

# Tagungsband



## 10. Internationales FBB- Gründachsymposium 2012

### *- Vortragsreihe zu aktuellen Themen der Dachbegrünung -*

9. Februar 2012 in Ditzingen

#### Veranstalter

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)  
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)  
Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (BGL)  
Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V. (ZVDH)  
Bund Deutscher Landschaftsarchitekten e.V. (BDLA)  
World Green Infrastructure Network (WGIN)

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)



ISSN 1867-1829



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	Seite 2
Grußworte	Seite 3
Sponsoren	Seite 5
Programm	Seite 6
FBB – Wir über uns	Seite 7
Einführungsvortrag	Seite 8
Themenkreis „Recht & Richtlinie“	Seite 13
Themenkreis „Forschung & Lehre“	Seite 14
Themenkreis „Aus der Praxis“	Seite 36
Abschlussvortrag	Seite 58
Referenten	Seite 62
Schriften der FBB	Seite 67
FBB-Mitgliedschaft	Seite 68

### Impressum

Herausgeber + Selbstverlag  
Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)  
Verantwortlich: Dr. Gunter Mann  
Kanalstraße 2  
D-66130 Saarbrücken  
Tel. +49 (0) 681-9880570  
Fax +49 (0) 681-9880572  
e-mail: info@fbb.de  
www.fbb.de

Auflage: 20 Stück

**ISSN: 1867-1829**



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

Im Namen der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung und deren Mitglieder möchte ich Sie ganz herzlich zu unserem Jubiläum und unserem mittlerweile 10. FBB-Gründachsymposium in Ditzingen begrüßen. Vielen Dank für Ihr erneutes Interesse!

Viele von Ihnen sind zum wiederholten Male in Ditzingen. Das FBB-Gründachsymposium hat sich zu unserer Zufriedenheit zu einem Art Branchentreff entwickelt und ich freue mich, dass Sie sich heute hier eingefunden haben und so viele bekannte Gesichter wieder zu sehen sind.

Die Verbände Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB), Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (BGL), Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V. (ZVDH), der Bund Deutscher Landschaftsarchitekten e.V. (BDLA) und der World Green Infrastructure Network (WGIN) richten heute gemeinsam das Gründach-Symposium aus.

Insgesamt 14 (Gründach)Experten nehmen in einer Vortragsreihe mit anschließender Diskussion zu verschiedenen Themen aus den drei Themenkreisen ...

- „Recht & Richtlinie“
- „Aus der Praxis“
- „Forschung & Lehre“

... Stellung. Dabei werden wie jedes Jahr aktuelle Themen rund um die Dachbegrünung präsentiert und eine Mischung aus aktuellen Forschungsergebnissen und Umsetzungen in der Praxis angeboten.

Produkt- und Know-how-Präsentationen der FBB-Mitgliedsfirmen runden die Fachgespräche ab. Bitte beachten Sie die ausgelegten Unterlagen. Mein Dank gilt an dieser Stelle auch den Sponsoren, die diese Veranstaltung tatkräftig unterstützen.

Ziel des FBB-Gründachsymposiums ist es, Sie einerseits über den aktuellen Stand der Dachbegrünung in Europa zu informieren und andererseits die Diskussion um die Dachbegrünung und deren Innovationspotenzial bzw. Forschungsbedarf anzuregen, damit sich die Branche und ihre Randbereiche kontinuierlich weiterentwickeln. Nur in einer großen Gemeinschaft lässt sich die Lobbyarbeit für die Bauwerksbegrünung erfolgreich fortführen.

Wir möchten es nicht versäumen, Ihnen eine Mitgliedschaft bei der FBB anzubieten – die FBB steht für jeden offen. Beachten Sie dazu bitte die letzte Seite dieses Tagungsbandes und unsere Internetseiten ([www.fbb.de](http://www.fbb.de)). Selbstverständlich stehe ich Ihnen auch gerne zu Fragen einer Mitgliedschaft zur Verfügung.

Wir danken den Referenten, die es wie immer geschafft haben, tolle Beiträge vor die Vorträge und vor allem für den Tagungsband zu liefern. Seit dem Jahr 2010 finden Sie diese Vorträge und die Vorträge des FBB-Fassadenbegrünungssymposiums nicht nur unter [www.fbb.de](http://www.fbb.de) als kostenloses pdf, sondern auch im Jahrbuch „Bauwerksbegrünung“ des Kuberski-Verlags.

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)



## Grußwort von Dr. Karl-Heinz Kerstjens, Präsident der FLL

Sehr geehrte Damen und Herren,

es ist mir eine besondere Freude, ein Grußwort der FLL zum 10-jährigen Jubiläum des Internationalen FBB Gründachs Symposiums 2012 aussprechen zu dürfen.

Dies gilt vor allem deshalb, weil es der FLL im gemeinsamen Bemühen mit der FBB und den anderen Mitgliedern in unseren Fachgremien gelungen ist, die Fachkategorie „Bauwerksbegrünung“ zum festen Bestandteil der FLL-Schriftenreihe zu etablieren. Das Thema „Bauwerksbegrünung“ bildet sich konkret in den drei wichtigen FLL-Publikationen „Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ (Ausgabe 2008), „Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen“ (Ausgabe 2011) und „Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünung“ (Ausgabe 2000) ab; letztere wird derzeit überarbeitet – der Gelbdruck wird frühestens zum Jahresende veröffentlicht.

Die FLL betreibt „Regelwerksarbeit“ mit Unterstützung verschiedener Mitglieds- und Fachverbände – wie der FBB – und weiteren Akteuren also systematisch. Daneben begreift sich die FLL auch als wichtiges Diskussionsforum zu Fachfragen. Unter anderem wurde im letzten FLL-Verbandesgespräch der Wunsch geäußert, unter dem Stichwort „Inventur der Gründachforschung“ diverse Forschungsaktivitäten zu prüfen und zu bündeln. Der Begriff „Inventur“ greift dabei schon die Überlegung auf, in diesem Sinne zu mehr Ordnung und Orientierung beizutragen, denn kaum jemand kann sagen, wer im Bereich der „Bauwerksbegrünung“ zu welchem Thema forscht.

Die FLL koordiniert und vermittelt im weiteren Forschung, in der Regel als Grundlage für die erwähnte Regelwerksarbeit. Seit dem letzten Jahr arbeiten wir mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zusammen. Die FLL konnte zwei Forschungsanträge vermitteln, die über die vom BBSR koordinierte „Forschungsinitiative ZukunftBau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gefördert werden sollen. Damit wird der Bauwerksbegrünung im Bauwesen mehr Resonanz und Bedeutung zukommen. Hierzu und zu anderen Forschungsprojekten bzw. zum Erfahrungsaustausch in der Dachbegrünung wird die FLL in 2012 ihren „Arbeitskreis Dachbegrünung“ aktivieren. Neben der angesprochenen Inventarisierung der Gründachforschung wird es dann auch um die zukünftige Arbeit in dessen Arbeitsgruppen „Durchwurzelungsfestigkeit“ und „Internetplattform Dachbegrünung“ ([www.gruendaecher.de](http://www.gruendaecher.de)) gehen. Auch bei diesen beiden Themen arbeiten FLL und FBB eng zusammen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen und dem FBB-Gründachs Symposium, insbesondere auch im Namen des gesamten FLL-Präsidiums und der Mitarbeiter in der FLL-Geschäftsstelle, viel Erfolg sowie unserem gemeinsamen Wirken in Sachen „Bauwerksbegrünung“ zukünftig gleichviel Bedeutung und noch mehr Beachtung.  
Glückauf!

Dr. Karl-Heinz Kerstjens  
Präsident

Forschungsgesellschaft  
Landschaftsentwicklung  
Landschaftsbau e.V. (FLL)  
Colmantstr. 32, 53115 Bonn  
Tel. 0228 690028  
Fax 0228-690029  
e-mail: [info@fll.de](mailto:info@fll.de)  
[www.fll.de](http://www.fll.de)



## Sponsoren



### Optigrün international AG

Am Birkenstock 19  
DE-72505 Krauchenwies  
Tel.: +49(0)7576-7720  
Fax.: +49 (0)7576-772299  
e-mail: info@optigruen.de  
www.optigruen.de

### Paul Bauder GmbH & Co.

Korntaler Landstraße 63  
D-70499 Stuttgart  
Tel.: +49 (0)711/8807-0  
Fax: +49 (0)711/8807-300  
E-Mail: stuttgart@bauder.de  
www.bauder.de



### Verlag Dieter A. Kuberski GmbH

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



### Haymarket Media GmbH & Co.KG

Frankfurter Str. 3d (ARTmax)  
38122 Braunschweig  
Tel. (0531) 38004-0  
Fax (0531) 38004-25  
www.haymarket.de  
http://taspo.de, http://taspogartendesign.de



### VEDAG GmbH

Geisfelder Straße 85-91  
96050 Bamberg  
Tel.: +49 (0)951-1801-0  
Fax: +49 (0)951-1801-555  
E-Mail: info@vedag.com  
www.vedag.de

Abdichtung mit System



### Vulkatec Riebensahm GmbH

Im Pommerfeld 2  
D-56630 Kretz-Andernach  
Tel.: +49 (0)2632-954812  
Fax: +49 (0)2632-954820  
E-Mail: info@vulkatec.de  
www.vulkatec.de



### dani alu GmbH

Frankenstr. 3  
D-63776 Mömbris  
Tel.: +49 (0)6029-992400  
Fax: +49 (0)6029-9924029  
E-Mail: post@danielu.de  
www.danielu.de

### Liebherr-Werk Biberach GmbH

Hans-Liebherr-Straße 45  
88400 Biberach  
Tel.: +49 (0)7351-41-0  
Fax: +49 (0)7351-41-2225  
E-Mail: info.lbc@liebherr.com  
www.liebherr.com



### Sika Deutschland GmbH

Kornwestheimer Str. 103-107  
D-70439 Stuttgart  
Tel: 0711 / 80 09-0  
Fax: 0711 / 80 09-321  
www.sika.de  
info@de.sika.com





## Tagungsprogramm des 10. FBB-Gründachs Symposium 2012

### Begrüßung

FBB-Präsident Dr. Gunter Mann und teilnehmende Verbände,  
Oberbürgermeister Stadt Ditzingen Michael Makurath

### Einführungsvortrag

„Neue Stadtökologie“ – Konzept für leistungsfähigeres Grün in Städten  
Dipl. Ing. Bernd W. Krupka, Planungsbüro Krupka, Bad Pyrmont

### Themenkreis „Recht & Richtlinie“

Die neue FBB-WBB-Liste - beim Thema Wurzelschutz auf Nummer sicher!  
Dieter Schenk, Leiter der FBB-Projektgruppe „WBB“, Nürtingen

Neue Schweizer Norm SIA 312 für Dachbegrünung  
Christoph Harlacher, SFG Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung  
*(entfällt und wird auf das 11. FBB-Gründachs Symposium 2013 verschoben!)*

### Themenkreis „Forschung & Lehre“

Projekt GrünStadtKlima, Fokus Dachbegrünung - erste Messergebnisse  
Dipl. Ing. Vera Enzi, Verband für Bauwerksbegrünung e.V. (VfB), Österreich

„Grow Green“ – weitere Begrünungspotentiale durch Textilmatte  
Henrike von Besser & Jennifer Elze, Hochschule Niederrhein Mönchengladbach

Vitamine vom Dach – Herausforderungen des Kulturpflanzenbaus auf Dächern  
Dipl. Ing. Dana Wilfert, Berlin

Ein Fall für Drei – Großmöwenkolonie im Herzen Frankfurts  
Ingo Rösler, Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V., Echzell

Gründächer als Schadstoffspeicher - Feinstaubbindung im System  
Dr. Olga Gorbachevskaya, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der  
Humboldt-Universität Berlin

### Themenkreis „Aus der Praxis“

Materiallogistik Baustelle – Kraneinsatz in Großstädten  
Michael Findeiß, Liebherr-Werk Biberach

Leicht und dämmend - Schaumglasschotter bei der Dach- und Tiefgaragenbegrünung  
Norbert Hartl, Misapor Neuss

Natur- und Ressourcenschutz - Torfersatzstoffe bei Dachbegrünungssubstraten  
Prof. Dipl.-Ing. Stephan Roth-Kleyer, Hochschule RheinMain

Bambus auf dem Dach – Möglichkeiten und Grenzen  
Wolfgang F. Eberts, BambusCentrum Deutschland, Baden-Baden &  
Martin Jauch, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

### Abschlussvortrag

Bebilderte Reise über die begrünten Dächer der Welt  
Prof. Dr. Manfred Köhler, Hochschule Neubrandenburg





## 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-, Fassaden- und Innenraumbegrünung. Im Laufe der Jahre sind vier 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 Wegen 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 Marktkennntnis, 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
- 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 den Anschriften aller Mitglieder.

Besuchen Sie uns!

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

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

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



## Einführungsvortrag

### **„Neue Stadtökologie“ – Konzept für leistungsfähigeres Grün in Städten** **Dipl. Ing. Bernd W. Krupka, Planungsbüro Krupka, Bad Pyrmont**

Die Auswirkungen des Klimawandels belasten Mensch und Umwelt in vielfältiger Weise. Die Zahl der Tropentage und -nächte nimmt in den urbanen Wärmeinseln zu.

#### **Die Notwendigkeiten zur Kompensation sind unbestritten**

- Vermeidungsstrategien
- Ressourcen schonen
- Technischer Klimaschutz
- Grün aktivieren

#### **Es ergeben sich wichtige Zukunftsaufgaben für die Stadtplanung (Auswahl)**

- Städtebauliche Verdichtung (Reduzierung des Flächenverbrauch)
- Konzentration auf Metropolregionen (Zuzug)
- Nutzungsmischung (Wohnen und Arbeiten)
- Entflechtung des Verkehrs
- Rückbau und Freiflächenmanagement (demographischer Wandel)

Der Kampf um die letzten Quadratmeter Freiraum und Grünflächen ist in den städtebaulichen Verdichtungszone n längst im Gang. Die wahren Werte von Grün sind noch nicht allen Investoren klar.

#### **Das Umdenken über das Stadtgrün in Forschung, Entwicklung und Praxis hat aber begonnen, z.B.**

- Forschungsaktivitäten, z.B. ELCA-Forschungsforum „Green City Europe“
- Neue Stadtbaumarten
- Neue Vegetationstechniken
- Wassermanagement
- urbane Klimamodelle

#### **Die „Neue Stadtökologie“**

- Das ist ein Planungssystem zur ökologischen Revitalisierung von verdichteten Stadträumen und Anpassung an den Klimawandel.
- Ein umfassendes Denkmodell für das Stadtgrün der Zukunft.
- Stadtgrün als berechenbaren Klimaschutz konzipieren und gestalten.
- Wissenschaftlich hinterlegt.
- Innovativ und praxisorientiert

#### **Was heißt „Neue Stadtökologie“?**

##### **Gibt es auch eine „Alte Stadtökologie“?**

Zitat : (SUKOPP, TREPL 1999): Was ist Stadtökologie?

„Der Begriff Stadtökologie wird auf zwei grundverschiedene Weisen gebraucht:

(1) Etwa im Sinne von „umweltverträglicher Stadtgestaltung“ auf der Ebene von Politik und Planung.

(2) Stadtökologie ist eine Naturwissenschaft, und zwar der Teil der Ökologie als Zweig der Biologie, der sich mit urbanen Gebieten beschäftigt.“

- Erste Ansätze zur Stadtökologie gibt es ab 1855
- wirklich wissenschaftlich systematisch ab 1974
- „Stadt wird als neue Art von Umwelt“ aufgefasst

Mit der „Neuen Stadtökologie“ sollen die Ebenen der Planung und Politik mit der Stadtökologie als angewandte Naturwissenschaft vereint werden.

Planungsebenen sind Stadtplanung - Umweltplanung - Wassermanagement - Grünplanung



### Es ist jedoch immer wieder Kritik an „grüner Inflation“ notwendig

- Okkupation von „Natur“ für fremde Zwecke als emotionale oder sachliche Täuschung, insbesondere in der Werbung.
- Inflation des „Ökologischen“ in allen Lebensbereichen
- „green buildings“ haben absolut nicht mit Gebäudebegrünung zu tun

### Eigenkritik an der grünen Profession:

- *Pflanzenverwendung in der Stadt bleibt immer noch überwiegend in ästhetisch definierten Planungen verhaftet.*
- Ökologisch-klimatische Leistungen sind erst ansatzweise Planungskriterien.

### Thesen:

1. Wenn wir die Stadt als eine „neue Art von Umwelt“ im wissenschaftlichen Sinne und auch in der Alltagsrealität begreifen, gibt es auch eine „Stadt-Natur“.
2. Diese „Stadt-Natur“ ist im Gesamtsystem Stadt je nach den Rahmenbedingungen mehr oder weniger wirksam.
3. Diese „Stadt-Natur“ hat bei weitem nicht ihr Leistungsoptimum erreicht.

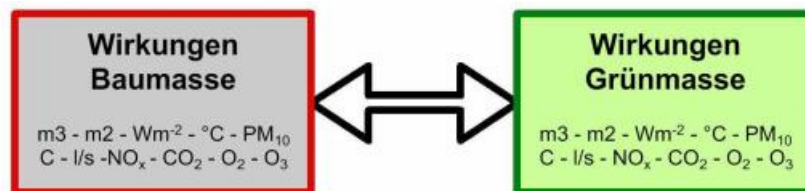
### Deshalb sind neue Qualitätsstufen für die Stadtplanung mit Klimamodellen als Grundlage erforderlich.

Es sind auch neue Qualitätsstufen in der Vegetationsverwendung erforderlich, die alle Planungsebenen umfasst und sowohl ökologisch als auch ästhetisch ausgerichtet ist.

### Deshalb das Konzept der „Neuen Stadtökologie:

#### Berechenbarkeit von klimawirksamen Grün.

Architekten haben für alle technischen Stoffe und Verfahren Werte zur Berechnung in der Gebäudeplanung. Nur in der Grünplanung gibt es diese unter stadtklimatologischen Aspekten nur rudimentär. Sie sind nicht Teil der Grünplanung und des Qualitätsanspruches derzeitiger Stadt- und Zukunftsplanung.



### „Neue Stadtökologie“

#### Stadtökologische Zukunftsplanung

##### Die Idee

- Die Stadtnatur soll als nachweisbar leistungsfähiges urbanes Ökosystem für die Zukunft gestaltet werden. Dies ist besonders für verdichtete Innenstadträume von Bedeutung.
- Das neue Stadt-Ökosystem besteht aus einem Netzwerk urbaner Vitalräume, die sich wiederum aus „Grünen Bausteinen“ zusammensetzen.
- Dies ist ein Arbeitsinstrument für die städtebauliche Verdichtung urbaner Räume.

##### Die Ziele

- Mit den Grünen Bausteinen aus d. Grundkomponenten „Boden-Wasser-Vegetation“ werden dauerhafte, klima-wirksame, gesundheitsfördernde Wirkungen erzielt.
- Pflanzen-Nutzflächen
- Konzepte für vegetationsfreundliche Gebäudegestaltung, begrünte Gebäudeoberflächen, Innenraumbegrünung, Freiflächenbegrünung, urban-gardening.
- Es entstehen für Bürger und Investoren attraktive Wohn- und Arbeitsumfelder im Sinne des „Nachhaltigen Bauens“.
- Durch gezieltes Grün- und Wassermanagement ergibt sich ein nachvollziehbarer Mehrwert.



### Die Strategie im System der Neuen Stadtökologie

- rechenbare Planungsansätze für das Stadtgrün in der Stadtplanung.
- optimale, additive Verbundwirkung verschiedener Grüner Bausteine.
- Grüne Freiräume in ihrem Wirkungsgrad berechenbar und damit effektiv planbar werden lassen.
- Netzwerk urbaner Vitalräume.
- Stadtquartiere stadtplanerisch mit Umstrukturierungen vorbereiten.
- Mittel- und langfristige Entwicklungszeiträume für die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.

### Hauptaufgaben:

- **Schaffung von klimawirksamem Ausgleichsgrün**
- Zu den zukünftigen bereits in der Stadtplanung zu berücksichtigen klimabedingten Investitionskosten der Gesellschaft gehört auch die Schaffung von dauerhaft klimawirksamem Ausgleichsgrün.
- **Kühlwirkung gegen thermischen Stress**
- Zukunftsaufgabe: Thermischen Stress der Stadtbewohner durch Stadtvegetation, verbunden mit Wassermanagement verringern.
- Kühlwirkung durch Verdunstung
- Reduzierung der Einstrahlungsenergie.
- **Erhöhung der Luftfeuchtigkeit**
- **Feinstaubminderung**
- Stadtvegetation in besonderen Ausbildungsformen kann viel zur Bindung von Feinstaub beitragen.
- **CO<sub>2</sub>-Minderung**
- Stadtgrün als CO<sub>2</sub>-Speicher (carbon-save).
- **Sauerstoffproduktion**
- **Senkung der Ozonwerte**
- **Antimikrobielle Wirkung**

### Arbeitsmittel der „Neuen Stadtökologie“:

„Grüne Bausteine“ als stadtökologische Grundeinheiten.

- Die Vielfalt städtischer Pflanzenverwendung wird in den Vegetationstechniken der „Grünen Bausteine“ systematisch zusammengefasst.
- Die „Grünen Bausteine“ sind spezielle Begrünungsverfahren in einem Gerüst aus Grundbausteinen.
- Die Grundbausteine können in verschiedenen Ausbildungsformen erweitert und auf die jeweils besonderen Anwendungsbereiche der technischen und klimatischen Räume abgestimmt werden.
- Es gibt etwa 200 einzelne Ausbildungsformen der „Grünen Bausteine“.
- Für die einzelnen „Grünen Bausteine“ gibt es „Qualitätsbilder“ (Datenblätter) mit ökologischen Kenndaten.
- Physiologische und klimatische Leistungsdaten.
- Botanisch-pflanzensoziologische Merkmale.
- Die mögliche Leistungsfähigkeit der „Grünen Bausteine“ ergibt sich also aus den jeweils definierten Wertgehalten.

### Neue stadtökologische Anforderungen auch an die Dachbegrünung

Leitmotiv: Je mehr Wasserspeicherung und Wasserverdunstung desto besser.

Dies bedeutet Umdenken insbesondere bei Extensivbegrünungen.

Ergebnis: Neuartige stauasse Extensivbegrünungen

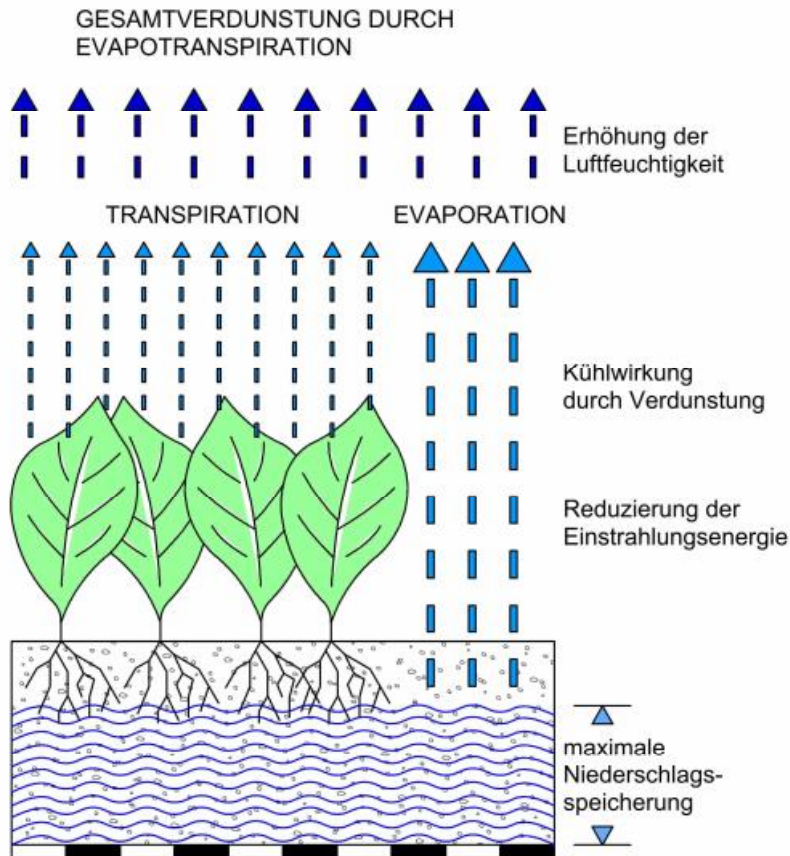
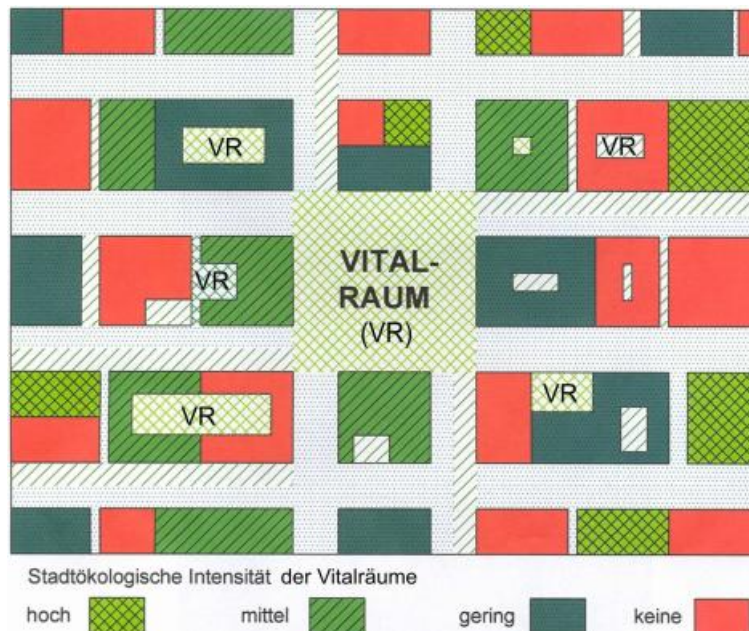


Abb. 2: Klimatische Wirkungen von Dachbegrünungen mit Wasseranbau

**Planungsergebnis im Konzept der „Neuen Stadtökologie sind : „Urbane Vitalräume“**

- Die „Grünen Bausteine“ bilden in standortgeeigneter Kombination die Grundeinheiten der „urbanen Vitalräume“.
- Beziehung zwischen Fläche-Volumen-Leistungsfähigkeit.
- „Urbane Vitalräume“ haben definierte stadtökologische Wirkungen. Sie sollen ein Netz aus gestalteten Grünflächen im Stadtraum bilden.

Schemaplan Urbane Vitalräume





### Arbeitsmethodik der „Neuen Stadtökologie“:

- **Strukturuntersuchungen** als städtebauliche ökologische Voruntersuchung.
- **Klimauntersuchungen** und Klimamodelle als Arbeitsgrundlage.
- **Entwicklungskonzepte** für die Anlage und Gestaltung von Stadtgrün in verdichteten Stadträumen.
- **Innovationskonzepte**, Optimierung und / oder Neuentwicklung von Stadtbegrünungsmethoden.
- **Grünmasse und Baumasse**
- Es wird berechnet, wie viel Grünmasse gegen Baumasse gesetzt werden muss, um eine stadtklimatische Wirksamkeit zu erzielen.
- **Ausbildungsformen der „Grünen Bausteine“**
- *Ausbildungsformen der „Grünen Bausteine“ werden über Vegetationstyp und Wasserhaushalt definiert.*
- Örtliche „Notwendigkeiten“ sind entscheidend.
- **Pflanzliche Überlebensstrategien**
- *Pflanzen und Pflanzenvergesellschaftungen mit geeigneten Überlebensstrategien gezielt für den Stadtraum auswählen.*
- Gesundes, lang grün bleibendes Blattwerk.
- **Wasserversorgung**
- *Klimatisierende Bewässerung in Verbindung mit Vegetationsbeständen gewinnt für Stadtraum an Bedeutung*
- Neue Strategien zur Wasserbevorratung.

### Besondere Strategien zur Bevorratung von Wasser

Niederschlagsversorgung:

- mit natürlicher Wasserspeicherung im gesamten Bodenhorizont (Standard).
- mit zusätzlicher Wasserspeicherung in Teil-Bodenhorizonten (Erweiterung).
- *mit Zusatzbewässerung, natürliche Wasserspeicherung in gesamten Bodenhorizonten (Standard).*
- *mit Zusatzbewässerung und Wasserspeicherung in Teil-Bodenhorizonten (Erweiterung).*

Kritik an der Novelle zum Baugesetzbuch, dass sich u.a. mit den Reaktionsmöglichkeiten auf den Klimawandel befasst.

Es gibt da nur einen kleinen Absatz in Artikel 1 zur Änderung des BauGB unter 4 § 5c in dem man das Grün unterbringen könnte: „mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen“.

### Die Zukunft

Es gibt neue Zukunftsaufgaben auch für FBB u. FLL.

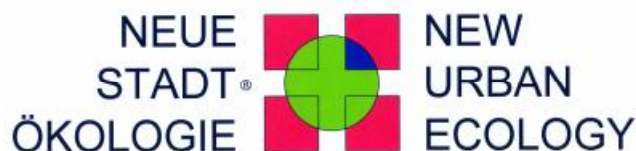
Es sind grüne Denkwertstätten vonnöten.

Stadtgrün sorgt für frische-kühle und gereinigte Luft

Sorgen wir mit Ideen und Engagement für viel und wirkungsvolles Stadtgrün.

Eine schöne Utopie des amerikanischen Architekten William Mc Donough:

„Häuser wie Bäume – Städte wie Wälder“.







## Themenkreis „Recht & Richtlinie“

- Dieter Schenk, Leiter der FBB-Projektgruppe „WBB“, Nürtingen

### Die neue FBB-WBB-Liste - beim Thema Wurzelschutz auf Nummer sicher! Dieter Schenk, Leiter der FBB-Projektgruppe „WBB“, Nürtingen

Die WBB-Liste als Übersicht der Bahnen und Abdichtungen mit Prüfungen nach dem FLL-Verfahren der FBB ist seit vielen Jahren *das* Nachschlagewerk zum Thema Wurzelschutz in Deutschland und wohl eines der am meisten heruntergeladenen Dokumente im Bereich der Dachbegrünung.

Gerade deshalb war es wichtig, dieses Werk den sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Aktueller Auslöser war die Einführung der DIN EN 13948 im Jahr 2008 als Pendant zur langjährig anerkannten FLL-Prüfung. Aus diesem Grunde hat die FBB-Mitgliederversammlung 2009 die Projektgruppe beauftragt, die WBB-Liste komplett neu aufzubauen. Zur Mitgliederversammlung und zum FBB-Gründachsymposium 2012 wird nun die neue WBB-Liste vorgestellt und ist ab sofort und [www.fbb.de](http://www.fbb.de) zum Download bereit. Die seitherige Liste ist unter [www.fbb.de](http://www.fbb.de) sowie über die Geschäftsstelle der FBB weiterhin erhältlich, z.B. um bei älteren Bauvorhaben auch die Wurzelfestigkeit von damals eingebauten Produkten nachvollziehen zu können.

Die Projektgruppe wurde geleitet von Herrn Dieter Schenk, ZinCo GmbH, Nürtingen. Außerdem arbeiteten noch folgende Personen mit:

- Herr Thomas Pfeiffer, Vedag GmbH, Bamberg
- Herr Wittich Lingelbach, Sika Deutschland GmbH, Stuttgart
- Herr Josef Löcherbach, Alwitra GmbH, Trier
- Herr Dietmar Leupold, Icopal GmbH, Werne
- Herr Holger Krüger, Bauder GmbH, Stuttgart

Im Ergebnis sind nun 54 Produkte von 21 Firmen in der neuen WBB-Liste verzeichnet. Die Bezeichnung „WBB“ stand dabei früher für *wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen*. Mittlerweile lautet der korrekte Titel der Liste *Wurzelfeste Produkte – Bahnen, Abdichtungen u.a. mit Prüfungen nach dem FLL-Verfahren und nach der DIN EN 13948*. Die Kurzform „WBB-Liste“ soll aber beibehalten werden, siehe Titelblatt oben.

Alle Prüfzeugnisse werden von der FBB kostenlos in der Auflistung veröffentlicht, wenn

- die Antragsteller der Prüfzeugnisse diese zur Verfügung stellen und
- aus den Prüfzeugnissen hervorgeht, dass die Prüfung auf der Basis der FLL-Vorgaben bzw. der DIN EN 13948 erfolgreich abgeschlossen wurde und
- die Projektgruppe WBB der FBB dieses so festgestellt hat.
- 

Ein Rechtsanspruch auf Aufnahme in die WBB-Liste besteht nicht.

Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bisher der FBB nicht zur Verfügung gestellte und deshalb nicht aufgelistete Prüfberichte können erst bei künftigen Aktualisierungen berücksichtigt werden, wenn sie der Geschäftsstelle der FBB von dem im Prüfzeugnis genannten Antragsteller rechtzeitig und vollständig zur Verfügung gestellt werden.

Die WBB-Liste zeigt die Prüfung nach FLL sowie die Prüfung nach DIN EN 13948. Da das FLL Verfahren alle relevanten Elemente der DIN EN 13948 beinhaltet und sogar über die Anforderungen hinaus geht, wird es in der Fachwelt als höherwertig angesehen. Deshalb können Prüfinstitute für Produkte, die die FLL-Prüfung bestanden haben, auch die Wurzelfestigkeit nach DIN EN 13948 bestätigen. Eine automatische Bestätigung der DIN EN 13948 bei bestandener FLL-Prüfung durch die Projektgruppe erfolgt ausdrücklich nicht. Zu beachten ist dabei, dass die meisten Produkte die Wurzelfestigkeit nach DIN EN 13948 aufgrund der Bestätigungen der Prüfinstitute erlangen und nicht aufgrund separater Prüfungen.

Bei der FLL-Prüfung wird unterschieden nach „mit oder ohne Rhizomfestigkeit gegen Quecke“. Auch dieses wird durch die neue WBB-Liste dokumentiert. Dabei kann die Eintragung „nein“ bedeuten, dass das Produkt die Prüfung *nicht absolviert* oder *nicht bestanden* hat.

Die Antragsteller werden in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet, ab Seite 5 die Hersteller von wurzelfesten Bahnen, ab Seite 11 die Hersteller von sonstigen wurzelfesten Produkten.



Die Projektgruppe hat es sich zur Maxime gemacht, ausschließlich Ergebnisse von Prüfinstituten anzuerkennen und zu veröffentlichen. So zum Beispiel bei mehreren Produkten mit einem gemeinsamen Prüfzeugnis (z.B. bei verschiedenen Dicken, Trägereinlagen etc.). Auch hier legt die Projektgruppe Wert darauf, dass eine Bestätigung des Prüfinstituts vorliegt.

Alle weiteren Angaben –neben der Wurzelfestigkeit- zu den geprüften Produkten sind Auszüge aus den Prüfberichten. Im Interesse der Anwender und vergleichbarer Beurteilungskriterien wurden ggf. ergänzende Hinweise aufgenommen, die auf nachvollziehbaren Recherchen oder Hersteller-Erklärungen basieren.

Außerdem hat sich die Projektgruppe darauf verständigt, ausschließlich die Wurzelschutz-Eigenschaften der Produkte zu betrachten. Eine Beurteilung der sonstigen Eigenschaften der Produkte ist ausdrücklich nicht erfolgt. Die Aufnahme eines Produktes in die WBB-Liste sagt somit nichts aus über dessen technische Eignung für bestimmte Anwendungen oder auch über die technische Zulassung dieses Produkt.

Bei objektbezogenen Produktentscheidungen ist zu empfehlen und ggf. erforderlich, die vollständigen Untersuchungsberichte bei den Antragstellern bzw. Herstellern oder Lieferanten anzufordern bzw. einzusehen, eigenverantwortlich zu überprüfen und mit den objekt- und beanspruchungsorientierten Randbedingungen zu vergleichen. Zur Anforderung der Prüfzeugnisse beim Hersteller ist jeweils auch die Internet-Adresse genannt.

Eine Herausgabe der Prüfzeugnisse durch die Projektgruppe oder die Geschäftsstelle der FBB ist nicht möglich.

Zum Schluss ein großer Dank an alle Mitglieder der Projektgruppe für die fachkundige und engagierte Mitarbeit in der Projektgruppe sowie besonders an Herrn Jauch vom Institut für Gartenbau an der Forschungsanstalt für Gartenbau, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

## Themenkreis „Forschung & Lehre“

- Dipl. Ing. Vera Enzi, Verband für Bauwerksbegrünung e.V. (VfB), Österreich
- Henrike von Besser & Jennifer Elze, Hochschule Niederrhein Mönchengladbach
- Dipl. Ing. Dana Wilfert, Berlin
- Ingo Rösler, Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V., Echzell
- Dr. Olga Gorbachevskaya, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität Berlin

## Projekt GrünStadtKlima, Fokus Dachbegrünung - erste Messergebnisse Dipl. Ing. Vera Enzi, Verband für Bauwerksbegrünung e.V. (VfB), Österreich

### Zum Projekt

Erstmals wird in Österreich der Einfluss von begrünten Bauwerksflächen auf Klima, Wasserhaushalt und auf den Wert einer Immobilie in einem Forschungsprojekt umfassend untersucht. Das Forschungsprojekt >>> GrünStadtKlima bringt neue Erkenntnisse und wurde vom Verband für Bauwerksbegrünung (VfB) und der Universität für Bodenkultur (IBLB) ins Leben gerufen. Die Ergebnisse sollen die klimatischen und ökonomischen Argumente für begrünte Bauwerke belegen und zur Optimierung bestehender Bauweisen beitragen.

Gerade im städtischen Raum gilt es, belastende Elemente wie Strahlung, Emissionen, Unwetter und Lärm bestmöglich zu puffern. Begrünte Bauweisen sind dazu in der Lage und haben darüber hinaus weitere positive Effekte aufzuweisen. Im Zentrum des Forschungsprojektes stehen die Verbesserung bestehender Bauweisen für Dach- und Fassadenbegrünungen sowie versickerungsfähiger Wegeböden.



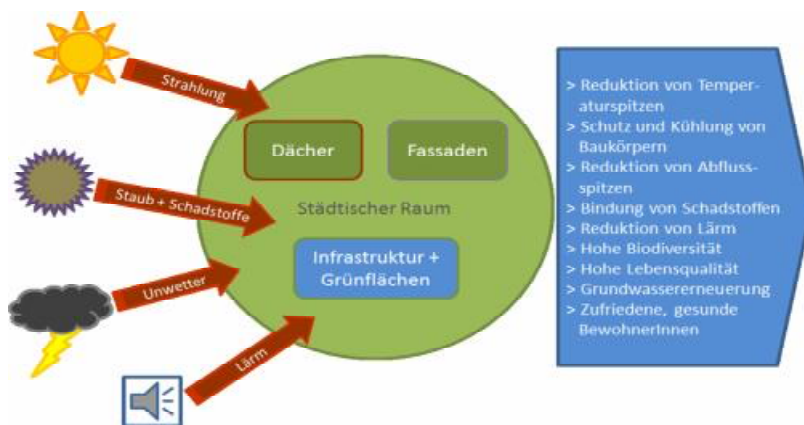


Abb. 1: Wirkungsweisen begrünter Bauwerke im städtischen Raum, *Quelle: IBLB*

### Die Hypothese

Begrünte und versickerungsfähige Bauweisen haben großes Potential die Qualität städtischer Räume zu verbessern und wirken sich positiv auf Wasserhaushalt, Strahlungshaushalt, Mikroklima, Energiebilanz von Gebäuden, Lebensdauer von Gebäudeaußenhülle, Lebensqualität, Immobilienwert, Biodiversität und Lebensraumvernetzung, Bodenleben und Sickerwasserqualität aus. Durch die Wissensdefizite von Behörden, Bauherren, Architekten und Planern sowie Mangel an wissenschaftlich gesicherten Erkenntnissen über die Eigenschaften und Wirkungen von begrünten und versickerungsfähigen Bautechniken können die offensichtlichen Vorteile bisher nicht genutzt werden. Diese müssen daher einer Kenntlichmachung im Sinne einer belegbaren Quantifizierung unterzogen werden.

### Die Vorgehensweise



Abb. 2: Die Phasen des Projekts >>> GrünStadtKlima, *Quelle: IBLB*

In der ersten Phase des Projekts erfolgt eine detaillierte Datenerhebung zu den verschiedenen grünen und versickerungsfähigen Bauweisen. Als detaillierte Daten- und Kenngrößen werden technische Materialkenngrößen, mikroklimatische, wasserwirtschaftliche und bauphysikalische Eigenschaften, Vegetationsentwicklung, CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzial, Reinigungsleistung von Dach- und Straßenabwässern aufgezeichnet.

Die erhobenen Daten werden in der zweiten Phase des Projekts mit Hilfe einer Simulation auf einen virtuellen Musterstadtteil übertragen. Die virtuelle Musterstadt kann anschließend mit mehreren Klimaszenarien ausgestattet werden.

Die dritte Phase des Projekts besteht in der Integration begrünter, versickerungsfähiger Bauweisen in raumplanerische Instrumente und Förderrichtlinien und wird als Planungsratgeber Strategien zur baulichen Anpassung an den Klimawandel im städtischen Raum vorschlagen. Eine umfassende ökonomische Betrachtung begrünter, versickerungsfähiger Bauweisen im Hinblick auf die Wertsteigerung von Immobilien stellt den letzten Schritt dar.

## Die Errichtung der Versuchsanlage Dachbegrünung

### Versuchsanlage Dachbegrünung in Schönbrunn bei Wien



Abbildung 3: Ein Teil der Versuchsanlage am Dach der HBLFA Schönbrunn. *Quelle: VFB*

Die Versuchsanlage zu den Gründächern wurde im Zeitraum vom 18. bis zum 22. Oktober 2010 auf einer geräumten Dachfläche der Höheren Bundeslehr- und Versuchsanstalt Schönbrunn durch die Projektpartner errichtet. Auf insgesamt 400 m<sup>2</sup> Versuchsfläche befinden sich die **72 Einzelflächen** der verschiedenen Dachbegrünungshersteller sowie die drei Referenzflächen Blechdach, Kiesdach und Foliendach. Die Einzelflächen sind in 4 Blöcke unterteilt, die einzelnen Flächen durch Formlochbleche von einander abgeteilt. Die Varianten der Dachbegrünungen reichen von extensiv bis hin zu reduziert intensiven Aufbaustärken. Die Messtechnik in Block 4 wurde im Zuge der Errichtungsarbeiten mit eingebaut und befindet sich in Betrieb. Die Datenlieferung erfolgt mittels Datenlogger an das IBLB und unterliegt einer periodischen Kontrolle und Aufarbeitung. Gemessen werden Werte zu Bodentemperatur, Bodenfeuchte und dem Dämmverhalten der Dachbegrünungen in Form von Werteprofilen. Als Saatgut für alle Flächen wurde eine Kräuter-Gräser- Mischung bestehend aus 50 verschiedenen Arten der Firma Hauenstein (Zürich, Schweiz) eingebracht. Die Entwicklung der Vegetation wird durch mittlerweile insgesamt drei Diplomanden des IBLB durch laufende Aufnahmen festgehalten und aufgearbeitet.

Die Versuchsanlage zu den Gründächern wurde im Zeitraum vom 18. bis zum 22. Oktober 2010 auf einer geräumten Dachfläche der Höheren Bundeslehr- und Versuchsanstalt Schönbrunn durch die Projektpartner errichtet. Auf insgesamt 400 m<sup>2</sup> Versuchsfläche befinden sich die **72 Einzelflächen** der verschiedenen Dachbegrünungshersteller sowie die drei Referenzflächen Blechdach, Kiesdach und Foliendach. Die Einzelflächen sind in 4 Blöcke unterteilt, die einzelnen Flächen durch Formlochbleche von einander abgeteilt. Die Varianten der Dachbegrünungen reichen von extensiv bis hin zu reduziert intensiven Aufbaustärken. Die Messtechnik in Block 4 wurde im Zuge der Errichtungsarbeiten mit eingebaut und befindet sich in Betrieb. Die Datenlieferung erfolgt mittels Datenlogger an das IBLB und unterliegt einer periodischen Kontrolle und Aufarbeitung. Gemessen werden Werte zu Bodentemperatur, Bodenfeuchte und dem Dämmverhalten der Dachbegrünungen in Form von Werteprofilen. Als Saatgut für alle Flächen wurde eine Kräuter-Gräser- Mischung bestehend aus 50 verschiedenen Arten der Firma Hauenstein (Zürich, Schweiz) eingebracht. Die Entwicklung der Vegetation wird durch mittlerweile insgesamt drei Diplomanden des IBLB durch laufende Aufnahmen festgehalten und aufgearbeitet.



Abbildung 4: Ansaat der Versuchsflächen. *Quelle: VFB*



Abbildung 5: Der Einbau der 72 Versuchsflächen. *Quelle: VFB*

### Eingangsprüfungen Materialien und Aufbauten

Zu Beginn wurden zu sämtlichen verschiedenen Substraten deren Korngrößenverteilung, Glühverlust, Wasserkapazität, Bodentemperatur- und Bodenfeuchteverlauf, PH- Wert und Carbonatgehalt erhoben. Diese Werte sollen in den späteren Phasen des Projekts Rückschlüsse auf die Aufbauten betreffend der Vegetationsentwicklung sowie der Messergebnisse erlauben. Die Prüfung der einzelnen Materialien erfolgte nach den in der ÖNORM L1131, „Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung“ angegebenen Werten.



Abbildung 6: Substratanalytik (BOKU Wien). *Quelle: VFB*

## Eingangsprüfungen Saatgut

Saatgutlabor der BOKU angelehnt an die Methode der ISTA (Jakobsen- Keimapparat) unterzogen. Die Ergebnisse fielen durchwegs unter dem Durchschnitt aus. Als zweite Variante wurden die einzelnen Arten auch in verschiedenen Versuchsanordnungen im Glashaus untersucht (siehe Abbildungen 7 und 8). Die Ergebnisse können insgesamt als zufriedenstellend betrachtet werden.

Abbildung 7: Samen auf Filterpapier mit Keimglocke auf dem Jakobsen- Keimapparat (BOKU Wien). *Quelle: IBLB*



Abbildung 8, 9: Versuchskästen vom Typ A (links) und Typ B (rechts) im Glashaus Jägerhausgasse. *Quelle: IBLB*

## Phase I: Laufende Erhebungen Vegetation

Die Versuchsanlage zur Dachbegrünung wird im Projektzeitraum von 2010 bis 2013 laufend untersucht. Die Untersuchungen gliedern sich im Wesentlichen in zwei Teilbereiche, das Vegetationsmonitoring (Keimverlauf, laufende Ermittlung von Deckungsgrad und Vitalität, Biomasse) und die laufenden Daten der eingebauten Messtechnik zu den Kennwerten Bodenfeuchte, Bodentemperatur sowie Dämmwert.

Die Untersuchung des Keimungsverlaufs im Freien erfolgte mittels getrennter Zählung von monokotylen und dikotylen Keimlingen.

Zur ökologischen Einordnung der verwendeten Pflanzenarten wurden die Ellenbergschen Zeigerwerte verwendet und mittels einer Formel je Aufbau bewertet. Das verwendete Saatgut enthält durchwegs Arten mit geringem Nährstoff- und Feuchtebedarf, dies gilt im Besonderen für die enthaltenen Kräuter- und Sedumarten. Einige Kräuter- und Grasarten setzen sich auch bei höherem Nährstoff- und Feuchteangebot durch. Die Bewertung zeigt vorwiegend „sehr gute“ (1) bis „gute“ Ergebnisse (2), diese können als Tendenzen festgestellt werden. Generell kann daher von einer Eignung des Saatgutes für den Versuchsaufbau ausgegangen werden. Die Eignung der Pflanzenarten sagt noch über den zu erwartenden Deckungsgrad einer Aufbauvariante aus. Die Untersuchung zielt darauf ab, welche Aufbauvariante die größte Artenvielfalt haben sollte.

Bei der Bewertung der Eignung der Pflanzenarten für die Aufbauvarianten zeigt für reduziert intensive Aufbauvarianten eine geringere Artenvielfalt als für extensive. Reduziert extensive Aufbauvarianten sind stark exponiert gegenüber Extremwetterereignissen. Die reduziert intensiven Aufbauvarianten weisen erwartungsgemäß die höchsten Individuenzahlen auf. Beim Vergleich des



Abbildung 10: Einsatz des Zählrahmens bei der Aufnahme des Keimungsverlaufes auf der Versuchsanlage Jägerhausgasse. *Quelle: IBLB*



Keimungsverlaufes von Monokotylen und Dikotylen lässt sich beobachten, dass die Zahl der Monokotylen sowohl nach Aussaat, als auch im Frühjahr 2011 sehr rasch ansteigt. Diese rasche Keimung der Gräser entspricht den Ergebnissen des Keimungsversuches im Glashaus. Seit Mitte April 2011 sind die Individuenzahlen leicht rückläufig. Dagegen verlief die Keimung der Dikotylen langsamer und gewann erst Mitte April 2011 an Dynamik. Die laufenden Erhebungen zu Deckungsgrad, Vitalität, Infloreszenz und Wuchshöhe befinden sich in laufender Auswertung. Die nachfolgende Grafik zeigt exemplarisch die Entwicklung des Deckungsgrades anhand verschiedener Arten von Gräsern.

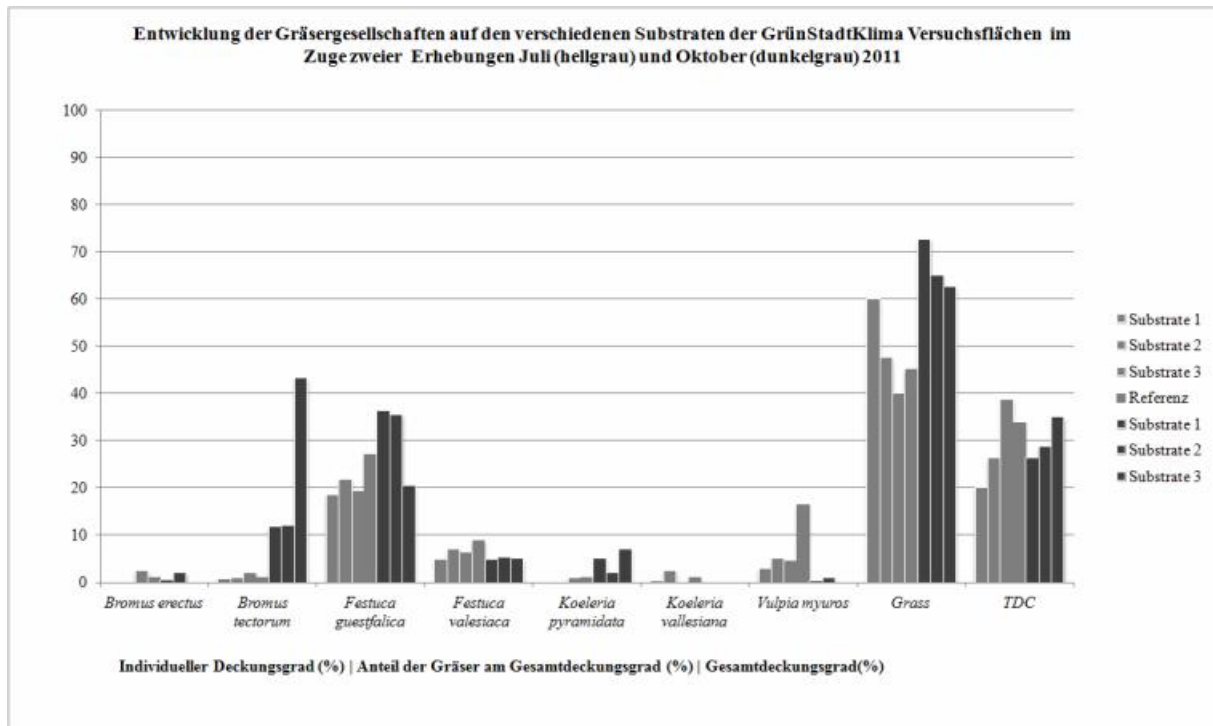


Abbildung 11: Individuelle Deckungsgrade von *Bromus erectus*, *Bromus tectorum*, *Festuca guesfalica*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria pyramidata*, *Koeleria vallesiana* und *Vulpia myuros*, Verhältnis sowie von Gräsern zum Deckungsgrad im Zuge zweier Erhebungen. Quelle: IBLB

### Phase I: Laufende Erhebungen zu Wärmedurchfluss und Bodenfeuchte- und Temperatur

Die in Block 4 des Versuchsaufbaues positionierte Messtechnik liefert je Sensor zwei Werte pro Stunde. Je Versuchsaufbau werden Profile bis hin zur Dachabdichtung gemessen. Die Werte werden mittels Datenlogger gespeichert und periodisch ausgewertet. Erste Auswertungen aus dem Zeitraum Januar und Februar 2011 liegen vor und lassen bereits erste Tendenzen erkennen.

Erste Auswertungen zum Temperaturverlauf an einem exemplarischen, kalten Wintertag (21.02.2011) mit nächtlichem Tiefstwert von  $-14^{\circ}\text{C}$  und Tageshöchstwert von  $-2^{\circ}\text{C}$  zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen Dachbegrünung und Referenz. Während die Temperaturen an der Dachabdichtung einen konstanten, kaum schwankenden Wert um  $1^{\circ}\text{C}$  aufweisen (blauer Wert) bewegt sich die Temperaturamplitude im Substrataufbau (roter Wert) und auf der Oberfläche (grüner Wert) zwischen  $+1^{\circ}\text{C}$  und  $-2^{\circ}\text{C}$ . Die Referenz Kies zeigt direkt an der Dachabdichtung Tiefstwerte von  $-7^{\circ}\text{C}$ , die Referenzen Blech und Folie weisen gar Werte um  $-9^{\circ}\text{C}$  auf.

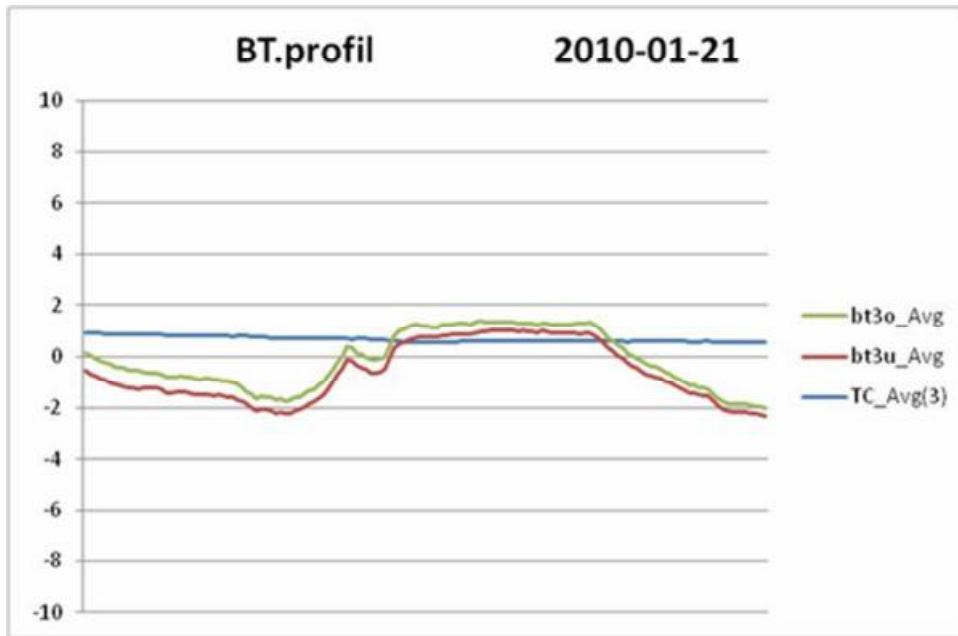


Abbildung 14: Temperaturprofile Dachbegrünung im Vergleich zu Referenz. *Quelle: IBLB*

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Monatsablauf des Wärmedurchflusses bei der betrachteten Referenzfläche Kiesdach vom 21. Januar 2011 bis zum 21. Februar 2011. Da das Kiesdach vielerorts noch immer als ernsthafte Alternative zur Dachbegrünung gehandelt wird, erscheinen die Werte erschreckend. Besondere Aufmerksamkeit kommt dabei der Skala auf der linken Seite zu, die gemessenen Werte bewegen sich in einem Bereich von  $-70$  bis  $+30$   $\text{W}/\text{m}^2$ . Die durch den Tageswechsel bedingten Temperaturschwankungen sind hoch, die Kurve daher aufgrund des nahezu ungestörten Durchganges sehr unruhig.

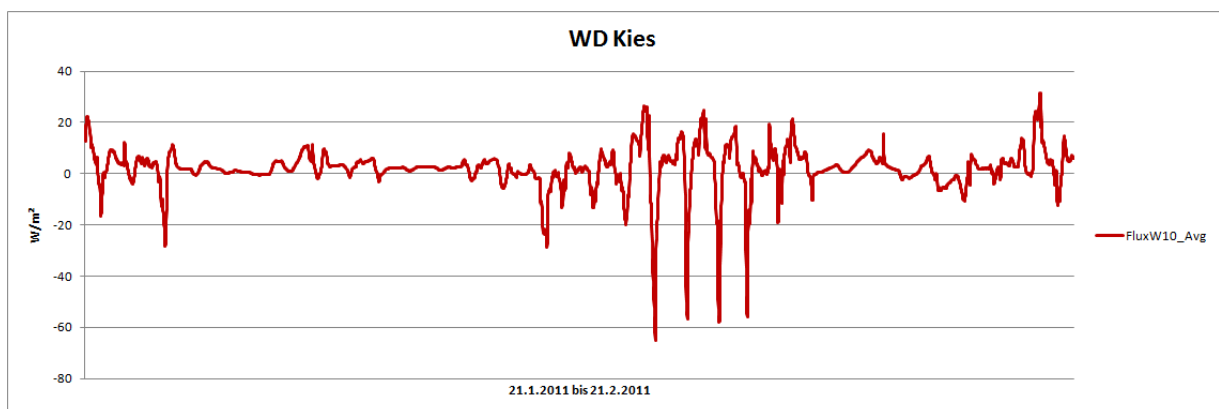


Abbildung 12: Wärmedurchfluss Kiesdach. *Quelle: IBLB*

Im Vergleich dazu verläuft die Linie bei der nachfolgenden Dachbegrünung nahezu ohne Extreme. Die beiden Grafiken sind jedoch nicht direkt 1:1 vergleichbar, denn betrachtet man wiederum die Skala auf der linken Seite wird deutlich, dass sich der Schwankungsbereich bei der Dachbegrünung im Gegenzug zum Kiesdach im Bereich von  $+1,3$  bis  $+0,7$   $\text{Watt/m}^2$  bewegt. Daher wäre bei gleicher Skalierung beider Messungen bei der Dachbegrünung nur eine gerade Linie

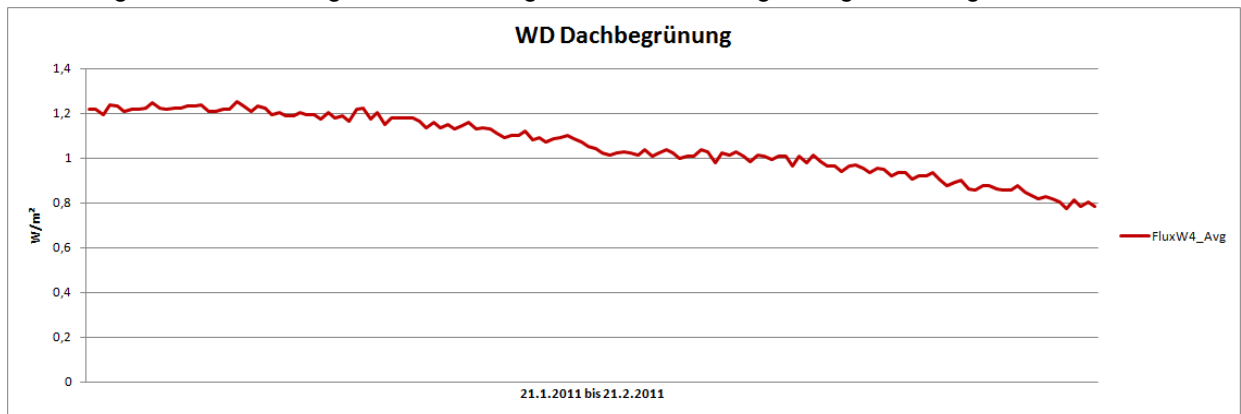


Abbildung 13: Wärmedurchfluss Dachbegrünung. *Quelle: IBLB*

sichtbar und somit überhaupt keine Schwankungen erkennbar. Auch die Werte der beiden Referenzen Blech- und Foliendach zeigen ähnlich schlechte Werte wie die Kiesreferenz. Sicher kann man daher schon sagen, dass Dachbegrünungen in der Lage sind, bei extremen Temperaturschwankungen als Puffer zu wirken. Inwiefern die dämmenden Eigenschaften der Dachbegrünung in Relation zu herkömmlicher Wärmedämmung einzuschätzen sind, werden weitere Untersuchungen zeigen.

#### Projektdetails

Träger/Projektkoordinator: Verband für Bauwerksbegrünung, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau BOKU Wien

Fördergeber: Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)

Dauer/Projektzeitraum: 2010 - 2013

Ziel des Forschungsprojekts: Erstellung eines wissenschaftlich fundierten Reports über begrünte Bauwerksflächen; Erarbeitung von Kriterien für Gründächer, Fassadenbegrünungen und Wegebeläge zur Immobilienaufwertung

#### Partnerliste >>>GrünStadtKlima

**Verbände:** Verband für Bauwerksbegrünung **VfB**, Garten- und Landschaftsbauverband **GaLaBau**, Wiener Gärtner Innung **WGI**, Verband der Österreichischen Beton- und Fertigteilproduzenten **VÖB**, Forum Qualitätspflaster **FQP**

**Unternehmen:** Dachgrün Objektbegrünungen GmbH, Optigrün, Haldittbergbau Verwaltungs-GmbH CO, Garten Rath, Lias Österreich Ges.m.b.H., Pittsburgh Corning GesmbH, Bauder GesmbH, Basaltwerk Pauliberg GmbH & Co KG, Blazek Garten- und Landschaftsbau, Europerl Strauss Perlitwerke, Sanoway, Techmetall Erzeugungs- Handel- und Montage- Ges.m.b.H., BAUMIt Wopfinger, Stauden Hameter, Helix Systeme, Terraway Steinbauer Development, ZinCo

**Bauträger:** BUWOG, Wien Süd

**Forschungseinrichtungen:** Universität für Bodenkultur (Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau **IBLB**, Institut für Meteorologie **MET**, Institut für Raumplanung **IRUB**, Institut für Siedlungswasserbau **SIG**), Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Schönbrunn **HBLFA Schönbrunn**, Forschungsgesellschaft Wohnen, Bauen, Planen **FGW**





## **„Grow Green“ – weitere Begrünungspotentiale durch Textilmatte** **Henrike von Besser & Jennifer Elze, Hochschule Niederrhein Mönchengladbach**

Die Idee zu GrowGreen wurde in einem Projekt im 3. Semester geboren und von den beiden Studentinnen anschließend weiterentwickelt. Mit GrowGreen nahmen sie bisher erfolgreich an zwei Wettbewerben teil: einmal dem internationalen Wettbewerb SmartTextiles in Dänemark, bei dem sie mit dem zweiten Platz ausgezeichnet wurden, sowie dem Textil + Mode Innovationspreis 2011, bei dem sie den dritten Platz erlangten.

### **GrowGreen**

GrowGreen ist ein innovatives Abstandsgewirk, auf dem Pflanzen wachsen können. Dadurch bieten sich vielseitige Anwendungsmöglichkeiten sowohl im urbanen als auch im ländlichen Raum.

### **Abstandsgewirke**

Abstandsgewirke sind textile Konstruktionen aus zwei Deckflächen (Ober- und Unterseite), welche durch eine sogenannte Polschicht in einem definierten Abstand voneinander gehalten werden. Diese Konstruktion wird in einem Arbeitsgang, auf einer Maschine gefertigt. Dabei können diverse Grundmaterialien verwendet werden, sowohl Natur als auch synthetische Fasern und Mischungen beider.

Die beiden Warenflächen können gleich gestaltet sein, oder zueinander unterschiedliche Musterungen aufweisen. Empfehlenswert als Standardbindungen zur Erzeugung der geschlossenen äußerlichen Warenflächen sind Trikot-, Tuch- oder Körperbindungen. Für den Abstandsbereich wird in der Regel ein Monofilament verwendet. Den Grundstoff für das Monofilament bildet meistens Polyester, aber auch kompostierbare Proteinfasern aus zum Beispiel Milch sind denkbar.

Das Monofilament, auch Polfaden genannt, wird in der Regel kreuzförmig, in einem Winkel von etwa 45°, zwischen beiden textilen Außenflächen gelegt. Dadurch wird eine gewisse Verschiebefestigkeit der Deckflächen zueinander gewährleistet und ein Kippen oder Zusammenfallen der Struktur des Abstandsgewirkes vorgebeugt.

Die mittige Polschicht reguliert die Feuchtigkeitsszirkulation bestimmt den Wärmehaushalt, indem Kälte von außen abgehalten wird. Somit werden Schäden durch Feuchtigkeit weitestgehend verhindert. Des Weiteren verhindert diese Schicht, dass die äußeren zwei Warenflächen aufeinander drücken. Durch die Erhaltung des Abstandes zwischen den zwei Warenflächen kann eine gewisse Elastizität und Stabilität des Abstandsgewirkes gewährleistet werden.

Für die Herstellung von Abstandsgewirken benötigt man eine sogenannte Doppelraschelmaschine. Diese Kettenwirkmaschine arbeitet mit zwei Nadelbarren in einem Arbeitsgang. Die Herstellung erfolgt allein durch Kettenfadensysteme und benötigt nicht wie bei der Webtechnik noch einen zusätzlichen Schussfaden.

Für die Produktion von Abstandsgewirken können bis zu 7 Fadensysteme verwendet werden. Der jetzige Stand der Technik lässt eine Höhe von bis 6cm zu.

Die positive Eigenschaften eines Abstandsgewirkes umfassen unter anderem: hohe Atmungsaktivität, hohe Rückstellkraft und Druckelastizität. Nach Belastungen findet der Stoff in seine Ursprungsform zurück, Temperaturschwankungen können ausgeglichen werden. Außerdem zeichnen sich Abstandsgewirke durch Lärmabsorption, Leichtigkeit, Reißfestigkeit und Pflegeleichtigkeit aus.

Abstandsgewirke werden in vielfältigen Industriezweigen eingesetzt und finden derzeit beispielsweise Anwendung in: Matratzen, Medizintechnik, Funktionstextilien, Filtertechnik, Schuhsohlen, Automobil, Protektoren, Polster, Taucheranzüge, Dämmschutz, Schaumstoffersatz.

Anschließende Veredlungsprozesse, wie eine thermische Behandlung zur Stabilisierung der Monofilfäden sichern eine dauerhafte Federkraft. Somit erhält das Abstandsgewirk elastische Eigenschaften, die ähnlich eines Schaumstoffes sind. Eine stufenlose Verstellbarkeit an der Maschine lässt es zu die gewünschte Dicke der Gewirke festzulegen. Die Vielzahl der Fadensysteme für die Produktion ermöglicht vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten.

### **Konzept**

#### **Beschreibung**

Grow Green ist ein Abstandsgewirk, das hauptsächlich aus kompostierbaren Fasern besteht. In einer gitterförmigen Struktur werden außerdem Polyesterfäden eingearbeitet, die nach dem Verrottungsprozess Stabilität und einen Erosionsschutz bieten. Zusätzlich wird das in der Mitte befindliche Filament mit einer Langzeitdüngemischung beschichtet. Diese Standardmischung besteht aus Stickstoff, Phosphor und Kalium und wird in einem einfachen Tauchprozess auf das

Garn aufgebracht. Im Inneren des Gewirks ist außerdem ein Tröpfchenbewässerungssystem integriert. Dieses wird bereits während des Wirkprozesses eingebunden und erlaubt zielgerichtete Bewässerung in der späteren Anwendung. Zusätzlich wird das Textil auf der Unterseite wasserabweisend beschichtet. In der Anwendung werden die Samen vom Verbraucher selbst ausgewählt und gesät.

### Potential

Grow Green bietet den Wurzeln genügend Raum zum Wachsen. Die erforderlichen Nährstoffe sind im Textil eingelagert und werden über Zeit abgegeben. Durch den Verrottungsprozess werden langfristig weitere Nährstoffe erzeugt, die die Pflanzen nachhaltig versorgen und für hervorragende Wachstumsbedingungen sorgen.

Wasser wird durch die Kombination von Fasermaterial und wasserabweisender Beschichtung effizient im Textil gespeichert und nicht an den darunterliegenden Boden abgegeben. Die Beschichtung erlaubt jedoch weiterhin Gasaustausch mit den darunterliegenden Schichten.

### Anwendungen

Mit der Entwicklung und Umsetzung von GrowGreen werden neue Anwendungsgebiete für Textilien erschlossen. Im Wesentlichen finden sich diese im urbanen als auch im ländlichen Raum. Das Textil ist unabhängig von der Bodenbeschaffenheit und kann an jeder Wand, auf jedem Dach installiert und genutzt werden. Somit ist es Wegbereiter für grünere Städte und reduziert außerdem CO<sub>2</sub> Emissionen.

Leichtes Gewicht ermöglicht vereinfachten Transport und Verteilung. Eine Anwendung zur teilweisen Selbstversorgung in Flüchtlingslagern ist denkbar und wird angestrebt. Ebenso in Regionen, in denen ausgelaugter oder verseuchter Boden den Anbau von Lebensmitteln unmöglich macht.

Im Hinblick auf die Anwendung am Dach ist außerdem die Klimaregulierende Eigenschaft des Abstandsgewirkes hervorzuheben.

### Marktfähigkeit

Bereits die Ausstellung "Design for the other 90%", welche im Jahr 2007 in New York stattfand, hat gezeigt, dass nicht nur neuartige Ideen für Industrie und Architekturdesign gefragt sind, sondern diese Designobjekte auch das Thema Nachhaltigkeit, besonders im Hinblick auf Entwicklungsländer beinhalten sollten. Außerdem erlangte Urban Gardening wachsende Bedeutung. Pflanzen in der Stadt tragen entscheidend zur Lebensqualität bei: als Schattenspende, zur Steigerung der Luftqualität, nicht zuletzt ästhetische und emotionale Aspekte

Generell ist es in den letzten Jahrzehnten zu einem gesellschaftlichen Wandel der Umweltwahrnehmung gekommen. Jeder Eingriff des Menschen in die Natur hat nicht nur eine, sondern zahlreiche Konsequenzen nach sich gezogen.

GrowGreen bedient die wachsende Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen und ist gleichzeitig in der Lage in verschiedensten Bereichen universell einsetzbar zu sein.

Die Neuartigkeit der Innovation verlangt eine größere anfängliche Investition, die erst langfristig gedeckt sein wird, jedoch wegen des herausragenden Potentials nicht gescheut werden sollte.

Es ist außerdem angedacht, in der Preisgestaltung auf die unterschiedliche Kaufkraft der Absatzmärkte einzugehen. Der Preis in schwächeren Regionen soll durch einen höheren Preis in kaufstarken Gebieten subventioniert werden.

Auf diesem Weg wird es möglich sein, GrowGreen für alle Menschen zur Verfügung zu stellen.



© Phil Trosien for Grow Green, Henrike von Besser and Jennifer Eise

## Vitamine vom Dach – Herausforderungen des Kulturpflanzenbaus auf Dächern

### Dipl. Ing. Dana Wilfert, Berlin

Das Wachstum der Großstädte und das absehbare Ende fossiler Brennstoffe sind heutzutage wichtige Argumente für eine nachhaltige städtische Weiterentwicklung. Zur Zeit lebt bereits jeder zehnte Mensch weltweit in der Stadt.

In diesem Zusammenhang ist eine neue Entwicklung der Reintegration landwirtschaftlicher Flächen in Großstädten zu beobachten.

Dachflächen, Terrassen und Dachgärten können hier neue Subsistenz- und Produktionsräume für Urbane Landwirtschaft bieten. Seit mehreren Jahren ist international ein Trend des Dachanbaus zu beobachten, der sich weitestgehend durch Pioniere auf diesem Gebiet etabliert hat.

Das sind z.B. Restaurantbetriebe, Kleinunternehmer, Umweltaktivisten und Privatpersonen, die Kulturpflanzen auf dem Dach zur Selbstversorgung aber auch zur produktiven Lebensmittelherstellung betreiben.

Systemhersteller für Dachbegrünungen sollen nun die Idee und Herausforderung des Dachanbaus auf professioneller Ebene weiterentwickeln. 2010 wurde daher erstmals auf der "CitysAlive 8th Annual GreenRoof & Wall Conference" in Vancouver das Thema "Rooftop Urban Agriculture" als ernst zu nehmende Entwicklung aufgegriffen.

Produktive Dachflächen zeichnen sich durch ihre unmittelbarer Nähe zum Verbraucher aus. Kulturpflanzen, die auf dem Dach wachsen, gedeihen bestenfalls in ungestörter, sonnenexponierter und schadstoffverminderter Lage. Wasser-, Strom- und Abwasseranschlüsse sind lokal vorhanden. Haushaltsabfälle können am Ort für den Anbau und die Herstellung von Kompost verwendet werden. Und durch die Nähe der Anbaufläche zum Wohn- oder Arbeitsbereich sind Pflegearbeiten in den Alltag integrierbar. Die Argumente für einen Dachanbau sind also vielfältig.

Dachanbauflächen unterscheiden sich im Vergleich zur konventionellen Dachbegrünung v.a. darin, dass bei der Planung des Gründachsystems ein starkes Augenmerk auf die spezifischen Bedingungen der Kulturpflanzen gelegt werden muss, um Qualität und Quantität der Anbauprodukte zu gewährleisten. Es sind kleine Anbauflächen, auf denen, durch die Wahl spezifischer Pflanzengruppen und geeigneten Anbaumethoden, gute Ergebnisse erzielt werden können, die man dann auch „schmecken“ kann.

### Welche Pflanzen sind für den Dachanbau geeignet?

Einige Beispiele von Restaurantbetrieben zeigen, dass z.B. Kräuter und Blattgemüse effektiv angebaut werden können. Diese Pflanzen sind platzsparend, schnell wachsend und ohne Aufwand konstant ertragreich und eignen sich daher besonders für den Anbau auf Dachflächen. Aber auch Frucht- und Wurzelgemüse sowie Obst und Sonderkulturen können mit einigem Mehraufwand erfolgreich angebaut werden, wie die folgende Übersicht zeigt.

Die Hauptkriterien des Dachanbaus, wie Substratstärke, Wasserverbrauch und Ertrag der Pflanzen im Jahr sind in der Übersicht exemplarisch dargestellt. Darüber ergibt sich eine Pflanzenordnung, in der v.a. Kräuter, Blattgemüse und Sonderkulturen, mit ihren besonderen Eigenschaften, an erster Stelle stehen und damit für den Dachanbau präferiert werden, gefolgt von den anderen Kulturen.

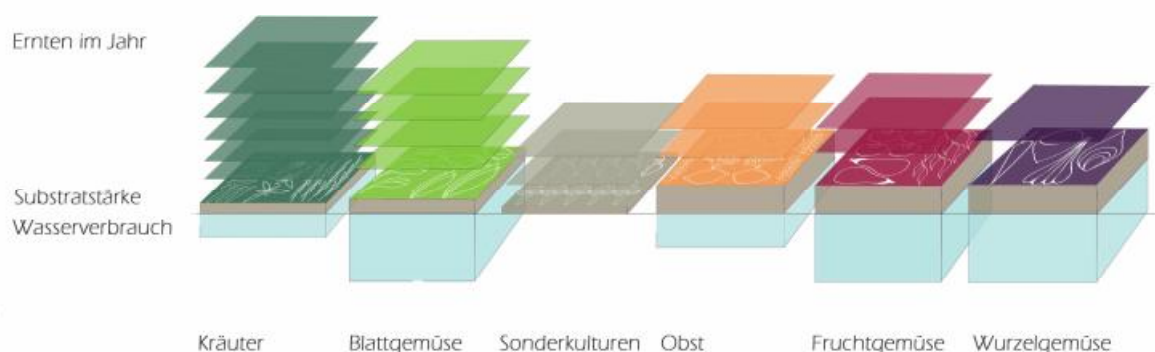


Abb.1 Übersicht der Pflanzengruppen

Um die spezifischen Bedingungen für den Anbau der Kulturpflanzen auf dem Dach gewährleisten zu können, müssen in der Planung von Dachanbauflächen verschiedene Kriterien beachtet werden, die im Folgenden kurz erläutert werden.

### Systemaufbau

Im Gemüse, Obst- und Kräuteraanbau werden v.a. Stauden (Fruchtgemüse und einjährige Kräuter), Tiefwurzler (Wurzelgemüse), niedrige Sträucher (Kräuter, Beerenobst) und kleine Bäume (Zitrusfrüchte) angebaut.

Die einfache Intensivbegrünung, mit der Substratstärke von 10 -20 cm, ermöglicht einen Anbau in Flachbeeten. Diese können konventionell mit Systemsubstrat oder angepasst mit einem hohen Anteil an organischem Material, Kompost oder Holzspänen versehen sein. Geeignet ist dieser Aufbau bei konstanter Bewässerung v.a. für Kräuter, Salatpflanzen, niedrige Obstgehölze und einige Zwiebelgemüse.

Das System der Intensivbegrünung bietet, mit Substratstärken ab 30 cm, der Pflanzen- und Substratwahl fast keine Grenzen. Systemintegrierte Hochbeete bilden eine Kombination aus einfach-intensiver Begrünung und Intensivbegrünung. Solche Beete sind auf Teilbereichen einsetzbar wo auf der Fläche höhere Substrataufbauten notwendig sind.

### Wasserversorgung

Kulturpflanzen benötigen ganzjährig einen feuchten Boden. Unabhängig von klimatischen Voraussetzungen reicht in den meisten Gegenden die natürliche Versorgung der Pflanzen mit Niederschlagswasser nicht aus. Daher sind v.a. systemintegrierte Bewässerungsmethoden, wie die Tropfbewässerung und die flächige Kapillar-Bewässerung empfehlenswert. Diese Formen der Bewässerung eignen sich v.a. für den Anbau von Pflanzen in flachen Beeten mit konstanter Intervallbewässerung, eine alternative Anbaumethode, die sich auf Dachflächen besonders gut eignet. Sie sparen zudem langfristig Wasser, Zeit und Aufwand.

Die Vorteile der Drainschicht im Gründachsystem übertragen sich auch auf die Pflanzen, denn Gemüse- und Obstpflanzen vertragen grundsätzlich keine Staunässe.

### Schutzmaßnahmen

Dachflächen sind klimatische Grenzstandorte, durch spezielle Witterungsverhältnisse in der Höhe, volle Sonneneinstrahlung und starke Wind- und Kälteeinwirkungen. V.a. für Kulturpflanzen bedeutet das Stress, was zur Hemmung des Wachstums und der Fruchtbildung führt. Die sonnenexponierte Lage von Dächern ist zunächst vorteilhaft für den Anbau von Gemüse- und Obstpflanzen. Dennoch muss eine hohe Hitzeeinwirkung vermieden werden. Kulturpflanzen sind sehr empfindlich gegenüber Windeinflüssen. Ab einer Gebäudehöhe von 21 Metern sollten auf dem Dach Windschutzeinrichtungen installiert werden. Als natürlicher Windschutz dienen z.B. Obstgehölze und Sträucher.

Multifunktionale Schutzelemente können als kombinierter Wind- und Sonnenschutz dienen. Die Elemente sollten aerodynamisch und halbdurchlässig gestaltet sein. In den Wintermonaten können diese zusätzlich als Gewächshaus umfunktioniert werden. Die Abwärme des Gebäudes kann dabei mitgenutzt werden. In Abb. 2 sind solche Elemente beispielhaft dargestellt.

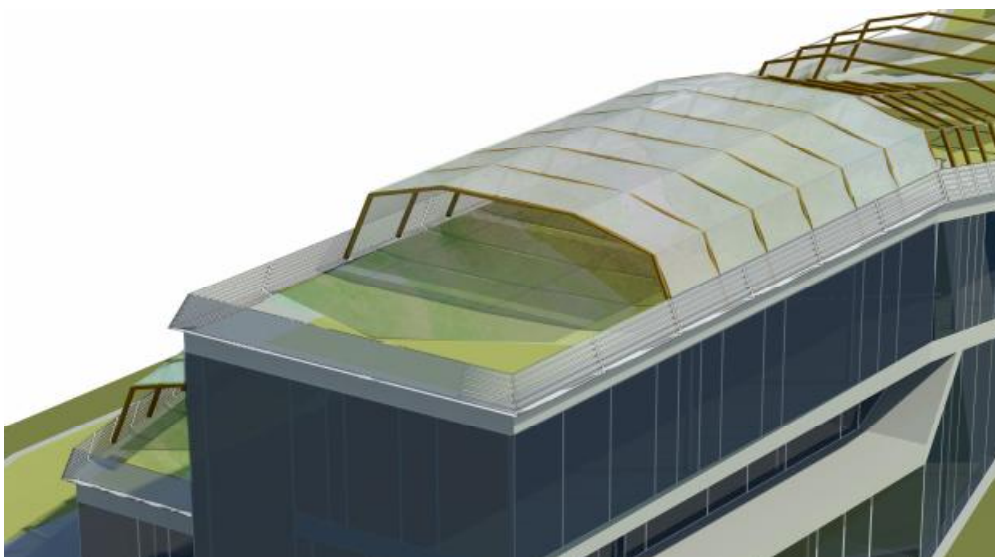


Abb.2 Darstellung der multifunktionalen Schutzelemente





### **Substratauswahl**

Erde, Gründachsubstrat oder Hydrolösung?

Das Substrat bildet immer die Basis für das Pflanzenwachstum. Daher liegt die Priorität bei der Verwendung von Substraten für den Kulturpflanzenanbau auf einem reichen Bodenleben, welches das Gesamtsystem mit geringem Aufwand stabil hält.

Das bedeutet in der Praxis das Gründachsystemsubstrate mit organischem Material, wie Kompost, Holzspänen und Düngern kombiniert werden sollten. Den erhöhten Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen deckt der hohe Anteil organischer Komponenten. Regelmäßige Zugaben von Kompost und anderem organischem Material belebt den Boden und gewährleistet darüber eine konstante Versorgung der Pflanzen. Das bildet die Grundlage für die Qualität und Quantität der Erträge. Die Installation von Kompostern auf dem Dach oder in der Nähe des Gebäudes ist somit obligatorisch, um die regelmäßige Versorgung des Substrates zu gewährleisten.

### **Zusätzliche Elemente für den Anbau**

Hilfselemente, wie z.B. Rankhilfen, Drahtseile und Netze oder Kletterstangen sollten von Anfang an mitgeplant werden. Für aufkommende Lasten des Bewuchses solcher Elemente müssen diese entsprechend im Dachbeton fixiert werden und das durchdringungsfrei.

Vor allem Obstpflanzen können an Spalieren oder Cordons entlang von Fassadenabschnitten gezogen werden. Gemüsepflanzen, wie z.B. Bohnen, Erbsen, Tomaten und Gurken benötigen Stütz- und Kletterelemente. Solche Elemente sollten auch in Anbetracht auftretender Windbelastungen in der Planung des Systemaufbaus integriert werden oder als Brücken- und Bogenelemente direkt im konzipiert werden.

Rankelemente, die im Nachhinein geplant werden, müssen trotzdem durchdringungsfrei eingebaut werden, z.B. in Ahnlehnung an die Fallschutzeinrichtungen für Dachgärtner.

### **Planungen von Anbauflächen auf dem Dach**

Die Planung einer Dachanbaufläche ist abhängig von vielen Faktoren, die individuell geklärt werden müssen. Das sind u.a. Fragen, die das Gebäude betreffen, wie: Ist ein Lastenaufzug für tägliche Transportmaßnahmen vorhanden? Wie ist der Zugang zum Dach gestaltet? Gibt es gemeinschaftliche Stauräume für Geräte und sind Fassadenflächen für Rankelemente vorhanden? Aber auch Fragen zu Qualität und Quantität der Anbaufläche: Beispielsweise wie groß die potentielle Anbaufläche wird und welche Art des Anbaus stattfinden soll, zu welchem Zweck die Anbaufläche angelegt wird (Subsistenz oder als Produktionsfläche) und ob der Anbau ganzjährig stattfinden soll? Kann die Fläche ausserdem als multifunktionaler Freiraum gestaltet sein?

Aber auch Fragen zu Verantwortlichkeiten: Welche Personen kümmern sich um die Flächen? Wie ist die Flächeneinteilung geregelt, etc.?

Der Kulturpflanzenanbau auf dem Dach birgt viele Herausforderungen aber auch neue Potentiale für die Gründachpraxis. Es gilt sich hier nicht allein auf konventionelle Methoden der Landwirtschaft zu beschränken und diese auf das Dach zu übertragen, sondern alle Möglichkeiten des Pflanzenanbaus zu berücksichtigen. In meiner Diplomarbeit konnte ich die Vorteile alternativer Anbaumethoden, wie z.B. Mischkultur, Flach- und Hochbeete, Intervallbewässerung etc. für den Anbau auf Dachflächen zusammentragen. Denn auch die Pflanzen können mit schonenden Methoden an die Gegebenheiten des Standortes Dach angepasst werden.

Nachhaltige Strategien und eine ökologische Umsetzung des Anbaus werden den Dachanbau in vielen Bereichen qualitativ und quantitativ verbessern.

Mit diesem Anspruch sollte der Anbau zusätzlich ressourcenschonend und gemäß biologischer Anbaukriterien entworfen werden und auch Kriterien eines nutzbaren Freiraums erfüllen. Gerade in der Pflanzenverwendung auf dem Dach lohnt es sich, regional und ökologisch zu denken. Der Einsatz alternativer Kulturpflanzen und alter Lokalsorten ist hier naheliegend. Solche Pflanzen sind relativ anspruchslos und besonders zum Anbau auf armen und trockenen Standorten geeignet. Die standörtliche Anpassung der Pflanzen und ihre Standortvarianz machen sie zu wertvollen Komponenten im Dachanbau.

Frisches Obst und vitaminreiches Gemüse vom Dach zu ernten, stellt uns in der Zukunft vor einige Aufgaben. Dachanbauflächen bilden als nutzbare Dachflächen eine weitere Form der Intensivbegrünung. Sie sind damit wichtige Bausteine für die Weiterentwicklung von Gründächern und Gründachsystemen.



## Frankfurts Dächer als Bruthabitat für Möwen

Ingo Rösler, Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V., Echzell

Kaum eine Familie der europäischen Vögel erlebte in den vergangenen Jahrzehnten ähnlich viele Neuerungen wie Möwen. Selbst die reichhaltige Bestimmungsliteratur hinkt dem aktuellen Erkenntnisstand hinterher.

Nur über das Internet und div. Fachzeitschriften war es möglich, die Entwicklung zeitnah zu verfolgen – oder sogar selbst neue Puzzleteile bei zu steuern.

In immer besser strukturierten Internetplattformen, sammeln begeisterte „Ornis“ eine wahre Datenflut, die per Mausklick in Sekundenschnelle Entwicklungen widerspiegelt, für die man vor wenigen Jahren noch endlose Beobachtungslisten auswerten musste und die dem Interessierten erst mit enormer Zeitverzögerung zugänglich wurde.

Zum weiteren Verständnis sind einige Grundlagen der Möwenthematik hilfreich:

Zunächst unterscheidet man zwischen Groß- und Kleinsmöwen. Neben der Größe, spielt vor allem der Mauserzyklus noch nicht geschlechtsreifer Jungmöwen eine wichtige Rolle. Während Kleinsmöwen bereits nach ein bis zwei Jahren das Adultkleid tragen, benötigen Großmöwen drei bis vier Jahre. Somit verrät die Gefiederfärbung in den ersten Lebensjahren der Großmöwen neben der Artzugehörigkeit auch das genaue Alter.

Die Bandbreite der Gefiedervariationen ist allerdings so groß, dass eine genaue Bestimmung viel Erfahrung erfordert und so manchen Vogelkundler abschreckt.

Die zentrale Rolle spielt die wohl allseits bekannte Silbermöwe – neben dem Seehund die klassische Tierart der deutschen Küsten.

Noch vor 30 Jahren unterteilte man die Silbermöwe in rund 10 Unterarten, deren Brutgebiet, rund um die nördliche Hemisphäre, von Nordamerika über Europa bis nach Asien reichte. Genauere Untersuchungen zeigten allerdings, dass es sich zum größten Teil um eigenständige Arten handelte. In Europa spaltete man die südlichen Unterarten als Mittelmeer- und Steppenmöwe ab. Zeitgleich zu diesem neuen Erkenntnisstand begannen Mittelmeer- und Steppenmöwe ihr Brutgebiet nach Norden auszuweiten. Von Südosten eroberte die Steppenmöwe, die Mittelmeermöwe von Südwesten das europäische Binnenland. Mittlerweile überschneiden sich beide Brutareale bereits in Deutschland.

Das Vordringen der Großmöwen beschränkt sich nicht nur auf die beiden südlichen Arten. Durch die Erschließung neuer Nahrungsquellen und Bruthabitate erlebten auch einige nordeuropäische Arten einen regelrechten Boom. Die Bestandszahlen der 1927 erstmals in Deutschland brütenden Heringsmöwe werden derzeit auf über 25.00 Brutpaare geschätzt. Etwas langsamer schreitet die Mantelmöwe voran, mit einer Flügelspannweite von 1,66 m übertrifft sie nicht nur die anderen Möwenarten, selbst einen Bussard stellt sie damit in den Schatten.

Das multikulturelle Frankfurt wurde in den vergangenen Jahren auch zum Schmelztiegel der Möwen, gleich drei Großmöwenarten wählten die Stadt zum Schnittpunkt ihrer Brutareale. Einige von ihnen könnten sich hier erstmalig begegnet sein.

Dass sich die Möwen hierfür das Dach des ehemaligen Verladezentrums der Deutschen Post am Frankfurter Hauptbahnhof aussuchten, überraschte selbst Hessens Ornithologen.

Der Inselrhein entlang der hessisch-rheinland-pfälzischen Grenze galt seit jeher als der mit Abstand beste Möwen-Spot Hessens, was sich bis dahin wohlgemerkt auf das Winterhalbjahr beschränkte. Noch vor zehn Jahren überwinterten mehrere hundert Großmöwen entlang des Inselrheins. Nachdem 2005 eine EU-Richtlinie offene Mülldeponien untersagte, brach das Hauptnahrungshabitat der Möwen im Binnenland weg. Den darauf folgende Bestandsrückgang bezeichnete man demzufolge als Deponieknick.

Mitte der 90'er brüteten die ersten Mittelmeermöwen Hessens am Inselrhein, von hieraus besiedelten sie weitere Stellen am Rhein entlang der hessischen-rheinland-pfälzischen Grenze und schließlich auch die Mainmetropole.

Anders als am Rhein, wo es nur zu Einzelbruten kam, etablierte sich in Frankfurt eine Kolonie. Als diese 2007 entdeckt wurde, brüteten bereits 3-4 Paare auf einem begrünten Flachdach am Frankfurter Hauptbahnhof.

In den Folgejahren wuchs die Kolonie stetig weiter, auf zu letzt (2011) 36 Brutpaare.

Fast jährlich sorgte die Kolonie, neben den ansteigenden Paarzahlen, für neue Überraschungen. Im Jahr 2008 gesellte sich ein Heringsmöwen Paar zu den Mittelmeermöwen, die damit erstmals in Hessen brütete. In den folgenden Jahren kamen weitere Heringsmöwen Paare hinzu





Diese in Nordeuropa beheimatete Art breitete sich im vergangenen Jahrhundert rasant entlang der Nordseeküste und des Atlantiks aus. Auf ihren Nahrungsflügen legt sie dort häufig weit über 100 km auf offener See zurück.

Entlang der Elbe und des Rheins gelangten die ersten Heringsmöwen Paare ins norddeutsche Binnenland. Das Vorkommen in Hessen ist der bisher südlichste Vorstoß in Deutschland.

Das Auftreten einer Mantelmöwe, war sicherlich die größte Überraschung. Diese größte Möwenart überhaupt ist, wie die Heringsmöwe, in Nordeuropa beheimatete und brütet dort, bis auf wenige Ausnahmen, lediglich an Meeresküsten. In Hessen kann sie unregelmäßig als Wintergast, hauptsächlich am Rhein beobachtet werden.

Die „Frankfurter“ Mantelmöwe konnte 2008 erstmals als Sommergast in der Kolonie beobachtet werden, der wie andere unverpaarte oder noch nicht geschlechtsreife Großmöwen, den Posthof als Schlafplatz aufsuchte. Einige fahle Gefiederpartien im, ansonsten schwarzen Mantel, wiesen den Vogel als vierjährig aus.

Mit Beginn der Brutzeit im darauf folgenden Jahr begann er mit einer Mittelmeermöwe zu balzen. Mit Spannung wurde die Vermählung des ungleichen Paares verfolgt. Das silbergraue Mittelmeermöwen Weibchen hat etwa 1/3 weniger Körpermasse als das schwarze Mantelmöwen Männchen.

Hybridisierung zwischen verschiedenen Möwenarten ist nicht ungewöhnlich, ein Mantel- / Mittelmeermöwen Mischpaar wurde hier allerdings erstmalig belegt. Da sich die Brutgebiete beider Arten nicht überschneiden verwundert dies nicht.

Von zwei geschlüpften Jungvögeln brachte das Paar ein Junges zum Ausfliegen. Auch in den nächsten beiden Jahren brüteten die Beiden erfolgreich.

Die Anpassungsfähigkeit der Großmöwen hat vielen Arten in den vergangenen Jahrzehnten zu einem deutlichen Bestandszuwachs und zur Ausweitung des Brutareals verholfen. Zum einen profitierten viele Großmöwen von der Fischerei-Intensivierung, in dem sie den ins Meer geworfenen Beifang als leichte Futterquelle nutzten, zum anderen waren es die offenen Mülldeponien, die den anspruchslosen Möwen einen reichen Tisch bescherten.

Durch immer höheren Freizeitdruck entlang der Küsten, sowie den Binnengewässern wurden geeignete Bruthabitate für Möwen und andere Seevögel immer rarer. Mit dem Ausweichen auf Gebäude, vorzugsweise bekiesete, bzw. begrünte Flachdächer wie sie vorwiegend auf Industriebauten zu finden sind, erschloss sich den Möwen ein nahezu unerschöpfliches Brutplatzangebot.

Erste Gebäudebruten in Großbritannien sind aus den 1940'er Jahren bekannt, von wo sich das Phänomen über den gesamten nordeuropäischen Raum ausbreitete. Für das Jahr 2004 werden in Großbritannien von Peter Rock zwischen 120.000 bis 190.000 BP Silber- und Heringsmöwen angegeben. In Deutschland wurden von Kubetzki Mitte der 1990'er Jahren 300-350 gebäudebrütende Silber- sowie 15 Heringsmöwen Paare in Kiel erfasst (Kubetzki).

Mantelmöwen wurden erstmals 1970 in Newlyn Cornwall als Gebäudebrüter bekannt (Monaghan, P. & Coulson, J.C.).

Aus Rumänien und Bulgarien liegen bereits erste Hinweise auf Gebäudebruten aus dem ausgehenden 19. Jh. vor. Aufgrund der noch jungen taxonomischen Stellung von Steppen- und Mittelmeermöwe, sind diese Nachweise nicht eindeutig zuzuordnen.

Auf dem Flachdach des Posthofs, eingebettet im Westen des Frankfurter Stadtgebiets, siedelten sich die ersten Mittelmeermöwen Hessens abseits des Rheins an. Das Gebäude liegt am Nordrand der Gleisanlagen des Frankfurter Hauptbahnhofs, ca. 800 m nördlich des Mains. Nach Westen schließen sich leicht geneigte Industrierhallendächer in gleicher Gebäudehöhe an. Im Norden grenzen unmittelbar mehrere Bürogebäude in gleicher und geringfügig höherer Bauweise an, deren Dächer z.T. ebenfalls als begrüntes Flachdach ausgebildet sind. Nur östlich überragt das Commerzbank Posthochhaus den Posthof um mehr als das Dreifache und bietet damit auch die beste Möglichkeit den Brutplatz einzusehen. Von dieser hohen Warte betrachtet, erscheint die Wahl der Möwen für dieses Dach auch gar nicht mehr so absonderlich. Eine umlaufende, mit Sukkulenten, Gräsern und ersten Sträuchern bewachsene Fläche überragt den inneren Gebäudeteil um ca. 4 Meter, welcher mit unbewachsenem Flusskiesel bedeckt ist. Im Schutz der etwa 40 cm höheren Zinkblech-Attika, die das Gebäude umgibt konnten sich bereits die ersten Schösslinge des höheren Bewuchses etablieren.

Dieser innere Gebäudeteil ist mit einer Stahlträgerkonstruktion bebaut, welche ursprünglich als Traggerüst der Haustechnik dienen sollte. Da das Gebäude noch leer steht, wird es lediglich von den Möwen als Ruheplatz genutzt.

Mit einer Grundfläche von ca. 210 x 85 m ist es das größte Gebäude mit Flachdach des Stadtteils.

Der Kern der Kolonie befindet sich auf der nordwestlichen Gebäudeseite, der begrünten und erhöhten Dachfläche. Hier dürften auch die ersten Bruten stattgefunden haben. Die westliche Dachseite wird vom nahen Posthochhaus der Hafenstr. deutlich überragt, was hier die freie Sicht der Möwen einschränkt, daher könnte diese Seite weniger attraktiv sein.

Mit ansteigender Brutpaarzahl nahmen die Auseinandersetzungen um die Brutplätze zu. Auffällig war von Anfang an das Abdrängen der geringfügig kleineren Heringsmöwen.

Im Jahr 2010 wurde erstmalig auch die 4 m tiefer liegende Gebäudemitte besiedelt, welche mit unbewachsenem Flusskiesel bedeckt ist. Die hier brütenden Möwen können das Umfeld des Gebäudes nicht beobachten, werden aber von den oben brütenden Paaren vor Gefahr gewarnt. Die Neststandorte auf dem oberen Dach sind Teils auf freier Fläche gewählt, zumeist aber am Rand orientiert. Im mittleren, bekiesten Gebäudeteil liegen die Nester über die gesamte Fläche verstreut, dafür stets an Aufbauten angelehnt, wie etwa den Fußpunkten des Stahlgerüst.

Neben den regelmäßigen Zählungen wurde 2010 mit der Beringung der Jungvögel begonnen. Diese erhielten zusätzlich zum Metallring der Vogelwarte Helgoland spezielle Farbbringe mit individuellen Codes, die auch aus größerer Distanz mit dem Fernglas abgelesen werden können. Die Wiederfunde aus den ersten 1 ½ Jahren brachten bereits interessante Ergebnisse, die mit Spannung in die Zukunft blicken lassen.



Abb. 1 : Beringung der Mantel-Mittelmeermöwe



Abb. 2: Gelege Mittelmeermöwe



Abb. 3: Posthofdach



Abb. 4: Junge Mittelmeermöwe



Abb. 5: Mittelmeermöwe



Abb. 6: Mantelmöwe



Abb. 7: Farbberingte Mittelmeermöwe

## Gründächer als Schadstoffspeicher - Feinstaubbindung im System

Dr. Olga Gorbachevskaya, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität Berlin

### Problemstellung

Die negative Wirkung des Feinstaubes auf die Gesundheit von Menschen wurde in den letzten 15-20 Jahren in zahlreichen medizinischen Studien bestätigt und quantifiziert. Folgt man z. B. CARB (2010), sterben nach Einschätzung von US-Experten in Kalifornien jährlich 9.200 Menschen an den Folgen der Einatmung der lungengängigen Partikel. Bisherige Maßnahmen, beispielsweise die Einrichtung der Umweltzonen, konnten das Problem der Luftbelastung nicht effektiv lösen (Falkner, 2010). Es wird daher nach anderen Lösungen zur dauerhaften Feinstaubbindung gesucht. Hierbei bekommen die städtischen Vegetationssysteme eine neue Bedeutung. Die Anzahl begrünter Dächer steigt deutschland- und weltweit aufgrund ihrer großen wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile. Der Beitrag der Dachbegrünungssysteme zur Luftreinhaltung bildet den Schwerpunkt dieses Artikels.

### Überblick über die Zusammensetzung des Feinstaubes

Tabelle 1 zeigt, dass Feinstaub inhomogen und chemisch vielfältig ist und dass sich seine Verteilung in urbanen und ländlichen Räumen unterscheidet. Im urbanen Raum fallen mehr Nitrat, Eisenoxid, Ammonium, Ruß, semivolatile organische Verbindungen und PAKs an.

Tabelle 1: Bestandteile des atmosphärischen PM<sub>10</sub> in Prozent (Kappos et al. 2003).

Inhaltsstoff	Messstelle Stadt	Messstelle Land
Bleioxide (Pb <sub>x</sub> O <sub>y</sub> )	0,1	0,1
Cadmiumoxid (CdO)	0,04	0,08
Zinkoxid (ZnO)	0,5	0,7
Eisenoxid (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,9	2,3
Magnesiumoxid (MgO)	0,1	0,6
Calciumoxid (CaO)	1,9	1,8
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O)	0,4	0,7
Natriumoxid (Na <sub>2</sub> O)	1,7	2,6
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	7,9	7,4
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	13	17
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	14	11
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	2,6	1,4
Elementarer Kohlenstoff / Ruß (black carbon)	15	9
Semivolatile organische Verbindungen	23	12
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)	0,02	0,001
Rest (H <sub>2</sub> O, Silicate)	18	34

Es ist kaum möglich, die Aufnahme und Rückhaltung aller Feinstaubbestandteile in Substraten oder Pflanzen nachzuverfolgen, zumal die atmosphärischen Einträge von sehr geringer Masse sind und die Substanzen, die Feinstaub aufnehmen, selbst vorbelastet sind. Die Ermittlung der Aufnahme der Feinstaubbestandteile aus der Luft in partikulärer Form oder mit Niederschlag kann jedoch aufgrund von Simulationsversuchen sowohl unter Labor- als auch unter Praxisbedingungen sowie durch Modellierungsansätze quantifiziert werden.

### Filterungsleistung der Gründächer

Zur Ermittlung der Aufnahmefähigkeit der luftgetragenen Schadstoffe werden bestimmte luftgetragene Verbindungen, häufig Schwermetalle, ausgewählt. Ihre Anreicherung in der Substratschicht und das Auswaschen aus dem System mit den Niederschlägen bzw. durch Bewässerung über bestimmte Zeiträume werden mit Hilfe regelmäßiger Analysen verfolgt. Die Akkumulationsrate pro Zeiteinheit wird als Differenz zwischen dem Eintrag und dem Austrag der Schadstoffe pro Zeitraum bestimmt.

Steusloff (1998) ermittelte in Modellversuchen das Rückhaltevermögen zweier extensiver Dachbegrünungen und berichtet über Unterschiede in der Rückhaltung von Cu, Zn, Cd und Pb je





nach Jahreszeit: im Sommer werden 97 % Cu, 96 % Zn, 92 % Cd und 99 % Pb zurückgehalten, während im Winter die Rate entsprechend 34 %, 72 %, 62 % und 91 % beträgt.

Modellierungen von Johnson und Newton (1996, nach Rowe, 2011) zeigen, dass 2000 m<sup>2</sup> eines nicht geschnittenen Rasens als Dachbegrünung in der Lage sind, 4000 kg Feinstaub aus der Luft zu entfernen. Demgegenüber ist die jährlich erzeugte Partikelgesamtmasse aus Abgasen von Autos bzw. aus Verbrennungsprozessen, die diese Fläche erreicht, geringer. Rowe (2011) argumentiert, dass ein Pkw ca. 0,1 kg Feinstaub pro Jahr verursacht und diese Partikelmasse von einem Quadratmeter eines begrünten Daches aufgenommen wird. In der Tat erreichen nur Anteile freigesetzter Luftverunreinigungen die Dachflächen. Die Staubpartikel konzentrieren sich am stärksten direkt an der Quelle, verteilen sich in verschiedenen Luftschichten und werden nicht zwangsläufig auf der Vegetation abgeschieden. Mit Erhöhung der zugänglichen Vegetationsoberflächen steigt die Wahrscheinlichkeit der Partikeldeposition auf ihnen.

Die raue, strukturierte Oberfläche der Vegetation ist eine effektivere Abscheidungsfläche im Vergleich zur glatten Dachabdichtung. Clark et al. (2005, nach Rowe, 2011) zeigen auf der Basis einer Modellierung, dass wenn 20 % aller Dächer der Industrie- und Gewerbeobjekte in Detroit extensiv begrünt würden, dadurch zusätzlich 889 t NO<sub>2</sub> pro Jahr (0,5 % der Luftbelastungen dieser Räume) aus der Luft ausgekämmt würden. Von Nowak et al. (2006) wird Dachbegrünungen eine ähnlich große strategische Bedeutung hinsichtlich der Luftreinhaltung zugesprochen wie Straßenbäumen. Die Partikelaufnahme von 19 m<sup>2</sup> extensiver Dachbegrünung soll der eines mittelgroßen Straßenbaums entsprechen (Yang et al., 2008). Wenn 20 % aller geeigneten Dächer in Washington begrünt würden, hätte man damit die gleiche Staubpartikeldeposition aus der Luft erzielt wie mit 17.000 Straßenbäumen (Deutsch et al., 2005).

Yung et al. (2008) wendeten das Modell der Trockendeposition auf die Chicagoer Luftsituation an. Danach werden durch Dachbegrünung 85 kg/ha\*Jahr an Luftschadstoffen aufgenommen, davon 52 % Ozon, 27 % NO<sub>2</sub>, 14 % Feinstaub PM<sub>10</sub>, und 17 % SO<sub>2</sub>.

Der indirekte Beitrag der Dachbegrünungen zur Luftreinhaltung besteht in der Reduktion der Heizungs- und Kühlungskosten aufgrund der isolierenden Wirkung. Dadurch wird der Ausstoß der Feinpartikel während der Verbrennungsprozesse zur Erzeugung der Elektroenergie verringert (Akbari et al., 2001).

Im Folgenden werden die Beiträge der wichtigsten Elemente der Dachbegrünung zur Luftreinhaltung näher betrachtet: Pflanzen und Substrate.

### **Staubbindende Sedum-Pflanzen**

Die Vegetation bindet den Staub und die gasförmigen Schadstoffe auf drei Wegen: (1) ein Teil der Partikel bleibt auf den Blättern haften, (2) gasförmige Schadstoffe werden zum Teil über die Blätter aufgenommen und (3) wasserlösliche Bestandteile der Luftschadstoffe werden teilweise von den Pflanzen aufgenommen (überwiegend über die Wurzel).

Eine ideale Pflanze zur effektiven Deposition der Staubpartikel sollte sowohl immergrün und windpermeabel sein als auch eine große und gut strukturierte Gesamtblattoberfläche aufweisen. Daher sind zur Feinstaubfilterung insbesondere Nadelbäume mit windpermeablen Kronen und guter Verästlung geeignet (Wesseling et al. 2004). Für die Dachbegrünung typische Sedum-Vegetation ist trotz ihres z. T. immergrünen Erscheinungsbildes auf Grund einer relativ geringen Pflanzenhöhe kein besonders effektiver Staubfänger. Dies beweisen auch die Vergleichsberechnungen von Clark et al. (2005, nach Rowe, 2011), in denen eine Tabak-Pflanze das 40-fache der Feinstaubfangkapazität im Vergleich zu einer kleinwüchsigen Sukkulente aufweist. Die Versuche von Reznik und Schmidt (2008) belegen, dass zur effektiven Feinstaubdeposition zunächst eine gewisse Größe der Blattoberfläche zu Verfügung stehen muss. Schreiter (2010) hat Untersuchungen zur Partikelhaftung auf den Blattoberflächen von Sedum durchgeführt und unter dem Rasterelektronmikroskop mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie Blätter von Sedum spurium aus einem verkehrsbelasteten Straßenbahngleis analysiert. Im Winter und im Frühjahr waren die Blätter fast vollständig von der Staubschicht bedeckt. Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt die Staubschicht auf den neu gebildeten Teilen zu. Dabei wurde eine Vielzahl an Feinstaubpartikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 10 µm sowie unter 2,5 µm gefunden, welche Eisen, Silicium und Magnesium vermutlich überwiegend vom Abrieb der Straßenbahnschienen und des Bremsandes beinhalten. Niederschläge zeigen keine nennenswerte Wirkung hinsichtlich der Blattreinigung (Gorbachevskaya; Schreiter, 2010). Die Analyse der Biomasse von Sedum album ergab eine Steigerung der Konzentration an Eisen, Magnesium und Kupfer in den Pflanzen des belasteten Standortes (Gleis) im Vergleich zu Pflanzen aus einem Innenhof. An Blättern, die keine Mikrorauigkeiten aufweisen, haftet der Staub stärker (Neinhuis und Barthlott, 1997). Gemäß der Klassifizierung der Blattoberflächen nach Thönnessen (2008) in Akkumulatoren und Selbstreiniger

aufgrund der Eigenschaften der Blattoberfläche können *Sedum album* und *Sedum spurium* den Akkumulatoren zugeteilt werden (Schreiter 2010).

Die Gesamtakkumulation auf und in den Pflanzen im Laufe eines langen Expositionszeitraums kann unter Praxisbedingungen durch Biomasseanalysen ermittelt werden. Eine Vergleichsanalyse der Schwermetallgehalte in der Biomasse von *Sedum album*, *S. sexangulare* und *S. spurium* aus einer frisch errichteten und einer neun Jahre alten Dachbegrünung zeigte eine eindeutige Akkumulation von Blei und Cadmium während der Pflanzenentwicklung, wobei die Akkumulation von Zink nicht als signifikant nachzuweisen war. Die *Sedum*-Pflanzen unterschieden sich hinsichtlich der Akkumulation von Schwermetallen artspezifisch (Abbildung 1).

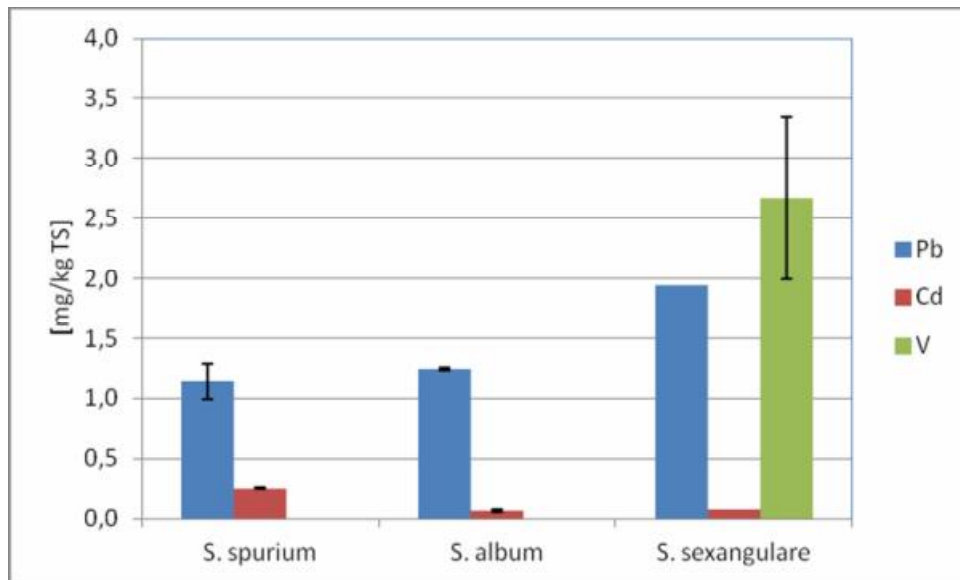


Abbildung 1: Konzentrationen an Vanadium, Blei und Cadmium in der *Sedum*-Biomasse untersuchter Arten einer 9 Jahre alten Begrünung mit Systemerde der Firma Zinco.

### Aufnahme und Rückhaltung der Schadstoffe im Substrat

Zahlreiche Untersuchungen widmen sich der Fähigkeit verschiedener Dachsubstrate, bestimmte Bestandteile des Feinstaubes zurückzuhalten. Diese Fähigkeit wird vom pH-Wert, der Ionenaustauschkapazität, der Korngröße bzw. Porenstruktur und den Puffereigenschaften des Vegetationsträgers beeinflusst (Köhler et al., 1993, Long et al. 2006).

Neu eingebaute Substrate zeigen allerdings nur eine geringe Filterungsleistung. Diese entfaltet sich im Laufe der Substratentwicklung. In den Versuchen von Long et al. (2006) wurden die Nähr- und Schadstoffe während der ersten sechs Monate aus den Substraten aus Blähton und Blähschiefer verschiedener Körnung sowie aus Tonschiefer und Zeolith ausgewaschen. Ihre Konzentration im Eluat war z. T. wesentlich höher als im Niederschlag. Die Schwermetallauswaschung beruht auf den von vorne herein kontaminierten Substraten. Besonders stark ist der Schwermetall- und Nährstoffaustrag bei saurem Regen. Berndtsson et al. (2006) fanden das Auswaschen von Nähr- und Schadstoffen (außer Nitrat) auch bei 6-7 Jahre alten Dächern.

Die Kontaminierung der Eluate durch Dachbegrünungssysteme ist laut Ergebnissen der EPA (2009) jedoch nicht höher als durch bodengebundene Vegetationselemente. Während der Alterung des Daches nimmt die Auswaschrates diverser Nähr- und Schadstoffe mit dem Eluat ab, ein sicherer Beitrag zur Niederschlagsreinigung ist aber fragwürdig (Berndtsson et al. 2006).

Die Rückhaltung der Schadstoffe im Substrat bei schwachen Niederschlägen resultiert aus der Abwesenheit des Abflusses aus dem Gründach. Die Auswaschrates diverser Stoffe erhöht sich mit der steigenden Intensität des Regens bzw. mit der Erhöhung der Niederschlagsvolumina in kurzer Zeit (Teemusk and Mander, 2007).

Die Bedeutung der Substrathöhe für die Auswaschrates von Schwermetallen ist nach einer Dauer von 22 Untersuchungsmonaten bei Alsup et al. (2011) nicht eindeutig geklärt.

### Eigene Untersuchungen und Ergebnisse

Wissenschaftler des Instituts für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) haben sich gemeinsam mit dem Praxispartner Hartmann Ingenieure GmbH aus Berlin das Ziel gesetzt, die Retentionsfähigkeiten von extensiven Dachbegrünungen in ein- und



mehrschichtiger Bauweise zu verbessern. Dies geschieht mit Hilfe der Weiterentwicklung der Substrate. Ferner wurden einige Bestandteile des Feinstaubes quantifiziert. .

Als Modellsubstrate wurden Vulkamineral und Vulkaplus der Firma VulkaTec Riebensahn repräsentativ für die ein- und mehrschichtiger Bauweise bzw. für rein mineralische und organisch-mineralische Substrate ausgewählt (Abbildung 2). Die Vorversuche zur Schwermetallaufnahme und -rückhaltung aus wässrigen Lösungen unter Laborbedingungen dokumentierten eine stark schwankende Aufnahme für Blei (10-71 %) und Zink (5-50 %) im rein mineralischen Substrat Vulkamineral. Zur Verbesserung der Filterung wurden den herkömmlichen Substraten diverse Zusatzstoffe mit Eigenschaften von Filtern und Ionenaustauschern zugemischt. Zeolith, Aktivkohle, Friedländer Ton und Recycling-Kieselgurschlamm aus der Bierfilterung erwiesen sich dabei bereits in der Konzentration von 5 % des Substratvolumens als effektive Zusätze.

Die praxisnahen Versuche fanden über 15 Monate auf einem Modelldach des 7-stöckigen Gebäudes der Berliner Wasserbetriebe nahe stark verkehrsbelasteter Straßen in Berlin-Mitte statt (Abbildung 3).

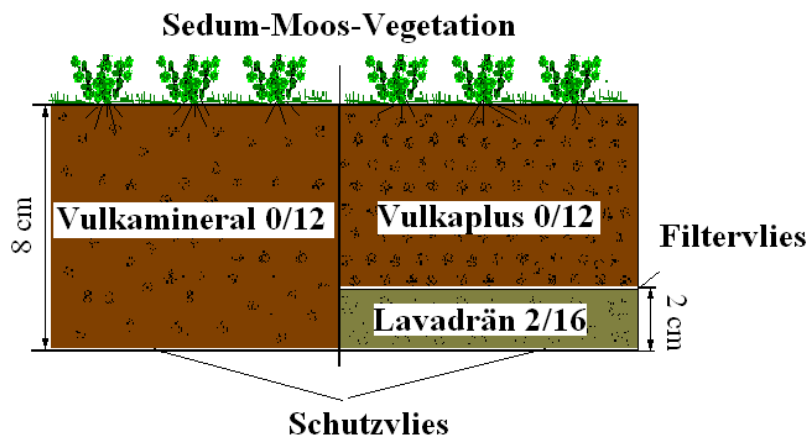


Abbildung 2: Schema der Ausgangssysteme der Dachbegrünung in ein- (links) und mehrschichtiger (rechts) Bauweise.

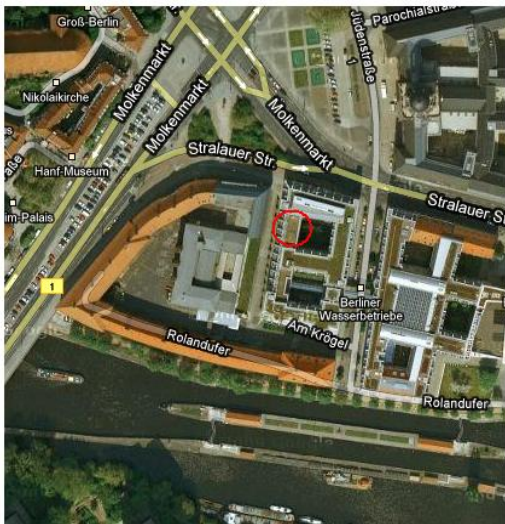


Abbildung 3: Satellitenaufnahme des Versuchsbaus und der Umgebung (Google Earth).

Die Filterungsrate wurde als Summe der Filterungsleistungen der Substrate und der jeweiligen Zusatzstoffe für vier untersuchte Schwermetalle unter Berücksichtigung der Häufigkeit jedes Schwermetalles im Feinstaub in Berlin (nach Angaben von Pesch et al. 2008) errechnet.

Tabelle 2: Berechnete Filterleistungen der Substrate in einem Zeitraum von 15 Monaten. Dargestellt sind die Ergebnisse praxisnaher Versuche sowie auf der Basis von Laboruntersuchungen errechnete Werte.

Substrat	Filterung der Schwermetalle Pb, Cd, V und Zn unter Praxisbedingungen	Potenzial der Schwermetallrückhaltung auf der Basis der Laboruntersuchungen
Vulkamineral (VM)	24,8 %	32,5-43,1 %
VM+Friedländer Ton	47,7 %	61,5 %
VM+Kieselgurschlamm	47,6 %	74,3 %
VM+Zeolith	34,1 %	60,7 %
VM+Aktivkohle	22,2 %	71,9 %
Vulkaplus, Filter, Dränagelava	47,3 %	41,0-49,4 %

Bei der Bewertung der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass durch Dachbegrünungen, insbesondere mit Zusätzen von quellfähigen Tonen bzw. Kieselgurschlamm, die Eluatmenge reduziert wird. Die Versuchsdauer war nicht ausreichend lang, um eine differenzierte Aussage über die Filterungsleistung unter Berücksichtigung der Eluatmengen zu treffen.

Ausgehend von den Ergebnissen wird aktuell ein neues Produkt entwickelt und getestet, das in granulierter Form dem herkömmlichen Substrat beigemischt werden kann und die Filterung und Rückhaltung der Schwermetallverbindungen wie auch anderer Schadstoffe erhöhen soll. Die entwickelte Zusatzsubstanz besteht zu 70 Vol.-% aus Recycling-Kieselgurschlamm und zu 30 % aus Friedländer Ton. Folgende Gründe bestimmten die Auswahl: gute Verfügbarkeit, hohe Wirtschaftlichkeit, gute Voraussetzungen zur Granulierung ohne weitere Zusätze und das Vorhandensein der Nährstoffe im Recycling-Kieselgurschlamm, welche die Wirkung eines Langzeitdüngers haben.

Das Granulat wird in festen Körnern mit einer Größe von 1-4 mm hergestellt, um die negative Beeinträchtigung der Korngrößenverteilung und Dränagefähigkeit der Substrate zu vermeiden.



Abbildung 4: Granulat auf Basis von Kieselgurschlamm und Friedländer Ton.

Eine Charge des Granulats wird zu Zeit unter Laborbedingungen sowie auf dem Versuchsdach getestet. Während der ersten drei Untersuchungsmonate wurde der Austrag von Blei, Kalium, Chlorid, Phosphat und Nitrat aus dem System nachgewiesen. Ab dem dritten Monat war eine Zink- und Ammoniumrückhaltung im System signifikant nachweisbar. Die weiteren Untersuchungen sollen zeigen, inwieweit sich der Austrag durch eine steigende Filterungsleistung kompensieren lässt bzw. ob und wann eine als signifikant nachweisbare Rückhaltung der Schwermetalle und Nährstoffe eintritt.

Durch die Ermittlung der Vorbelastung der Substrate und der Schadstoffkonzentrationen im Substrat einer 9 Jahre alten Begrünung auf dem Dach der Berliner Wasserbetriebe war es möglich, die Größenordnung einer Jahresakkumulation ausgewählter Schadstoffe im herkömmlichen System wie folgt zu berechnen: 240 mg/m<sup>2</sup>\*a Zn, 100 mg/m<sup>2</sup>\*a Pb, 0,50 mg/m<sup>2</sup>\*a Cd und 0,75 mg/m<sup>2</sup>\*a Benzo(a)pyren. Die Akkumulationsrate kann, wie unsere Vorversuche mit nicht granulierten Zusatzstoffen zeigen, durch die Integrierung von 5 Vol.-% der Zusatzstoffe um mindestens 15 % erhöht werden. Wie sich die durchschnittliche jährliche Filterungsleistung durch Granulierung der Zusatzstoffe verändert, ist Fragestellung der noch laufenden Untersuchungen.



### Umweltbelastung durch Gründächer?

Wie die Ergebnisse zeigen, können Schwermetalle von Anfang an in größeren Mengen in den Substraten vorhanden sein als aus der Luft jährlich deponiert werden, eine Vorbelastung wird in den Dachbegrünungen unvermeidlich sein.

Durch die Steigerung des Anteils an organischer Substanz im Laufe von Jahren (Köhler und Poll, 2010) steigt die Retentionsfähigkeit für Schwermetalle und andere Verbindungen. So steigt z. B. in den Untersuchungen von Köhler et al. (2002) die Phosphatretention von 26 % im ersten Jahr auf 80 % im vierten Jahr. Über drei Jahre werden im gleichen Substrat 80 % der Nitrat-Ionen zurückgehalten. Zur umfassenden Bewertung der Möglichkeit der Umweltbelastung durch Dachbegrünungen mit Zusatzstoffen fehlen jedoch langjährige Untersuchungen.

Eine Alternative zum getesteten Zusatzstoff wäre die Verwendung von mineralischen Ionenaustauschern, z. B. unbenutzter Kieselgur oder Bentonit, die allerdings keine preisgünstige Lösung darstellen. Hinsichtlich der Schadstoffrückhaltung ist für die Leistungsfähigkeit der Substrate die Anreicherung der organischen Stoffe und dadurch die Bildung von Kolloiden, die Schwermetalle und Nährstoffionen binden, erwünscht. Dies sollte theoretisch in den Substraten mit organischer Substanz schneller erfolgen als in den rein mineralischen.

Die Dachbegrünungssubstrate haben eine positive Wirkung auf die Luftqualität, indem sie zunächst die Schadstoffpartikel der Luft aufnehmen/anlagern, ihre Inhaltsstoffe teilweise speichern und an die Pflanzen weiter leiten. Somit ist der Beitrag zur Luftreinhaltung gegeben.

Der kritische Aspekt der Schadstoffanreicherung im Substrat betrifft die Metalle. Zur Berechnung des „worst case“ wird angenommen, dass alle Metallverbindungen aus der Luft (Schwermetalle, Eisenoxide, Magnesium-, Calcium-, Kaliumoxid, Natriumoxid u. a.) in Form von zweivalenten Kationen eingetragen werden, dass die Prozesse des Austausches und Auswaschens nicht vorkommen und dass die Pflanzen keine Kationen aufnehmen. In diesem Szenario sind alle Kationen immobil und werden im Substrat für immer gebunden. Die Masse dieser Kationen beträgt maximal 10 % der Masse des gesamten Staubs. Der Sättigungspunkt eines einschichtigen Systems (8 cm) mit Friedländer Ton, berechnet auf der Basis eigener Sättigungsversuche mit Bleilösungen, wird bei 23 g bis 37 g Me<sup>2+</sup>/kg (im Durchschnitt 25,6 g/kg) erreicht. Der Gehalt an Schwermetallen dieses Systems (max. 10 % aller Kationen) würde dementsprechend zwischen 2,3 g/kg und 3,7 g/kg Trockensubstanz schwanken bzw. bei Blei zwischen 230 mg/kg und 550 mg/kg Trockensubstanz (entsprechend 10-15 Massen-% aller Schwermetalle). Zum Vergleich: Der Grenzwert für Blei in Wohngebieten liegt bei 400 mg/kg und für Park- und Freizeitanlagen bei 1.000 mg/kg (BBodSchv 1999). Daher werden selbst die gesättigten Systeme nicht genügend belastet, um die jeweiligen Grenzwerte für Park- und Freizeitanlagen zu überschreiten.

### Ausblick

Für die Quantifizierung des Beitrags der Dachbegrünung zur Luftreinhaltung fehlen langjährige Untersuchungen zur Akkumulation und Auswaschung luftgetragener Stoffe sowie zu ihrer Wiederaufwirbelung. Offensichtlich ist, dass es mehrere Möglichkeiten gibt, diesen Beitrag zu erhöhen. Eine gezielt ausgewählte komplexe Struktur und Diversität der Vegetation können die Depositionsrate der Feinstaubpartikel erhöhen. Die Erhöhung der Ionenaustauschkapazität und des pH-Wertes der Substrate der dünn-schichtigen Systeme durch Zusatzstoffe ist eine weitere Lösung, an der gezielt gearbeitet werden muss.

### Literatur

- Akbari, H.; Pomerantz, M.; Taha, H. (2001): Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* 70 (3): 295-310.
- Alsop, S. E.; Ebbs, S. D.; Battaglia, L. L.; Retzlaff, W. A. (2011): Heavy metals in leachate from simulated green roof systems. *Ecological Engineering* 37: 1709-1717.
- BBodSchv (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Anhang 2. URL: [http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/anhang\\_2\\_27.html](http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/anhang_2_27.html). Letzter Aufruf: 06.01.2012.
- Berndtsson, J. C.; Emilsson, T.; Bengtsson, L. (2006): The influence of extensive vegetated roofs on runoff quality. *Science of the Total Environment* 355: 48-63.
- CARB (2010): California Air Resources Board. Estimate of Premature Deaths Associated with Fine Particle Pollution (PM<sub>2.5</sub>) in California Using a U.S. Environmental Protection Agency Methodology. August 31, 2010. URL: [http://www.arb.ca.gov/research/health/pm-mort/pm-report\\_2010.pdf](http://www.arb.ca.gov/research/health/pm-mort/pm-report_2010.pdf). Letzter Aufruf: 22.12.2011.
- Deutsch, B.; Whitlow, H.; Sullivan, M.; Savineau, A. (2005): Re-greening Washington, DC: A Green Roof Vision Based on Quantifying Storm Water And Air Quality Benefits. URL: <http://www.greenroofs.org/resources/greenroofvisionfordc.pdf>. Letzter Aufruf: 06.01.2012.



- EPA (2009): U. S. Environmental Protection Agency, 2009. Green Roofs for Stormwater Runoff Control. EPA-600-R-09-026. USEPA, Washington DC. URL: <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r09026/600r09026.htm> Letzter Aufruf: 02.01.2012.
- Falkner, M. (2010): ADAC sieht Kritik an der Umweltzone bestätigt. URL: <http://www.morgenpost.de/berlin/article1275304/ADAC-sieht-Kritik-an-Umweltzone-bestaetigt.html>. Letzter Aufruf: 18.01.2012.
- Gorbachevskaya, O.; Schreiter, H. (2010): Contribution of extensive building naturation to air quality improvement. CLIMAQS Workshop 'Local Air Quality and its Interactions with Vegetation', Antwerp, Belgium, 21.-22. Januar 2010. Poster proceedings, p. 137-141.
- Gorbachevskaya, O.; Schreiter, H.; Kappis, C. (2007): Wissenschaftlicher Erkenntnisstand über das Feinstaubfilterungspotenzial von Pflanzen (qualitativ und quantitativ) – Ergebnisse der Literaturstudie. In: Berliner Geographische Arbeiten 109, S. 71-82, Berlin 2007.
- Kappos, A., Bruckmann, P., Eikmann, T., Englert, N., Heinrich, U., Höpfe, P., Koch, E., Metz, N., Rauchfuss, K., Rombout, P., Schabronath, J., Schulz-Klemp, V., Spallek, M.F., Wichmann, H.E., Kreylink, W.G., Krause, G.H.M. (2003): Bewertung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes zur gesundheitlichen Wirkung von Partikeln in der Luft. Umweltmedizinische Forschung und Praxis 8 (5): 257 - 278.
- Köhler, M.; Poll, P. H. (2010): Long-term performance of selected old Berlin greenroofs in comparison to younger extensive greenroofs in Berlin. Ecological Engineering. 36: 722-729.
- Köhler, M.; Schmidt, M.; Grimme, F., W.; Laar, M.; de Assunção Paiva, V. L.; Tavares, S. (2002): Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics. Environ. Manage. Health 13 (4): 382-391.
- Köhler, M.; Schmidt, M.; Diestel H. (1993): Funktion begrünter Dächer im städtischen Raum. BauBL, Heft 9/93, S. 729-734.
- Long, B.; Clark, S. E.; Baker, K. H.; Berghage, R. (2006): Green roof media selection for the minimization of pollutant loadings in roof runoff. Water Environment Federation WEFTEC.06: 5528-5548.
- Neinhuis, C.; Barthlott, W. (1997): Characterization and Distribution of Water-repellent, Self-cleaning Plant Surfaces. Annals of Botany 79 (6): 667–677.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. (2006): Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening 4: 115 - 123.
- Pesch, M.; Frenzel, W.; Kanitz, T. (2008): Ursachenanalyse von PM<sub>2,5</sub> Feinstaub-Immissionen in Berlin. SenGuv, Abteilung III Umweltpolitik.
- Reznik, G.; Schmidt, E. (2008): Abscheidung von Feinstaub an Pflanzen bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten. Chemie Ingenieur Technik 80 (12): 1849-1853.
- Rowe, B. (2011): Green roofs as a means of pollution abatement. Environmental Pollution 159: 2100-2110.
- Schreiter, H. (2010): The Ecological Potential of Green Tram Tracks in Urban Areas. World Green Roof Congress 2010,- Mexico City, 7.-9. Oktober 2010.
- Steusloff, S. (1998): Input and output of airborne aggressive substances on green roofs in Karlsruhe. In: Breuste, J.; Feldmann, H.; Uhlmann, O. (Eds.): Urban Ecology. Berlin: Springer.
- Teemusk, A.; Mander, Ü. (2007): Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: the effects of short-term events. Ecological Engineering 30: 271-277.
- Thönnessen, M. 2008. Particulate Matter and Urban Green - The Buffer Function of Different Woody Plants. Jahrbuch der Baumpflege.
- Wesseling, J. P.; Duyzer, J.; Tonneijck, A. E. G.; van Dijk, C. J. (2004): TNO-rapport R2004/383. Effecten van groenelementen op NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> concentraties in de buitenlucht. TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, 43 S.
- Yang, J.; Yu, Q.; Gong, P. (2008): Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. Atmospheric Environment 42 (2008): 7266-7273.





## Themenkreis „Aus der Praxis“

- Michael Findeiß, Liebherr-Werk Biberach
- Norbert Hartl, Misapor Neuss
- Prof. Dipl.-Ing. Stephan Roth-Kleyer, Hochschule RheinMain
- Wolfgang F. Eberts, BambusCentrum Deutschland, Baden-Baden & Martin Jauch, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

### **Materiallogistik Baustelle – Kraneinsatz in Großstädten** **Michael Findeiß, Liebherr-Werk Biberach**

#### **Herausforderung modernes Zusammenleben**

Unsere moderne Gesellschaft mit Ihrer Lebensweise konzentriert sich immer mehr in bestimmte Gebiete, Großstädte, Ballungsräume. Der Ausdruck „konzentriert“ bringt den geneigten Zuhörer schon auf gewisse Probleme dieser, unserer, Lebensweise. Immer mehr spielt sich auf der gleichen Fläche ab. Das bedeutet, dass Wohnraum, Arbeitsraum und Raum für die Infrastruktur immer knapper, d. h. wertvoller und in Bezug auf Infrastruktur immer wichtiger werden. Projekte in denen versucht wird, Teile der Infrastruktur in den Untergrund zu verlegen, haben vielerorts Raum über der Erde geschaffen, um z.B. Straßen mehr Fläche zu bieten. Neben den Straßen ist ein weiteres Ziel des modernen Städtebaus, Ausgleichsflächen bzw. Erholungsflächen in die Stadt einzugliedern, um so „grüne“ Lungen zu schaffen. Diese werden für das Klima in unseren Städten immer wichtiger. Knappe Flächen in unseren Ballungszentren und „nicht“ genutzte Flächen, die grün bleiben? Das passt so gar nicht zusammen ... Aus diesem Grund ist es seit vielen Jahren ein Anliegen der Mitglieder dieses Verbandes, die „grünen“ Lungen der Städte, auszudehnen. Genauso, wie man den Blick bei der Planung und Schaffung von Wohn- und Geschäftsräumen immer mehr nach oben richtet, also immer mehr in die Höhe plant, sind die oberen Regionen der Städte, Ort unserer täglichen Arbeit geworden. Die Dachflächen, die vor einigen Jahren nicht benutzt und durch dicht verschweißte Bitumenbahnen versiegelt wurden, rücken immer mehr in den Mittelpunkt unserer Betrachtung. Hierbei spielten diverse Gründe der Hauseigentümer eine Rolle, auf die ich hier nicht weiter eingehen möchte. Resultat dieses Denkens ist der immer größere Bedarf an begrünten Dachflächen und in zunehmenden Maße auch der Fassadenbegrünung.

#### **Herausforderung Baustellenplanung**

Was in den Anfängen der Dachbegrünung eher exotisch war, ein Dach mit Gras, Blumen oder sogar Büschen und Bäumen, die mit Vorsatz eingebracht wurden, hat sich in den letzten Jahren als sehr stark wachsender Markt für die Mitglieder unseres Verbandes entwickelt. Das ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht aller Verbandsmitglieder sehr erfreulich. Denn das Bestreben, die Dächer zu begrünen, generiert Umsatz. Dieser wird immer nachhaltiger, weil grüne Dachflächen immer weiter Einzug in das Grundverständnis der Städteplanung halten. Von der Dachbegrünung sind Altbauten und Neubauten im Industrie- und Wohnungsbau gleichermaßen betroffen. Die steigende Nachfrage nach Dachbegrünung stellt die Systemanbieter und die ausführenden Betriebe vor immer neue Herausforderungen. So haben bestehende Gebäude häufig eine begrenzte Flächenlast auf dem Dach, und oder sind schon dicht umbaut, was den Zugang zu diesen Baustellen erschwert. Neue Gebäude stellen oft nicht weniger Ansprüche. Diese werden, aufgrund des Platzmangels, in die „zweite Reihe“ gebaut, wodurch der Zugang zur Baustelle für die Baustellenplanung eine Herausforderung werden kann. Dem Mangel an Baufläche sei Dank, werden die Gebäude immer höher. Das ist eine Herausforderung, die es gerade im Blick auf die Enge der Baustellen zu bewältigen gilt.

Im Lauf der letzten Jahrzehnte wurden die oben beschriebenen Planungseckpunkte durch unterschiedliche Lösungen von unterschiedlichen Parteien gelöst. Diese Lösungen bestimmen auch heute in weiten Teilen die Planung und Ausführung von Baustellen.

Hat man die zu geringe Dachflächenlast bei Altbauten in den Griff bekommen, stellte sich die Frage: "Welches Material kann bzw. will ich aufbringen?" Diese Entscheidung bestimmt wiederum die Art des Aufbringens und die damit notwendigen Geräte. Da die Arbeiten von Menschen ausgeführt werden, ist es wichtig, deren körperliche Möglichkeiten zu beachten. Das hat zur Entwicklung von Systemen geführt, die in einer Art Baukasten, sowohl die körperlichen Möglichkeiten des Arbeiters, aber auch das Ziel, eine möglichst perfekte, möglichst gelungene auf die Gegebenheiten abgestimmte, Dachbegrünung zu bauen hat.





So oder so steht die Frage: „Wie bekommt man die Materialien auf das Dach?“, im Vordergrund. Selbst wenn die einzelnen Komponenten von einer Person bewegt werden können, kann eine Person die Lasten nur schwer auf ein Dach bringen, egal wie viel Stockwerke ein Gebäude hat. Anfänglich wurden hierfür Hilfsmittel verwendet, die einen geringen Kostenaufwand bedeuten (sei es durch Miete oder Kauf) und einfach zu bedienen sind. Mit einem Schrägaufzug können kleine Lasten bis an die Dachkante, die sogenannte Störkante, gehoben werden. Von hier wird das Material per „Hand“ oder Schubkarre auf der Dachfläche verteilt. Ein Telestapler kann das Material auch an die Störkante heben, ggf. etwas darüber hinaus und, wenn möglich, auf dem Dach abstellen. Die Verteilung geschieht in der Regel per „Hand“. Einen komfortablen Weg bietet der Ladekran. Der kann Lasten an die Störkante oder weit auf das Dach heben. Die Materialverteilung erfolgt durch den Kran oder per „Hand“. Eine, wie sich herausgestellt hat, leistungsstarke Variante, ist der Baukran in verschiedenen Ausprägungen. Er kann die Lasten schnell und weit auf das Dach bringen. Teleskopkrane sind in der Lage, die Last an die Störkante, und weit in das Dach zu heben. Das Material wird entweder per Hand oder mittels Kran verteilt.

### Effizienz am Dach

Wie wir gesehen haben, sind die Herausforderungen vielseitig. Wir haben einerseits immer weiter wachsende Nachfrage nach Dach- bzw.- Fassadenbegrünung andererseits immer enger werdende Baustellen und Zufahrten und immer schwierigeren Zugang zu den Objekten. Das erfordert eine immer bessere Vorbereitung der Baustellen, Planung der Hilfsmittel, Planung von ggf. Straßensperrungen und der Materiallogistik. In diesem Spannungsfeld bewegt sich der ausführende Betrieb. Für diesen ist aber der wichtigste Punkt, die Baustelle mit Gewinn abzuschließen. Dann ist ein „grünes Dach“ für alle Beteiligten ein Gewinn. Der Dachbegrüner steht, wie alle Wirtschaftsunternehmen, im Wettbewerb mit anderen Unternehmen seiner Zunft. Das schränkt die Möglichkeiten der Preisgestaltung natürlich ein. Neben dem Einkauf der Materialien steckt viel Potential in der Vorbereitung der Baustelle und in der optimalen Ausnutzung der gegebenen Ressourcen. Auf die Vorbereitung der Baustellen und die optimale Ressourcenausnutzung will ich mein Augenmerk richten.

Baustellen mit wenig Raum rufen nach platzsparenden Lasthebemitteln, welche Materialien auf das Dach bringen können. Schrägaufzüge und Telestapler haben gemein, dass sie in der Anschaffung oder Miete relativ günstig ist. Sie benötigen zum Aufstellen wenig Raum. Der größte Nachteil liegt in der geringen Reichweite und der Geschwindigkeit. Da beide Gerätearten die Last nur an die Störkante liefern können, ist es notwendig, die Materialien per Hand oder Schubkarre zu verteilen. Das erledigen die Mitarbeiter auf dem Dach. Dieses Verteilen bindet die Mitarbeiter und bremst die Fertigstellung des Bauvorhabens. Unabhängig davon ist die körperliche Belastung zum Teil sehr hoch. Die geringe Geschwindigkeit dieser Lösungen ist auch im begrenzten Hubvermögen zu sehen. Es können nur relativ kleine Lasten bewegt werden die folglich viele Lastzyklen nach sich ziehen. Der Ladekran kommt schon weit auf ein Dach (Störkantenfreiheit), hat aber je nach Größe Beschränkungen in der Hubkapazität und Reichweite. Zudem benötigt er eine zum Teil große Stellfläche. Der Teleskopkran in hat eine hohe Hubleistung, keine Störkantenfreiheit im Grundgerät und deshalb nur eine bedingte Reichweite. Hinzu kommt eine begrenzte Arbeitsgeschwindigkeit. Die Baukrane verbinden viele nützliche Vorteile. Sie haben eine recht große Reichweite durch Störkantenfreiheit, ansehnliche Traglasten und eine große Ausladung. Das alles bei dem Vorteil des relativ geringen Platzbedarfs. Hier spielt der Nachteil eine Rolle, dass diese Krane fix montiert sind und ein Obendreher mit hohen Kosten, auch bei der Miete, behaftet ist. All diese Faktoren gilt es gegeneinander aufzuwiegen und das richtige Hilfsmittel zu finden.

Um die vorhandenen Ressourcen angesichts der großen Nachfrage an Dachbegrünungen, dem begrenzten Angebot an geeigneten Mitarbeitern und des finanziellen Wettbewerbs besser ausnutzen zu können, kommt den Lasthebemitteln und deren gezieltem Einsatz eine immer größere Bedeutung zu. Deshalb hat sich in den letzten Jahren an vielen Orten ein Krankonzept bei der Dachbegrünung etabliert, welches die Vorteile des Baukrans mit dem des Mobilkrans verbindet - der Mobilbaukran (Abbildung 1).

Bedingt durch seine Bauart, ist die optimale Ausnutzung der möglichen Stellfläche auf oder an der Baustelle möglich. Er kann durch die Störkantenfreiheit nahe an ein Hindernis heranfahren und im 90°-Winkel darüber hinweg reichen. Dabei hat er eine große Reichweite und eine hohe Traglast von 1850 kg. Der Mobilbaukran besticht durch die hohe Arbeitsgeschwindigkeit. Diese ist zum einen bauartbedingt, da er wenig Masse zu bewegen hat, zum anderen ist der Kranfahrer immer in der besten Position, um schnell und genau fahren zu können. Das alles ohne Einweiser, die Liftkabine macht es möglich! Das ist auch ein Pluspunkt für die Sicherheit auf der Baustelle. Mit diesem Kran kann das Material tief in die Dachfläche bis zu den Arbeitern gehoben werden. Diese können dann das „schwebende“ Material direkt verbauen oder an einem günstigen Ort abstellen

lassen. Die Mitarbeiter müssen sich nur noch auf ihre eigentliche Tätigkeit konzentrieren denn das Material ist in ihrer Reichweite. Mithilfe des Mobilbaukrans funktioniert so mache Arbeit viel besser. So können z. B. Kies oder Substrat bequem, unter Nutzung einer Schütte schwebend, am Kran verteilt werden. Hierzu benötigt man nur einen Mann! Der Kranfahrer, in der richtigen Position, kann gut erkennen, wohin er steuern muss und welche Hindernisse sich auf dem Dach befinden.

Da der Kran flexibel gestellt werden kann, bleibt viel Auswahlmöglichkeit für den Stellplatz. Seine relativ geringen Abstützdrücke erlauben eine freie Wahl des Stellplatzes. Die Allradlenkung des Unterwagens macht den Kran sehr manövrierfähig. Weiter bedeutet die freie Platzwahl keine oder nur eine Teilsperrung von Straßen. Die Vorteile liegen hier sicher im Aufwand bzw. Vorlauf die solche Sperrungen notwendig machen. Abgesehen davon können auch die Kosten von Sperrungen beträchtlich sein. Sieht man von der reinen Einsatzzeit ab, bedeutet der Einsatz eines Mobilbaukrans nur kurzzeitige Behinderungen, da dieser Krane in der Regel in 30 Minuten montiert oder demontiert ist. Es fallen keine Vorrüstzeiten zum Auf- bzw. Abbau an. Eine Straße kann so abends schnell geräumt werden. Das alles bedeutet natürlich auch, dass man sich bei der Baustellenplanung nicht unbedingt auf eine Position des Krans festlegen muss, dieser kann schnell umgesetzt werden und bringt dann von anderer Stelle aus volle Leistung.

Egal ob im Neubau oder Altbau. Oft ist die Umgebung der Baustellen schon verbaut. Einmal mit Wohnanlagen, Bürokomplexen oder Krankenhäusern etc. Hier wird nicht selten ein hoher Wert auf „umweltfreundliches“ Bauen gelegt. Arbeitszeiten werden wegen der Lärmentwicklung beschränkt. Hier haben einige ausführende Betriebe auch schon die Vorteile des Mobilbaukrans erfahren. Wird der Kran mit Baustrom betrieben, ist er lärmarm und abgasfrei! Das passt zu einer Baustelle, die die Stadt begrünt.

Um Arbeitszeiten besser ausnutzen zu können, bietet das Krankonzept den Vorteil einer Baustellenbeleuchtung. Hierzu sind im Ausleger und am Turm leistungsstarke Halogenscheinwerfer montiert, die die Baustelle ausleuchten. Hier kann, gerade in den „dunklen“ Monaten, früher begonnen und länger gearbeitet werden. Nebenbei steigert die Beleuchtung die Arbeitssicherheit.

### Ein Gewinn

Moderne Anforderungen an Bauunternehmen machen modernen Materialeinsatz sprich Arbeitsmittel notwendig. Mobilbaukrane können zu einer deutlichen Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit beitragen, ohne die Arbeitssicherheit zu gefährden. Wesentliche Voraussetzung um das Potential des Mobilbaukrans auszuschöpfen, ist eine gute Planung der Baustelle (ggf. mit dem Außendienst eines Kranbetreibers). Auf jeden Fall ist seitens des Dachbegrüners dafür zu sorgen, das das benötigte Material pünktlich auf der Baustelle ist. Somit kann die Arbeitsgeschwindigkeit voll ausgenutzt werden und Sie profitieren den Mobilbaukranen.



Abb. 1



## **Leicht und dämmend - Schaumglasschotter bei der Dach- und Tiefgaragenbegrünung**

### **Norbert Hartl, Misapor Neuss**

#### **Vom Gurkenglas zum Schaumglasschotter**

Um Schaumglas zu werden, muss der Rohstoff, bestehend aus Verpackungsglas, zunächst von Fremdstoffen befreit und zu Glasmehl gemahlen werden. Das Glasmehl wird anschließend in speziellen Ofenanlagen gebacken. Dies geschieht mit 2 % rein mineralischem „Backpulver“. Nach diesem thermischen Blähprozess bricht der Schaumglaskuchen aufgrund der schnellen Abkühlung auf Schottergröße. Die fertigen Schaumglassteine bestehen aus 98 % Glas, 2 % Mineralien und ganz viel Luft. Diese eingeschlossene Luft ist es letztendlich, welche für die hervorragenden Eigenschaften des Baustoffes verantwortlich ist: Leichtigkeit und Wärmedämmung.

#### **Ein Material – viele Vorteile**

Neben der Leichtigkeit und Wärmedämmung ist Misapor druckfest, das Korn nimmt kein Wasser auf, hat eine hervorragende Sickerleistung, ist feuerbeständig und resistent gegen jegliche Umwelteinflüsse. Aber nicht nur das Material selbst, auch das Arbeiten mit Misapor bringt viele Vorteile: das geringe Transportgewicht spart Frachtkosten, die äußerst einfache Verarbeitung gewinnt Zeit. Bauen wird leichter, schneller und kostengünstiger.

#### **Auf Misapor begrünen, Wege bauen, Verkehrsflächen gestalten**

Bei der Gestaltung von Dächern und Betondecken werden an Systemaufbauten mehrere sehr hohe Anforderungen gestellt. So ist ein Flachdach Temperaturschwankungen von extremer Hitze durch Sonnenstrahlung im Sommer (bis etwa +90°) und im Winter bis zu starker Frosteinwirkung ausgesetzt. Winterlicher wie sommerlicher Wärmeschutz und die Verlegung des Taupunktes werden mit Schaumglasschotter auf einfache Weise gelöst. In vielen Fällen sollte der Konstruktionsaufbau Feuchtigkeit in Verbindung mit der Drainagefunktion, aber auch Belastungen aus Schwerverkehr (Betondecken) meistern können. Auch der Brandschutz spielt bei Flachdachkonstruktionen eine immer wichtigere Rolle. Ein Hauptentscheidungspunkt für den Einsatz von Misapor ist aber die Möglichkeit der statischen Entlastung. Wegen des geringen Schüttgewichtes (Misapor 10/75, Schüttgewicht 135 kg/m<sup>3</sup>) sorgt Blähglasschotter für eine deutliche Entlastung. Bei allen unterschiedlichen Verwendungszwecken kann der Vorteil des sehr guten horizontalen Durchflusswertes (geprüft nach EN ISO 12958) genutzt werden. Spezielle Drainelemente werden in vielen Fällen überflüssig. Bedingt durch die überwiegend einkörnige Struktur findet so gut wie kein Auswaschen von Feinanteilen aus der Schaumglasschotterlage statt (bei Produkten aus mineralischer Blähung).

#### **Graues Material für grüne Flächen**

Dach oder gestaltete Betondecken, geschwungener Gehweg oder steile Böschung- mit Misapor lassen sich Gartenideen auf einfachste Weise realisieren. Ein Traummaterial für kreative Gartengestalter.

Schaumglasschotter verkrallt sich äußerst gut und lässt dem Gärtner und Landschaftsarchitekten freie Gestaltungsmöglichkeiten. Misapor rollt nicht und kann auf geneigten Flächen bis 15° aufgebracht werden. Die hohe Standfestigkeit erlaubt Modellierungen > 45° Böschungswinkel, ohne seitliche Begrenzung. Nach Auflegen eines Trennvlieses kann sofort Substrat aufgelegt werden. Für die Planung der Grünfläche ist zu beachten, dass die Leichtschotterlage aus Glas enorm wasserableitend ist und Nässe nicht gespeichert werden kann. Das max. Anhaftwasser liegt bei 80 – 90 L/m<sup>3</sup>. Misapor verhält sich chemisch neutral und ist deshalb mit allen anderen Baustoffen kombinierbar, z. B. auch mit Foamglas oder Hartschaumplatten.

Betonwerksteinplatten und andere Steinplatten können direkt in einer Splittlage auf das verdichtete Misapor gesetzt werden. Zur Aufnahme von hohen Achslasten wird eine Oberflächenstabilisierung aus Schotter oder Magerbeton zwischen der Leichtschüttung und dem Nutzbelag nötig. Das geringe Schüttgewicht (Typ 10/75, 135 kg/m<sup>3</sup>) ermöglicht außerdem einen einfachen und schnellen Einbau. Schaumglasschotter wird einfach am Verwendungsort ausgeschüttet. Ein LKW kann bis zu 90 m<sup>3</sup> transportieren. Die Verteilung erfolgt von Hand oder mit Maschinen. Für Begrünungen reicht geringes Verdichten aus. Unter Gehwegen oder Verkehrsflächen wird mit leichten Rüttelplatten oder Walzen zum Faktor 1,3 verdichtet. Höchste Stand- und Druckfestigkeiten werden mit zementgebundenem Misapor erreicht, je nach Mischung unter Beibehaltung des Wasserableitvermögens.

Schaumglasschotter muss man nicht unbedingt verstecken, die hellgrauen „Steine“ machen auch als Deckschicht eine gute Figur. Auf dem anorganischen, inerten Schüttgut siedeln sich so gut wie keine Mikroorganismen, Algen oder Moos an.

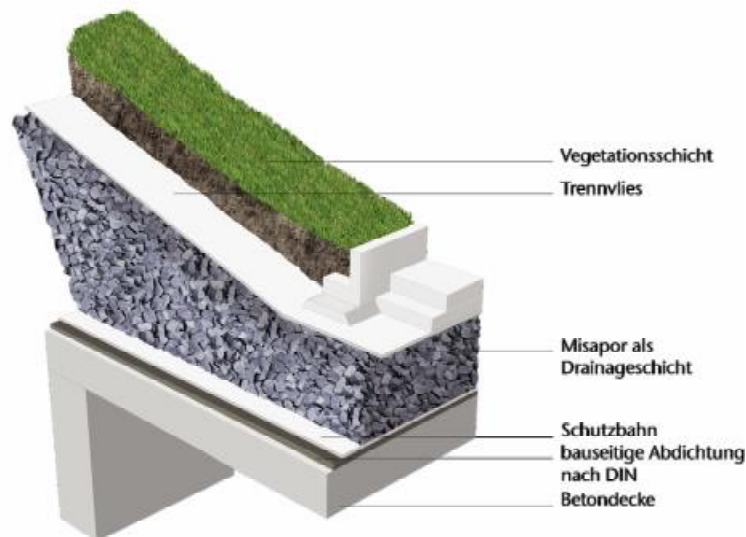
Zu guter Letzt noch ein Tipp: Rohrleitungen, isoliert mit Misapor sind frostgeschützt, also unabhängig von Frosttiefe oder der Höhe der Überdeckung.

**Zusammengefasst die wichtigsten Eigenschaften von Misapor:**

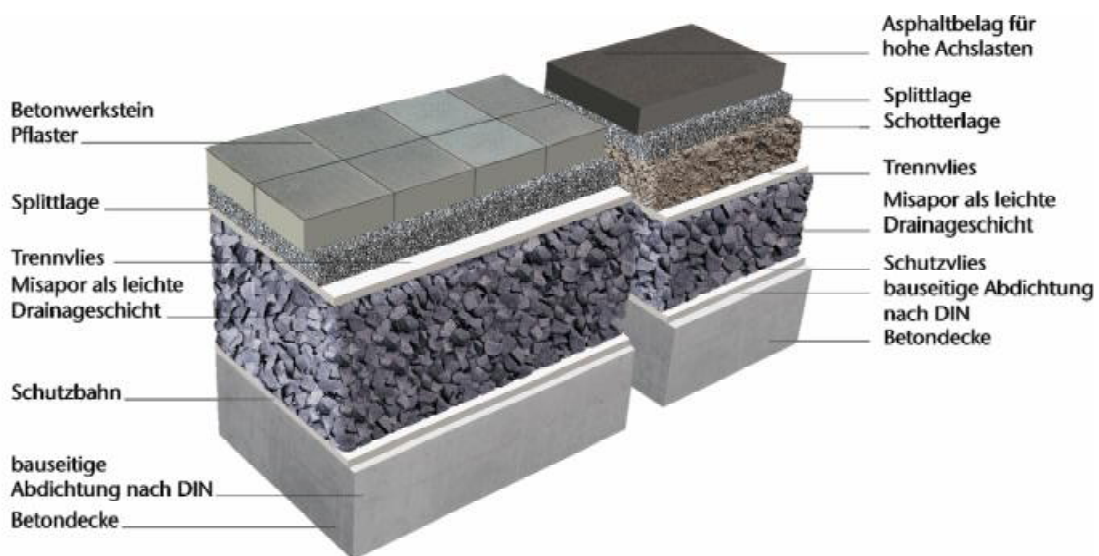
- Begeh- und überfahrbar schon während des Einbaus
- Modellierbar und formbeständig
- Frostsicher
- Wärmedämmend
- Hohe Drainagewirkung
- Hohe Druckfestigkeit
- Leicht, statisch entlastend
- Einfache, kurze Einbauzeit
- Recyclingprodukt, nachhaltig
- Anorganisch, unverrottbar



**Misapor als Dämmung und Geländemodellierung**



**Misapor als Dämmung unter befahrbarem Oberbelag**







## Natur- und Ressourcenschutz - Torfersatzstoffe bei Dachbegrünungssubstraten Prof. Dipl.-Ing. Stephan Roth-Kleyer, Hochschule RheinMain

### 1. Problemstellung

Zunehmend werden im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau vorgefertigte Vegetationssubstrate eingesetzt. Haupteinsatzbereiche sind die Herstellung von bodenfernen Begrünungen (Begrünung von Dächern, Tiefgaragen, Übertunnelungen), Baumpflanzungen (Baumsubstrate) sowie Rasen- und Sportrasenanlagen. Alleine der jährliche Einsatz von industriell hergestellten Vegetationssubstraten im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau (GaLaBau) wird auf ca. eineinhalb bis zwei Millionen Kubikmeter geschätzt. Leider liegen hierzu noch keine umfassenden Erhebungen vor.

Die Anforderungen, Kennzeichen und Eigenschaften von Vegetationssubstraten in ihren unterschiedlichen Ausprägungen für den GaLaBau sind in den einschlägigen Regelwerken der Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V., dem Regelwerksgeber der Grünen Branche, sowie in den Normen des DIN benannt. Zu nennen sind hier u.a. DIN 18035, Teil 4 (1991/7) „Sportplätze, Rasenflächen“ für Rasentragschichten, die FLL-„Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ (2008) für Substrate und Dränschicht-Schüttstoffe für bodenferne Begrünungen, die FLL-„Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2“ für Baumsubstrate oder die FLL-„Richtlinie für den Bau von Golfplätzen“ (2008) für die Herstellung von Rasenflächen zu nennen.

### 2. Eigenschaften geeigneter organischer Substratausgangsstoffe

Früher wurden verbesserte Ober- oder Unterböden sowie Torf- Blähtongemische für die Begrünung von Dächern eingesetzt, die allerdings mit der Zeit durch Mineralisation der organischen Substanz erhebliche Sackungen erkennen ließen (PENNINGSFELD, 1979). Mit der Mineralisation der organischen Substanz veränderten sich die physikalischen Eigenschaften in eine oft nicht gewollte Richtung. Heute werden für Dachbegrünungen bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Moorbeetpflanzen) weitgehend mineralische Substrate aufgrund der einschlägigen Anforderungen (FLL, 2008) eingesetzt. Organische Substratkomponenten werden weiterhin insbesondere zugesetzt, um

- die maximale Wasserkapazität zu erhöhen
- den Gasaustausch zu verbessern
- die Kationenaustauschkapazität anzuheben und damit Nährstoffe reversibel zu binden
- ggf. Nährstoffe zuzuführen
- zur Aktivierung / Intensivierung des Bodenlebens (Mikroflora und – fauna)
- zur pH-Wert-Pufferung

Der traditionelle organische Zuschlagstoff Torf konnte durch Komposte, Rindenprodukte, Braunkohlefaserholz, teilweise auch durch Holz- oder Kokosfasern als Substratzuschlagstoff ersetzt werden. Im Folgenden sollen die soeben benannten organischen Substratkomponenten in ihrer Entstehung sowie in ihren wesentlichen Eigenschaften beschrieben werden. Die vegetationstechnisch relevanten Eigenschaften der organischen Zuschlagstoffe sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

#### 2.1 Weißtorf

Nach der Entstehung und den dadurch sich ergebenden Eigenschaften unterscheidet man zwischen Niedermoortorf, Übergangsmoortorf und Hochmoortorf. Da Übergangs- und Niedermoortorf im Substratbereich keine Bedeutung haben, wird im Weiteren nur Hochmoortorf angesprochen. Noch ist Hochmoortorf zumindest im Produktionsgartenbau der klassische und wichtigste organische Grundstoff für Substrate. Ab einem Gehalt an organischer Substanz von 30 Prozent spricht man von Torf.

Die Torfbildung in den heute genutzten Hochmooren setzte vor etwa 12.000 Jahren ein. Seitdem war das Klima für die Moorbildung günstig. Torf entsteht aus der Moorvegetation hauptsächlich aus Torfmoosen (*Sphagnum spp.*) und Wollgras (*Eriophorum vaginatum*,) aus dem die Fasern im Torf entstehen. Abbildung 1 zeigt die Struktur von Weißtorf. Durch Wasserüberschuss und Sauerstoffmangel wird die Pflanzenmasse nicht vollständig abgebaut, biochemisch humifiziert und reichert sich als Torf an. Hochmoore wachsen in Gebieten mit hohen Niederschlägen bei geringer Verdunstung und ohne Verbindung zum Grundwasser. Die Nährstoffzufuhr ist sehr gering und beschränkt sich auf im Niederschlag enthaltene und durch die abgestorbenen Pflanzen freiwerdende Mineralstoffe. Es entsteht ein nährstoffarmer Hochmoortorf mit pH-Werten um 3,0 - 4,5.





Hochmoortorfe werden nach dem Grad der Verdichtung unterschieden. Die Variation reicht vom Weißtorf über den Brauntorf bis zum Schwarztorf. Der helle Weißtorf lässt die Struktur der Pflanzen noch deutlich erkennen, bei weiterer Zersetzung entsteht ein homogener, wenigstens bei Betrachtung mit bloßem Auge strukturloser Körper, Brauntorf oder auch Bunttorf genannt. Die älteste Torfschicht ist der so genannte Schwarztorf. Die unteren Schichten eines Torflagers sind dabei (weil älter, größerem Druck ausgesetzt und während der Entstehung auch durchlüftet) in der Zersetzung weiter fortgeschritten als die oberen.

Torf ist nur begrenzt vorhanden, der Abbau von Torf ist aus ökologischen Gründen berechtigterweise in den letzten Jahren stark reglementiert worden – ansonsten hat Torf hervorragende Eigenschaften für die Herstellung von Vegetationssubstraten, wie auch aus Tabelle 1 hervorgeht.

## 2.2 Braunkohlefaserholz (Xylit)

Braunkohlefaserholz entstand vor 10 bis 20 Millionen Jahren aus dem Holz tertiärer Bäume. Es fällt in der Lausitz und im Rheinland beim Abbau der Braunkohle an und wurde bisher meist mit dieser zusammen in Kraftwerken verbrannt. Braunkohlefaserholz wird nach entsprechender Aufbereitung (Zerfaserung und Absiebung) auch unter dem Produktnamen „Xylit“ vertrieben.

Braunkohlefaserholz besteht aus nicht zu Braunkohle umgewandelter Holzfaser, die in der Braunkohle vorliegt (siehe Abb. 2). Braunkohlefaserholz bzw. Xylit ist die Bezeichnung für die noch vorhandenen Holzbestandteile in der Braunkohle. Xylit kommt vom griechischen Wort "xylon". Dieses Wort bedeutet "Holz". Im Braunkohlefaserholz ist die ehemalige Holzstruktur, beispielsweise von Wurzelstöcken, Ästen, Zweigen und Holzstämmen, noch gut innerhalb der Braunkohle erhalten (KNAFLA, 2005).

Braunkohlefaserholz ist ein Stoff mit hoher Resistenz gegen biologischen Abbau, weil alle Produkte schon in der Torfbildungsphase abgebaut worden sind. Es wird zeitgleich mit der Förderung der Rohbraunkohle gewonnen. Die Trennung von der Rohkohle vollzieht sich in Hammermühlen, in denen einerseits die Braunkohle zu Staub zerschlagen wird und andererseits Braunkohlefaserholz aufgrund seiner Struktur lediglich zerfasert wird. Braunkohlefaserholz kann aufgrund seiner faserigen, an Torf erinnernden Struktur nicht mit der Braunkohle in den Wirbelschichtöfen der Kraftwerksbetriebe verbrannt werden. Braunkohlefaserholz wird somit in der Hauptsache deponiert, da es nach dem Bergrecht nicht wieder in den Tagebau zurückgeführt werden soll.

Braunkohlefaserholz hat wie Torf eine faserige Struktur. Der pH-Wert liegt je nach Fundstelle bei pH 4,5 – 5,8 und ist damit in der Regel nicht ganz so sauer wie der von Torf. Braunkohlefaserholz enthält erfreulicherweise nur geringe Mengen löslicher Salze, das C/N-Verhältnis ist relativ groß. Braunkohlefaserholz weist aufgrund seiner Entstehung kaum mikrobiell abbaubare Kohlenstoffquellen auf. Dadurch unterliegt es nur einem sehr langsamen mikrobiellen Abbau und bewahrt in ausreichend langen Zeiträumen seine Strukturstabilität. Da kaum mikrobiell verwertbare Kohlenstoffquellen vorhanden sind, kommt es zudem zu keiner nennenswerten Stickstoff-Immobilisierung. Somit stehen Düngergaben voll den Pflanzen zur Verfügung. Braunkohlefaserholz besitzt aufgrund seiner hohen Anzahl bindungsaktiver Hydroxyl- und Carboxylgruppen ein großes reversibles und chemisch wirksames Bindungspotential für Nähr- und Spurenelemente. Damit ist die Austauschkapazität erfreulich hoch. Diese Eigenschaften sind besonders im Vergleich mit den im Landschaftsbau bekannten und üblichen organischen Zuschlagstoffen wie Rindenhumus und Kompost sehr wichtig, da Braunkohlefaserholz diesbezüglich sehr homogen und damit berechenbar ist. Braunkohlefaserholz ist frei von Samen und regenerationsfähigen Pflanzenteilen (z.B. Rhizomen). LOHR u. MEINKEN (2007) bescheinigen Xylit als Torfersatzstoff einen problemlosen Einsatz und durchweg positive Ergebnisse aufgrund ihrer Vergleichsuntersuchungen mit Torf, Rindenhumus, Kompost, Kokosfaser und Holzfaser für Balkonkastenerden. ROTH-KLEYER (2008) zeigt auf, dass sich unter Verwendung der organischen Komponente Braunkohlefaserholz/Xylit FLL-konforme Baum- und Dachsubstrate problemlos herstellen lassen.

## 2.3 Holzfasern

Holzfaserstoff wird aus unbehandelten Sägeresthölzern hergestellt. Das können zum Beispiel Hackschnitzel oder auch Schäl- und Frässpäne sein. Die Faserstruktur entsteht durch mechanische Aufbereitung im Extruder, in dem zwei Schnecken gegeneinander laufen. Dabei treten hohe Reibungskräfte auf und kurzfristige Temperaturen von über 100 °C. In der Struktur erinnern so aufbereitete Holzfasern an Hochmoortorf (siehe Abb. 3). Das Gesamtporenvolumen von Holzfaserstoff liegt bei 90 – 95 Volumen-%. Die Wasserkapazität ist mit 35 – 45 Volumen-% jedoch wesentlich niedriger als die von Torf, das Luftvolumen ist entsprechend höher (GRANTZAU, 1991). Bei den chemischen Eigenschaften fallen im Gegensatz zum Torf die um ca. 1 – 2 Einheiten höheren pH-Werte von nicht konditionierten Holzfasern auf. Der Nährstoffgehalt ist dem von Torf vergleichbar niedrig. Holzfaserstoffe weisen in der Regel ein weites C/N-Verhältnis auf, die



Pflanzenverfügbarkeit des substratbürtigen Stickstoffs wird eingeschränkt. Somit erhöht sich durch das Einmischen von Holzfasern der Düngebedarf von Stickstoff. Zudem besitzt die reine Holzfaser eine geringe Austauschkapazität und Pufferkapazität, was sich durch eine Imprägnierung der Faser mit geeigneten Stoffen verbessern lässt. Unbehandelt neigt Holzfaser dazu, Stickstoff zu fixieren und so der Pflanze zu entziehen. In gütegesicherter Holzfaser wird die Einhaltung der Stickstoff-Fixierung kontrolliert. Holzfaser hat ein mit Torf vergleichbar hohes Porenvolumen. Der Anteil an luftführenden Poren liegt jedoch höher. Dadurch optimiert Holzfaser die Wasserführung. Bei längeren Kultivierungszeiträumen wie bei Dachbegrünungen ist zu berücksichtigen, dass sich das Volumen der Holzfaser durch Zersetzung reduziert und zu Sackungen führt. Somit werden Holzfasernstoffe nahezu ausschließlich im Produktionsgartenbau eingesetzt, die Verwendung von Holzfasernstoffen in Dachsubstraten konnte durch die Verfasser nur sehr vereinzelt festgestellt werden.

## 2.4 Kokosfasern

Kokosfasern bestehen zu 45 % aus Lignin und zu 44 % aus Zellulose. Sie weisen bezüglich Rohdichte, Porenvolumen und organischer Substanz ähnliche Werte wie mäßig zersetzter Hochmoortorf auf. Durch die höhere Luftkapazität können sie zur Verbesserung stark zersetzter Torfe verwendet werden. Kokosfaser wird eine Förderung des kapillaren Wasseranstiegs in Substraten zugeschrieben, so dass die Verwendung in Substraten, die für die Ebbe-Flut-Bewässerung geeignet sind, vorteilhaft erscheint. Kokosfasern können überhöhte Salzgehalte aufweisen, wenn die Kokosnüsse in Brackwasser eingeweicht wurden. Während bei reinen Kokosfasern bisher keine Schwierigkeiten auftraten, kann Kokoschalenabrieb im Substrat zu einer leichten Stickstoff-Immobilisierung führen. Über die Austauschkapazität und pH-Pufferung sind keine Versuchsergebnisse bekannt. Die Verwendung von Kokosfasern in Vegetationssubstraten ist nahezu ausschließlich auf den Erwerbsgartenbau beschränkt. Abbildung 4 zeigt Kokosfasern.

## 2.5 Rindenhumus

Rindenhumus ist zerkleinerte, fermentierte (kompostierte) Rinde mit oder ohne Nährstoffzusatz. In Deutschland wird hauptsächlich Nadelholzrinde angeboten. Rindenhumus wird häufig als Hauptkomponente und Zuschlagstoff von Substraten verwendet. Frische Rinde hat ein weites C:N-Verhältnis von etwa 60 - 100 : 1, das bei der Zersetzung der Rinde zu N-Festlegung und damit N-Mangel an Pflanzen führt. Frische Rinde wirkt auf Pflanzen wachstumshemmend, sie enthält schädigend wirkende Stoffe wie Harze, Gerbstoffe und Phenole, die in der Rinde den lebenden Baum vor Schaderregern schützen. Deshalb ist eine Kompostierung unter Zusatz von N (2 kg Harnstoff / m<sup>3</sup>) notwendig. Wachshemmende Stoffe werden dabei abgebaut und der N-Haushalt stabilisiert. Erst nach erfolgter N-Stabilisierung kann Rindenhumus für die Herstellung von Dachsubstraten eingesetzt werden. Die natürlichen Nährstoffgehalte von Rindenhumus sind bei der Grunddüngung der Substratmischung zu berücksichtigen. Rindenhumus hat eine höhere Rohdichte als Torf. Die Wasserkapazität von Rindenhumus hängt entscheidend von der Körnung des Materials ab. Während bei grobkörnigem Rindenhumus die Strukturstabilität und Luftführung im Vordergrund stehen, kann durch feinkörniges Material die Wasserkapazität erhöht werden. Rindenhumus puffert sehr gut sowohl gegen pH-Absenkung als auch gegen pH-Anstieg. Die Austauschkapazität ist höher als bei Weißtorf. Damit verringert sich die Gefahr von Salzschäden, und Nährstoffverluste durch Auswaschung werden vermindert.

Rindenprodukte weisen regional unterschiedlich insbesondere hohe Belastungen an Cadmium (Cd) und Insektiziden auf. Der Einsatz von Rindenprodukten im Garten- und Landschaftsbau wird künftig deutlich stärker durch die Düngemittel-Verordnung (DüMV) (Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln; BMU) reglementiert werden. Die grundlegende Problematik besteht darin, dass eine stoffliche Trennung nach Cd-Gehalten aufgrund der zentralen Entrindung nicht möglich ist. So wird die in Bearbeitung befindliche DüMV für das nicht essentielle Schwermetall Cadmium für Rindenhumus einen Grenzwert von maximal 3,0 mg/kg TS (Rindenmulch 2,5 mg/kg TS) bzw. 1,5 mg/kg TS vorgeben, der von Rindenprodukten teilweise überschritten wird. Diese Grenzwerte werden ab 2013 zur Anwendung kommen. Zudem werden Rinden zunehmend energetisch genutzt (verbrannt), so dass hier bereits eine deutliche Verknappung gegeben ist. Ferner sind Komposte wie auch Rindenprodukte nicht homogen und damit in ihren Eigenschaften und Kennwerten nicht gleich bleibend. Das erschwert eine in ihrer Qualität und in ihren Kennwerten stabile Substratproduktion.

Die Gütesicherung der Gütegemeinschaft „Substrate für Pflanzenbau“ gewährleistet, dass durch den Einsatz von gütegesichertem, endstabilisiertem Rindenhumus in Dachsubstraten unter



vegetationstechnischen Aspekten bei Berücksichtigung entsprechender Mischungsverhältnisse keine Kenngrößen auftreten, die einer erfolgreichen Begrünung im Wege stehen.

## 2.6 Substratkompost

Bundesweit werden mehrere Millionen m<sup>3</sup> Komposte pro Jahr produziert. Von der Kompostwirtschaft werden große Anstrengungen unternommen, Komposte einer sinnvollen Nutzung zuzuführen. Dabei steht der Garten- und Landschaftsbau als potentieller Abnehmer mit an erster Stelle. Bedingt durch die unterschiedlichen Ausgangsmaterialien sind in der Hauptsache zwei Komposttypen zu unterscheiden:

- Grünkomposte, bestehend aus Grün- und Gartenabfällen wie Laub, Rasen und Gehölzschnitt
- Biokomposte, deren Ausgangsstoffe aus getrennt gesammelten pflanzlichen Haus- und Küchenabfällen bestehen

In der Kompostierungspraxis werden häufig diese beiden Komposttypen miteinander vermischt, um die Luftversorgung in der Kompostmiete von Biokomposten durch den Zusatz von strukturreichem Material wie z.B. Gehölzschnitt oder Holzhäcksel zu verbessern. Komposte gelten als Humus- und Nährstofflieferanten. Das Wissen über die chemischen und physikalischen Eigenschaften, wie pH-Wert, Salzgehalt, organische Substanz, Nährstoffbevorratung, die Belastung durch organische und anorganische Schadstoffe, Fremdstoffe wie Steine und Glas sowie durch phyto- und humanpathogene Keime, bestimmt auch deren Verwendungsmöglichkeiten in Dachsubstraten. Sind die Temperaturen in der Kompostmiete nicht ausreichend, besteht die Gefahr, dass widerstandsfähige Krankheitserreger, Samen und regenerationsfähige Pflanzenteile den Rotteprozess überstehen.

Die pH-Werte von Grün- und Bioabfallkomposten liegen meist im schwach alkalischen bis neutralen Bereich. Dies ist vegetationstechnisch als günstig einzustufen. Die häufig gewünschte pH-Pufferung der überwiegend alkalisch wirkenden mineralischen Komponenten durch physiologisch sauer wirkende organische Beimischungen kann durch Komposte allerdings nicht erreicht werden.

Die Salzgehalte von Grünkomposten liegen oft in dem empfohlenen Bereich, Werte unter 1,0 g/l sind allerdings selten. Pflanzenverfügbare Nährstoffe, insbesondere die Gehalte an löslichem Phosphat und Kalium können sehr hoch sein. Häufig kommt es durch den Zusatz von Bio-Komposten mit ihren hohen Salzgehalten zur Überschreitung der durch die FLL (2008) vorgegebenen Richtwerte. Für die Herstellung von Dachsubstraten sollten nur RAL-gütegesicherte Komposte Verwendung finden.

Komposte werden entsprechend ihres Reifegrades in einen Rottegrad (I - V) eingeteilt. Für den Dachsubstratbereich kommen nur Fertigkomposte oder Reifekomposte in Frage, möglichst mit Reifegrad IV - V. Solche Komposte haben meist ein hinreichend enges C/N- Verhältnis von weniger als 20:1, das eine unerwünschte N-Immobilisierung ausschließt. Komposte enthalten neben den gewünschten wertgebenden Stoffen oftmals hohe Salzbelastungen sowie unerwünschte Frachten an organischen und anorganischen Schadstoffen und Fremdstoffe wie Glas und Kunststoffe. Weiterhin sind Komposte in ihren Eigenschaften und Kennwerten selten von gleich bleibender Qualität.

Verallgemeinernd ist festzustellen, dass Grünkomposte als Zuschlagstoff für Dachsubstrate besser geeignet sind als Biokomposte. Auch für Komposte gilt der Hinweis, dass nur gütegesicherte Qualitäten für die Substratherstellung Verwendung finden sollten; verwendet werden sollten ausgereifte, salz- und nährstoffarme Grünkomposte, idealerweise mit anderen Zuschlagstoffen, wie z.B. mit Rindenumus oder Braunkohlefaserholz, vermischt.

## 3. Braunkohlefaserholz im Vergleich mit Rindenumus und Substratkompost

### 3.1 Ergebnisse nach § 4 Abs. 5 BioAbfV

Die gemäß § 4 Abs. 5 BioAbfV (BMU 1998 / 2006) untersuchten Kennwerte sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Sie lassen für Braunkohlefaserholz und Rindenumus ein Litergewicht von 530 g/l erkennen, der hier untersuchte Grünkompost ist mit 635 g/l ca. 20% schwerer. Der pH-Wert des Braunkohlefaserholzes (Fundstelle Tagebau Garzweiler) betrug pH 5,23 und gilt damit als mäßig sauer (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, 2005). Weitere bereits auf pH-Werte untersuchte Proben von Braunkohlefaserholz lassen eine Variationsbreite des pH-Wertes je nach Fundstätte von pH 4,9 bis pH 5,8 erkennen. Der pH-Wert des Rindenumus lag mit pH 5,82 geringfügig höher, der pH-Wert 7,43 der Grünkompostprobe ist als sehr schwach alkalisch einzustufen. Erfreulich niedrig sind die Salzgehalte der untersuchten Proben des Rindenumus mit 0,73 g/l und des Braunkohlefaserholzes mit 0,66 g/l. Der Salzgehalt des Kompostes wurde mit 2,66 g/l gemessen, auch dieser Wert ist für Komposte als salzarm einzustufen. Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (ROTH-KLEYER et al., 2000) unterscheidet zwischen Komposten mit Salzgehalten < 4 g/l „nährstoffarm“ und Komposten < 8 g/l



„nährstoffhaltig“. Der Anteil an organischer Substanz war bei dem Kompost erwartungsgemäß mit 36,2 Masse-% gegenüber dem des Rindenhumus (84,8 Masse-%) und des Braunkohlefaserholzes (88,5 Masse-%) relativ gering. Lediglich der Grünkompost wies an Fremdstoffen Glas auf, Braunkohlefaserholz und Rindenhumus waren frei davon. Steine konnten mit 3,15 Masse-% im Rindenhumus und 2,6 Masse-% im Grünkompost nachgewiesen werden. Braunkohlefaserholz war frei von jeglichen Fremdstoffen (Glas, Kunststoff, Metalle und Steine).

Hinsichtlich der Umweltvorsorge und speziell des Bodenschutzes ist der Gehalt an Schwermetallen von hervortretender Bedeutung. Somit sind diese auch gemäß § 4 Abs. 5 BioAbfV (BMU 1998 / 2006) bei Komposten zu untersuchen und zu deklarieren. Es wurden die Gesamtgehalte an Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 ausgewiesen. Im Vergleich zu der Grünkompost- und Rindenhumusprobe wies Braunkohlefaserholz erfreulich niedrige Gehalte der oben benannten Schwermetalle auf. So wurden zum Beispiel im Rindenhumus 18,7 mg/kg und im Grünkompost 46,9 mg/kg Blei gemessen, wohingegen im Braunkohlefaserholz nur 2,15 mg/kg des nicht essentiellen Schwermetalls Blei gefunden wurden. Der Cadmiumgehalt betrug bei der Rinde 2,75 mg/kg. Der Grenzwert der Düngemittel-Verordnung (BMU, 2003) liegt bei 1,5 mg/kg, so auch für Rindenprodukte für alle Anwendungsbereiche. Der Cadmiumgehalt des Braunkohlefaserholzes lag unterhalb der Nachweisgrenze, der des untersuchten Grünkomposts ebenfalls. Insgesamt ist hinsichtlich des Gehaltes an Schwermetallen festzustellen, dass die im Braunkohlefaserholz nach § 4 Abs. 5 BioAbfV gemessenen 7 Schwermetalle erfreulich niedrig sind bzw. gar nicht nachweisbar waren.

### 3.2 Ergebnisse der Untersuchungen nach RAL-GZ 251

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Grünkompostes nach RAL-GZ 251 (RAL, 2007) sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Sie werden hier den Kennwerten von Rindenhumus und Braunkohlefaserholz, die mit den gleichen, in der Güterrichtlinie festgelegten, Methoden gemessen wurden, gegenübergestellt. Hinsichtlich der Nährstoffe wird deutlich, dass Braunkohlefaserholz mit einer Ausnahme, und das ist das lösliche Magnesium, die geringsten Gehalte der untersuchten Nährstoffe aufweist.

### 3.3 Zur Adsorptionskapazität und zur mikrobiellen Abbaubarkeit

In der Hauptsache wird organische Substanz bei der Substratherstellung nicht nur zugefügt, um den Wasser- und Lufthaushalt positiv zu verändern, sondern auch um die Adsorptionsfähigkeit bzw.

Kationenaustauschkapazität anzuheben. Die Kationenaustauschkapazität (KAK) stellt die Menge der austauschbaren Kationen eines Bodens dar. Im Wesentlichen sind dies die Kationen  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ . Tabelle 4 zeigt die an den drei organischen Zuschlagstoffen gemessene Adsorptionskapazität sowie die mittels Bariumchloridextrakt austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium. Die höchste effektive Adsorptionskapazität wies Rindenhumus mit 41,0 (mmol/Z/100g) auf, gefolgt von Grünkompost (37,9 mmol/Z/100g) und Braunkohlefaserholz (33,4 mmol/Z/100g).

Einschlägige Untersuchungen (ROTH-KLEYER, 2008) zeigten, dass sich unter Verwendung der organischen Komponente Braunkohlefaserholz/Xylit FLL-konforme Baum- und Dachsubstrate problemlos herstellen lassen. Die großen Vorteile von Braunkohlefaserholz bzw. Xylit liegen in der Schadstofffreiheit, in den geringen Nährstoffgehalten, die sich je nach Kulturanspruch einstellen lassen und in Struktureigenschaften, die auch Torfe aufweisen. Durch den Einsatz von Braunkohlefaserholz können die Ressourcen von Torf geschont werden. Der durch die DüMV künftig erschwerte Einsatz von Rindenhumus (insb. durch die Anforderungen an die Cd-Gehalte) sowie von Kompost (insb. durch die schwankenden Qualitäten) könnte durch den Einsatz von Braunkohlefaserholz mehr als kompensiert werden. Die Einhaltung der in der DüMV und in der Bundesbodenschutz-Verordnung (BBSchV) benannten Anforderungen ist durch die nahezu gleich bleibende Qualität bei vergleichsweise geringen Nähr- und Schadstoffgehalten von Braunkohlefaserholz unkompliziert. Durch die niedrigen Abbauraten bzw. den geringen mikrobiellen Abbau ist eine hohe Substratstabilität gegeben. Es sind kaum Setzungen durch den Abbau organischer Substanz zu erwarten. Damit verbunden sind auch pH-Sprünge, die oftmals den Ausfall der Vegetation zur Folge haben, vermeidbar.





#### 4. Zusammenfassung

Für die Herstellung von Vegetationssubstraten für den Landschaftsbau werden neben mineralischen Komponenten bislang meist die organischen Stoffe Torf, Kompost oder aber Rindenprodukte mit ihren bekannten Nachteilen eingesetzt. Weiterhin finden Kokos- oder Holzfaserstoffe in sehr geringem Maße Anwendung. Torf ist nur begrenzt vorhanden, der Abbau von Torf ist aus ökologischen Gründen berechtigterweise in den letzten Jahren stark reglementiert worden – ansonsten hat Torf hervorragende Eigenschaften für die Herstellung von Vegetationssubstraten. Komposte enthalten neben den gewünschten wertgebenden Stoffen oftmals hohe Salzbelastungen sowie unerwünschte Frachten an organischen und anorganischen Schadstoffen und Fremdstoffe wie Glas und Kunststoffe. Weiterhin sind Komposte in ihren Eigenschaften und Kennwerten selten von gleich bleibender Qualität. Rindenprodukte weisen regional unterschiedlich neben Insektiziden insbesondere hohe Belastungen an Cadmium (Cd) auf. Braunkohlefaserholz bietet sich hier als wertvoller Ersatz an. Der Rohstoff entstand vor 10 bis 20 Millionen Jahren aus dem Holz tertiärer Bäume. Er wurde bislang meist mit der Braunkohle zusammen in Kraftwerken verbrannt, was zu Störungen im Wirbelschichtprozess führte. Braunkohlefaserholz wird nach entsprechender Aufbereitung (Zerfaserung und Absiebung) auch unter dem Produktnamen „Xylit“ vertrieben. Braunkohlefaserholz besteht aus nicht zu Braunkohle umgewandelter Holzfaser, die in der Braunkohle vorliegt.

Einschlägige Untersuchungen (ROTH-KLEYER, 2008) belegen, dass sich unter Verwendung der organischen Komponente Braunkohlefaserholz/Xylit FLL-konforme Baum- und Dachsubstrate problemlos herstellen lassen. Braunkohlefaserholz zeichnet sich gegenüber Kompost und Rindenumus durch niedrige Nähr- und Schadstoffgehalte aus. Die Einhaltung der in der DüMV und in der Bundesbodenschutz-Verordnung (BBSchV) benannten Anforderungen ist durch die nahezu gleich bleibende Qualität bei vergleichsweise geringen Nähr- und Schadstoffgehalten von Braunkohlefaserholz unkompliziert. Braunkohlefaserholz als organische Substratkomponente gewährleistet in hohem Maße ein Einhalten der gesetzlichen Vorgaben und verbindet pflanzenbauliche Effizienz mit ökologischer Verantwortung.

#### 5. Literatur:

- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung (5. verb. u. erw. Aufl.). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 1998 / 2006: BioAbfV – Bioabfallverordnung (Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden), (BGBl. I S. 2955), zuletzt geändert durch Artikel 5 der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298)" in der Fassung vom 21.9.1998, zuletzt geändert durch Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 20.10.2006.
- FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V.), 2008: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“. Eigenverlag, Bonn.
- Grantzau, E., 1991: Noch Vorsicht mit Holzfasersubstraten. Deutscher Gartenbau, 51. Jg., 2150-2154.
- Knafla, Hagen, 2005: Xylit ist als Zuschlagstoff geeignet. Der Deutsche Gartenbau, H. 41, S. 19., Ulmer Verlag GmbH.
- Lohr, D. u. Meinken, E., 2007: Balkonkastensubstrate – Xylit als Torfersatz. Deutscher Gartenbau, H. 43, S. 18 – 19.
- PENNINGSFELD, F., 1979: Substrate für die Begrünung von Dachflächen und anderen extremen Standorten. Das Gartenamt, 28. Jg., 301 – 304.
- RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.), 2007: Kompost–Gütesicherung AL-GZ 251, Beuth-Verlag GmbH.
- Roth-Kleyer, St., Fischer, P., Popp, W., Reinhold, J. und Kehres, B., 2000: Kompost im Garten- und Landschaftsbau. Hrsg: Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
- Roth-Kleyer, St., 2008: Für die Herstellung von Vegetationssubstraten: Braunkohlefaserholz als neuer Renner?. Dach + Grün, 17. Jg., H. 1, 6 – 12.

#### Tabellen und Abbildungen



Tabelle 1: Eigenschaften organischer Substratausgangsstoffe

Kennwerte	Weißtorf	Braunkohle- faserholz	Holz- fasern	Kokos- fasern	Rinden- humus	Substrat- kompost
RAL-Gütesicherung	RAL- GZ 254	-	RAL-GZ 254	-	RAL-GZ 250	RAL-GZ 251
pH-Wert	sehr niedrig	niedrig	niedrig	mittel	z.T. hoch	hoch
Salzgehalt	sehr niedrig	sehr niedrig	sehr niedrig	z.T. sehr hoch	niedrig	mittel
NaCl	sehr niedrig	sehr niedrig	sehr niedrig	z.T. sehr hoch	sehr niedrig	mittel
lösl. Nährstoffe	sehr niedrig	sehr niedrig	niedrig	niedrig	mittel	mittel bis hoch
N-Status	keine Immob.	keine Immob.	geringe Immob.	bis mittlere Immob.	geringe Immob.	geringe Immob.
Pufferung	gering	gering	gering	gering	sehr gut	sehr gut
Wasserkapazität	gut	gut - mittel	mittel	gering	mittel	gut
Luftkapazität	gut	gut	gut	sehr gut	gut	gut
Pflanzenverträglichkeit	sehr gut	sehr gut	gut	gut	sehr gut	gut
Strukturstabilität	gut	gut	gut bis mittel	sehr gut	sehr gut	gut
Schwermetallbelastung	sehr gering	sehr gering	gering	gering	gering	gering
Eignung als Substrat	ja	ja	ja – bedingt	bedingt	ja – bedingt	nein
Bedeutung	mittel - hoch	mittel - hoch	gering	gering	hoch	hoch



Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse Xylit im Vergleich mit weiteren organischen Zuschlagstoffen nach BioAbfV (BMU, 1998 / 2006)

Kennwert	Einheit	Xylit <sup>1)</sup> 0/10	Rinden-humus	Grün-kompost
<b>Physikalische Parameter, Fremdstoffe nach § 4 Abs. 5 BioAbfV <sup>2)</sup></b>				
- Litergewicht	g/l	530	530	635
- Wassergehalt	%	48,1	57,0	28,3
- Trockensubstanz	%	51,9	43,0	71,7
- pH-Wert		5,23 <sup>3)</sup>	5,82	7,43
- Salzgehalt	g/l	0,656 <sup>4)</sup>	0,673	2,66
- organische Substanz als Glühverlust	% TM	88,5	84,8	36,2
<b>Fremdstoffe</b>				
- Glas	%	0,00	0,00	0,08
- Kunststoff	%	0,00	0,00	n.n. <sup>5)</sup> ( < 0,03)
- Metall	%	0,00	0,00	n.n.
- Steine	%	0,00	3,15	2,6
<b>Schwermetalle nach § 4 Abs. 5 BioAbfV <sup>2)</sup></b>				
- Blei (Pb)	mg/kg TM	2,15	18,7	46,9
- Cadmium (Cd)	mg/kg TM	n.n. <sup>5)</sup> (<0,4)	2,75	n.n. <sup>5)</sup> (< 0,4)
- Chrom (Cr)	mg/kg TM	0,437	14,7	29,5
- Kupfer (Cu)	mg/kg TM	n.n. (<1)	16,8	41,7
- Nickel (Ni)	mg/kg TM	5,62	21,1	23,5
- Quecksilber (Hg)	mg/kg TM	0,025	0,061	0,123
- Zink (Zn)	mg/kg TM	12,7	397	152

1): Körnung 0/10 Kraftwerk Neurath / Fundstelle Tagebau Garzweiler

2): Untersucht durch Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer

3): die pH-Werte im Xylit variieren je nach Lagerstätte zwischen pH 4,9 – 5,8

4): üblich sind Salzgehalte von 0,2 – 0,6 g/l je nach Abbauregion

5) n.n. = nicht nachweisbar

Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse Xylit im Vergleich mit weiteren organischen Zuschlagstoffen nach Gütesicherung Kompost (RAL, 2007)

<b>Untersuchung nach RAL-GZ 251 <sup>1)</sup></b>				
<b>Kennwert</b>	<b>Einheit</b>	<b>Xylit <sup>2)</sup></b> <b>0/10</b>	<b>Rinden-</b> <b>humus</b>	<b>Grün-kompost</b>
- Stickstoff gesamt	% TM	0,270	0,942	1,09
- Stickstoff löslich:	mg/l FM	4,53	136	59,5
- davon Ammoniumstickstoff	mg/l FM	3,70	135	58,9
- davon Nitratstickstoff	mg/l FM	0,83	1	0,6
- Gesamt-Phosphat	% TM	0,004	0,247	0,55
- Gesamt-Kalium	% TM	0,0487	0,477	1,33
- Gesamt-Magnesium	% TM	0,411	0,526	0,85
- basisch wirksame Stoffe	% TM	1,55	1,90	4,45
- Phosphat löslich	mg/l FM	7,74	88,8	689
- Kalium löslich	mg/l FM	53,0	746	3540
- Magnesium löslich	mg/l FM	312	196	229
- Rohdichte	g/l	553	538	611

1): Untersucht durch Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer

2): Körnung 0/10 Kraftwerk Neurath / Fundstelle Tagebau Garzweiler

Tabelle 4: Adsorptionskapazität (ÖNORM, L 1086-1) von Xylit im Vergleich mit weiteren organischen Zuschlagstoffen

<b>Adsorptionskapazität <sup>1)</sup></b>				
<b>Kennwert</b>	<b>Einheit</b>	<b>Xylit <sup>2)</sup></b> <b>0/10</b>	<b>Rinden-</b> <b>humus</b>	<b>Grün-kompost</b>
- Kalzium (Ca) (BaCl <sub>2</sub> )	mmol/Z/100g	10,1	10,9	16,5
- Magnesium (Mg) (BaCl <sub>2</sub> )	mmol/Z/100g	6,12	5,25	6,32
- Kalium (K) (BaCl <sub>2</sub> )	mmol/Z/100g	0,16	3,58	12,60
- Natrium (Na) (BaCl <sub>2</sub> )	mmol/Z/100g	2,25	0,67	1,08
- Adsorptionskapazität (BaCl <sub>2</sub> )	mmol/Z/100g	33,4	41,0	37,9

1): Untersucht durch Bioanalytik Weihenstephan

2): Körnung 0/10 Kraftwerk Neurath / Fundstelle Tagebau Garzweiler





Abb. 1: Weißtorf



Abb. 2: Braunkohlefaserholz



Abb. 3: Holzfasern



Abb. 4: Kokosfasern



Abb. 5: Rindenumus



Abb. 6: Substratkompost



## **Bambus auf dem Dach – Möglichkeiten und Grenzen** **Wolfgang F. Eberts, BambusCentrum Deutschland, Baden-Baden &** **Martin Jauch, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf**

### **Wolfgang F. Eberts**

#### **Hohe Bambusse auf Terrassen – machbar oder nicht?**

Niemand wird mir widersprechen, wenn ich behaupte, dass die Bambusse eine der tollsten Pflanzenentdeckungen der letzten Jahrzehnte sind.

Vorbei ist die Zeit der langweiligen Koniferen, der serbischen Fichten, der österreichischen Schwarzkiefern oder der Blaufichten. Hecken aus Thujen werden weniger, die blaulichen *Chamaecyparis columnaris glauca* sind gottlob total out. Anders verhält es sich mit einer Hecke aus *Taxus baccata* oder mit einer Hecke aus *Phyllostachys bissetii*.

Die Bambusse begeistern vor allem im Winter, gerade da fallen sie uns besonders auf. Ihr frisches, frühlingshaft anmutendes Grün macht den Pflanzenfreund stutzig. Der Bambus hat darüber hinaus noch eine weitere Komponente, wir verbinden mit ihm Eigenschaften, die wir auch für uns als erstrebenswert halten. Biegen aber nicht brechen, sich beugen und sich hernach, wenn der Sturm vorüber ist, wieder aufrichten. Das ist die Bambusphilosophie, sich bloß nicht unterkriegen lassen. So lautet ein altes chinesisches Sprichwort: „Auf eine Mahlzeit können wir verzichten, ohne Essen und Trinken werden wir dünn, aber ein Haus muss Bambus haben, ohne den Bambus verlieren wir unsere heitere Gelassenheit.“

Wobei wir beim eigentlichen Thema wären. Bambusse in Hausnähe bzw. speziell bei den hier versammelten Planern, die Verwendung von Bambussen auf Dachterrassen.

Ich muss kurz den Oberlehrer spielen und auf die zwei verschiedenen Gruppen von Bambussen hinweisen, auf die Monopodialen, d.h. auf die ausläuferbildenden Bambusse, zu welchen die beliebten *Phyllostachys* gehören aber auch andere wie *Semiarundinaria fastuosa*, *Hibanobambusa tranquillans*, *Sasa palmata* und die vielen aggressiven Zwerge.

Die *Phyllostachys* haben den großen Vorteil, dass sie auch Höhen von 6 bis 7 Meter erreichen, d.h. dort wo früher Omoriken als Sichtschutz Verwendung fanden, können sie heute Bambusse einsetzen. Die Bambusse, das ist unbestritten, passen zur Architektur unserer Tage. Sie haben eine gewisse Leichtigkeit, ihre Halme bewegen sich hin und her, ihr Laub flirrt im Sonnenlicht.

Viele Pflanzenfreunde werden vom Geräusch der Bambusse angesprochen.

Aber die *Phyllostachys*, die auch im Winter nicht so leicht die Blätter rollen, müssen an die Kandare genommen werden. Sie brauchen die Rhizomsperre. Diese muss aus 2 mm starkem PE HD bestehen, alles andere taugt nichts. Die Rhizomsperre darf nicht zu eng eingebaut sein, die Pflanze braucht Wurzelraum, die Rhizomsperre muss 5 cm Überstand haben, so dass man es sieht, falls sich Rhizome anschicken die „Maginot Line“ zu überwinden. Die Rhizomsperre wurde von uns entwickelt. Ihre normale Breite, beträgt 70 cm. Wenn jedoch bei einer Neuanlage ohnehin ein Minibagger vorhanden ist, kann man auch die tiefere Sperre einbauen. Dann lässt man einen schmalen, 95 cm tiefen Graben, ausheben. Die Rhizomsperre kommt auf ganzen Rollen. Beim Zusammenführen der Enden wird die Rhizomsperre mittels Aluschienen und vier Schrauben verschlossen. Es darf innen kein Überstand sein. Die Kraft der Rhizome ist erstaunlich, zu Anfang haben sich viele mit Teichfolie beholfen, da lachen die Rhizome nur. Auch das Vlies Material von DUPONT, obwohl beschichtet, hält auf Dauer nicht stand.

Was heisst das für Sie, die sie sich mit Dachbegrünung befassen? Müssen sie ganz auf die *Phyllostachys* verzichten? Nein, das müssen sie nicht aber sie müssen aufpassen, sehr gut aufpassen. Beispiel: Bambusse Uniklinik Heidelberg. Uniklinik Basel, Büro Sutter und Sutter.

Bambusse zerstören keine Isolationen. Jahrelang haben wir gesagt: ordentlicher Aufbau, sie kennen die Vorschriften besser als ich und ganz obenauf eine Lage „Sarnafil“ 2 mm. Wenn Bambusse einen Spalt finden, manchmal genügt ein kleiner Riss, dann werden sie neugierig eindringen. Dabei können sie sich auch richtig platt machen. Das kann man besonders gut sehen wenn sie in den Sandunterbau von Terrassenplatten vordringen, dann machen sie sich platt wie Fludern.

Ein Beispiel zeige ich ihnen aus dem Garten eines Kunden in Karlsruhe. Er hatte unerwartet eine Bebauung in der Nachbarschaft bekommen und sah die einzige Möglichkeit sich gegen den Einblick zu schützen, indem er sehr aufwändige Pflanzbehälter hat bauen lassen. Der Mann ist Ing. und hat auch in seiner Firma mit Stahl zu tun, den Rest kann man sich ausdenken. Alles



urdeutsch, solide, 10-fache Sicherheit. Schwer und somit auch nicht billig. Im Garagenhof gab es schon immer eine kleine Plattenfläche, Betonunterbau aber, eben kein armerter B 300- und direkt vor den Garagen Aussparungen von 40 x 40 cm, allenfalls ausreichend eine Kletterhortensie oder eine Lonicera Henry zu pflanzen. Aber Nein, wenn schon Bambus, dann sollten es auch hier Bambusse sein. Und weil dann ja nur ein ganz schlanker in Frage kam, fiel die Wahl auf *Semiarundinaria fastuosa* genommen. Die 40x40 cm waren ringsum mit Rhizomsperre verschlossen und mit guter Erde angefüllt. Ich komm da nicht oft nach dort sonst hätte ich stutzig werden müssen. Warum? Weil ich gelernt habe, dass das Auge das wichtigste Körperteil des Gärtners bzw. auch des Landschaftsarchitekten ist. Ich hätte stutzig werden müssen, die Bambusse waren viel zu schön. Nach 8 Jahren fingen ein paar der Platten an zu wackeln. Beim Nachschauen hat sich gezeigt, Bambushrizome!

Wenn man Bambusse für Dachbegrünung einsetzt, sollten es besser horstbildende“ Bambusse. Gemeint sind damit die Fargesien. Ihre Horste nehmen zwar an Durchmesser zu doch sie schicken keine Rhizome auf Wanderschaft.

Bei den Fargesien hat sich einiges getan. Früher kannten wir alle nur die *Fargesia murielea* bzw. noch die *F. nitida*, der Lieblingsbambus von Karl Förster.

Nachdem die Fargesien das Blühen angingen interessierte man sich etwas mehr für sie. Und jetzt gibt es da ein paar wertvolle Neuerungen. *Fargesia robusta* „Campbell“ ist eine solche, ihr großer Vorteil liegt darin, dass sie etwas höher als die anderen wird. Sie kann schon 3 Meter Höhe erreichen, sie rollt nicht so schnell ihre Blätter und aus der Entfernung würde man meinen, dass es sich um eine *Phyllostachys* handelt. Auf dem Bild ist es der dritte von links, neben Mrs. Orton., ist Dr. Campbell zu sehen.

Wenn hohe Bambusse (*Phyllostachys*) nötig sind, gibt es für mich nur eine Lösung: Pflanzgefäße, die aus 10 bis 15 mm starken PE HD Platten gefertigt werden. Es handelt sich dabei um das gleiche Material aus welchem auch unsere Rhizomsperre besteht, lediglich um stabile Platten. Diese Platten lassen sich sägen, auf Gehrung schneiden, mit Zwischenstegen versteifen und verschweißen. Diese Pflanzgefäße können nach Maß gebaut werden und sie sind wesentlich leichter als Pflanzgefäße aus Stahl. Den Wasserablauf an der Seite anbringen. Wem der schwarze Kunststoff nicht gefällt wird ihn, zumindest an den Sichtseiten, verkleiden.

Wenn hohe *Phyllostachys* in Pflanztrögen stehen wird man von Zeit zu Zeit ältere Halme auslichten. Das verwendete Substrat darf nicht zu leicht sein, es muss etwas Pufferung haben. man muss Nährstoffe geben, langsamfließende Mehrnährstoffdünger wie beispielsweise Osmocote. Die Standfestigkeit der Tröge ist wichtig. Höhere Bambusse können ganz schön „hebeln“.

Natürlich können sie Pflanzgefäße statt aus Kunststoff auch aus Stahl fertigen lassen. Vielleicht auch aus Corten Steel. Wenn man die Innenwände des Gefäßes nicht verkleidet, erwärmt sich der Stahl im Sommer derart, dass die Rhizome von alleine wegbleiben ...

## Martin Jauch

Bambuspflanzen als Bestandteil von Dachbegrünungen bergen aufgrund ihrer unterirdischen Ausbreitung mittels spitzer und harter Rhizome (unterirdische Sprossausläufer) ein beachtliches Gefährdungspotenzial für die Dachabdichtung. Grundsätzlich ist daher anzuraten, auf die Verwendung von Bambus in diesem Bereich zu verzichten, wenngleich der Ausschluss dieser gestalterisch wertvollen, imposanten und zugleich filigranen Pflanzen den Planern und Nutzern von begrünten Dächern kaum zu vermitteln ist. Während die Ausbreitung pachymorpher (sympodialer) Bambusarten (z.B. *Fargesia* spp.), die mit ihren kurzen Rhizomen langsam wachsende Horste bilden, als überschaubar und somit kontrollierbar anzusehen ist, gelten leptomorphe (monopodiale) Arten mit ihren rasch wachsenden und nicht lokalisierbaren Rhizomen als kaum beherrschbar. Diese Bambusarten - im anglophonen Raum treffend als „runner“ betitelt - zeichnen sich durch ein häufig unterschätztes Ausbreitungsvermögen und Aggressivitätspotenzial ihrer Rhizome aus. In unserem Klimabereich ist davon auszugehen, dass z.B. die Ausläufer von *Phyllostachys* spp. ohne eindämmende Maßnahmen nach einigen Jahren ein Areal von weit über 100 m<sup>2</sup> durchziehen und dabei auch vor Kiesstreifen, Wegeflächen oder Dachabdichtungen nicht Halt machen (Abb. 1).

Herkömmliche Dachabdichtungen als Schutzmaßnahmen nicht ausreichend

Hersteller von Dachabdichtungen erkennen ein beachtliches Marktpotenzial für Produkte, die neben dem ohnehin erforderlichen, gemäß FLL geprüften Wurzelschutz einen dauerhaft sicheren





Schutz gegen Bambusrhizome bieten und somit Bambuspflanzungen ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen auf Dachflächen ermöglichen.

Bislang wurden an unserer Forschungsanstalt folgende Werkstoffe in unterschiedlichen Versuchsansätzen auf ihren Widerstand gegen Ein- und Durchdringungen von Bambusrhizomen geprüft:

- PUR, Flexibles Polyurethanharz, ca 2 mm mit Spezialvlieseinlage
- PMMA, Polymethylmethacrylat, ca. 2 mm mit Polyestervlieseinlage
- PVC-P, Polyvinylchlorid weich (plastiziert), 1,2 / 2,0 mm
- FPO, Flexible Polyolefine 1,6 / 1,8 / 2,0 / 2,3 mm
- PYE, Polymerbitumen, wurzelfest ausgerüstet, mit Polyestervlieseinlage, 5 mm
- ECB, Ethylen-Copolymer-Bitumen, 2,0 mm
- EPDM, Ethylen-Propylen-Dien-Monomer, 1,2 mm

Dabei wurden folgende, unterschiedlich hoch wachsende, leptomorphe Bambusarten verwendet:

- bodendeckender Bambus
  - *Pleioblastus pygmaeus* var. *distichus*
  - *Pleioblastus humilis* var. *pumilus*
- mittelhoher Bambus
  - *Phyllostachys bisseti*
  - *Phyllostachys humilis*
  - *Phyllostachys aureosulcata* f. *aureocaulis*
- hoher Bambus
  - *Phyllostachys vivax* 'Aureocaulis'
  - *Phyllostachys viridiglaucescens*
  - *Phyllostachys nigra* var. *henonis*.

Bei allen über 2 Jahre in einem klimatisierten Gewächshaus durchgeführten Untersuchungen, wurde durch eine sehr hohe Pflanzdichte (8 Bambuspflanzen/m<sup>2</sup>) ein beengter Wurzelraum geschaffen, so dass die Bambuspflanzen rasch in der Lage waren, einen hohen Rhizomdruck auf die zu prüfenden Abdichtungen auszuüben.

Keiner der geprüften Werkstoffe erwies sich als rhizomfest gegen Bambus. PYE, EPDM, PUR, PMMA und PVC wurden durch Rhizomeindringungen oder -durchdringungen in der Fläche z.T. erheblich beschädigt, während bei FPO und ECB lediglich bei den von Hand gefertigten Nähten ein- und durchgedrungene Rhizome festgestellt werden konnten (Abb. 2-4). Außerdem führte der vehemente Rhizomdruck bei den EPDM-, PVC- und FPO-Bahnen zu einer starken Materialdehnung, weshalb zu vermuten ist, dass diese relativ flexiblen Werkstoffe der starken Beanspruchung auf Dauer nicht standhalten und reißen.

Bei Betrachtung der Rhizomentwicklung der unterschiedlichen Arten nach 2 Jahren war festzustellen, dass die bodendeckenden Bambusarten das Substrat mit einem dichten Geflecht aus feinen Ausläufern durchzogen hatten und zahlreiche Rhizomspitzen auf die zu prüfende Bahn einwirkten. Im Vergleich dazu war es jedoch nur wenigen Rhizomen gelungen, z.B. die wurzelfeste Polymerbitumenbahn zu durchdringen (s. Tab. 1). Deutlich geringer in ihrer Rhizomintensität stellten sich die mittelhohen und hohen Bambusarten dar, wobei jedoch insbesondere *Phyllostachys bisseti* und *Phyllostachys humilis* mit ihrem relativ hohen Anteil an Durchdringungen ein wesentlich höheres Aggressivitäts- bzw. Schadpotenzial der Rhizome erkennen ließen.





Tabelle 1: Gesamte Anzahl der auf die wurzelfeste Polymerbitumenbahn einwirkenden Rhizomspitzen und Anteil der durchgedrungenen Rhizome der verwendeten Bambusarten zum Ende der Untersuchung

leptomorphe Bambusart	Rhizomspitzen gesamt/m <sup>2</sup>	durchgedrungene Rhizome/m <sup>2</sup>	durchgedrungene Rhizome %*
<u>bodendeckender Bambus</u>			
<u>Pleioblastus pygmaeus var. distichus</u>	189	13	6,9
<u>Pleioblastus humilis var. pumilus</u>	214	9	4,2
<u>mittelhoher Bambus</u>			
<u>Phyllostachys bisseti</u>	50	22	44,0
<u>Phyllostachys humilis</u>	46	20	43,5
<u>Phyllostachys aureosulcata f. aureocaulis</u>	21	8	38,1
<u>hoher Bambus</u>			
<u>Phyllostachys vivax 'Aureocaulis'</u>	10	2	20,0
<u>Phyllostachys viridiglaucescens</u>	22	6	27,3
<u>Phyllostachys nigra var. henonis</u>	34	14	41,2

\* bezogen auf die gesamte Anzahl der Rhizomspitzen

Herkömmliche wurzelfeste Dachabdichtungen mit ihrer spezifischen Fügetechnik bieten offensichtlich keinen ausreichenden Schutz vor Ein- oder Durchdringungen von Bambusrhizomen. Folgerichtig fordern FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau) und FBB (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung), dass bei der Verwendung von Bambus im Bereich Dachbegrünung ergänzende bauliche Vorkehrungen zu treffen sind.

#### Wesentliche Eigenschaften von Bambusrhizomen

Bei der Planung bzw. Ausführung wirkungsvoller Schutzmaßnahmen, die eine möglichst risikoarme Nutzung von leptomorphen Bambusarten bei der Dachbegrünung ermöglichen sollen, sind folgende Eigenschaften der Rhizome von Bedeutung:

- Gemäß ihrer naturgemäßen Hauptfunktion, der vegetativen Vermehrung der Pflanze, breiten sich Rhizome vornehmlich horizontal, ansonsten ungerichtet in der oberen Schicht des Vegetationssubstrats aus, sofern sie ungehindert wachsen können. Werden sie bei ihrer Expansion durch einen mechanischen Widerstand (z.B. Rhizomsperren) behindert, ändern Rhizome ihre Wuchsrichtung und können am Hindernis entlang auch vertikal nach oben oder nach unten wachsen und somit auch in tiefer gelegene Substratschichten vordringen.
- Bei einem Längenwachstum von einigen Metern/Jahr führt eine Einengung des unterirdischen Lebensraums auf wenige Quadratmeter (z.B. durch Rhizomsperren) im Lauf der Zeit zu einer massiven Anhäufung von Rhizomen am begrenzenden Hindernis.
- Rhizome können in der Phase der Ausbreitung auch ungünstige, für Wurzeln toxische Substrate erschließen, da sie offensichtlich nur sehr eingeschränkt physiologisch mit ihrer Umgebung interagieren. Die erfolgreich gegen Wurzeleindringungen eingesetzten Radizide (Preventol, Herbitect) zeigen gegen Rhizome keine ausreichende Wirkung. Auch von kupferhaltigen Materialien ist kein chemisch-physiologischer Rhizomschutz (durch Abgabe von Cu-Ionen) zu erwarten.
- Wie für Monocotyledonen (einkeimblättrige Pflanzen) typisch, findet nur ein primäres Dickenwachstum statt, während dessen sich der junge Spross bereits zu seiner endgültigen Dicke auswächst. Bei dem hernach vollumfänglich einsetzenden Längenwachstum erfolgt kein weiteres (sekundäres) Dickenwachstum.
- Das apikale Meristem (Bereich der Zellbildung) befindet sich nicht unmittelbar an der Triebspitze.
- Rhizome weisen sehr harte Spitzen auf, die durch die fortdauernde Zellbildung beim Längenwachstum mit hohem Druck vorangetrieben werden.

#### Ergänzender Rhizomschutz unabdingbar

Um eine unkontrollierte Ausbreitung von Bambusrhizomen zu verhindern bzw. Schäden an Bauwerken zu vermeiden, wird mit unterschiedlichen Maßnahmen in den unterirdischen Lebensraum der Pflanze eingegriffen.

#### Vegetationstechnische Maßnahmen

Durch Modellieren der Vegetationstragschicht (Anhäufen zu Hügeln oder Ziehen von Gräben mit einem Höhenunterschied von ca. 30 cm) soll der unterirdische Lebensraum eines Bambus



dahingehend verändert werden, dass sich die Rhizome nicht unbemerkt im Substrat ausbreiten können. Ausufernde Rhizome werden vielmehr gezwungen, an der Substratoberfläche in Erscheinung zu treten. Durch mehrmaliges Entfernen der Rhizome während der Vegetationsperiode kann dann verhindert werden, dass die Ausläufer auf andere Vegetationsbereiche übergreifen.

Diese verlockend einfache, ohne zusätzlichen technischen Aufwand realisierbare Methode legt starkes Vertrauen in die Annahme, dass das Rhizomwachstum stets in annähernd horizontaler Richtung und ausschließlich in der oberen Vegetationstragschicht erfolgt. Eine Kontrolle tieferer Schichten ist nicht vorgesehen, wodurch ein beträchtliches Restrisiko verbleibt.

#### Bautechnische Maßnahmen

Der unterirdische Lebensraum des Bambus wird mit einer vertikalen, nach unten offenen Sperre umfasst, die eine unerwünschte Ausbreitung von Rhizomen verhindern soll. Da die Rhizomsperren einer massiven Einwirkung von Rhizomen ausgesetzt sind, müssen sie einen dauerhaft hohen mechanischen Widerstand gegen die sehr harten und nadelspitzen Sprossausläufer bieten. Es werden hierfür meist 2 mm dicke Bahnen aus relativ steifem HDPE (hoch dichtes Polyethylen) verwendet, die überlappend mit Hilfe von korrosionsbeständigen Metallschienen verbunden werden. Aufgrund der oben dargestellten Untersuchungsergebnisse kann - mit Ausnahme von ECB, in einer Dicke von mindestens 2 mm - kein weiterer Werkstoff aus dem Abdichtungsbereich als Rhizomschutz empfohlen werden.

Durch den Einbau einer Rhizomsperre, die i.d.R. in eine Tiefe von ca. 70 cm reicht und rund 10 cm aus dem Substrat herausragt, können nach oben aus der Substratschicht herauswachsende Rhizome sicher erfasst und entfernt werden. Auf der anderen Seite muss darauf vertraut werden, dass nach unten abgeleitete Rhizome nicht in tiefere Substratschichten vordringen und dort die Sperre überwinden. Zudem ist zu bedenken, dass eine Sperre lediglich den Ausbreitungsraum der Rhizome nicht aber deren Wuchsfreudigkeit bzw. Ausbreitungsdrang begrenzt. Dies führt - auch bei weiträumig angelegten Begrenzungen - im Lauf der Jahre zwangsläufig zu einer markanten Anhäufung von Rhizomen innerhalb der Sperre, die mit ihrem Wachstumsdruck eine enorme mechanische Belastung für das Material darstellen. Auch wenn Rhizomsperren aus geeigneten Werkstoffen zumindest bei erdgebundenen Bambuspflanzungen dem gegenwärtigen Stand der Technik entsprechen – kein Anbieter übernimmt die Haftung bei Schäden durch Rhizome, die von der Sperre nicht zurückgehalten wurden.

Ein ähnlicher Schutz mit einer vergleichbaren Problematik lässt sich erzielen, indem Bambus in einen großvolumigen, stabilen, in das vorliegende Dachbegrünungssubstrat integrierten Baumschulcontainer gepflanzt wird. Derartige Container verfügen zwar über einen festen Boden, müssen aber Wasserabzugsöffnungen aufweisen, durch die Rhizome mühelos und unbemerkt entweichen können. Mangels Anschluss an das Dachbegrünungssubstrat müssen die Gefäße separat bewässert werden. Aufgrund des stark beengten Wurzelraums ist zudem davon auszugehen, dass die Bepflanzung alle 6-8 Jahre erneuert werden muss.

Bei Verwendung ähnlich stabiler, wenn auch in Form und Farbe attraktiverer Pflanzgefäße, die auf der Substratschicht platziert werden, kann die Ausbreitung von Rhizomen im Dachbegrünungssubstrat vermieden werden. Hierzu ist allerdings eine regelmäßige Kontrolle des frei zugänglichen Wasserablaufs erforderlich, der somit seitlich an den aufsteigenden Wänden angebracht sein muss. Neben den oben genannten Schwierigkeiten müssen bei frei aufgestellten Pflanzgefäßen die ungehinderte Frosteinwirkung, der Wasserbedarf von Bambus (auch im Winter) und die Standfestigkeit der Gefäße bei Windeinwirkung berücksichtigt werden.

Neue Entwicklungen zielen darauf ab, den unterirdischen Lebensraum durch ein stabiles, korrosionsbeständiges, engmaschiges Metallgitter zu begrenzen. Sie berücksichtigen dabei die morphologisch-anatomischen Eigenschaften von Rhizomen, die zunächst in die Dicke und erst nach Abschluss dieser Wachstumsphase in die Länge wachsen. Auch wenn die von Blattanlagen gebildete Spitze eines Rhizoms aus dem Metallgitter ragen sollte – das Gewebe, in dem die Zellbildung (und somit das Wachstum stattfindet) liegt zurückversetzt, und sollte aufgrund des primären Dickenwachstums kaum in der Lage sein, das Gitter zu durchdringen. Das Rhizom kann somit jenseits des Gitters nicht weiterwachsen. Untersuchungen zur Praxistauglichkeit derartiger kostenintensiver Sperren sind bislang nicht bekannt.

#### Fazit

Trotz der Ausbildung einer Rhizomsperre nach dem heutigen Stand der Technik sowie den geforderten Kontroll- bzw. Pflegemaßnahmen muss die Pflanzung leptomorpher Bambusarten auf Dächern immer noch als Wagnis bezeichnet werden.

Alle derzeit bekannten Schutzmaßnahmen beinhalten kaum überschaubare Risiken. Sämtliche Maßnahmen zielen darauf ab, leptomorphen, hainbildenden Bambusarten eine horstartige

Wuchsform aufzuzwingen. Wäre es da nicht sinnvoller, von vornherein eine horstbildende pachymorphe Bambusart zu pflanzen?



Abb. 1: Aus der Pflanzfläche entwichenes, durch einen Asphaltbelag gedrungenes Rhizom



Abb. 2: Durch die Naht einer 1,6 mm dicken LDPE-Bahn gedrungenes Rhizom





Abb. 3: Durch die Fläche einer 2,0 mm dicken PVC-P-Bahn gedrunenes Rhizom



Abb. 4: In die Fläche einer PUR-Abdichtung eingedrunenes Rhizom



## Abschlussvortrag

### Bebilderte Reise über die begrünten Dächer der Welt Prof. Dr. Manfred Köhler, Hochschule Neubrandenburg

Auch Jahr 2011 war wieder ein erfolgreiches Gründachjahr. Nur eine Zahl hierzu; mit 20% Wachstum geht es auch auf dem nordamerikanischen Markt gut voran. Am 29. November 2011 fand in Philadelphia die diesjährige WGIN – Jahreshauptversammlung, in Verbindung mit dem Cities-Alive Kongress, USA, statt. Im Vorfeld dieses Kongresses fand die WGIN-Jahreshauptversammlung statt. Die anwesenden Personen repräsentierten 14 Mitgliedsländer (von jetzt 23), die interaktive Landkarte auf der Homepage <http://www.worldgreenroof.org/Current-member.html> (Abb. 1) erlaubt es nun, sich über die Verbreitung unserer Organisation zu informieren.

Abb. 1: WGIN – Mitgliedsländer,

tool by ammap.com



Neben den Ländern mit Mitgliedsorganisationen die in Grün dargestellt sind, hat WGIN in den Blau markierten Ländern Firmenmitglieder bzw. eine „WGIN Botschafterin“.

WGIN hatte 2011 zehn Arbeitsgruppen, die ähnlich den Projektgruppen in der FBB unterschiedlich aktiv sind. Die große Chance dieser Gruppen ist es, auf kleinem Wege unbürokratisch an Informationen zu unterschiedlichen Fragen zu kommen. Jeweils zwei Vorstandsmitglieder bearbeiten, bzw. koordinieren diese Arbeiten.

Neue Arbeitsgruppen seit Philadelphia sind als Nr. 11: „Virtual Summit“, diese Gruppe soll mit *Greenroofs.com* zukünftig bei „Virtual summits“ im Internet zusammenarbeiten und Vorbereiten.

Als Nr. 12: Soll die Mitgliederbetreuung umfassen

Sowie als Aktivität Nr. 13; „Qualitätssicherung von Produkten“. Es ist eine erforderliche und schwierige Aufgabe in einem wachsenden globalen Markt „Mindeststandards“ für Produkte, Bauweisen und Haltbarkeit zu benennen. Dieses Thema kann mittelfristig auf einer eigenen Konferenz beleuchtet werden. Vielleicht sogar schon im Oktober in Indien.

Zur Aktivität/Projektgruppe 1; WGIN Veranstaltungen gab es auf der Sitzung die Entscheidungen für die Kongresse / Konferenzen in den nächsten drei Jahren. Für alle Entscheidungen wurden Dokumente, einschließlich Unterstützungsschreiben der jeweiligen Städte vorgelegt. Für die Veranstaltung 2014 gab es drei umfassende Bewerbungen, von den nationalen Gruppen für Rio de Janeiro, Fukuoka, und Sydney.

Es zeigte sich, dass es nicht mehr möglich ist, alle gewünschten Tagungsaktivitäten in den Rang von „WGIN“ Veranstaltungen zu heben. Neben diesen großen abgestimmten Terminen sind die nationalen Events zusätzlich. Um noch besser WGIN Präsenz zu zeigen, gibt es jetzt zwei WGIN Botschafter, die gerne bereit sind, auch im Namen von WGIN die Grundsätze der Gebäudebegrünung vorzustellen. Die Botschafter sind seit letztem Jahr Paul Kephart aus den USA und Dorthe Rømø aus Kopenhagen.

Tab. 1: WGIN Veranstaltungen in den nächsten Jahren, jeweils im Wechsel Kongress (2012 und 2014, ungerade Konferenzen (2013) (Details: <http://www.worldgreenroof.org/own-congresses.html>)



Jahr	WGIN	Wo, Wann	Zuständig
2012	Kongress	Hangzhou, China, 22 - 27.Okt.	IRLA, International Rooftop Landscaping Association
2013	Konferenz	Nantes, September	ADIVET,
2014	Kongress	Sydney, Oktober	GRA, Green Roofs Australasia

### Ausgewählte Highlights aus dem zurückliegenden Jahr und Zuwachs in der Organisation

**Indien:** Vom 30. Oktober – 2. November fand in Indore, Indien die WGIN Konferenz 2011 statt. Suresh Billore und sein Team hatten einen professionellen Rahmen für die Veranstaltung geschaffen, die etwa von 250 Personen besucht wurde. Nachhaltige Wirkung hat die gute Pressearbeit gehabt, Sieben überregionale indische Zeitungen berichteten über das Event. Zum Thema historisches Regenwassermanagement und Begrünung wurde etwa die abseits von typischen Touristenströmen liegende historische „City of Mandou“ besichtigt. Zweifelsohne eine historische Siedlung im Range eines Weltkulturerbes.

Die Gruppe Green Takniki hat gute Pionierarbeit bezüglich der Gründachtechnologie in Indien geleistet, die nächste Stufe ist es nun; in dem Subkontinent Indien lokale Aktivitäten weiter auszubauen. Unser indisches Korporate Member Hemarkumar aus Bangalore arbeitet daran, die nationale Gruppe in IGIN umzubenennen (India Green Infrastructure Network). Seine Anregung sollte zukünftig für alle nationalen Gründachorganisationen gelten. Das ist wahrscheinlich nicht in allen Fällen kurzfristig möglich.

**Kolumbien:** Von der dortigen Gruppe ist eine Richtlinie erstellt worden, die sich nicht über einzelne Schichten definiert, sondern grundlegend zunächst gewünschte Funktionen definiert und hierfür Aufbauvarianten vorschlägt.

### Neues Mitglied in WGIN

Der Iran ist erstes Mitglied im Mittleren Osten. Das Land hat eine reiche kulturelle Vergangenheit, etwa 75 Millionen Einwohner und einen riesigen Bedarf an Neubau. Aslan Janoubi, Professor an der Universität in Schiraz ist dortige Kontaktperson.

### Weitere Aktivitäten 2012

Weitere nationale/internatioale Aktivitäten, bei denen WGIN **voraussichtlich repäsentiert** wird, hier eine Liste:

	wann	Wo	Was
	16. April,	Finnland, Helsinki	Universität Helsinki, Gründächer und Biodiversität
	23. Mai	Frankreich, LaRochelle	Adhort, Adivet - Seminar
	12. – 16. September	Deutschland, Nürnberg	Galabau Messe, Gäste aus Singapur
	19. – 21. September	Dänemark, Kopenhagen	World Green roof Congress, Living roofs.com
	1.- 4. Oktober	Indien, Bangalore	IGIN; National-Internationaler Gründachkongress um die nationale Gründachorganisation entsprechend zu würdigen
	16.-20. Oktober	USA, Chicago	10. Green roofs for healthy City Congress
	November	Chile, Santiago de Chile	Nationales Gründachseminar

WGIN ist bemüht, eine bessere Koordinierung zwischen Aktivitäten unterschiedlicher Organisationen und Regionen in Zukunft zu erreichen. Die Zielgruppe an Zuhörern ist im Grunde die Gleiche und im Vergleich zu anderen Themen ist es leider noch eine sehr kleine, aber wachsende Gruppe, die sich für Umweltfragen und Gebäudebegrünung interessiert.

### Ausgewählte neue wissenschaftliche Veröffentlichungen

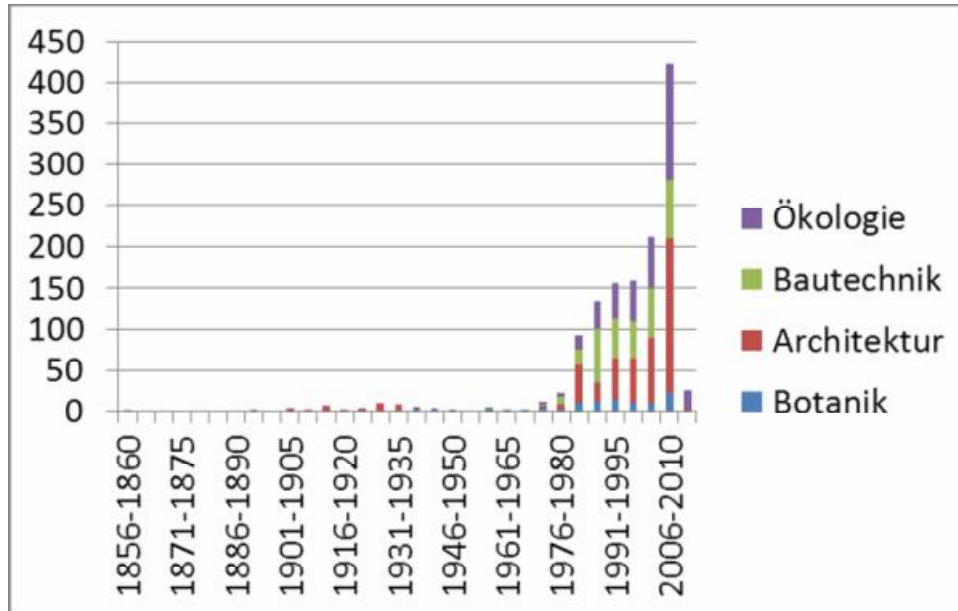
In der nachfolgenden Abbildung ist die komplette Literaturliste, Stand August 2011 mit etwa 1200 Titel in fünf Jahres-Schritten verarbeitet worden. Die komplette 66 Seiten umfassende Liste ist zum Download auf <http://www.worldgreenroof.org/Publications-Books.html> bzw. <http://www.gruendach-mv.de/de/veroeffentlichungen.htm>

Der Fünf-Jahresschritt 2006-2010 ist so weit komplett, die über 400 Arbeiten teilen sich auch bei dem subjektiven Sammeln nun etwa zur Hälfte auf deutsche, bzw. anderssprachige Arbeiten auf. Architekturbeispiele machen etwa die Hälfte der Arbeiten aus. Die wissenschaftlichen Arbeiten

teilen sich auf in technische Aspekte sowie Untersuchungen zu ökologisch quantifizierbaren Vorteilen. Im Grunde ist der Wissensstand zur Dachbegrünung jetzt auf einem Niveau angekommen, dass zu nahezu jeder Fragestellung auch schon eine fachliche Antwort mit Regionalbezug gegeben werden kann.

Die Informationsdichte im Bereich der Dachbegrünung ist, vergleicht man es mit anderen Arbeitsfeldern des Landschaftsbaus im Grunde als gut einzuschätzen.

Abb. 2: Eigene Literaturanalyse verfügbarer Veröffentlichungen zur Dachbegrünung. N=1292 Arbeiten



**Aus den im Jahr 2011 abgeschlossenen einschlägigen Doktorarbeiten sollen als Beispiele die nachfolgenden Arbeiten hervorgehoben werden;**

**Ottele (2011)** untersuchte in Delft experimentell die Wirkung begrünter Fassadenelemente in der Klimakammer. Die Aufbauten leisten einen Beitrag zur Wärmedämmung von Gebäuden und sollten bei Wärmeberechnungen zukünftig berücksichtigt werden.

OTTELE, M. 2011: The Green Building Envelope - Vertical Greening. TU Delft. 260

**Loder (2011)** verglich die Wirkung begrünter Dachgärten in Chicago und Toronto auf Büroangestellte. Es konnten Antworten von über 900 Personen ausgewertet werden. Die Wirkung auf die Nutzer ist durchweg positiv – von relativ neutralen Antworten, etwa „... Es ist besser auf einen Dachgarten als auf ein Bitumendach zu sehen“, bis hin zu begeisterten und emotionalen Antworten, „Natur“ in der zu sehen. Ob es denn Natur sei, kam beispielsweise die Antwort; „of course, they have got bees ...“ Selbstverständlich ist das Natur, dort gibt es ja Bienen!“ Ein üppige Datensammlung einschließlich einer umfassenden statistischen Auswertung und somit eine weitere Sammlung guter Argumente für begrünte Dächer.

LODER, A. 2011: Greening the City: Exploring Health, Well-Being, Green Roofs, and the Perception of Nature in the Workplace. Diss. Univ. Toronto. 249.

**Connelly (2011)** führte in Vancouver eine Vielzahl von Versuchen durch, um die Wirkung der Schalladsorption und der Schalltransmission durch Bauwerke mit und ohne Begrünung zu testen. Sie hatte die Chance in einer Geräuschkammer als auch an einem realen Gebäude zu arbeiten. Beste Schalladsorptionswerte hatte ein humoses Substrat, das allerdings bei typischen extensiven Gründächern weniger gebräuchlich ist. Bei den unterschiedlichen Aufbauten konnte eine Schalladsorption von 10-20 dB(A) ermittelt werden. Höhere Frequenzen lassen sich besser adsorbieren als die tiefen Töne.

CONNELLY, M. 2011: Acoustical characteristics of vegetated roofs – contributions to the ecological performance of buildings and the urban soundscape. The University of British Columbia. Vancouver. 212 S.

**Tabares – Velasco** von der PenState University wurde als Nachwuchsforscher in Philadelphia für seine Dissertation mit einem Preis ausgezeichnet. Er hat die energetischen Aspekte zunächst messtechnisch ermittelt und danach ein Rechenmodell entwickelt. Die Ergebnisse sind in zwei Artikeln allgemein zugänglich veröffentlicht.

TABARES-VELASCO, P.S., SREBRIC, J. 2012: A heat transfer model for assessment of plant based roofing systems in summer Conditions. Building and Environment 49. 310-323

AYATA, T. TABARES-VELASCO, P.S., SREBRIC, J. 2011: An investigation of sensible heat fluxes at a green roof in a laboratory setup. Building and Environment 46: 1851-1861



Abb. 1: Exkursion in Philadelphia, Dezember 2011, Fachgespräch zu der Tücke der Gebäudeabdichtung unter begrünten Dächern.





## Referenten (in alphabetischer Reihenfolge)

- Eberts, Wolfgang F.
- Elze, Jennifer
- Enzi, Vera
- Findeiß, Michael
- Gorbachevskaya, Olga
- Hartl, Norbert
- Jauch, Martin
- Köhler, Manfred
- Krupka, Bernd W.
- Rösler, Ingo
- Roth-Kleyer, Stephan
- Schenk, Dieter
- von Besser, Henrike
- Wilfert, Dana

### **Wolfgang F. Eberts**

Bambus Centrum Deutschland  
Wolfgang F. Eberts KG  
Baumschulpflanzen  
Saarstr. 3-5  
76532 Baden-Baden  
Tel. 07221-5074-0  
Fax 07221-5074-80  
Wolfgang.eberts@bambus.de  
www.bambus.de

### **Jennifer Elze**

jennifer.elze@yahoo.com

Nach dem Abitur im Jahre 2008 verbrachte sie ein Jahr in Wales. Dort sammelte sie diverse Arbeitserfahrungen (u.a. als Au-pair) und verbesserte ihre in der Schule erworbenen Englischkenntnisse. Nach dieser Erfahrung und einigen Praktika zog es sie in die Textilbranche. Henrike von Besser und Jennifer Elze studieren derzeit im fünften Semester an der Hochschule Niederrhein im Fachbereich 07 den englischen Bachelorstudiengang „Textile and Clothing Management“ und werden dieses Studium im kommenden Semester mit der Abschlussarbeit beenden.

### **Dipl. Ing. Vera Enzi**

Verband für Bauwerksbegrünung (VfB), Österreich  
Geschäftsstelle  
0043 -(0)650/6349631  
www.gruendach.at  
office@gruendach.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)

**Michael Findeiß**

Gebietsverkaufsleiter-Süd für MK Krane  
Memminger Straße 120  
88400 Biberach an der Riß  
Tel: 09293-402  
Mobil: 0171-2407672  
Fax: 09293-933633  
Mail: [michael.findeiss@liebherr.com](mailto:michael.findeiss@liebherr.com)

**Dr. rer. agr. Olga Gorbachevskaya**

Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin  
Philippstraße 13  
D-10115 Berlin  
Tel.: +49-30-20936341  
Fax: +49-30-20939065  
e-mail: [olga.gorbatschewskaja.1@agrار.hu-berlin.de](mailto:olga.gorbatschewskaja.1@agrار.hu-berlin.de)

Jahrgang 1973;

1990 - 1992 Studium der Pflanzenschutz an der Timirjasew-Akademie in Moskau

1992 - 1996 Studium der Geobotanik an der Lomonossow-Universität in Moskau

1997 - 2001 Arbeit im Botanischen Garten der Lomonossow-Universität

2002 – 2005 Promotionsstudium an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

Seit 2007 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin

Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung technischer Vegetationssysteme für Bauwerksoberflächen

Reduktion der Feinstaubbelastung mit Hilfe der Vegetation und technischen Vegetationssystemen

Biodiversität der von Menschen geschaffenen Standorte

**Norbert Hartl**

Leiter Produktmanagement  
MISAPOR Management AG  
Fuggerstrasse 10  
D-41468 Neuss  
Telefon +49 2131 73 987 20  
Fax +49 2131 73 987 99  
[Norbert.hartl@misapor.com](mailto:Norbert.hartl@misapor.com)  
[www.misapor.com](http://www.misapor.com)

**Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch**

Institut für Gartenbau  
Forschungsanstalt für Gartenbau  
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Am Staudengarten 14  
D-85354 Freising  
Tel.: +49 (0) 8161 / 71-4413  
Fax: +49 (0) 8161 / 71-3348  
E-Mail: [martin.jauch@hswt.de](mailto:martin.jauch@hswt.de)

Studierte von 1981 bis 1985 Gartenbau an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Seine 1985 dort aufgenommene Tätigkeit in der Forschung und Lehre umfasst insbesondere den Bereich Dachbegrünung (Substrate, Düngung, Versinterung von Dachabläufen) und den Wurzel- bzw. Rhizomschutz (Verfahrensentwicklung zur Prüfung von Dach- und Gewässerabdichtungen sowie von Kanalrohrdichtungen).



### **Prof. Dr. Manfred Köhler**

Landschaftsarchitekt, BDLA  
Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences,  
Fachbereich Landschaftsarchitektur, Geoinformatik, Geodäsie und Bauwesen  
Postfach 110121  
D 17041 Neubrandenburg  
Tel. 0395 – 56 93 302  
Email: Koehler@hs-nb.de  
www.hs-nb.de  
www.gruendach-mv.de

Geboren 1955,  
Studium der Landschaftsplanung in Berlin,  
Promotion (1987) über die ökologische Funktion von Fassadenbegrünungen,  
Planerische und forschende Tätigkeit in Berlin und Bremen,  
Seit 1994 Professor für Landschaftsökologie in Neubrandenburg,  
Forschungsschwerpunkt: Gebäudebegrünung,  
Seit Jahren FBB Mitglied, dort aktiv im Bereich Auslandsbeziehungen,  
Mitglied in der FLL (Mitarbeit in den Arbeitskreisen, Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung),  
Mitbegründer für die FBB des „World Green Infrastructure Networks“ mit Geschäftssitz in Toronto,  
Präsident dieser Organisation, siehe auch: [www.worldgreenroof.org](http://www.worldgreenroof.org)

### **Dipl.-Ing. Bernd W. Krupka**

Jahrgang 1947  
Freier Landschaftsarchitekt BDLA, Stadtplaner AK Nds.  
Sachverständiger ö.b.v.  
Tätigkeit als freischaffender Landschaftsarchitekt seit 1984 in Hannover und  
Bad Pyrmont in den Bereichen Objektplanung, Bauwerksbegrünung, Stadtplanung.

- Arbeitsschwerpunkte: Flachdachsanieierung mit Dachbegrünung, Urbane Vegetationstechniken, Orts- und Stadtplanung, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.
- Mitglied der Architektenkammer Niedersachsen seit 1984.
- Mitglied im Bund deutscher Landschaftsarchitekten (BDLA) und im Bund deutscher Baumeister (BDB) seit 1984.
- Mitglied in der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung, Landschaftsbau (FLL) seit 1980.
- Mitglied der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung (FBB) seit 2010.
- Ständige Mitarbeit in den FLL-Arbeitskreisen Dachbegrünung, Schadensfallsammlung,
- Leiter der Regelwerksausschüsse „Verkehrsflächen auf Bauwerken“ und „Begrünbare Beläge“.
- Vereidigter Sachverständiger der Architektenkammer Niedersachsen für Schäden an Freianlagen seit 1998, Spezialgebiete: Dach- und Fassadenbegrünung, Verkehrsflächen auf Bauwerken.
- Autor von Fachbüchern und Fachbeiträgen zur Bauwerksbegrünung, Bau- und Vegetationstechnik.

### **Ingo Rösler**

Wittelsbacherallee 102  
60385 Frankfurt am Main  
ingoheike@web.de

geb. am 17.08.1967 in Frankfurt  
mit 10 Jahren erste vogelkundliche Erkundungen in Frankfurt  
seit Anfang der 80'er Mitglied der Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON)  
nach dem Abi längere Reisen nach Neuseeland und Asien (Himalaya) für zusammen 2 1/2 Jahre  
Zwischenzeitlich Lehre als Zimmerer.



Seit 1996 verheiratet und wieder sesshaft in Frankfurt (2 Kinder)

Selbstständiger Zimmerer

In der Freizeit Beteiligung an div. ornithologischen Programmen wie Kartierungen, Beringung verschiedener Vogelarten, Pflegemaßnahmen.

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

Hochschule RheinMain

Lehrgebiet: Vegetationstechnik

Von-Lade-Straße 1 /ZIG

65366 Geisenheim am Rhein

Telefon: 0049 (0)6722/502-765

Telefax: 0049 (0)6722/502-763

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

eMail: Stephan.Roth-Kleyer@hs-rm.de

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

### **Dieter Schenk**

Fa. Zinco GmbH

Lise-Meitner-Straße 2

72622 Nürtingen

Telefon: 07022 6003-434

Telefax: 07022 6003-435

E-Mail: dieter.schenk@zinco-greenroof.com

Jahrgang 1965,

Geschäftsführer der Firma ZinCo GmbH.

Er ist Mitglied im Vorstand des Deutschen Dachgärtner Verbandes DDV e.V., Leiter der Projektgruppe WBB der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung FBB e.V. und Mitglied in Regelwerksausschüssen der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau FLL e.V.

### **Henrike von Besser**

henrike.von.besser@gmx.de

Henrike von Besser erlangte ihr Abitur in Paderborn im Jahr 2004 und absolvierte anschließend eine Ausbildung zur Maßschneiderin in München, die sie aufgrund sehr guter Leistungen auf zwei Jahre verkürzen konnte.

Daraufhin sammelte sie für knappe zwei Jahre Berufserfahrung in Neuseeland, wo sie unter anderem Couture Hochzeitskleider fertigte und an einem Filmset Kostüme nähte.

Nach der Heirat kehrte sie mit ihrem Mann nach Deutschland zurück um das Studium zu beginnen. Neben der Uni engagiert sie sich außerdem als Tutorin und studentische Hilfskraft.

Henrike von Besser und Jennifer Elze studieren derzeit im fünften Semester an der Hochschule Niederrhein im Fachbereich 07 den englischen Bachelorstudiengang „Textile and Clothing





Management“ und werden dieses Studium im kommenden Semester mit der Abschlussarbeit beenden.

**Dipl.-Ing. Landschaftsarchitektin Dana Wilfert**

TU-Berlin

Diplom Landschaftsarchitektur/ Freiraumplanung

Tel. 0176/23232777

Danawilfert9@hotmail.com

Bis 2011 habe ich mein Studium an der TU Berlin absolviert. In meiner Diplomarbeit "Hängende Gärten 2015" konnte ich mich mit den Herausforderungen des Kulturpflanzenanbaus auf dem Dach befassen und einige Kriterien zusammentragen, die in der Praxis weiterentwickelt werden können. Mein Arbeitsschwerpunkte sind die Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Planung und Projektentwicklung.



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

- (1) Grüne Innovation Dachbegrünung  
A4 Format, 12-seitig, 4-farbig
- (2) Grüne Innovation Fassadenbegrünung  
A4 Format, 12-seitig, 4-farbig
- (3) FBB-Pflanzenliste "Pflanzenliste zur extensiven Dachbegrünung - Hauptsortiment"  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- (4) FBB - Pflanzenliste  
als Poster DIN A1
- (5) "Verankerung von Dachbegrünung im kommunalen Baurecht"  
A4 Format, 8-seitig, 2-farbig
- (6) Förderung von Dachbegrünungen durch eine "Gesplittene Abwassersatzung"  
A4 Format, 12-seitig, 2-farbig
- (7) WBB-2012 Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen Prüfungen nach dem FLL-Verfahren  
A4 Format, 12-seitig, 2-farbig
- (8) Hinweise zur Pflege und Wartung von begrünten Dächern  
A4 Format, 40-seitig, 2-farbig
- (9) FBB-SchlagLicht<sup>1</sup>: Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (10) FBB-SchlagLicht<sup>2</sup>: Gesplittete Abwassersatzung  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (11) FBB-SchlagLicht<sup>3</sup>: Förderungen von Dachbegrünungen  
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (12) FBB-SchlagLicht<sup>4</sup>: Druckentwässerung in Kombination mit Dachbegrünung  
A4 Format, 3-seitig, 2-farbig
- (13) FBB-SchlagLicht<sup>5</sup>: Leitfaden zur Absturzsicherung  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- (14) FBB-SchlagLicht<sup>6</sup>: Plattenbeläge auf Dächern  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- (15) FBB-SchlagLicht<sup>7</sup>: Konstruktive und vegetationstechnische Entscheidungsparameter zur Fassadenbegrünung  
A4 Format, 9-seitig, 4-farbig
- (16) SRW-2005. Pflanzenarten mit starkem Rhizom-Wachstum  
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- (17) Grüne Innovation Dachbegrünung; Viele schöne Beispiele begrünter Dächer im privaten Wohnungsbau  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- (18) Kombinationslösungen – Dachbegrünung – Photovoltaik – Brauchwassernutzung  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig
- (19) FBB – Wir über uns  
A4 Format, 4-seitig, 4-farbig

**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.

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

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

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

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

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

Wir bitten um nähere Informationen zu einer Mitgliedschaft bei der FBB

Wir bitten um Rückruf

Firma: .....

Ansprechpartner: .....

Straße: .....

PLZ/Ort: .....

Tel.: .....

Fax: .....

Datum/Unterschrift: .....