsen & Krzysztof Lasak  
Schumannstraße 6  
27753 Delmenhorst  
Email: info@veg-sys.de  
Tel + 49 (0)4221 - 2859025



## 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 "Gesplittete 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: .....

