

Tagungsband



11. Internationales FBB- Gründachsymposium 2013

- Vortragsreihe zu aktuellen Themen der Dachbegrünung -

21. Februar 2013 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

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
Vorträge	Seite 8
Referenten	Seite 58
Schriften der FBB	Seite 63
FBB-Mitgliedschaft	Seite 64

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 11. 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 13 (Gründach)Experten nehmen in einer Vortragsreihe mit anschließender Diskussion zu verschiedenen Themen aus den drei Themenkreisen ...

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

... 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). Selbstverständlich stehe ich Ihnen auch gerne zu Fragen einer Mitgliedschaft zur Verfügung.

Wir danken den Referenten, die es wie immer geschafft haben, tolle Vorträge und Beiträge für den Tagungsband zu liefern. Sie finden diese Vorträge und die Vorträge des FBB-Fassadenbegrünungssymposiums www.fbb.de als kostenloses pdf.

Wir wünschen Ihnen interessante Vorträge und zahlreiche Diskussionen!

Dr. Gunter Mann
Präsident

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



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

Sehr geehrte Damen und Herren,

sehr gerne spreche ich ein Grußwort der FLL zum diesjährigen Internationalen FBB Gründachs Symposiums 2013 aus und möchte zunächst die seit vielen Jahren erfolgreiche Zusammenarbeit der FLL mit der FBB im Bereich „Bauwerksbegrünung“ hervorheben. Dies gilt nicht nur beim Thema „Dachbegrünung“, sondern auch bei den Themen „Fassadenbegrünung“ und „Innenraumbegrünung“. Die drei wesentlichen technischen Richtlinien zu diesen Themen werden in Deutschland allesamt in der FLL-Schriftenreihe herausgegeben. Im Bereich „Dachbegrünung“ formuliert und sammelt der gleichnamige FLL-Arbeitskreis unter der Leitung von Herrn Prof. Gilbert Lösken, Leibniz-Universität Hannover, den regelwerkstechnischen Überarbeitungsbedarf zur Umsetzung im Regelwerksausschuss. Diese Regelwerksarbeit steht momentan nicht an; die aktuelle und überarbeitete FLL-Dachbegrünungsrichtlinie wurde erst im Jahre 2008 herausgegeben.

Dennoch wird die FLL auch im Jahr 2013 „auf dem Dach aktiv sein“, denn konkrete Projekte wurden im letztjährigen Jahrestreffen des FLL-Arbeitskreises „Dachbegrünung“ besprochen und abgestimmt.

So soll zum einen das bekannte „FLL-Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ überarbeitet werden, das Bestandteil der Dachbegrünungsrichtlinie ist. Zu diesem Zweck soll auf der Basis der bestehenden Arbeitsgruppe und der seit letztem Jahr neuen Geschäftsordnung für die FLL-Regelwerksarbeit ein Gremium als ständiger Ansprechpartner für diese Thematik eingerichtet werden. Damit wird die FLL auch einem Wunsch der FBB-Projektgruppe WBB zu diesem Thema entgegen kommen, die ja eine Liste der wurzelfesten Bahnen und Beschichtungen anhand vorliegender, aktueller FLL-Prüfzeugnisse fortschreibt.

Außerdem soll die „Verbände übergreifende Internetplattform Dachbegrünung“ (www.gruendaecher.de) mit Ergebnissen des letztjährigen Jahrestreffens aktualisiert werden.

Schließlich engagiert sich die FLL auch für eine nachhaltige und am städtischen Klima orientierte Bauwerksbegrünung. Dies geschieht zuallererst im Rahmen der eigenen Regelwerksarbeit in den FLL-Gremien, darüber hinaus aber auch in externen Projekten, z. B. im Rahmen der Forschungsinitiative ZukunftBau des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Hier besteht die Möglichkeit, über Antragsforschung „Grüne Projekte“ im Bauwesen einzureichen, die von der FLL vor Förderungsbewilligung fachlich eingeschätzt werden.

In diesem Sinne ist die FLL auch ein wichtiges, Verbände übergreifendes Diskussionsforum zu Fachfragen der Dachbegrünung. Unter dem Leitbild „FLL – für Qualität der Grünen Branche“ bildet die FLL ein wichtiges grünes Zahnrad im Räderwerk der Grünen Branche!

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen und dem FBB-Gründachs Symposium, auch im Namen des FLL-Präsidiums und 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
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



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



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

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



ILD Deutschland GmbH

Am Steinbuckel 1
D-63768 Hösbach
Tel.: +49 (0)6021-5995-14
Fax: +49 (0)6021-5995-55
E-Mail: info@ild-group.com
www.ild-group.com



GaLaTech UG

Weiler 3
D-74429 Sulzbach-Laufen
Tel.: +49 (0)7976-910913
E-Mail: info@galatech.eu
www.galatech.eu



Carlisle Construction Materials GmbH

Schellerdamm 18
D-21079 Hamburg
Tel.: +49 (0)40-788933-222
Fax: +49 (0)40-788933-223
E-Mail: marc.mueller@ccm-europe.com
www.resitrix.com

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 11. FBB-Gründachs Symposium 2013

Begrüßung

FBB-Präsident Dr. Gunter Mann und teilnehmende Verbände,
Bürgermeister Stadt Ditzingen Ulrich Bahmer

„Recht, Richtlinie und Planung“

Dachbegrünung im Bebauungsplan. Überzeugungsarbeit bei Gemeinderat und Industrie
Armin Schott, Stellv. Leiter im Amt für Stadtentwicklung Stadt Villingen-Schwenningen

Planerische Anpassungsstrategien zur Minderung der Hitzebelastung in Städten
Dipl.-Ing. Nicole Baumüller, Stadtplanerin, SRL, AKBW, Universität Stuttgart

Praxisorientierte Verbandsarbeit in Richtung Qualität, Ressourcen und Richtlinien
Christoph Harlacher, SFG Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung

Balkon- und Terrassenabdichtungen mit „barrierefreien“ Anschlüssen
Josef Löcherbach, Leiter Produktmanagement alwitra GmbH, Trier und
Normenausschuss NA 005-02-11 AA – DIN 18531

„Forschung & Lehre“

Pflege und Wartung von Dachgärten. Eine Kosten-Nutzen-Analyse
Prof. Dr. Manfred Köhler, Hochschule Neubrandenburg

Feinstaubbindung in Abhängigkeit der Dachbegrünungsform
Dr. Olga Gorbachevskaya, IASP, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Wahrheit zur CO₂-Bindung durch begrünte Dächer.
Aktuelle Untersuchungsergebnisse und Diskussion
Dipl. Ing. Susanne Herfort, IASP, Humboldt-Universität zu Berlin

Extensive Dachbegrünung als Element dezentraler Regenwasserbewirtschaftung.
Optimierungsmöglichkeiten zur Erhöhung der Speicherkapazität von Niederschlag
Prof. Dr. Wolfgang Dickhaut, HafenCity Universität Hamburg

Steildachbegrünungen. Dachbegrünungsaufbauten im Grenzbereich
Prof. Yvonne-Christin Bartel, Hochschule Ostwestfalen-Lippe

„Aus der Praxis“

„Bosco Verticale Milano“. Der Hochhaus-Wald in Mailand
Dipl. Ing. Landschaftsarchitektin Melanie Müller-Boscaro
Ordine degli architetti di Milano / AKNW

Chancen für neue Dachnutzungen (u.a. Sport & Spiel) in der Stadt der Zukunft
Prof. Dr. Klaus Neumann und Melanie Trautmann, Beuth Hochschule Berlin

Leistungsfähigkeit von EPDM-Dachabdichtungen unter Dachbegrünungen
MBA, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Roland Streibich, Duraproof technologies GmbH, Wadern-
Büschfeld

Verkündung „FBB-Gründach des Jahres 2013“, Veranstaltungsende und Verabschiedung



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

Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) wurde 1990 gegründet und umfasste damals sieben Mitglieder. Heute beläuft sich die Mitgliederzahl auf 112 Mitglieder aus verschiedenen Kreisen um die Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung. Im Laufe der Jahre sind sechs 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

www.gruendaecher.de

www.fassadenbegrueunungen.de



Themenkreis „Recht, Richtlinie und Planung“

Dachbegrünung im Bebauungsplan. Überzeugungsarbeit bei Gemeinderat und Industrie

Armin Schott, Stellv. Leiter im Amt für Stadtentwicklung Stadt Villingen-Schwenningen

Ökologisch wirksame Maßnahmen wie etwa eine Dachbegrünung scheitern sehr oft an den Kosten ihrer Herstellung und Unterhaltung. Ihnen stehen aber erhebliche Nutzen und Vorteile gegenüber. Diese darzustellen kann Hemmnisse abbauen und eine weitere Verbreitung der Dachbegrünung fördern. Wie das Verfahren in Villingen-Schwenningen ablief, beschreibt der nachfolgende Text auszugsweise.

Anhand der aktuellen Diskussion wird versucht, die direkt erfassbaren, aber auch die nicht direkt quantifizierbaren Komponenten der „Ökomaßnahme Dachbegrünung“ darzustellen. Dass volkswirtschaftliche Einsparungen anfallen und in erheblichem Umfang global wirksam werden, steht außer Zweifel. Neben den vielen positiven Wirkungen und Funktionen begrünter Dächer kommt als weiterer Vorteil der Schutz vor mechanischer Belastung (Hagelereignisse) hinzu.

Das Reizvolle für Investoren und Bauherren ist die Tatsache, dass der Baugrund für die Dachbegrünung als zusätzliche Nutzfläche kostenlos ist. Der Baugrund erfährt oben auf dem Dach eine mögliche Zweit-, mit Fotovoltaik kombiniert sogar eine Drittnutzung. Dachbegrünungen gehören zweifelsohne zu den Konzepten eines nachhaltigen Bauens und tragen der aktuellen Baugesetzgebung Rechnung.

Bei einer Kostengegenüberstellung eines Gebäudes mit und ohne Dachbegrünung wurde als Grundannahme eine Lebensdauer von 25 Jahren angesetzt. Der gleiche Zeitraum gilt auch für die Sicherung einer Ausgleichsmaßnahmen. Üblicherweise wird die Lebensdauer einer Dachbegrünung mit 35 bis 40 Jahre angesetzt. Zugrunde gelegt wurde außerdem ein in der Grundkonzeption ausreichend tragfähiges Dach. Die Zusatzkosten für das Mehrgewicht werden dargestellt, das heißt, in der folgenden Betrachtung wird nur der Zusatzaufwand dargestellt. Nach der Zusammenstellung (Abbildung unten links) ergeben sich für eine Dachbegrünung Mehrkosten von 26,50 Euro je Quadratmeter.

Einsparung von Ausgleichsflächen

Wenn eine Gemeinde ein neues Baugebiet ausweist, muss sie einen Ausgleich nach Bundesnaturschutzgesetz schaffen. Werden extensive Dachbegrünungen vorgeschrieben (wie im Gewerbe-/Industriegebiet „Salzgrube“), reduziert sich der Anteil der notwendigen Ausgleichsflächen erheblich. In Villingen-Schwenningen wird zudem durch das Baugebiet ein erheblicher Anteil zusätzlicher Ausgleichsflächen notwendig werden, was die Kosten wegen zukünftiger Planungen und der zunehmenden Flächenkonkurrenz im Nahbereich erheblich erhöhen wird.

Ohne eine 40-prozentige Dachflächenbegrünung müssten im Baugebiet „Salzgrube“ rund 30 Prozent mehr Ausgleichsflächen geschaffen werden (Abbildung rechts unten). Es ergibt sich daraus nach Erfahrungswerten ein Mehraufwand für den Bauherrn von mindestens 10 €/qm. Somit ergibt sich summarisch eine betriebswirtschaftliche Einsparung von 29,00 €/qm (Abb. unten). Auch bei dieser sehr vorsichtigen Betrachtungsweise ergibt sich eine Ersparnis von 2,50 €/qm, berechnet auf 25 Jahre. Somit rechnet sich eine Dachbegrünung spätestens nach ca. 20 Jahren. Bei durchaus realistischen längeren Nutzungszeiten erhöht sich die Ersparnis. Werden die eingangs betrachteten volkswirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekte mit einbezogen, rechnet sich eine Dachbegrünung immer.

Der Technische Ausschuss empfahl daher dem Gemeinderat im geplanten Gewerbe-/Industriegebiet „Salzgrube“ verbindlich im Bebauungsplan festzusetzen, dass ein Anteil von mindestens 40 Prozent der Dachflächen extensiv zu begrünen und bei Abgang zu ersetzen ist.

Flexibilisierung der Festsetzung

Im Gemeinderat wurde nach intensiver fachlicher Diskussion eine Flexibilisierung der Festsetzung gewünscht. Kritikpunkt waren in erster Linie die höheren Anfangsinvestitionen bei einer Bebauung mit Dachbegrünung. Obwohl bekannt war, dass durch die verbindliche Festsetzung einer Dachbegrünung von 40 Prozent das Bebauungsplanverfahren zügig fortgesetzt werden kann und die erste Baurealisierung im Jahre 2013 beginnen könnte und dass weitere externe Ausgleichsflächen kurzfristig nicht so ohne Weiteres verfügbar wären, wurden Alternativen geprüft, um eine gemeinsame Lösung zu finden.



Die Festsetzung einer Dachbegrünung hätte den Vorteil, dass diese bei jedem Bauvorhaben Stück für Stück umgesetzt werden könnte. Die zusätzlichen externen Ausgleichsflächen in der Größenordnung von etwa elf Hektar und eine Mehrbelastung von über 1,2 Millionen Euro bei Verzicht auf eine Dachbegrünung wären vor Satzungsbeschluss darzustellen.

Über den Sommer zeigte sich, dass die Landwirtschaft nicht bereit war, so schnell und umfangreich wie für das Ausgleichsverfahren erforderlich weitere wertvolle landwirtschaftliche Flächen abzugeben. Inklusiv der Anerkennung der zusätzlichen externen Ausgleichsflächen durch die Umweltbehörden würde das Verfahrens dadurch verzögert werden. Im Gegensatz dazu würde die geplanten 40-Prozent-Dachbegrünung das Bebauungsplanverfahren nicht verzögern und eine Dachbegrünung von mehr als 40 Prozent die Kosten sogar reduzieren.

Ein Verzicht auf die Festsetzung der 40-prozentigen Dachbegrünung könnte zu Mehrkosten führen, die am Ende auch die Stadt zu tragen hätte und einer indirekten Subventionierung der zu veräußernden Baugrundstücke gleich käme. Deshalb schlug die Stadt Villingen-Schwenningen Flexibilisierungsmöglichkeiten vor.

Bonus-Malus-System und Ökokonto

Um einerseits Bedenken entgegenzukommen, aber auch um diejenigen zu belohnen, die über das festgesetzte Maß hinaus Dachbegrünung herstellen, soll ein Bonus-/Malus-System angeboten werden. Es beginnt erst nach der Beschlussfassung über den Bebauungsplan und baut auf die in Villingen-Schwenningen vorhandene Systematik eines Ökokontos auf.

Wer keine Dachbegrünung umsetzen will oder kann, soll gemäß einem Städtebaulichen Vertrag Ökopunkte im Wert der Ausgleichsmaßnahme/Dachbegrünung erwerben können.

Wer im weiteren Verlauf der Aufsiedlung mehr als 40 Prozent Dachbegrünung realisiert, kann den überschüssigen Anteil auf das Ökokonto einzahlen und erhält dafür einen zusätzlichen finanziellen Bonus. So können andere Gewerbetreibende wiederum auf die Dachbegrünung (gegen Zahlung des Ausgleichs) verzichten. Für die Zahlung des Bonus muss der weitergehende Anteil an Dachbegrünung langfristig mit Baulast gesichert werden.

Voraussetzung für diesen „Handel“ ist, dass das Ökokonto entsprechend mit Flächen oder Maßnahmen befüllt ist, was derzeit noch nicht der Fall ist. Vorgeschlagen wurde daher, in den beiden nächsten Haushaltsjahren (2013 und 2014) das Ökokonto mit einem Grundstock für die ersten Nachfrager zu befüllen.

Mit diesen Finanzmitteln sind Ausgleichsmaßnahmen im Vorfeld eines Eingriffs an anderer Stelle des Gemeindegebietes durchzuführen und die dadurch erzielten Wertpunkte in das Ökokonto einzubuchen. Mit einem entsprechenden „Guthaben“ auf dem Ökokonto ist man im Falle eines Eingriffs sofort handlungsfähig. Das Konto darf insgesamt nie ins Minus geraten.

Vorschlag für eine erneute Beschlussfassung und Beschluss

Im Herbst 2012 wurde dem Gemeinderat eine neue Festsetzung für den Bebauungsplan vorgeschlagen, in dem die zuvor beschriebenen Vorschläge eingeflossen sind. Diese wurden aber bei der erneuten Beratung als etwas sperrig und im Vollzug als schwer handhabbar bezeichnet.

Deshalb beschloss der Gemeinderat mit großer Mehrheit (über 90%) die 40-Prozent-Dachbegrünung, ohne Wenn und Aber, wie ursprünglichen vorgeschlagen. Unabhängig davon wird ab 2013 ein Ökokonto eingeführt und 2013 mit zunächst 10.000 Euro befüllt.

Fazit

Eine fachlich fundierte Beratung unter Abwägung aller volks-, betriebswirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkte führte schließlich zu einem für Villingen-Schwenningen richtungsweisenden Beschluss. Ich freue mich auf viele neue Gründächer in unserer Stadt und berate dabei gerne.

Übersichtsplan: Nördlicher Zentralbereich Villingen-Schwenningen mit bestehendem Gewerbegebiet und Grenze des geplanten Gewerbe-/Industriegebiets (gestrichelte Linie).

Fotos und Grafiken: Armin Schott

Kosten-Nutzenberechnung einer extensiven Dachbegrünung (Beispielrechnung).

Bedarf (Mehrbedarf in Orange) an Ausgleichsfläche im Verhältnis zur geplanten 40-prozentigen Dachbegrünung (Beispielrechnung).

„Ohne eine 40-prozentige Dachflächenbegrünung müssten im Baugebiet „Salzgrube“ rund 30 Prozent mehr Ausgleichsflächen geschaffen werden.“

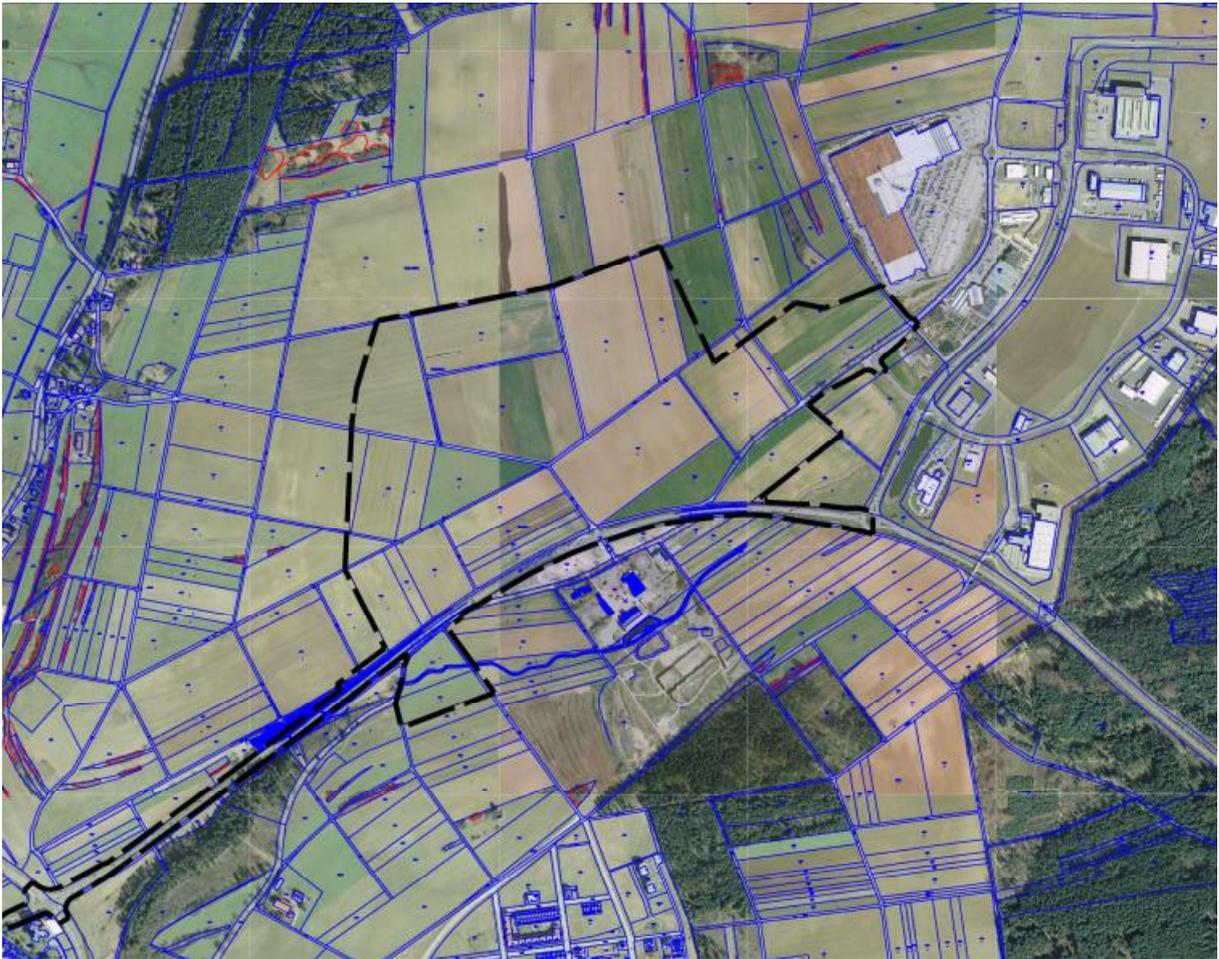


Abbildung 1: Übersichtsplan – Nördlicher Zentralbereich Villingen-Schwenningen mit bestehendem Gewerbegebiet und Grenze des geplanten Gewerbe-/Industriegebiet (gestrichelt)

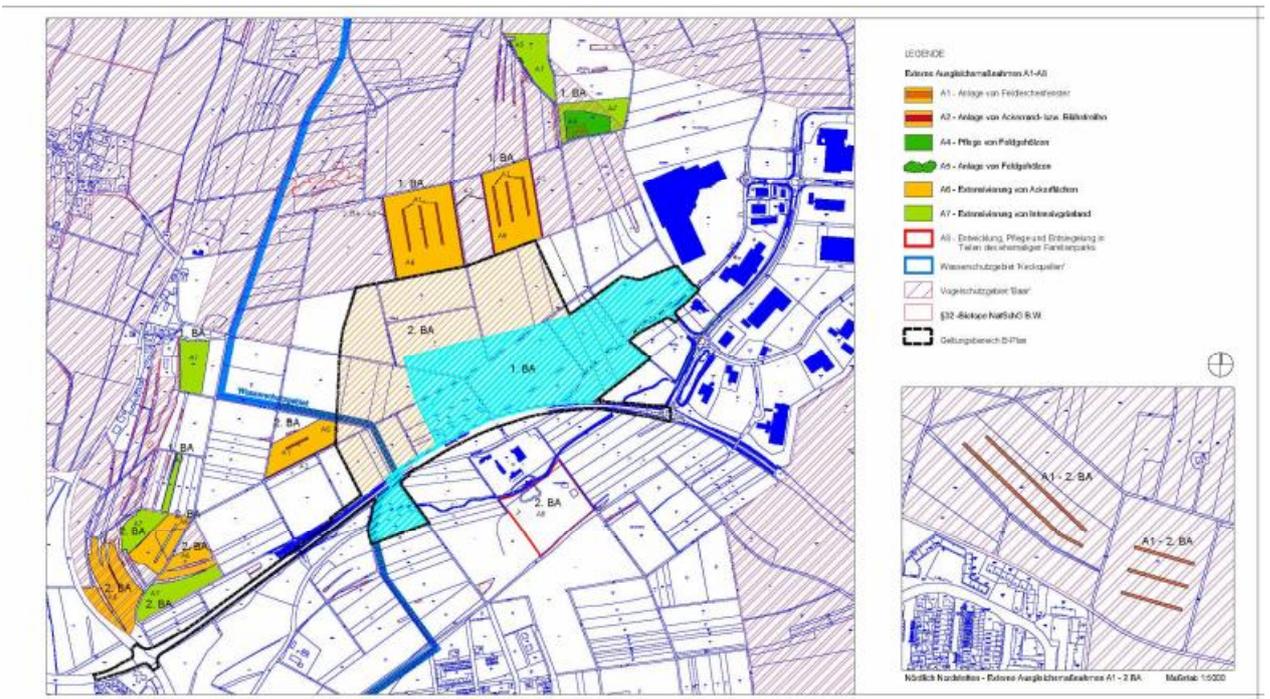


Abbildung 2: Bebauungsplangebiet "Salzgrube" einschließlich Ausgleichsflächen (Entwurf)



Fixkosten					
	Maßnahmekosten	Nettobauland Gesamt m ²	Maßnahmerelevante Dachfläche (40%) m ²	Kosten €/m ² Grundstück	Kosten €/m ² Dachfläche (gerundet)
Kostenersparnis für:					
Minderung Aufwand Ausgleichsmaßnahme	1.000.000,00€	360.000	86.400	2,78€	11,50 €
Minderung Aufwand Entwässerung	648.000,00€	360.000	86.400	1,80€	7,50 €
Gesamteinsparung				4,58€	19,00 €
Zusätzliche Kosten für:					
extensive Dachbegrünung	1.555.200,00€	360.000	86.400	4,32€	18,00 €
statischer Mehraufwand	518.400,00€	360.000	86.400	1,44€	6,00 €
Gesamtmehraufwand				5,76€	24,00 €
Betriebskosten / 25 Jahre					
	Maßnahmekosten	Nettobauland Gesamt m ²	Maßnahmerelevante Dachfläche (40%) m ²	Kosten €/m ² Grundstück	Kosten €/m ² Dachfläche (gerundet)
Kostenersparnis für:					
Einsparung gesplittete Abwassergebühr		360.000	86.400	1,20€	5,00 €
Minderung Aufwand Energiekosten	432.000,00€	360.000	86.400	1,20€	5,00 €
Gesamteinsparung				2,40€	10,00 €
Zusätzliche Kosten für:					
Pflegekosten Dachbegrünung	216.000,00€	360.000	86.400	0,60€	2,50 €
Gesamtmehraufwand				0,60€	2,50 €
Gesamteinsparung Fix- und Betriebskosten auf 25 Jahre				6,98 €	29,00 €
Gesamtmehraufwand Fix- und Betriebskosten auf 25 Jahre				6,36 €	26,50 €
					Σ + 2,50 €

Abbildung 3: Kosten – Nutzenberechnung einer extensiven Dachbegrünung (Beispielrechnung)

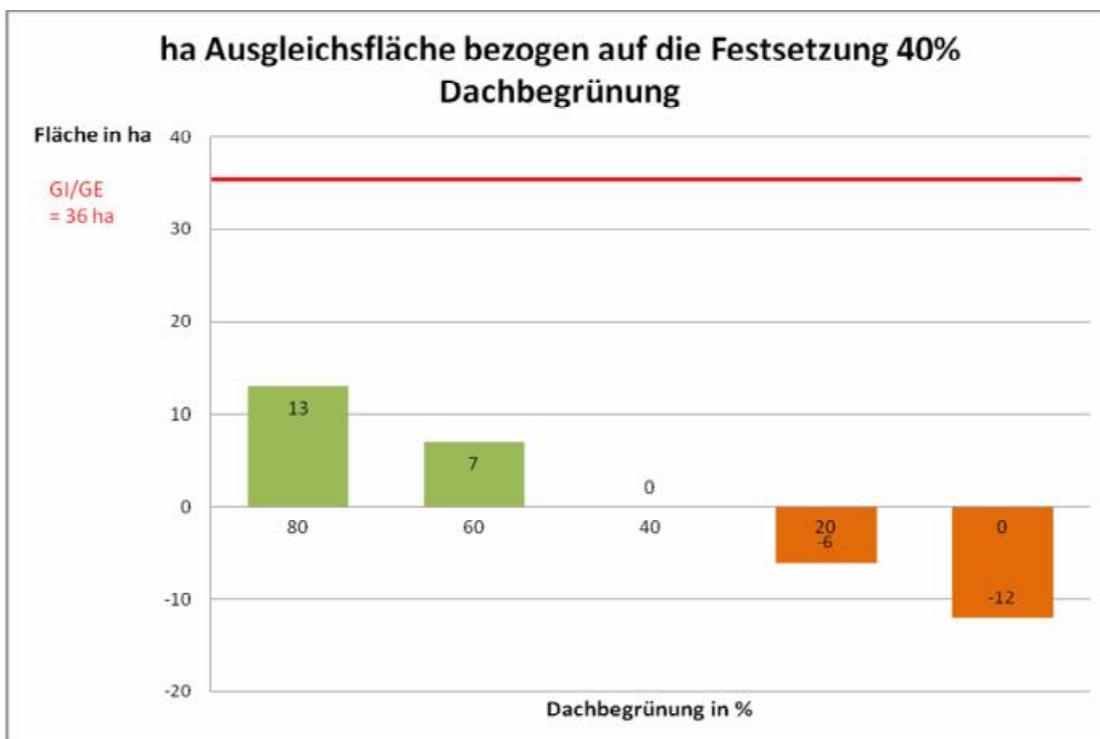




Abbildung 4: Bedarf (Mehrbedarf in rot) an Ausgleichsfläche im Verhältnis zur geplanten 40 prozentigen Dachbegrünung (Beispielrechnung)

Abbildung 5: Fragen und Antworten zur Dachbegrünung im Industrie- und Gewerbegebiet Salzgrube.

Welches ist die übergeordnete Zielstellung bei der Entwicklung des Industrie- und Gewerbegebiets?

Den Gewerbetreibenden sollen möglichst wirtschaftliche Rahmenbedingungen für die Investitionen und den Betrieb ihres Unternehmens bereitgestellt werden.

Kann man dann nicht auf Dachbegrünung verzichten?

Die Dachbegrünung ist Bestandteil des gesetzlich vorgeschriebenen Ausgleichskonzepts. Sie kann theoretisch durch andere plangebietsexterne Ausgleichsmaßnahmen ersetzt werden.

Warum schlägt man dann ausgerechnet Dachbegrünung vor, die durch die Investoren kostspielig umzusetzen ist?

Aufgrund der spezifischen Rahmenbedingungen in Villingen-Schwenningen stellt sich die Dachbegrünung unter anderem als günstigste Form des Ausgleichs dar. Insbesondere die langfristigen einzusparenden Gebäudeunterhaltungs-, Energie- und Abwasserkosten sind ein unschlagbares Argument.

Ist der Anteil der Dachbegrünung mit 40% richtig bemessen?

Der Ansatz von 40% stellt einen Kompromiss dar, konsequenterweise müssten 80% festgesetzt werden, da sich damit der größte Spareffekt erzielen lässt.

Für Betriebe sind die Investitionskosten zunächst das Wichtigste. Langfristige Unterhaltungskosten spielen zunächst keine Rolle.

Betriebe, die sich im Industrie- und Gewerbegebiet Salzgrube ansiedeln sollen, sind i.d.R. keine Existenzgründer. Sie wissen, dass Betriebsabläufe und Energieeinsatz sowie Gebäudeunterhaltung schon während der Planungsphase von vorneherein zu berücksichtigen sind. Nachträglich zu ergänzende Baumaßnahmen sind immer teurer.

Warum können nicht mehr plangebietsexterne Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt werden?

Die Stadt kann schon ohne den 40-prozentigen Anteil an Dachbegrünung nicht genügend eigene Flächen für Ausgleichsmaßnahmen im Umfeld bereitstellen. Sie müsste diese Flächen relativ teuer freihändig von Landwirten erwerben.

Unabhängig von den betrieblichen/finanziellen Interessen des einzelnen Landwirts spricht sich der Landwirtschaftsverband vehement gegen die weitergehende Inanspruchnahme hoch-produktiver landwirtschaftlicher Flächen aus.

Warum nimmt man nicht Flächen für die Ausgleichsmaßnahmen, die von der Landwirtschaft nicht benötigt werden?

Intensiv bewirtschaftete Flächen bieten ökologisch gesehen das höchste Aufwertungs-potenzial. Auf nicht bewirtschafteten Flächen befinden sich in der Regel schon Biotopstrukturen, so dass kaum noch Aufwertungen möglich sind.

Warum werden mit hohen Umweltauflagen Betriebe ins Umland verdrängt?

Alle Gemeinden müssen nach Bundesrecht im gleichen Umfang Ausgleichsmaßnahmen bringen, eine Ungleichbehandlung findet daher nicht statt. Jede Gemeinde ist natürlich bestrebt, die für sie günstigsten Ausgleichsmaßnahmen festzusetzen. Auch Tuttlingen hat in neueren Gewerbegebieten Dachbegrünung festgesetzt.

Tuttlingen ist begünstigt durch die geringere Schneelast, die bei Baumaßnahmen statisch nachgewiesen werden muss!

Das ist grundsätzlich richtig, aber diesem Handikap kann nicht dadurch begegnet werden, auf Ausgleichsmaßnahmen zu verzichten.

In den Gewerbegebieten der kleineren Umlandgemeinden müssen kaum Umweltauflagen erfüllt werden.

Ältere Gewerbegebiete, in denen noch Bauflächen verfügbar sind, mussten diese Umweltauflagen möglicherweise nicht erfüllen. Diese Möglichkeit besteht aber heute nicht mehr. Außerdem sind in den kleineren Umlandgemeinden keine Industriegebiete vorhanden. Betriebe, die diese Flächen nachfragen, sind somit dennoch auf Villingen-Schwenningen angewiesen.



Planerische Anpassungsstrategien zur Minderung der Hitzebelastung in Städten **Dipl.-Ing. Nicole Baumüller, Stadtplanerin, SRL, AKBW, Universität Stuttgart**

Klimawandel und Klimaanpassung in Städten

Der Klimawandel ist in vollem Gange. Extremereignisse wie Hitzeperioden, Dürrezeiten, Hochwasserereignisse und Starkregenniederschläge stellen besonders Städte vor neue Herausforderungen. Eine Anpassung an die sich veränderten Rahmenbedingungen ist unausweichlich. Die 'Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel' des Bundes sieht in der räumlichen Planung vielfältige Handlungsmöglichkeiten für diese Querschnittsaufgabe (Bundesregierung, 2008). Der Gesetzgeber hat 2011 die Aufgabe der Klimaanpassung im Baugesetzbuch für Städte und Kommunen verbindlich gemacht (§1 BauGB). Berlin, Frankfurt, Stuttgart, Hannover, Nürnberg oder Jena haben sich bereits mit den lokal zu erwartenden Klimawandelfolgen auseinandergesetzt und Anpassungsstrategien entwickelt. Ein wichtiger Schritt im Prozess der Bewusstseinsbildung bei Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit.

Handlungsfeld Hitze

Die Städte sehen im Umgang mit Hitzebelastungen ein wichtiges Handlungsfeld, das wegen des langsamen Stadtumbaus, frühzeitig angegangen werden muss. Für Mitteleuropa werden bis Ende des Jahrhunderts häufigere und länger andauernde Hitzeperioden mit deutlich höheren Temperaturmaxima prognostiziert (BMU, 2009). Die Anzahl heißer Tagen und tropischer Nächte nimmt signifikant zu. Regional bestehen jedoch erhebliche Unterschiede. So ist der Süddeutsche Raum wesentlich stärker betroffen als Norddeutschland (vgl. www.regionaler-klimatlas.de). In Stuttgart zum Beispiel werden sich die Tage mit Wärmebelastung verdoppeln und der Anteil besonders belasteter Gebiete zunehmen (Verband Region Stuttgart, 2008). Das Wohlbefinden und die Gesundheit sowie die Arbeitsleistung der Menschen können dadurch stärker als bisher beeinträchtigt werden.

Aufgaben und Grundlagen für die Stadtentwicklung

Die Aufgabe einer nachhaltigen Stadtentwicklung ist es, die Lebensqualität in den Städten unter Hitzebedingungen weiter zu sichern und gesundheitliche Beeinträchtigungen zu minimieren. Die Herausforderung liegt hierbei im Bestandsumbau verdichteter Quartiere. Dafür sind individuelle Lösungen in den Städten zu finden, die in Zusammenarbeit mit Experten der Stadtklimatologie entwickelt werden müssen. Bei allen Planungsaufgaben von der Bauleitplanung über den Stadtumbau und der Stadtsanierung sind stadtklimatische Fragestellungen stärker einzubinden. Gesamtstädtische Klimaanalysen sind dafür eine wichtige Voraussetzung. Im Einzelfall können numerische Simulationsprogramme und Kaltluftabflussmodelle eingesetzt werden, um Planungsvarianten auf den thermischen Komfort bzw. den Kaltluftaustausch hin quantitativ zu überprüfen.

Planerische Handlungsoptionen für die Minderung von Hitzebelastungen

Handlungsoptionen beruhen im Wesentlichen auf Erkenntnissen der Human-Biometeorologie. Das thermische Empfinden des Menschen im Stadtraum ist nicht nur von der Umgebungslufttemperatur abhängig, sondern auch der Luftfeuchte, den lokalen Windverhältnissen und der Wärmeabstrahlung durch Oberflächen sowie der direkten Sonneneinstrahlung. Deshalb wird das thermische Empfinden des Menschen durch die Indizes PET, PMV und die gefühlte Temperatur bewertet (Matzarakis, 2001). Experten machen einerseits deutlich, dass die planerischen Einflussmöglichkeiten auf die umgebende Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windsituation zur Verbesserung des thermischen Komforts gering sind (Mayer & Holst, 2010). Andererseits können jedoch Strahlungseinflüsse wie die direkte Sonneneinstrahlung und die Oberflächenabstrahlung, die auf den Menschen einwirken, durch eine klimatisch optimierte Planung effektiv gemindert werden. Untersuchungen in Berlin zeigen, dass die Erhöhung der Albedo (Reflexionsvermögen von Oberflächen) sowie von Schatten durch Straßenbäume lokal sehr effektive Maßnahmen darstellen (Senatsverwaltung Berlin, 2011). In einem begrünten und beschatteten Hofbereich kann ein heißer Sommertag durchaus erträglich sein, während dies in einer unbeschatteten Straßenschlucht nicht der Fall ist.

Für eine erträgliche Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum werden klimatische Komfortinseln wie beschattete Park- und Grünanlagen sowie Plätze und Wege immer wichtiger. Idealerweise mit Wasserspielen, die der körperlichen Abkühlung dienen. Ein innovativer Ansatz für die Implementierung von Grün in den Stadtraum ist das Beispiel des MFO-Parks in Zürich-Oerlikon (vgl. Foto). Tagsüber sollte die Aufheizung der Baumassen so weit wie möglich vermindert werden.



Grünstrukturen sind dabei ideal, da sie niedrige Oberflächentemperaturen haben (Bowlera, Buyung-Alia, Knighta, & Pullin, 2010). Das bedeutet, wo möglich, zu entsiegeln und verdunstungsaktive Flächen als Boden-, Fassaden- und Dachflächen anzulegen. Um die klimatischen Vorteile auszuschöpfen, ist jedoch eine ausreichende Bodenfeuchte notwendig (Kuttler, Müller, Düttemeyer, & Barlag, 2012). So können besonders sonnenbeschienene Grünflächen bei langen Trockenzeiten ihre klimatische Ausgleichswirkung verlieren. Bei befestigten Flächen sollten Materialien mit geringer Wärmeaufnahme und Wärmespeicherkapazität verstärkt eingesetzt werden. Neuere Ansätze beschäftigen sich mit dem Thema „Cool Colors“, die als Anstriche mit hoher Albedo auf Dach- und Fassadenflächen eine Aufheizung minimieren sollen (Gartland, 2008). Asphaltierte Flächen wie Parkplätze, Wege und Fußgängerzonen sind möglichst zu beschatten.

Neben dem Klima im Stadtraum spielt das Innenraumklima für einen erholsamen Schlaf eine große Rolle. Die Aufheizung von Fassaden, die nachts Wärme in den Innenraum abgeben, kann durch ein geeignetes Straßen- und Gebäudedesign gemindert werden. Ebenso ist eine zügige Abkühlung der Lufttemperatur, besonders in dicht bebauten Bereichen, wichtig. Während sich die Lufttemperaturen tagsüber im Vergleich zwischen Umland und Innenstadt nur geringfügig unterscheiden, zeigen sie nachts deutliche Differenzen auf (bis zu 10 K). Gründe hierfür sind zum einen die großen Wärmespeichermassen der Gebäude und Oberflächen. Zum anderen liegen diese Gebiete oft in schlechter durchlüfteten Lagen, so dass der Wärmeabtransport ungünstig ist. Deshalb ist es ergänzend wichtig, lokale Kaltluft in belastete Bereiche über Luftleitbahnen einströmen zu lassen. Insbesondere bei Lagen mit starkem Relief ergeben sich über Berg- und Hangwinde hohe Potenziale, kühle Luft in überwärmte Stadtgebiete zu bringen (vgl. Kassel, Freiburg, Stuttgart, Dresden).

Dach- und Fassadenbegrünungen

Dach- und Fassadenbegrünungen können durch ihre klimatischen Vorteile einen wertvollen Beitrag Hitzebelastungen zu minimieren. Sie sind neben Hofbegrünungen und Straßenbäumen oft die einzige Möglichkeit Grün in verdichtete Stadtquartiere zu bringen (vgl. Foto). Allerdings wirken sich Dachbegrünungen tagsüber mikroklimatisch nur im Bereich des Daches und nicht der Straßenebene aus (Senatsverwaltung Berlin, 2011). Dafür halten sie zusätzlich Regen zurück, sind wichtige Stadtbiootope und reduzieren den Wärmeeintrag in die Dachgeschosse. Eine neue Studie des Umweltbundesamtes bescheinigt ihnen aus Sicht der Klimaanpassung sogar ein gutes Kosten-Nutzenverhältnis (UBA (Hg.), 2012). Sind viele Dächer in einem Stadtquartier begrünt, kann sich dies günstig auf die nächtliche Abkühlung auswirken. Fassadenbegrünungen dagegen mindern die Aufheizung der Fassade und die Wärmeabstrahlung in den Straßenraum. Gestalterische hochwertige vertikale Gärten wie beim Kaufhaus Lafayette in Berlin ergänzen die klassischen Fassadenbegrünungen wie zum Beispiel beim Kloster Neustift bei Brixen (vgl. Foto). Weitere Möglichkeiten stellen Hofbegrünungen, teilentsiegelte Parkierungsflächen sowie begrünte Gleisanlagen dar.

Ausblick

Die Stadtplanung muss verstärkt nach Lösungen suchen, das Stadt- und Mikroklima in Städten an heißen Sommertagen zu verbessern. Der Betrachtungshorizont reicht dabei von der Flächennutzung bis hin zum Straßen- und Gebäudedesign. Mit Blick auf den planerischen Handlungsbedarf können aus Sicht der Autorin folgende Ziele als Handlungsschwerpunkte zusammengefasst werden:

- Reduzierung der solaren Einstrahlung durch Verschattung,
- Verwendung geeigneter „kühler“ Materialien bei befestigten Oberflächen sowie Dach- und Fassadenflächen (Albedoerhöhung)
- Verbesserung der Siedlungsdurchlüftung sowie Begünstigung lokaler Kaltluftsysteme
- Erhöhung der unversiegelten Flächen und Aktivierung der Verdunstungsleistung durch Stadtgrün

Planungsleitfäden wie zum Beispiel das „Handbuch Stadtklima“, der Leitfaden „Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung“ und die NABU Broschüre „Stadtklimawandel“ bilden neben der „Städtebaulichen Klimafibel“ sowie den Internetplattformen „www.stadtklimatse.de“ und „www.anpassung.net“ eine gute Fachgrundlage für das Thema. Eine erfolgreiche und konsequente Umsetzung hängt dagegen in erster Linie vom politischen und gesellschaftlichen Willen ab. Die vorhandenen planerischen Steuerungsmöglichkeiten sind ausreichend.

Literatur

- BMU (2009): Klimawandel in Deutschland - Anpassung ist notwendig. Berlin
- Bowlera, D. E., Buyung-Alia, L., Knighta, T. M., & Pullin, A. S. (2010): Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence Landscape and Urban Planning, Volume 97, Issue 3, 147-155
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin
- Gartland, L. (2008): Heat Islands - Understanding and Mitigation of Heat in Urban Areas. Earthscan. London
- Kuttler, W., Müller, N., Dütemeyer, D., & Barlag, A.-B. (2012). Prognose- und Diagnoseanalysen zur Verbesserung des Stadtklimas - Dynaklim-Publikation Nr. 25. Duisburg-Essen.
- Matzarakis, A. (2001). Die thermische Komponente des Stadtklimas aus Berichte des meteorologischen Instituts der Universität Freiburg Nr. 6. Freiburg.
- Mayer, H., & Holst, J. (2010). Schlussbericht zum Teilvorhaben „Verbundkoordination (klimes aluf-1)“ und „Planungsrelevante human-biometeorologische Bewertung von städtischen Strukturen bei thermischen Stressbedingungen hinsichtlich der Anpassung an Extremwetter (klimes aluf-2)“ in Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Nr. 22. Freiburg
- Senatsverwaltung Berlin. (2011). Stadtentwicklungsplan Klima. Berlin
- UBA (Hg.)(2012). Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel - Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. Dessau-Roßlau
- Verband Region Stuttgart. (2008). Klimaatlas Region Stuttgart. Stuttgart

Bilderauswahl



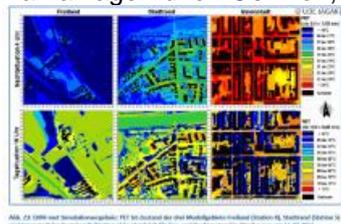
Kloster Neustift bei Brixen, Foto: Baumüller



Hofbegrünung Seminaris CampusHotel, Berlin-Dahlem, Foto: Baumüller



Parkanlage Zürich-Oerlikon, Foto: Baumüller



PET-Wert für drei Stadtgebiete in Oberhausen, Tag und Nacht, Quelle: (Kuttler et al., 2012) S.32



Praxisorientierte Verbandsarbeit in Richtung Qualität, Ressourcen und Richtlinien Christoph Harlacher, SFG Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung

....

Balkon- und Terrassenabdichtungen mit „barrierefreien“ Anschlüssen Josef Löcherbach, Leiter Produktmanagement alwitra GmbH, Trier und Normenausschuss NA 005-02-11 AA – DIN 18531

1. Einleitung

Der demographische Wandel führt dazu, dass sich die Altersentwicklung der Bevölkerung wie folgt verändert:

2010: 15,0 % (< 20-Jahre)	49,7 % (20-64 Jahre)	16,8 % (65 + Jahre)	Gesamt: 81,5 Million
2050: 10,7 % (< 20-Jahre)	37,5 % (20-67 Jahre)	21,2 % (67 + Jahre)	Gesamt: 69,4 Million

(Quelle: KirchertBurkhard GmbH)

Diese Entwicklung hat auch Auswirkungen auf unser Wohn- und Nutzungsverhalten. Der barrierefreie Zugang zur, innerhalb und aus der Wohnung (Balkon/Terrasse/Begrünung) gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Barrierefreiheit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass alle Einrichtungen für alle Menschen - in jedem Alter und mit jeder Einschränkung oder Behinderung – ohne technische oder soziale Abgrenzung nutzbar sind.

Der Begriff „barrierefrei“ ist flexibel und dynamisch. Es ist gleichzeitig ein Konzept, das individuelle Wünsche und persönliche Anforderungen berücksichtigt, ohne gleichzeitig neue Hindernisse aufzubauen. Damit ist Barrierefreiheit weit mehr als nur der begriffliche Ersatz der diskriminierenden Adjektive "senioren-, alten- oder behindertengerecht".

„barrierefrei“ ist auch **immer vorsorglich**, was so viel bedeutet, dass der normale Lebensablauf eines jeden Menschen berücksichtigt wird und eine Wohnung und das Wohnumfeld so gestaltet ist, dass man darin alt werden kann.

2. Normen und gesetzliche Vorschriften

- Musterbauordnung § 50 Abs. 2 Barrierefreies Bauen

Bauliche Anlagen, die **öffentlich** zugänglich sind, **müssen** in den dem allgemeinen Besucherverkehr dienenden Teilen von Menschen mit Behinderungen, alten Menschen und Personen mit Kleinkindern **barrierefrei erreicht und ohne fremde Hilfe zweckentsprechend genutzt** werden können.

- E DIN 18040-1:2010-10

Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude

(Ersatz für DIN 18024 *Barrierefreies Bauen – Teil 2-1996: Öffentlich zugängliche Gebäude und Arbeitsstätten*)

Ziel dieser Norm ist die Barrierefreiheit baulicher Anlagen, damit sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und **grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind** (nach § 4 BGG Behindertengleichstellungsgesetz).

- DIN 18040-2:2011-09

Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 2: Wohnungen

(Ersatz für DIN 18025 *Barrierefreie Wohnungen – Teil 1 und Teil 2 -1992: Wohnungen für Rollstuhlbenutzer, Planungsgrundlagen*)

Innerhalb von Wohnungen wird **unterschieden zwischen - barrierefrei nutzbaren Wohnungen und - barrierefrei und uneingeschränkt mit dem Rollstuhl nutzbaren Wohnungen**

- DIN 18185-5:2011-12

Bauwerksabdichtungen –

Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung

Diese Norm gilt u.a. für die Abdichtung **horizontaler und geneigter** Flächen **im Freien** und im Erdreich und den für ihren Einbau erforderlichen **Werkstoffen** nach **DIN 18195-2** gegen **nichtdrückendes Wasser**, d.h. gegen Wasser in tropfbarer flüssiger Form, z.B. **Niederschlags-, Sicker- oder Brauchwasser**, das auf die Abdichtung **keinen oder nur geringfügigen hydrostatischen Druck** ausübt.



In dieser Norm wird die Abdichtung je nach Art und Aufgabe, ihrem Schutzziel sowie Größe der auf die Abdichtung einwirkenden Beanspruchungen durch Verkehr, Temperatur und Wasser in **mäßig** und **hoch** beanspruchte Abdichtungen unterschieden.

Zu den **mäßig** beanspruchten Flächen zählen u.a.: **Balkone und ähnliche Flächen im Wohnungsbau**

Zu den **hoch** beanspruchten Flächen zählen u.a.: **Dachterrassen und intensiv begrünte Flächen**

Die Abdichtung (Werkstoffkombination, bzw. Ausstattung und Art) ist auf die jeweilige Beanspruchungsart abzustimmen und auszuführen.

Bei der Ausführung der Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser gelten auch

- DIN 18195-3 für die Anforderungen an den Untergrund und das Verarbeiten der Stoffe
- DIN 18195-8 für das Herstellen der Abdichtung über Bewegungsfugen
- DIN 18195-9 für das Herstellen von Durchdringungen, Übergängen und **Anschlüssen**
- DIN 18195-10 für Schutzschichten und Schutzmaßnahmen

**- Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien – Ausgabe 2010
Regel für Abdichtungen nicht genutzter Dächer
Regel für Abdichtungen genutzter Dächer und Flächen**

Diese Richtlinie behandelt die Planung und Ausführung nicht genutzter und genutzter Dächer inkl. Schichtfolge (Dachaufbau) und An- und Abschlüsse. Die Anforderungen sind weitestgehend übereinstimmend mit den jeweils zuständigen Normen DIN 18531 (Abdichtung für nicht genutzte Dächer) und DIN 18195-5 (Bauwerksabdichtung- Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser)

3. Anschlüsse, barrierefrei Planen und Ausführen

**- DIN 18195-9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse
Anordnung der Abdichtung bei Türschwellen**

Sind die die üblichen Aufkantungshöhen im Einzelfall nicht herstellbar (**z. B. bei behindertengerechten Hauseingängen, Terrassentüren, Balkon- oder Dachterrassentüren**), so sind dort **besondere Maßnahmen** gegen das **Eindringen von Wasser oder das Hinterlaufen** der Abdichtung einzuplanen.

So sind z. B. Türschwellen und Türpfosten von der Abdichtung zu hinterfahren oder an ihrer Außenoberfläche so zu gestalten, dass die Abdichtung **z. B. mit Klemmprofilen wasserdicht angeschlossen** werden kann.

Schwellenabschlüsse mit geringer oder **ohne Aufkantung** sind **zusätzlich**

- z. B. durch ausreichend große Vordächer,
Fassadenrücksprünge und/oder
unmittelbar entwässerten Rinnen mit Gitterrosten
vor starker Wasserbelastung zu schützen.

Das **Oberflächengefälle sollte nicht zur Tür hin gerichtet** sein.

- DIN Richtlinien der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) – 2005 „Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“

Barrierefreie Übergänge (≤ 2 cm) sind **Sonderkonstruktionen**, die vom **Planer** vorgegeben werden müssen. Zusätzliche Maßnahmen z.B.

- beheizte Entwässerungsrinnen
- Spritzwasserschutz durch Überdachung
- Türeindichtung mit Flanschkonstruktion
- Gefälleausbildung von Anschluss zur Terrasse hin

- Merkblatt des Zentralverbandes Deutsches Baugewerbe (ZDB)

„ Außenbeläge. Belagskonstruktionen mit Fliesen und Platten außerhalb von Gebäuden“ - 2005

Barrierefreie Übergänge gelten als **Sonderkonstruktionen**. Deshalb sind hier **besondere Maßnahmen** durch den **Planer**, z.B. **Türrahmen mit Anschlussflansch oder Vordächer** erforderlich

- DIN 18040: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 2: Wohnungen

In Bezug auf Planung und Ausführung von Anschlüssen an Terrassen-/Balkontüren enthält die Norm folgende Hinweise:

Untere Türansläge und –schwelle sind zu vermeiden. Sind sie technisch erforderlich sind, dürfen sie **nicht höher als 2 cm** sein.

Wenn der Wohnung ein **Freisitz** (Terrasse, Loggia oder Balkon) zugeordnet wird, **muss dieser barrierefrei nutzbar sein**. Er **muss** dazu von der Wohnung aus **schwollenlos** erreichbar sein.

- Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien – Ausgabe 2010 Anschlüsse an Türen

Barrierefreie Übergänge erfordern abdichtungstechnische **Sonderlösungen**, die **zwischen Planer, Türhersteller und Ausführenden** abzustimmen sind. Die **Abdichtung allein** kann die **Dichtigkeit am Türanschluss nicht** sicherstellen.

Deshalb sind **zusätzliche Maßnahmen** erforderlich, ggf. auch in Kombination, z.B.:

- wannenförmiger Entwässerungsrost ggf. beheizbar mit unmittelbarem Anschluss an die Entwässerung
- Gefälle der wasserführenden Ebene
- Schlagregen und Spritzwasserschutz durch Überdachung
- Türrahmen mit Flanschkonstruktion
- Zusätzliche Abdichtung im Innenraum mit gesonderter Entwässerung

4. Abdichtungslösung mit Magnetdoppeldichtung und Türschwelle mit vorkonfektionierter Kunststoffbahnenabdichtung

Wie funktioniert die Magnetdoppeldichtung?

Zwei Magnetprofile sind in der komplett im Boden eingelassenen Aluminiumschwelle freilagernd eingesetzt. Die Gegenprofile befinden sich unter dem Türflügel. Wird die Türe geschlossen, werden die Magnete angehoben und dichten so den Innenraum gegen Schlagregen und Wind ab. Wird die Türe geöffnet, fallen die Magnete in die Ausgangsposition zurück (vgl. Bild 1).

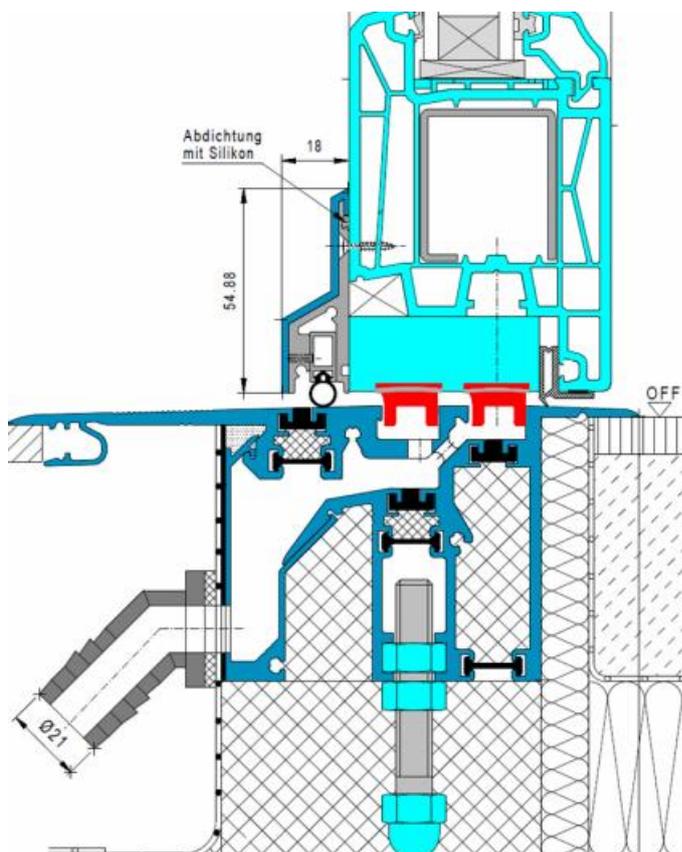


Bild 1

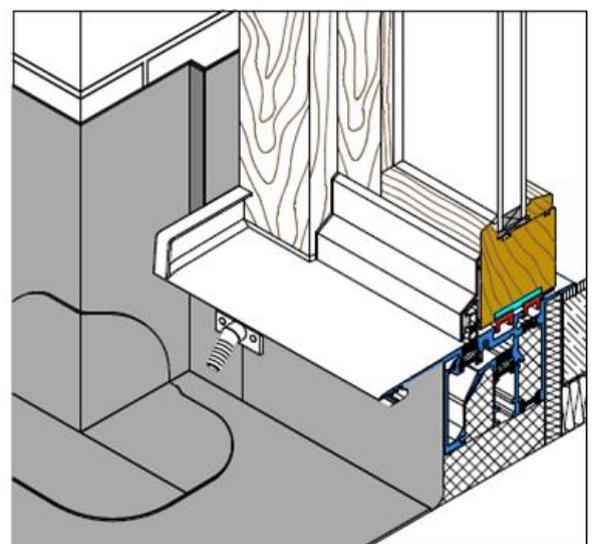


Bild 2

Durch die werkseitig vorkonfektionierte Abdichtung nach DIN 18195 (aus bitumenverträglichen, durchwurzelungs- und rhizomfesten EVA-Bahnen, Produkt EVALON®, 1,5 mm) ist die Dichtfunktion im Übergang/Türschwelle sichergestellt (vgl. Bild 2).

Die wasserdichte Abdichtung der Flächenabdichtung, bestehend aus EVA-Dichtungsbahnen erfolgt durch homogene Verschweißung mit den vorkonfektionierten EVA-Anschlussstreifen. Voraussetzung, dass diese Systemlösung zur Anwendung kommen kann ist, dass diese der Planer frühzeitig mit allen Beteiligten (Bauherr, Türhersteller, Handwerker) abstimmt. So können barrierefreie Anschlüsse unter „praxis-üblichen“ Bedingungen im Tür-/Schwellenbereich, auch im Bereich der Laibung/Rollladenführungsschienen, etc. hergestellt werden

Zusammenfassung

Der demographische Wandel wird in naher Zukunft immer mehr Auswirkungen auf unser Wohn- und Nutzungsverhalten haben. Barrierefreie Zugänge zur und innerhalb von Wohnungen werden zunehmend gefordert. Der schwellenlose Ausgang auf Balkone, Terrassen (- auch mit Begrünungen) gehört ebenso dazu. Beim Thema „barrierefreies Bauen“ werden insbesondere der Planer und die Ausführenden mit den in den zuständigen Normen beschriebenen Anforderungen und Ausführungen bei barrierefreien Anschlüssen an Terrassen- und Balkontüren sehr schnell an Grenzen stoßen, da die hierin beschriebenen Anwendungslösungen in der Praxis kaum bzw. nicht umsetzbar sind. Innovative Lösungen, die die Produkte unterschiedlicher Hersteller in einem System integrieren bieten dem Planer, wie auch den jeweiligen Handwerkern (Türeinbau/Abdichtung) Sicherheit (vgl. Bild 3).

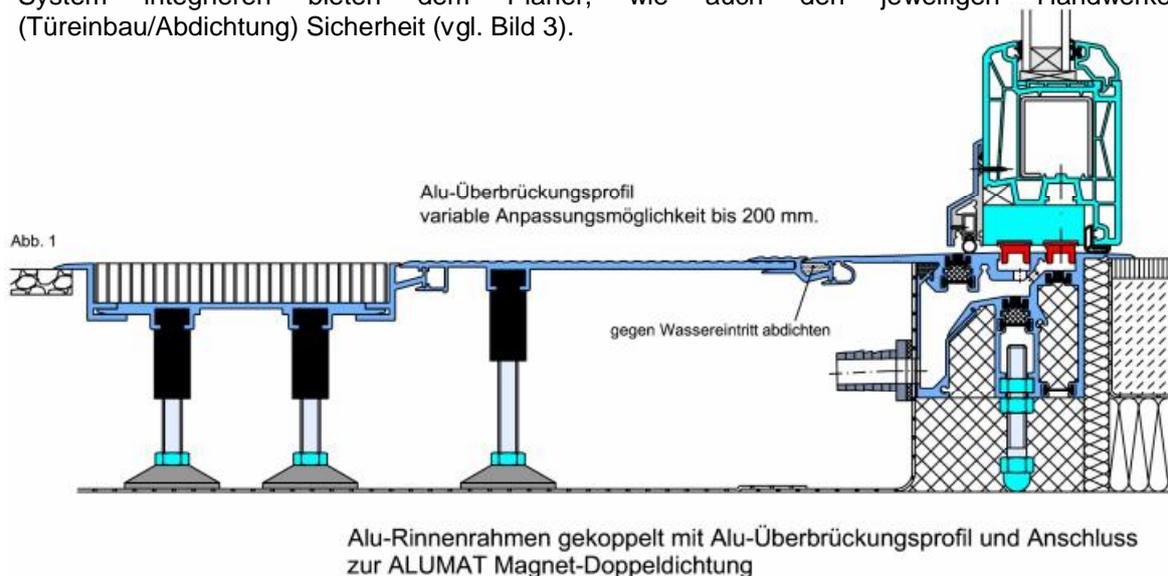


Bild 3



Bild 4

Das vorgestellte System mit Magnetdoppeldichtung und integrierter Anschlussbahn im Bereich der Türschwelle erfüllt die vielseitigen Anforderungen und wird seit Jahren in der Praxis erfolgreich angewandt.
(vgl. Bild 4)

Quellennachweis Bilder: ALUMAT-Frey GmbH, Im Hart 10, 87600 Kaufbeuren



Themenkreis „Forschung & Lehre“

Pflege und Wartung von Dachgärten. Eine Kosten-Nutzen-Analyse Prof. Dr. Manfred Köhler und Philip Ehlert, Hochschule Neubrandenburg

Einleitung

Dachgärten – die intensiv gepflegten und vielfach nutzbaren Dachbegrünungen – nehmen in Deutschland in den letzten Jahren zwar zu, sie sind mit weniger als 15% der neu errichteten Dachbegrünungen (nach FBB-Umfrage 2012) immer noch in der Minderzahl gegenüber extensiver Begrünungen. Nutzbare Dachlandschaften sind es aber, die für Städter diese Begrünungstechnik erlebbar machen und, gute Ausführung und Pflege vorausgesetzt, den Wunsch nach weiteren Dachbegrünungen fördern. Auf künstlichen Oberflächen ohne Bodenanschluss herrschen besondere Verhältnisse, vor allem limitiertes Bodenvolumen und stärkere Windverhältnisse erfordern Planung und ausreichende und regelmäßige Pflege und Wartung.

Das limitierte Bodenvolumen setzt der Pflanzenauswahl bei Dachgärten enge Grenzen. Schon bei der Planung sollte das erforderliche Bodenvolumen der Arten im Alterszustand berücksichtigt werden.

Dachgärten gibt es weltweit seit Jahrzehnten, Osmundson (1999) stellte eine Vielzahl von Projekten zusammen. Meistens werden ausschließlich Momentaufnahmen von Projekten vorgestellt, der Alterungsdynamik wird zu selten nachgegangen. Während viele Fehler durch die richtige Materialauswahl vermieden werden kann. Das jeweilige Erscheinungsbild stellt ein Summenergebnis aus richtiger Planung und kontinuierlich richtiger Pflege dar. Probleme können vor allem dann auftreten, wenn es durch Besitzerwechsel zu Einsparungen kommt.

Gut angelegte Dachgärten und kontinuierliche Pflege sichern eine dauerhafte Haltbarkeit der Dachgärten ab. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt bei der Betrachtung zweier Dachgärten, für die kontinuierliche Informationen vorlagen. Diese Dachgärten waren Gegenstand der Diplomarbeit von Ehlert, 2010, ergänzend sind noch einige internationale Beispiele angefügt worden. Ziel der Arbeit war es, an Einzelbeispielen zu überprüfen, ob sich aufgestaute Pflege erhöhend oder senkend auf die Unterhaltungsaufwendungen auswirkt.

1. Aspekte der richtigen Planung:

Pflanzenauswahl kleinbleibender, weniger windanfälliger Gehölze, mit wenig aggressivem Wurzelwuchs.

Große Gehölze sind einerseits gewünscht, die Aufgabe des Planers ist es, die Größe und Artenzusammensetzung in der Alterungsphase richtig einzuschätzen. Als zu groß wachsende Baumart und wenig geeignet seien hier Spitz- oder Bergahorn genannt, die entgegen ihren typischen Wuchsorten nur eingeschränkt wachsen und zu kleine Pflanzboxen sprengen können. (Beispiel Hundertwasserhaus, Wien).

Gegen Windwurf sind technische Möglichkeiten der Wurzelfixierung entwickelt worden. Auf solche Maßnahmen muss im Falle von Dachgärten auf vielgeschossigen Bauwerken zurückgegriffen werden.

Einleitend werden ausgewählte Dachgartenbeispiele vorgestellt für die Informationen aus einer Reihe von Jahren vorliegen. Das ehemalige Schering-Gebäude in Berlin-Wedding kann hier genannt werden. Eine wohl ausgewogene Pflanzenauswahl und gute Pflege bestimmte das überzeugende Vegetationsbild der ersten Jahre (Mitte der 1980er). Besitzerwechsel und die Einschränkung des Pflegeumfanges änderten das Vegetationsbild. Die Vielfalt ging zurück, es blieb aber ein funktionstüchtiger Dachgarten erhalten.

Ein weiteres öffentlich zugängliches Beispiel ist der Dachgarten am Rathaus in Bonn. Die hier gepflanzten Kiefern haben jetzt nach einigen Jahrzehnten die maximale Pflanzgröße erreicht, dass eine größere Sanierung ansteht.

2. Alterungsfähigkeit von Dachgärten

Die Abschätzung der Lebenserwartung von Dachgärten ist nur für einzelne Komponenten anzugeben. Die Dichtungsbahnen halten 15-25 Jahre bei einem unbegrüntem Dach, bei einem Dachgarten ist die Haltbarkeit grundsätzlich wegen der reduzierten Verwitterung länger grundsätzlich aber nicht ewig (Hoff, 2007). Es kommen aber andere Schwierigkeiten hinzu, die meist aus mangelnder Reinigung technischer Bauteile, etwa der Einläufe resultieren. Ebenso können an aufsteigenden Bauteilen Dachbahnen der freien Verwitterung ausgesetzt sein und zu Schäden führen. Die mechanische Wirkung wachsender Wurzelteile in zu kleinen Pflanzgefäßen ist eine weitere Fehlerursache, die durch regelmäßige Überprüfung beherrscht werden kann.



Pflege von Dachgärten hat viel mit regelmäßiger Inspektion und keinen Arbeitsschritte zu tun, die rechtzeitig größere negative Wirkungen verhindern.

Auch grundsätzlich kleinwüchsige Gehölze können nach einigen Jahrzehnten für die Pflanzgefäße zu groß werden, hier seien Pinus mugo oder Amelanchier – Gehölze genannt. Der richtige Gehölzschnitt wäre hier rechtzeitig durchzuführen.

Es gibt jetzt seit den 1970er Jahren genügend Dachgartenbeispiele, die es lohnt, hinsichtlich der Pflanzenentwicklung näher zu betrachten. Etwa 3-4 Jahrzehnte bedeuten für viele Bauteile ein normaler Austauschzyklus und größere Instandsetzungen. Das sollte für Dachgärten möglichst vermieden werden. Größerer Sanierungsaufwand nach solch einem Zeitraum kann auch mit dem veränderten Zeitgeschmacks zusammenhängen, dass gewisse Formen des Zeitgeistes nicht mehr gewünscht sind. Für einzelne Bauteile, etwa die Be- und Entwässerung kann nach diesem Zeitraum ein technischer Austausch die Funktionstüchtigkeit erhöhen. Im Bereich der Beleuchtungskörper ist auch Gründen der neueren Energie sparenden Techniken ebenfalls ein Austausch angeraten

Gut angelegte Dachgärten weltweit können über Jahrzehnte voll funktionsfähig bleiben. Typische Elemente des jeweiligen Zeitgeistes können sogar den Charakter der Anlage unterstreichen und können bei einigen Objekten gleich in die Qualität des Denkmalschutzes übergehen, siehe die Beispiele MEC, Rio de Janeiro oder Rockefeller Center, NYC).

2. Die Beispiele

In der Bundesrepublik gibt es zahlreiche Beispiele, die hier angeführt werden können. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Planungsbeispiele betrachtet, an denen Ben Köthner beteiligt war und dankenswerterweise Unterlagen zur Verfügung stellte. Beide Beispiele charakterisieren gute Planungen, die allerdings mangelnde Pflege lag in der Zuständigkeit der entsprechenden Eigentümer. Kontinuierliche Pflege gegenüber der anstehenden umfangreicheren Pflege – einige Aspekte aus der Arbeit Ehlert, 2010 hier nachfolgend in aller Kürze:

Arbeitsthese: Regelmäßige sachkundige Unterhaltung ist auf längere Sicht kostengünstiger als die von Zeit zu Zeit erforderlichen grundsätzlichen Instandsetzungsarbeiten.

Hoff, 2007: macht eine einfache Kostengegenüberstellung für Dachgärten auf:

LCC = IC + MCPV + RCPV

Mit:

LCC = Life cycle cost (in €/m²)

IC = Initial cost (Anfangskosten)

MCPV = Present value of all future maintenance costs (Gegenwärtige Kosten für alle zukünftigen Pflegearbeiten).

RCPV = Present value of future removal and replacement costs (Wert aller zukünftigen Austauschkosten).

Zusätzlich sind die Kapitaldienstleistungskosten über den Zeitraum zu berücksichtigen. Zusätzlich zu den monetären Kosten wären noch Imageverluste durch einen schlechten visuellen Gesamteindruck abzuschätzen. Dachgärten können die optische Visitenkarte eines Unternehmens sein. Wird dieses über längere Zeit vernachlässigt, wäre das eine Kostengröße, die im Werbeetat des Unternehmens zu berücksichtigen wäre.

Die Erfordernisse von regelmäßiger Pflege sind nach der FLL-Richtlinie 2008 mit etwa 2-12 Pflegegängen pro Jahr, sowie inhaltlich nach Leistungsgruppen umrissen. Neben einer Vielzahl von Kontrollarbeiten sind dort etwa der Be- und Entwässerung, der Verankerungen von Gehölzen sowie das Freilegen von Rand- und Sicherheitsstreifen genannt. Unerwünschter Bewuchs ist regelmäßig und rechtzeitig zu entfernen. Was in diesem Sinne als „unerwünscht“ gilt, ist für jedes Projekt im Rahmen eines Pflegeplanes zu definieren.

Beispiel 1: Universitätsklinikum Essen; gesamte Dachfläche 6.200 m² mit ca. 2.500m² Vegetationsflächen, sowie Pflaster-, Kies-, und sonstige Flächen.

Charakterisierung der Entwicklung bis 2010:

- Sukzession auf den Flächen über Jahre,
- Wildpflanzenentwicklung, in vielen Bereichen ebenfalls ungestört über Jahre,
- Fehlende Nachpflanzungen bei Zerstörung oder anderweitigem Vegetationsausfall.

Einige Pflanzen entwickelten sich prächtig, es fehlte aber die regelmäßig erforderliche gärtnerische Lenkung der Vegetation.

Die wesentlichen Problemfelder lassen sich wie folgt umreißen: -Ausfall von Gehölzen, fehlende Nachpflanzung über Jahre, Ausfall von Bodendeckern, üppig wachsende Arten wurden nicht



zurückgeschnitten. Rosenrabatten nicht ausreichend gepflegt, in Hochbeeten dehnten sich einzelnen Arten unkontrolliert aus. Die Funktionstüchtigkeit von Be- und Entwässerung ist erheblich eingeschränkt.

Auf die detaillierte Aufstellung der Einzelpositionen soll hier verzichtet werden: nur die Eckdaten (für die letzten 10 Jahre):

- Jährliche Kostenumfang für ausreichende Pflege: etwa 12.T € also ca. 2€/m² (4 Pflegedurchgänge)

Jetzt bei vernachlässigter Pflege über Jahre ist erforderlich: Instandsetzung: 34.3T€ (einschl. Verbesserung Be- und Entwässerungsanlage, Intensivere Anfangspflege 18.9T€, plus Erschweris-Mehraufwand, etwa Kran: 10.T€ = 63.2T€

- In den 3 Jahren hätte die Pflege etwa 36T€ gekostet;
- Mehraufwand allein auf die 3 Jahre bezogen: ca. 27.T€

Schon nach 3 Jahren hat sich somit ein erheblicher Kostenblock angestaut. Längere Phasen ohne regelmäßige Pflege können die Kosten weiter in Höhe treiben, **Mehrkosten 9T€ Jahr.**

Beispiel 2: Karstadt Hauptverwaltung: Realisierung von 1969, gesamt 8.500m², Vegetationsflächen 5.900m² sowie ca. 2.600m² Pflasterflächen.

Charakterisierung der Entwicklung bis 2010:

- Über viele Jahre keine oder ungenügende Pflege,
- Wuchernder Fremdbewuchs in den Pflanzungen,
- Verbuschung,
- Versinterung der Regeneinläufe;

Kostenschätzung jährliche Pflegekosten: 16.T €,

Aktuell erforderliche Instandsetzung: 218 T €

Dazu einer erneute dreijährige „Anfangspflege“ ca. 20 T €,

plus Bedarfskosten (Kran, Instandsetzung techn. Infrastruktur) 30 T €

gesamt: 268 T €,

Die reguläre zehnjährigen Pflege erbrächte eine Ersparnis von ca. 100 T € Dieses Projekt ist ca. 1/3 größer als das erste. Auf das Einzeljahr umgerechnet wäre bei diesem Projekt der jährliche Mehraufwand durch die vernachlässigte Pflege etwa 10T€

Bei beiden Projekten liegt ein jährlicher Pflegebeitrag von ca. 2€/m² zugrunde. Die nicht erfolgende Pflege summiert sich auf und verursacht Tätigkeiten, die einen größeren Mehraufwand erfordern, der je nach Projekt schwanken kann. In beiden Fällen wirkt sich regelmäßige Pflege kostensenkend aus.

Ausblick

Die Liste faszinierender älterer Dachgärten, ist lang. In einer solchen Sammlung dürften nicht fehlen:

-das „Rockefeller Center“ in New York, 1939 eröffnet zu nennen. Der Dachgarten ist zwischenzeitlich auch einmal grundsaniert worden. Er ist heute aber eines der Markenzeichen des Gebäudes.

-Das MEC –Gebäude (Ministerium Educacao, Rio de Janeiro), stammt aus der gleichen Zeit, auch dieser Dachgarten ist zwischenzeitlich einmal grundüberholt worden. Die ursprüngliche Pflanzstruktur folgt aber immer noch dem Plan aus den 1930ern.

Das im Vortrag erwähnte weitere US-Beispiel aus den USA, „Union Bank Square in Los Angeles“ von 1968 (Landschaftsarchitekt Garrett Eckbo, Fotos von Charles Birnbaum), sind jüngeren Datums, Die Abbildungen zeigen, dass durch die kontinuierliche Pflege über Jahre ein proportionales Bild erhalten bleiben kann. Hierbei ist die regelmäßige Wässerung eine Voraussetzung für die Qualität.

Eine alterungsfähige Dachgartenanlage zu Beginn der 1970er Jahre aus Vancouver (Planerin C.Hahn-Oberlander) zeigt, dass auch „mitwachsende Bodenvolumina größeren Bäumen über längere Zeit ausreichend Wurzelraum ermöglichen.

Das abschließende Beispiel (Foto, K.Dakin) zeigt das National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado, es wurde von I.M. Pei in den frühen 1960ern als „nicht bewässerter und nahezu pflegeloser Präriegarten angelegt. Das Bild dieser Dachfläche integriert sich nahtlos in die umgebende Prärielandschaft.

Die beiden vertieft vorgestellten Pflanzbeispielen aus NRW und die kleine Anzahl weiterer Beispiel unterstreichen die Bedeutung der regelmäßigen Pflege für den Erhalt angestrebter Pflanzenbilder über längere Zeit. Regelmäßige Pflege bedeutet auch, mit der typischen Wuchsdynamik der



verwendeten Pflanzen geschickt umzugehen. Die regelmäßige Pflege schließt Rückschnitt und rechtzeitige Neupflanzungen mit ein, es trägt auch zu einer Kostensenkung bei.

Dachgärten sind intensive Grünanlage, die mehr Pflege benötigen als ebenerdige Anlagen. Die großen Vorteile, die man sich mit Dachgärten einkauft, ist die zusätzliche Grünfläche im unmittelbaren Gebäudekontakt, was für Krankenhäuser für die mobilitätseingeschränkten Patienten ein enormer Vorteil sein kann. Bei Krankenhäusern, aber auch bei kommunalen Gebäuden wie etwa den Rathäusern kommt der besondere Imagegewinn noch hinzu. Solch eine Gesamtbetrachtung wird bisher noch viel zu selten angestellt (LIAK, 2010).

Dachgärten sind individuelle Planungsleistungen, die ein erhöhtes Maß an technischen als auch an Pflanzenkenntnissen erfordern. Der Fachplaner für den Dachgarten muss im Rahmen der Gesamtplanung auf die regelmäßigen Erfordernisse der Pflege hinweisen, was somit zum guten Gesamtergebnis und zur Kostensenkung eines Projektes beitragen kann.

Anmerkung:

Diesen Beitrag widmen wir Konrad Ben Köthner, Essen.

Literatur:

Ehlert, P., 2010: Untersuchung zur langfristigen Entwicklung von intensiven Dachbegrünungen in Essen. Hochschule Neubrandenburg, 81 S.

FLL, 2008: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, Bonn, 118 S.

Hoff, J. 2007: A new approach to Roof Life Cycle Analysis. Interface, 5-12.

Liak, T.L., 2010: A healing space, Creating biodiversity at Khoo Teck Puat Hospital. Publication of the Corporate Communication Department of Alexandra Health System.

Osmundson, T. 1999: Roof gardens. New York,

Dank: An Karla Dakin, K. Dakin Design Inc. 1240 La Farge Avenue Louisville, CO 80027 303.604.2988 für die Lieferung dreier Bilder aus den USA.



Feinstaubbindung in Abhängigkeit der Dachbegrünungsform Dr. Olga Gorbachevskaya, IASP, Humboldt-Universität zu Berlin

Feinstaubbindung in Abhängigkeit von der Dachbegrünungsform

Hintergrund

Im Rahmen einer von der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e. V. (FBB) in Auftrag gegebenen Studie wurden Recherchen, Pflanzenversuche und Modellrechnungen zum Feinstaubbindungsvermögen von Pflanzen durchgeführt. Im Vordergrund des Interesses stehen Pflanzenarten, die bei der Bauwerksbegrünung häufig zum Einsatz kommen.

Es werden Empfehlungen für Unternehmen im Bereich Bauwerksbegrünung bzw. Garten- und Landschaftsbau gegeben, um hier eine differenzierte Pflanzenauswahl hinsichtlich des Feinstaubbindungsvermögens treffen zu können.

Stand des Wissens

Die Filterleistung verschiedener Vegetationsformen wird im Regelfall auf der Basis von Modellen eingeschätzt bzw. aus den Ergebnissen des Blattabwaschverfahrens auf die Gesamtheit der Bestände extrapoliert. In der folgenden Tabelle sind die berechneten Effizienzen der Filterung unterschiedlicher Vegetationsformen zusammengefasst (Ergebnisse der Literaturrecherche).

Tabelle 1: Staubaufnahme durch Vegetation

Vegetationsform	Feinstaubaufnahme	Feinstaubfilterung	Quellen
Einzelner Nadelbaum	60-200 mg/m ²	4-20 %	Freer-Smith et al. 2005, Nowak 1994, nach Wesseling et al. 2004, Nowak et al. 2002, Langner 2006.
Einzelner Laubbaum	40-100 mg/m ²		
Durchschnittlicher Baum	25-1400 g/Jahr		
Strauch	2,2-8,8 g/m ² ·Jahr	15 %	Escobedo et al. 2008, Pfanz et al. 2006.
Wiesen/Rasen	0,9-4,6 g/m ² ·Jahr	7,5 %	Escobedo et al. 2008, Pfanz 2007.
Stadtwälder	2,3-11,5 g/m ² ·Jahr	0,2-30 %	Nowak et al. 2006, Swaagstra, De Kluiver 2007, Escobedo et al. 2008.
Dachbegrünung	20-100 g/m ² ·Jahr	1-5%	Rowe 2011, Yang et al. 2008.

Die ermittelten Feinstaubaufnahmen von grünen Dächern unterscheiden sich oft bei verschiedenen Autoren um mehrere Größenordnungen. Nach Nowak et al. (2006) besitzen die Dachbegrünungen eine ähnliche Fähigkeit, Feinstaub aufzunehmen, wie Straßenbäume. Modellierungen von Johnson und Newton (1996, nach Rowe, 2011) zeigen, dass ein Quadratmeter eines nicht geschnittenen Rasens als Dachbegrünung in der Lage ist, 2 kg Feinstaub aus der Luft zu entfernen (keine Zeitangabe). Rowe (2011) gibt die Partikelmasse, die von einem Quadratmeter eines begrünten Daches pro Jahr aufgenommen wird, mit 100 g an. Die Partikelaufnahme von 19 m² extensiver Dachbegrünung soll nach Yang et al. (2008) der eines mittelgroßen Straßenbaumes entsprechen. Folgt man den Angaben von Langner (2006) zu der Filterungsleistung eines Baumes (vgl. Tabelle 1), wären damit pro Quadratmeter einer Dachbegrünung nur ca. 20 g Feinstaub pro Vegetationsperiode aufgenommen.

Die für die Deposition der Partikel relevanten Eigenschaften einer Oberfläche sind ihre Rauigkeit, Mikrostrukturierung, Gesamtfläche, Beweglichkeit, Festigkeit sowie ihre chemischen Eigenschaften. Es sind daher bei Dachbegrünungen mit verschiedenen Vegetationsformen artspezifische Unterschiede zu erwarten. Vergleichende Untersuchungen verschiedener Dachbegrünungen hinsichtlich ihres Potentials als Feinstaubfilter unter kontrollierten Bedingungen sind nicht bekannt.



Material und Methoden

Untersucht wurden Vegetationsmatten in drei Varianten: Sedum-Matte, Sedum-Gras-Kraut-Matte und Moos-Matte. Alle Matten von 1 m x 1 m Größe wurden in vierfacher Ausführung untersucht. Auf den Sedum-Matten kamen sieben Sedum-Arten vor, Sedum album dominierte mit einem Deckungsgrad von ca. 60 %, die Gesamtdeckung betrug 94 %. Die Deckung der Moosmatten betrug 99 %. Die Vegetationsmatten „Sedum-Gras-Kraut“ waren kurze Zeit vor der Versuchsdurchführung Trockenstress ausgesetzt und es kam zum Absterben vieler Graspflanzen. Das dominierende Gras Festuca tenuifolia bildete eine Deckung von 69 %, davon betrug die Deckung toter Halme zu Beginn der Untersuchung im Durchschnitt 38 %. Die beschriebenen Umstände beeinflussten unserer Meinung nach die Filterungsleistung der Sedum-Gras-Kraut-Matten negativ.

Im Vergleich zu den bepflanzten Prüfvarianten wurden die Varianten „unbegrünte Matte“ sowie „Schotter“ untersucht. Die „unbegrünten Matten“ werden in der Praxis als Basis für die Moosbegrünung verwendet. Sie bestehen aus einer 0,5 cm dicken Vlieschicht, an deren Oberfläche ein Kunststoffgeflecht zur Stabilisierung der Moose angebracht ist. Der zu überprüfende Schotter wies eine durchschnittliche Korngröße von 8-16 mm auf.

Die Durchführung der Versuche erfolgte in einer Messzelle aus Plexiglas in Form eines Kubus mit einem Volumen von 1 m³. Eine runde Öffnung an einer Seite des Kubus diente zur Applikation des Prüfstaubes. Die gegenüberliegende Seite war zu öffnen und ermöglichte das Platzieren der Prüfvarianten. An der oberen Innenseite des Kubus befand sich ein 40 cm langer und 7 cm breiter Ventilator mit verstellbarer Drehzahl. Das Netzgerät (Mc Power RNG-1502 BL) für den Ventilator war während der Versuche außerhalb der Messzelle angeschlossen und erzeugte Windverhältnisse von ca. 1 und 2 m/s. Zur gleichmäßigeren Applikation des Prüfstaubes diente ein 20 cm langes Kunststoffrohr, welches abschließend in die runde Öffnung eingeführt werden konnte. Die Messung der Partikelkonzentration an der Oberfläche jedes Prüfobjektes erfolgte mit zwei Laserpartikelzählern der Firma Kanomax (Geo- α 3886) in fünf Kanälen für die Partikelgrößen 0,3 μ m, 0,5 μ m, 1 μ m, 3 μ m und 5 μ m. Da die Prüfvarianten 1/6 der Wände der Messzelle bedecken (Boden) und eine Partikelabsetzung auf den restlichen 5/6 der Wände zu erwarten ist, wurden Messungen in einer leeren Zelle als Null-Messung durchgeführt.

Die Versuche fanden bei jeder Messung nach folgendem Schema statt:

Vor Beginn einer Messung wurde durch die Reinigung der Messzelle sichergestellt, dass keine Messfehler durch Verunreinigungen auftraten. Anschließend wurde die zu untersuchende Prüfvariante horizontal auf dem Boden der Messzelle positioniert. Mit Hilfe der Abstandhalter der Partikelzähler wurde die Messhöhe auf die jeweilige durchschnittliche Vegetationshöhe bzw. Schichtdicke der Varianten eingestellt. Die Partikelzähler wurden innen gegenüberliegend, mittig an der Plexiglaswand auf dem Boden ausgerichtet. Das Applikationsrohr wurde in die dafür vorgesehene Öffnung der Messzelle eingeführt. Es folgte das Anschalten des Ventilators und das Starten der Partikelmessgeräte. Die Messzelle wurde mit Hilfe zweier Schrauben fest verschlossen. Der vorher abgewogene Staub (1 g) wurde in kleinen Teilmengen mittig in das Applikationsrohr geführt und mit Hilfe eines handelsüblichen Haartrockners großflächig ausgebreitet, um eine gleichmäßige Staubverteilung zu gewährleisten. Der Ventilator wurde nach der 5. Messung abgeschaltet. Um das Verhalten der Partikel unter Windeinfluss zu untersuchen, wurde der Ventilator während den 45. – 49. Messung erneut eingeschaltet.

Bei gleichem Versuchsaufbau wurden zusätzlich sechsstündige Langzeitmessungen durchgeführt. Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurde eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s simuliert. Es wurde je Prüfvariante eine Messung vorgenommen. Diese Versuchsreihe diente der Untersuchung des Verhaltens der Partikel unter kontinuierlichem Windeinfluss über einen längeren Zeitraum.



Abb. 1

Abbildung 1: Messzelle mit ausgerichteten Partikelmessgeräten auf der Prüfvariante „unbegrünte Matte“



Abb. 2

Abbildung 2: Applikation des Prüfstaubs.

Für die Beschreibung der Oberflächenstrukturen wurden verschiedene Pflanzenarten der Vegetationsmatten nach der Bestäubung unter einem Rasterelektronenmikroskop analysiert.

Die Reduzierung des Staubes wurde anhand der Konzentrationsänderung in der Luft gemessen. Sie lässt keine Rückschlüsse auf eine Anlagerung auf der Oberfläche oder Eindringen in das Pflanzengewebe zu. Der Begriff „Feinstaubfilterung“ beschreibt hier die Reduzierung der Staubkonzentration.

Unterteilt nach den Partikelgrößen wurden die prozentualen Filterleistungen der verschiedenen Prüfvarianten berechnet. Hierzu diente die Formel: $(K_{\max} - K_{\text{end}}) * 100 / K_{\max}$,
 K_{\max} – Konzentrationsmaximum,
 K_{end} – Konzentration am Ende des Versuchs.

Ergebnisse

Kurzzeitmessungen von 90 Minuten unter 5-minütiger Windeinwirkung mit 2 m/s

Die größte Partikelaufnahme zeigte die Sedum-Matte. Diese nahm Partikel der Größe 0,3 µm bis 3 µm signifikant besser auf als die unbegrünten Matten und der Schotter (vgl. Tabelle 2). Die Sedum-Gras-Kraut-Matte zeigte die schlechteste Filterleistung für Partikel von 0,3 µm Größe. Hinsichtlich der Partikelgrößen 0,5 µm und 1 µm lag die Filterleistung der Sedum-Gras-Kraut-Matte unter allen Vegetationsmatten am niedrigsten, sie war jedoch höher als bei den unbegrünten Matten und beim Schotter.

Tabelle 2: Prozentuale Filterleistungen der Prüfvarianten nach 90 Minuten bei 5-minütiger Windeinwirkung mit 2 m/s. Grün markiert die höchste Filterleistung, rot die geringste. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede auf dem Niveau $\alpha=0,05$ an.

Staubfraktion \ Variante	Filterleistung in Prozent nach 90 Minuten				
	0,3 μm	0,5 μm	1 μm	3 μm	5 μm
Unbegrünte Matte	-1,07*AB	3,47*A	10,52*A	17,52*A	16,89
Schotter	1,42*AB	8,90*A	17,23*A	17,90*A	17,13
Moos	1,68*BC	15,49*AB	29,78*AB	21,66*B	17,61
Sedum	11,33*C	30,94*B	33,41*B	21,10*B	17,57
Sedum-Gras-Kraut	-2,67*A	10,01*AB	26,42*AB	21,31*B	17,57

Alle Vegetationsmatten haben die Partikel mit einem Durchmesser von 0,5 μm bis 3 μm effektiver gebunden als die unbegrünte Vliesmatte und der Schotter. Mit der Zunahme der Partikelgröße werden die Unterschiede zwischen den Filterleistungen der Varianten geringer; bei 5 μm existieren kaum noch Unterschiede. Der Schotter ist dabei eine effektivere Partikelsenke als die Vliesmatte ohne Vegetation.

Kurzfristige Windeinwirkung

Der simulierte Wind mit einer Stärke von 2 m/s wirkte im Versuch innerhalb von 5 Minuten (45.-49. Minute des Versuchs) und zeigte eine positive Wirkung auf die Senkung der Partikelkonzentration bei den Teilchen von 0,5 μm und größer. Die vom Ventilator erzeugten Luftströmungen beschleunigten die Bewegung der Partikel im Raum, so dass diese schneller mit der Oberfläche in Kontakt kamen.

Bei allen Vegetationsmatten nahm unter Windeinwirkung die Deposition von Partikeln der Fraktionen 0,5 μm bis 3 μm signifikant zu gegenüber den Varianten „unbegrünte Matte,“ und „Schotter“ (vgl. Tabelle 3). Bei Partikeln der Größe 0,3 μm wurde unter kurzfristiger Windeinwirkung bei keiner Variante eine effektive Deposition gemessen. Die Moosmatte zeigte in diesem Versuch hinsichtlich der Partikelgrößen 0,5 μm und 3 μm die beste Filterungsleistung. Die ermittelten negativen Filterungsgrade bei Prüfstaub der Größe 0,3 μm deuten vermutlich auf eine Partikelfreisetzung durch die Prüfvarianten hin. In den „Sedum-Gras-Kraut“-Matten mit einem hohen Deckungsgrad an abgestorbenem Gras wurden mehr Partikel erzeugt als in den anderen. Bemerkenswert ist der große Effekt der kurzen „Windperiode“ auf die gesamte Filterung: die Konzentration der Teilchen von 0,5 μm in der Luft sank in den Ansätzen mit Vegetation durch die Windeinwirkung um 15 % - 40 % und der Anteil der Partikel von 1 μm nahm um 30 % - 50 % ab.

Tabelle 3: Prozentuale Filterleistungen der Prüfvarianten nach der 5-minütigen Windeinwirkung mit 2 m/s. Grün markierte Felder geben die Varianten mit der höchsten Filterleistung an, rot markiert die geringste Leistung. Unterschiedliche Buchstaben zeigen die signifikanten Unterschiede auf dem Niveau $\alpha=0,05$ an.

Staubfraktion \ Variante	Filterleistung in Prozent bei Windstärke 2 m/s				
	0,3 μm	0,5 μm	1 μm	3 μm	5 μm
Unbegrünte Matte	-0,58*A	-0,13*A	0,65*A	6,98*B	16,38*AB
Schotter	-0,81*A	-0,34*A	-0,64*A	-0,44*A	3,55*A
Moos	-2,63*AB	4,63*B	13,51*B	24,68*C	20,06*B
Sedum	-2,12*AB	4,45*B	12,43*B	20,78*C	19,53*B
Sedum-Gras-Kraut	-3,84*B	4,48*B	14,11*B	22,04*C	16,58*AB

Die Berechnungen ergaben, dass ein erhöhter Anteil an abgestorbenen Graspflanzen auf der Prüfmatte zu einer reduzierten Bindung von Partikeln führte. Eine positive Korrelation ergab sich zwischen dem Anteil an lebenden Graspflanzen und der Filterleistung für 0,3 μm und 1 μm Partikel. Demnach reduziert sich die Konzentration dieser Fraktionen, wenn sich der Anteil der lebenden Graspflanzen auf den Vegetationsmatten erhöht. Die Ergebnisse bestätigen, dass ein Unterschied zwischen den Filterleistungen der lebenden und der toten Graspflanzen existiert.

Langzeitversuch von 6 Stunden mit Windsimulation der Stärke 1 m/s

Der Vergleich der Dauerversuche zeigt, dass alle Prüfvarianten Staub mit den Partikelgrößen 0,5 µm, 1 µm, 3 µm und 5 µm langfristig nahezu zu 100 % binden und somit dessen Konzentration in der Luft reduzieren. 0,3 µm große Partikel können hingegen von keiner Prüfvariante vollständig gebunden und langfristig gehalten werden. Bezogen auf die zuletzt genannte Partikelgröße treten sehr starke Schwankungen in der Filterleistung unter den verschiedenen Matten und dem Schotter auf. Die Varianten „unbegrünte Matte“, „Schotter“ und „Sedum-Gras-Kraut“ binden anfangs sehr schnell eine bestimmte Menge der Partikel, können diese aber nicht langfristig halten. Zum Ende der Messungen kam es bei diesen drei Prüfvarianten zu einem leichten Konzentrationsanstieg des Staubs in der Luft.

Die Sedum-Matte bindet den Staub im lungengängigem Bereich von <3 µm am effektivsten und schneidet unter allen Prüfvarianten am besten ab (Tabelle 4).

Tabelle 4: Prozentuale Filterleistungen der Prüfvarianten nach 6 Stunden unter Windeinwirkung mit 1 m/s. Grün markierte Felder entsprechen den Varianten mit der höchsten Filterleistung, rot zeigt die geringste Filterleistung an.

Staubfraktion Variante	Filterleistung in Prozent nach 6 Stunden in der Windstärke 1 m/s				
	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	3 µm	5 µm
Unbegrünte Matte	35,04	70,66	87,83	99,40	99,86
Schotter	34,50	74,74	89,37	99,29	99,81
Moos	9,66	63,10	87,19	99,50	99,87
Sedum	62,19	84,90	92,56	98,97	99,60
Sedum-Gras-Kraut	14,71	46,99	74,28	97,61	99,28

Die größte Partikelabscheidung erfolgte in der Variante „Sedum“ in den ersten 90 Minuten. Sie betrug in der Partikelgröße 0,3 µm 60 % und bei 0,5 µm 80 %. Diese Rate überstieg wesentlich die Leistung im 90-minütigen Versuch mit der kurzfristigen Windeinwirkung. Der Vergleich macht deutlich, dass bei kontinuierlich applizierten geringeren Windgeschwindigkeiten mehr feine Partikel (0,3 und 0,5 µm) abgesetzt werden und die Absetzung schneller erfolgt als bei kurzfristiger Einwirkung des Windes. Eine höhere Windgeschwindigkeit von 2 m/s hat hingegen eine größere Wirkung auf die Deposition der größeren Partikel (3 µm und 5 µm) auf der Vegetation. Im langfristigen Versuch von 6 Stunden schnitt die Sedum-Gras-Kraut-Matte wieder deutlich schlechter ab als die Sedum-Matte.

Oberflächen unter dem Rasterelektronenmikroskop

Die Mikroskopie von *Sedum album* ergab, dass die Oberfläche bei dieser Art strukturiert ist. Die Blätter sowie die Sprosse weisen viele Einkerbungen und Erhebungen auf (Abbildung 3). Diese vergrößern ihrerseits die gesamte Oberfläche. Auf den Blättern von *Sedum album* wurde generell mehr Staub nachgewiesen als auf den Blättern anderer Arten.

Für die Blattscheide des Haarschwingels (*Festuca tenuifolia*) sind die länglichen, leicht nach außen gewölbten Zellen charakteristisch. Auswölbungen, Härchen und Zacken an den Blatträndern können auch zu einer Oberflächenvergrößerung beitragen. Auf diesen Strukturen bleiben die Partikel haften.

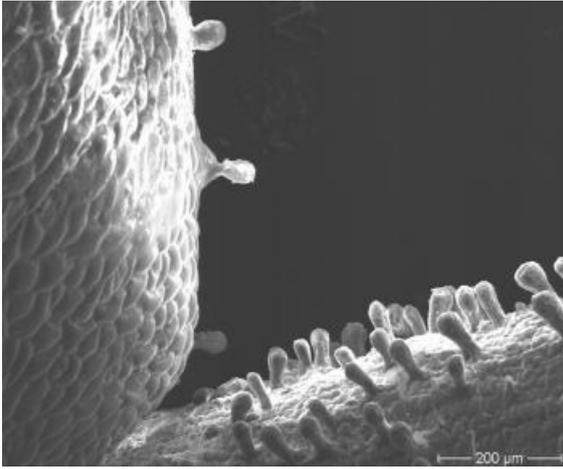


Abb. 3

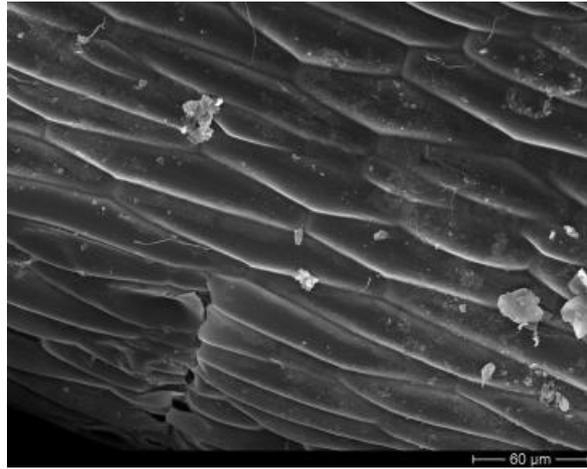


Abb. 4

Abbildung 3: Papillen auf dem Blatt (links) und auf der Sprossachse (rechts) von *Sedum album*

Abbildung 4: Blattscheide von *Festuca tenuifolia*

Diskussion

Die durchgeführten Versuche gingen von der Hypothese aus, dass die Vielfältigkeit der Oberflächenstrukturen zur Vielfältigkeit der Depositionsräume in der Vegetation führt und sich somit wünschenswert auf die Staubdepositionsrate auswirkt. Die Vegetationsform „Sedum-Gras-Kraut“ zeigte wider Erwarten selbst beim geringsten Anteil an abgestorbenem Gras (16 %) eine wesentlich geringere Filterleistung hinsichtlich der kleinsten Partikel von 0,3 µm und 0,5 µm als Sedum. Die Wiederaufwirbelung der abgesetzten Staubpartikel bei Wind hängt von der Steifheit der Pflanzen ab. Die steifen abgestorbenen Graspflanzen bewegten sich während des Ventilatoreinsatzes besonders stark, so konnten sich die Partikel wieder lösen, wodurch die geringe Filterungsleistung der Gräser beinhaltenden Matten erklärt werden kann.

Die kleinen Partikel < 2,5 µm wurden durch Sedum-Pflanzen im Versuch über 90 Minuten in signifikant größerem Maß abgeschieden als durch alle anderen Varianten. Die Vorteile der Sedum-Vegetation als Depositionsoberfläche für die kleinsten Partikel (0,3-0,5 µm) werden bei einer geringeren Windgeschwindigkeit von 1 m/s noch deutlicher. Das Ergebnis bestätigt indirekt die Befunde von Schreiter (2010) zu den Eigenschaften von Sedum-Pflanzen als Staubakkumulatoren.

Dass die Vegetation selbst Feinpartikel erzeugen kann und dadurch zur Staubquelle werden kann, ist bekannt. In diesen Versuchen konnte die Emission der Vegetation jedoch nicht nachgewiesen werden, sie wird aber vermutet, da vorherige Untersuchungsergebnisse des IASP mit Sedum und Moos unter gleichen Windgeschwindigkeiten im Windkanal auch auf eine derartige Emission hindeuten. In Bestätigung der Hypothese erwiesen sich die Vegetationsmatten aller drei Typen auf jeden Fall als eine effektivere Lösung zur Luftreinigung als ggf. das unbegrünte oder das Schotterdach.

Berechnung des Feinstaubbindungsvermögens begrünter Dachflächen

Basierend auf den Versuchsbedingungen und -ergebnissen sowie den praxisnahen Feinstaubmessungen wurde eine differenzielle Hochrechnung durchgeführt, um die Masse des Feinstaubes zu quantifizieren, die von der Sedum-Vegetation eines Daches aus der Luft aufgenommen werden kann.

Laut FRAHM (2008) fallen pro Jahr etwa 2-14 g/m² Feinstaub an. Die Berechnung einer Feinstaubaufnahme durch ein Sedum-Dach ergibt 1,4 bis 10 g/m² im Jahr. Diese Werte dienen lediglich der Einschätzung der Größenordnung der Feinstaubaufnahmefähigkeit der typischen Dachbegrünung. Demgegenüber würden von einem Schotterdach etwa 1,1 bis 7 g/m²*Jahr aufgenommen. Die Filterleistung einer Sedum-Gras-Kraut-Begrünung lässt sich gemäß unserer Ergebnisse als geringer abschätzen.



Die berechnete Feinstaubaufnahme der Sedum-Vegetation entspricht durchaus den Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen: 19 m² eines begrünten Daches nehmen nach unseren Ergebnissen bis zu 190 g Feinstaub pro Jahr auf, was nach YANG et al. (2008) dem Durchschnitt der Feinstaubaufnahme eines Baums entspricht von 100 g bei NOWAK (2002) bis 400 g bei LANGNER (2006).

Fazit

Die Leistung der Dachbegrünung als Staubsenke ist mit der der Strauch- und Staudenbestände gleicher Fläche (ECOBEDO et al., 2008) vergleichbar. Die Rate der Feinstaubdeposition kann sich auf begrünten Dächern um 10 bis 20 % gegenüber einem Schotterdach erhöhen. Der Beitrag zur Luftreinhaltung der extensiven Dachbegrünung mit einer Sedum-Gras-Kraut-Vegetation war in unseren Untersuchungen geringer als die entsprechende Filterleistung verschiedener Arten von Sedum sowie der Moose. Durch die Pflege und Wartung von extensiven Dachbegrünungen sollte für eine ausreichende Depositionsoberfläche für Staubpartikel gesorgt werden.

Literatur

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.

Escobedo, F., J.; Wagner, J. E.; Nowak D. J.; De La Maza, C. L.; Rodrigues, M.; Crane D. E. (2008): Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management* 86: 148-157.

Frahm, J-P. (2008): Feinstaubreduktion an Straßenrändern durch Moosmatten. Vortrag. URL:http://www.bast.de/nn_789794/DE/Publikationen/Veranstaltungen/V3-Luftqualitaet-2008/luftqualit_C3_A4t-vortrag-frahm,templated=raw,property=publicationFile.pdf/luftqualit_C3_A4t-vortrag-frahm.pdf, Letzter Aufruf: 13.11.2012.

Freer-Smith, P. H.; Beckett, K. P.; Taylor, G. (2005): Deposition Velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* x *trichocarpa* 'Beaupré', *Pinus nigra* and *Cuspressocyparis leylandii* for Coarse, Fine and Ultra-fine Particles in the Urban Environment. *Environmental Pollution* 133 (1): 157 - 167.

Langner, M. (2006): Natürliche Filter? Die Filterung von Feinstäuben durch Stadtbäume. *Das Taspo Magazin* 3: 20 - 23.

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.

Nowak, D. J.; Crane, D. E.; Stevens, J. C.; Ibarra, M. (2002): Brooklyn's urban forest. USDA Forest Service, Northeastern Research Station, General Technical Report NE-290, Radnor, PA.

Pfanz, H. (2007): persönliche Mitteilung.

Pfanz, H.; Flohr, S.; Wittmann, C. (2006): Das Staubfangvermögen von Vegetation. Grundlagen und erste Ergebnisse aus der Praxis. *Das Taspo-Magazin* 3: 12 -15.

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.

Swaagstra, H.; De Kluiver, P. P. (2007): The appliance of Integral Technical Green Design to optimize residential quality and for means of purification of air and water in X. *Basivs of Technology*. Babberich: ES Consulting, 36 S.

Wesseling, J. P.; Duyzer, J.; Tonnejck, A. E. G.; van Dijk, C. J. (2004): TNO-rapport R2004/383. Effecten van groenelementen op NO₂ en PM₁₀ 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.



Die Wahrheit zur CO₂-Bindung durch begrünte Dächer.

Aktuelle Untersuchungsergebnisse und Diskussion

Dipl. Ing. Susanne Herfort und Dipl.-Ing. Steffi Tschuikowa, IASP, Humboldt-Universität zu Berlin und Andrés Ibañez, University of Hong Kong, China

Vorwort

Kohlendioxid ist ein wesentlicher Bestandteil der Luft und außerordentlich bedeutend für die Photosynthese der Pflanzen. Auch wenn der heutige CO₂-Gehalt der Luft von 0,039 % (entspricht 390 ppm) zunächst sehr niedrig erscheint, so ist das Gegenteil der Fall. Der CO₂-Gehalt der Luft lag über tausende von Jahren bei 280 ppm und ist erst seit der Industrialisierung durch das Verbrennen von Kohle, Erdöl und Erdgas stetig gestiegen.¹

Welchen Beitrag Pflanzen leisten können, CO₂ aufzunehmen und in Form von Kohlenstoff festzulegen, ist äußerst komplex. Fakt ist, dass alle Pflanzen die Photosynthese nutzen und das CO₂ der Luft zu Glucose umwandeln. Das heißt, das CO₂ der Luft kann durch Pflanzenwachstum fixiert werden. Je höher die Biomasse bzw. die Trockenmasse einer Pflanze ist, desto mehr CO₂ hat sie aufgenommen und in Form von Kohlenstoff gebunden.

Einleitung

Im Rahmen einer von der Fachvereinigung für Bauwerksbegrünung e. V. (FBB) in Auftrag gegebenen Studie wurden Pflanzenversuche, Modellrechnungen und Recherchen, zur CO₂-Bindungskapazität von Pflanzen durchgeführt. Besonderes Interesse galt den Pflanzenarten, die bei der Dachbegrünung typischer Weise zum Einsatz kommen. Bei den Recherchen und Untersuchungen wurde nur die oberirdische Biomasse berücksichtigt.

Gegenstand der Literaturrecherchen waren Bäume, Kurzumtriebsplantagen, Weiden und Wiesen (Nutzpflanzen), Wildpflanzenmischungen und Stauden, Sedum und Moose. Die Recherchen ergaben, dass extensive Pflanzen wie Sedum, Gras (Wiesen) und Moos zwischen ca. 9 t/ha bis 22 t/ha CO₂ aufnehmen und in Form von Kohlenstoff binden können, was den Größenordnungen von Weiden und Wiesen entspricht (Tabelle 1).

Tabelle 1 Angaben aus der Literatur^{2 3 4 5 6 7 8} zum Gehalt der Trockenmasse (TM) ausgewählter Pflanzen und deren dazu notwendigen Aufnahme von CO₂ bzw. deren Festsetzung in Form von Kohlenstoff (C) in den gemäßigten Breiten, in grün berechnete Werte

Aus der Literatur	TM in t/ha*a	Festlegung C in t/ha	Aufnahme CO ₂ in t/ha	Aufnahme CO ₂ in kg/m ²
Bäume	bis 30,0	bis 12,0	bis 44,0	bis 4,4
Kurzumtriebsgehölze	bis 15,0	bis 6,0	bis 22,0	bis 2,2
Weiden/Wiesen	bis 13,0	bis 5,2	bis 19,1	bis 1,9
Wildmischungen und Stauden	bis 30,0	bis 12,0	bis 44,0	bis 4,4
Sedum	bis 6,0	bis 2,4	bis 8,8	bis 0,9
Moos	bis 15,0	bis 6,0	bis 22,0	bis 2,2

Untersuchungen

Gegenstand der Studie waren eigene Untersuchungen zum CO₂-Aufnahmevermögen und zum Biomasseertrag einer extensiven Dachbegrünung mit unterschiedlichen Vegetationsformen. Diese wurden durchgeführt, um mögliche Unterschiede aufzuzeigen. Dazu wurden u.a. drei Teilflächen

¹ <http://globalklima.blogspot.de/2008/04/stammt-das-zustzliche-co2-in-der-luft.html>

² <http://www.wald.de/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>

³ http://www.competitionline.com/upload/wettbewerb_download/00006xx/0000634_datei/4.08d%20Energiepflanzen.pdf

⁴ KTBL: Faustzahlen für die Landwirtschaft: Darmstadt 2005, S. 337-338.

⁵ VOLLRATH, BIRGIT: Potentiale von Wildpflanzenmischungen für eine nachhaltige Biomasseproduktion, Landinfo 5/2011

⁶ https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1341715_11/index.html

⁷ GETTER, K. L. ET AL.: *Environ. Sci. Technol.*, 2009, 43 (19), pp 7564–7570

⁸ FRAHM, J. P.: 7. Internationales FBB-Gründachs Symposium. 2009. Tagungsband S. 29

einer drei Jahre alten Dachbegrünung, die sich auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin-Mitte befinden, im Jahr 2012 näher untersucht.



Abb. 1 Extensive Dachbegrünung auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin-Mitte

Material und Methoden

Untersuchte Vegetationsformen

Bei den untersuchten Pflanzen auf den Dachflächen (

	Dachfläche 1	Dachfläche 2a	Dachfläche 2b
Vegetationsform	Sedum	Sedum	Sedum-Gras-Kraut
Aussaat	Sedumsprossen	Trockenansaat	Trockenansaat
Vegetationstragschicht	Matte auf Substrat	Substrat	Substrat
Schichthöhe	ca. 10 cm	8 cm	8 cm
Dachfläche	ca. 350 m ²	ca. 550 m ²	ca. 550 m ²

Tabelle 2) handelte es sich zum einen um eine reine Sedumvegetation auf einer Vegetationsmatte auf Substrat (Dachfläche 1, Abb. 2

Abb. 3

Abb. 2). Zum anderen wurden zwei Pflanzengesellschaften (Sedum-Gras-Kraut-Vegetation und Sedum-Vegetation) direkt auf einer Substratschicht untersucht (Dachflächen 2a und 2b, Abb. 3).

Tabelle 2 Angaben zu den untersuchten Dachflächen

	Dachfläche 1	Dachfläche 2a	Dachfläche 2b
Vegetationsform	Sedum	Sedum	Sedum-Gras-Kraut
Aussaart	Sedumsprossen	Trockenansaat	Trockenansaat
Vegetationstragschicht	Matte auf Substrat	Substrat	Substrat
Schichthöhe	ca. 10 cm	8 cm	8 cm
Dachfläche	ca. 350 m ²	ca. 550 m ²	ca. 550 m ²



Abb. 2



Abb. 3

Abb. 2 Dachfläche 1 auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin-Mitte

Abb. 3 Dachflächen 2a und 2b auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin-Mitte

CO₂-Messungen der Luft über verschiedenen Vegetationsformen

Die Untersuchungen bezüglich der Messung der CO₂-Konzentration über der Vegetation wurden sowohl in einem geschlossenen als auch in einem offenen System zwischen Juni und September 2012 durchgeführt.

Als geschlossenes System kamen eine große Plexiglasbox von 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m und eine kleinere transportable Plexiglasbox von 0,5 m x 0,3 m x 0,5 m zum Einsatz. Die CO₂-Messungen im geschlossenen System wurden im Labor und auf verschiedenen vorkultivierten Vegetationsmatten bzw. begrünten Dächern angewendet.

Für die Versuche im offenen System wurde ein nach oben und unten offener Zylinder aus Plexiglas gefertigt (

Abb. 4). Der Zylinder (Durchmesser ca. 0,4 m, Höhe 0,5 m) wurde auf die Vegetation gestellt und hatte die Funktion, den auftretenden Wind abzuschirmen. Im Zylinder wurde in einer Höhe von 18 cm über dem Substrat der CO₂-Gehalt der Luft gemessen. Die Messungen im offenen Zylinder wurden auf den Dachflächen 2a und 2b sowie auf einer Kiesfläche auf dem Dach durchgeführt.



Abb. 4 CO₂-Messung im Zylinder aus Plexiglas

Für die Messungen des CO₂-Gehalts im geschlossenen und im offenen System wurde eine ALMEMO[®]-CO₂-Messsonde verwendet. Parallel dazu wurden verschiedene relevante Klimadaten aufgenommen. Die Messdauer betrug zwischen 30 Minuten und einer Stunde. Die Datenaufnahme erfolgte einmal bzw. zweimal pro Minute.

Bestimmung der CO₂-Aufnahme verschiedener Vegetationsformen aus der Biomasse

Die oberirdische Biomasse der Pflanzen wurde zwischen Juli und November 2012 einmal monatlich durch Schnitt auf einer Fläche von 0,4 m x 0,4 m erfasst (3fache Wiederholung, Durchschnittswert). Weiterhin wurden die Trockenmasse und der Aschegehalt der abgeschnittenen Pflanzenmasse bestimmt und daraus der Kohlenstoffgehalt bzw. die aufgenommene Menge an CO₂ berechnet.

Laut Assimilationsgleichung der Photosynthese wurde davon ausgegangen, dass der festgesetzte Kohlenstoff in Form von Glucose vorliegt. Der Kohlenstoffgehalt wurde aus der Differenz der Trockenmasse und des Aschegehalts als Verhältnis Kohlenstoff in der Glucose/Glucose = 72/180 berechnet. Die CO₂-Aufnahme wurde anschließend als Verhältnis Kohlenstoff/Kohlendioxid=12/44 bestimmt.

Der Deckungsgrad der Systeme, die untersucht wurden, betrug zu jeder Zeit 100 %. Es wurde versucht, zu jedem Termin eine einheitliche Sedumvegetation zu untersuchen, was aber nicht immer realisierbar war. Auch die Auswahl der Sedum-Gras-Kraut-Vegetation konnte nicht immer identisch erfolgen.

Ergebnisse

CO₂-Messungen der Luft über verschiedenen Vegetationsformen

Die Versuche im geschlossenen System wurden zunächst im Labor mit verschiedenen Vegetationsmatten (Sedum-Gras-Kraut und Sedum) in der großen und in der kleinen Plexiglasbox durchgeführt. Hier wurde ein stetiger Anstieg der CO₂-Konzentration in beiden Boxen über einen Zeitverlauf von einer Stunde festgestellt. Da diese Untersuchungen nicht zielführend waren, wurden diese abgebrochen.

Mit dem offenen System wurde über der Kiesfläche (Kontrollgruppe) ein durchschnittlicher CO₂-Gehalt von 379 ppm gemessen. Der CO₂-Gehalt über der Dachfläche 2a war mit dem CO₂-Gehalt über der Kiesfläche nahezu identisch und betrug durchschnittlich 378 ppm. Der niedrigste Gehalt an CO₂ mit durchschnittlich 371 ppm wurde über der Dachfläche 2b gemessen.

Auch wenn aufgrund des offenen Systems ein Luftaustausch mit der Umgebung erfolgen konnte, so spiegeln dennoch die Untersuchungsergebnisse prinzipiell wider, dass Vegetation auf einem System zu einer geringfügigen CO₂-Verminderung der Luft direkt über der Vegetation beitragen kann. Eine genaue Berechnung der CO₂-Reduzierung der Luft durch den Einfluss der Vegetation konnte jedoch mit dieser Messmethodik nicht erfolgen. Daher wurden diese Versuche ebenfalls nicht weitergeführt.

Bestimmung der CO₂-Aufnahme verschiedener Vegetationsformen aus der Biomasse

Zwischen den Monaten Juli bis November 2012 konnte eine tendenzielle Abnahme der Frischmasse bei allen drei Vegetationsformen festgestellt werden (Abb. 5).

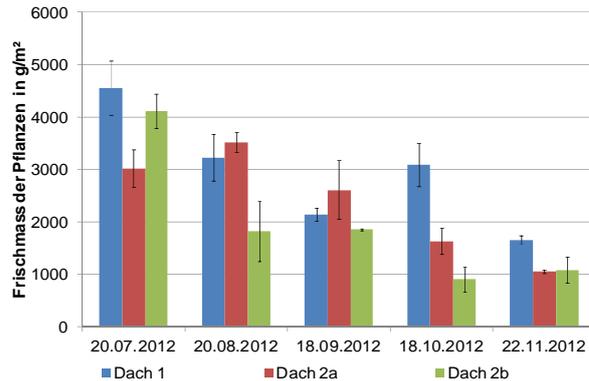


Abb. 5 Frischmasseerträge (mit Mittelwertabweichung, n=3) der untersuchten Dachflächen (1, 2a, 2b) auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin- Mitte

Die Frischmasse des Daches 1 war im Juli mit etwa 4.500 g/m² am höchsten und nahm dann im August und September ab. Im Oktober wurden noch einmal um 3.000 g/m² Biomasse geerntet. Der hohe Frischmasseertrag im Oktober (Dach 1) beruhte darauf, dass im wesentlichen *Sedum spurium* geerntet wurde. Dieser Wert ist unter Umständen fehlerbehaftet und fließt nicht in die Bilanzierung der aufgenommenen CO₂-Menge ein. Im November wurde die niedrigste Frischmasse von ca. 1.600 g/m² geerntet.

Auf dem Dach 2a wurden im Juli etwa 3.000 g/m² Sedumpflanzen geerntet, dann gab es einen leichten Anstieg im August (ca. 3.500 g/m²). Ab September wurde die Biomasse wieder weniger. Im November wurde dann die niedrigste Frischmasse von ca. 1.000 g/m² geerntet.

Das Dach 2b wies im Juli die höchste Frischmasse (ca. 4.100 g/m²) auf. Die Erträge in den Monaten August bis November gingen zurück und waren wesentlich niedriger als im Juli. Im November 2012 betrug die Frischmasse – ähnlich wie auf der Dachfläche 2a – durchschnittlich ca. 1.100 g/m².

Untersuchungen zur Trockensubstanz zeigten, dass diese im Verlauf des Untersuchungszeitraumes zunahm. Sie schwankte zwischen 14,3 % im Juli und 29,5 % im November.

Untersuchungen zur Trockenmasse zeigten eine tendenzielle Abnahme der Trockenmasse der Pflanzen im Zeitraum Juli bis November 2012 auf den verschiedenen Dachflächen. Die Trockenmasse der Pflanzen des Daches 1 erreichte im Juli den höchsten Wert mit etwa 700 g/m² (unter Vernachlässigung des Oktoberwertes aus oben genannten Gründen). Im November erreichte die Trockenmasse den niedrigsten Wert über dem Erntezeitraum mit etwa 400 g/m².

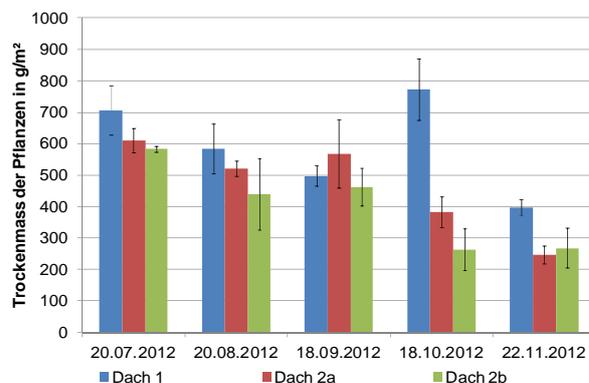


Abb. 6 Trockenmasseerträge (mit Mittelwertabweichung, n=3) der untersuchten Dachflächen (1, 2a, 2b) auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin- Mitte

Die Trockenmassen der Dächer 2a und 2b waren meist niedriger als die des Daches 1. Die höchsten Trockenmassen lagen im Juli bei ca. 610 g/m² (Dach 2a) bzw. 580 g/m² (Dach 2b). Im

November 2012 konnte auf beiden Dachflächen nahezu ein gleicher Wert von ca. 250 g/m² ermittelt werden.

Der Aschegehalt der verschiedenen Vegetationsformen betrug im Zeitraum Juli bis November 2012 zwischen 8,0 % und 13,0 %. Eine Abhängigkeit des ermittelten Aschegehalts vom Erntetermin bzw. von der Vegetationsform konnte nicht festgestellt werden.

Die höchste berechnete CO₂-Aufnahme erfolgte durch die Vegetation des Daches 1 bis zum Juli 2012 mit umgerechnet durchschnittlich 9,4 t/ha (Abb. 7). Die Vegetation auf Substrat (Dach 2a und 2b) hatte unabhängig von der Vegetationsform die höchsten Mengen an CO₂ ebenfalls bis zum Juli 2012 aufgenommen (Abb. 7). Die CO₂-Aufnahme betrug bei der Sedumvegetation 7,8 t/ha und bei der Sedum-Gras-Kraut-Vegetation 7,6 t/ha. Beide Vegetationsformen sind demnach bezüglich der Leistungsfähigkeit der CO₂-Aufnahme vergleichbar.

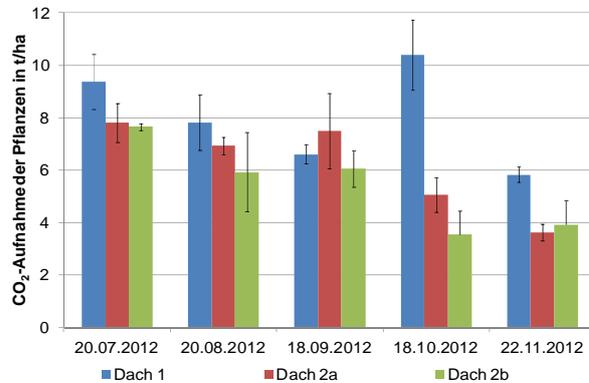


Abb. 7 Berechnete CO₂-Aufnahme (mit Mittelwertabweichung, n=3) der untersuchten Dachflächen (1, 2a, 2b) auf dem Saturnkomplex am Alexanderplatz in Berlin- Mitte

Zusammenfassung

Extensive Dachbegrünungssysteme können einen hohen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten. Eine Aufnahme von mindestens 0,9 kg/m² nur durch die oberirdische Biomasse der Pflanzen ist bei einer extensiven Dachbegrünung innerhalb der ersten drei Jahre möglich (Tabelle 3).

Tabelle 3 Versuchsergebnisse zum Gehalt der Trockenmasse (TM) der untersuchten Dachflächen und Berechnungen daraus zur notwendigen Aufnahme von CO₂ bzw. deren Festsetzung in Form von Kohlenstoff (C)

	TM in t/ha	TM ohne Asche in t/ha	C in t/ha	CO ₂ in t/ha	CO ₂ in kg/m ²
Dachfläche 1 (Sedum auf Sedummatte)	bis 7,1	bis 6,4	bis 2,8	bis 9,4	bis 0,9
Dachfläche 2a (Sedum auf Substrat)	bis 6,1	bis 5,3	bis 2,1	bis 7,8	bis 0,8
Dachfläche 2b (Sedum-Gras-Kraut auf Substrat)	bis 5,8	bis 5,2	bis 2,1	bis 7,6	bis 0,8

Es wird davon ausgegangen, dass die tatsächliche Leistung einer horizontalen Bauwerksbegrünung bezüglich der CO₂-Aufnahme aufgrund der Speicherung des CO₂ in den Wurzeln und des Substrates um ein Vielfaches höher liegt. Von Vorteil ist, dass das durch die Vegetation der Dachbegrünung gebundene CO₂ auf Dauer festgelegt wird. Auch wenn durch natürliche Verrottungsprozesse CO₂ wieder freigesetzt wird, so erfolgt doch in der nächsten Wachstumsperiode ein erneutes Pflanzenwachstum und damit eine weitere CO₂-Aufnahme durch die Vegetation. Wichtig für eine hohe Biomasse und damit eine hohe CO₂-Aufnahme ist aber auch, dass nach dem Anlegen einer extensiven Dachbegrünung auf eine ausreichende Wartung und Pflege Wert gelegt wird, damit der Beitrag für die Umwelt bezüglich der CO₂-Bindung möglichst groß ist!

Fazit

Extensive Dachbegrünungen tragen dazu bei, CO_2 aus der Luft dauerhaft in Form von Kohlenstoff zu binden. Die oberirdische Biomasse einer dreijährigen extensiven Dachbegrünung kann unabhängig von der Vegetationsform mindestens zwischen 0,8 und 0,9 $\text{kg/m}^2 \text{CO}_2$ aufnehmen. Die Untersuchungen sollten fortgeführt werden, um auch Daten für die Zeiträume Mai/Juni zu erhalten. Dann können genaue Aussagen darüber getroffen werden, welche Mengen an CO_2 eine Dachbegrünung tatsächlich über das Jahr in Form von Kohlenstoff speichern kann.

Extensive Dachbegrünung als Element dezentraler Regenwasserbewirtschaftung. Optimierungsmöglichkeiten zur Erhöhung der Speicherkapazität von Niederschlag **Prof. Dr. Wolfgang Dickhaut, HafenCity Universität Hamburg**

....

Steildachbegrünungen. Dachbegrünungsaufbauten im Grenzbereich **Prof. Yvonne-Christin Bartel, Hochschule Ostwestfalen-Lippe**

Bisher ist in der Literatur nicht eindeutig definiert ab welcher Neigung eine Dachbegrünung als Steildachbegrünung oder Schrägdachbegrünung zu bezeichnen ist. Eine maximale oder kritische Neigung für diese Dächer konnte bisher nicht benannt werden. In der „Richtlinie zur Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ (FLL, 2008) werden jedoch die folgenden vier Neigungsbereiche unterschieden:

- Bis zu einer Neigung von 15° wird eine lagerungsstabile Vegetationstragschicht gefordert.
- Zwischen einer Neigung von 15° und 30° sind konstruktive Schubsicherungen vorzusehen.
- Ab Neigungen von 30° bis 45° wird darüber hinaus eine gesonderte statische Berechnung erforderlich (FLL, 2008, S. 34).
- Bei Neigungen über 45° ist von einer Dachbegrünung abzuraten. (FLL, 2008, S. 19)

Grundsätzlich können geneigte Dächer in verschiedenen Dachformen ausgeführt werden. Unabhängig von ihrer Form sind diese in der Regel vom Erdboden aus sichtbar, daher liegt ein erhöhter gestalterischer Anspruch vor. Demgegenüber besteht die Gefahr der Materialverlagerung, d.h. von Rutschungen auf dem Dach. Erosion, definiert als Verlagerung einzelner Teilchen, spielt dabei eine untergeordnete Rolle es sei denn es kommt aufgrund der Dachform zu Erosionsrinnen. Maßgeblich ist dagegen die Materialverlagerung infolge der natürlichen Schüttwinkel (vgl. Abb.: 1). Ein weiterer Aspekt der in Konflikt mit dem gestalterischen Anspruch steht sind die erschwerten Bedingungen für die Vegetation auf diesen Flächen.

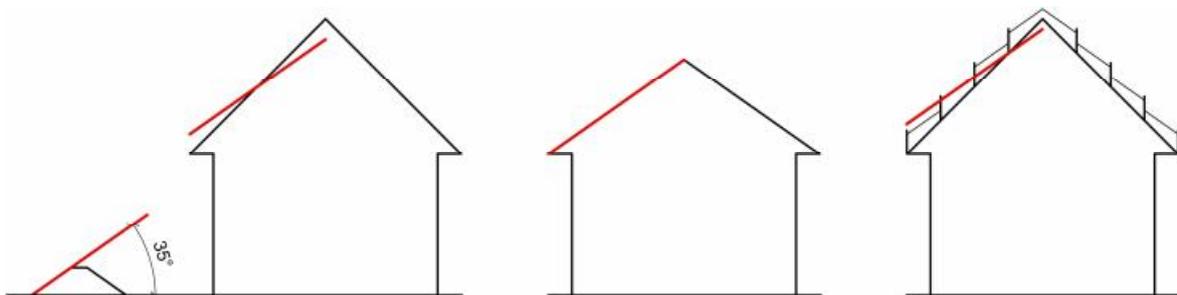


Abb. 1 Zusammenhang zwischen Schüttwinkel und Dachneigung (BARTEL, 2013, S. 55)

Aus Sicht des Planers handelt es sich bei diesen Flächen nicht nur um einen Extremstandort für die Vegetation. Die Schrägdachbegrünung bildet wie jede Dachbegrünung den oberen Abschluss eines Gebäudes bzw. Bauwerks und ist nach den Regelwerken des Bauingenieurwesens des Hochbaus zu berechnen. Für die verwendeten Stoffe gelten darüber hinaus, sofern es sich um Schüttstoffe handelt, die Gesetzmäßigkeiten der Bodenmechanik und damit sinngemäß die Regelwerke des Bauingenieurwesens des Tiefbaus. Die Funktion der Vegetation, welche den Erosionsschutz gewährleisten muss, ist ferner mit den Mitteln der Ingenieurbiologie zu beschreiben. Die Beurteilung der Dachbegrünung wird unter dieser Betrachtungsweise zu einer fächerübergreifenden Herausforderung.

Problemstellung

Der für die Schrägdachbegrünung wesentliche zu klärende Aspekt ist die Lagesicherheit. Eine Dachbegrünung kann oberhalb der Abdichtung aus zwei bis sieben Schichten bestehen. Für eine beständige Begrünung muss die Lagesicherheit an jeder Schichtgrenze und in allen Materialien insbesondere in den Schüttstoffen gewährleistet sein. Da bisher nicht sicher ist an welcher Schichtgrenze oder in welchem Schüttstoff das Versagen in einer Schrägdachbegrünung einsetzt, wurde im Rahmen einer Dissertation (BARTEL, 2013) das Reibungsverhalten unterschiedlicher Dachbegrünungsmaterialien sowie die innere Reibung verschiedener Vegetationssubstrate und Dränschichtmaterialien mit einer einheitlichen Methode untersucht, um hieraus Rückschlüsse auf die Lagesicherheit des Gesamtaufbaus ziehen zu können.

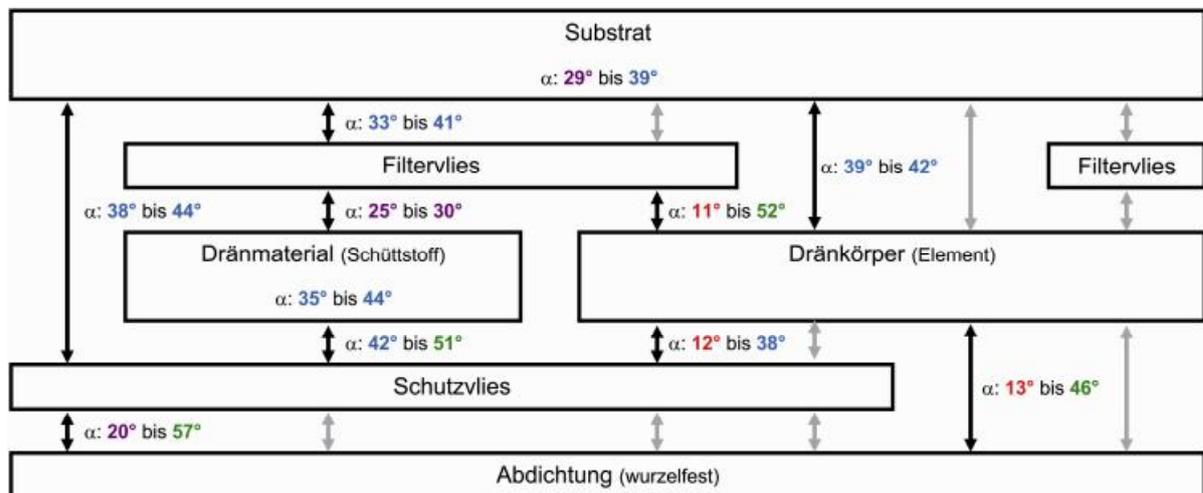
Gesamtbetrachtung der Dachbegrünung

Aus den Untersuchungsergebnissen lassen sich vier grundlegende Ergebnisse zusammenfassen. Die Lagesicherheit der Dränkörper variiert erheblich. Abweichend von der Empfehlung aus der „Richtlinie zur Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ (FLL, 2008) erscheint eine Sicherung einiger Dränkörper bereits ab einer Neigung von 10° und nicht erst ab 15° notwendig. Eine differenzierte Betrachtung ist für die Anwendung unumgänglich.

Die Schüttstoffe weisen dagegen eine überraschend hohe Lagesicherheit auf. Abgesehen von einem Bims, der nach Herstellerangabe nicht für eine Schrägdachbegrünung geeignet gewesen wäre, ließen sich sowohl mit den Substraten als auch mit den Dränschichtmaterialien Dachneigungen zwischen 35° und 39° umsetzen.

Die Filtervliese führen im Allgemeinen zu einer Reduzierung der Lagesicherheit. Lediglich in Kombination mit einem Dränkörper aus PUR-Weichschaum wird die Reibung an der Schichtgrenze erhöht. Diese Beobachtung sollte zu einem Verzicht auch Filtervliese auf geneigten Dächern führen zumal die Wirkung der Vliese auf die Feinteilverlagerung mit zunehmender Dachneigung in Frage gestellt werden kann.

Die Reibungsfestigkeit zwischen Schutzvlies und Abdichtung weist große Unterschiede auf. Sie ist in erster Linie abhängig von der verwendeten Abdichtungsbahn. Raue oder ab gestreute Bahnen weisen höhere Reibungswerte auf, aber auch das Material der Abdichtung ist von Bedeutung. Die Wahl der Schutzvliese hat dagegen nur eine geringe Auswirkung auf die Reibungsfestigkeit. (vgl. Abb.: 2)



13°	α ≤ 15°
20°	15° < α ≤ 30°
33°	30° < α ≤ 45°
46°	α > 45°

Abb. 2 Gegenüberstellung der möglichen Neigungswinkel (BARTEL, 2013, S. 197)

Es sei an dieser Stelle kurz darauf hingewiesen, dass Abdichtungsbahnen keine Zugspannungen aufnehmen können. Sofern jedoch Reibung vorliegt ist davon auszugehen, dass eine Belastung an e Abdichtung übertragen wird. Im Deponiebau wird daher gefordert, dass die Reibungsfestigkeit zwischen Abdichtung und Tragkonstruktion größer sein muss als zwischen der Abdichtung und der darüber liegenden Schicht, um den Abtrag der Belastung an die Tragkonstruktion sicherzustellen (SAATHOFF, 1990, S. 197). Es sollte geprüft werden, ob dieses System auf die Dachbegrünung übertragen werden kann.

Detailbetrachtung der Schüttstoffe

Die Betrachtung der untersuchten Schüttstoffe soll an dieser Stelle vertieft werden. Hierzu ist zunächst der Zusammenhang zwischen dem Schüttwinkel bzw. der inneren Reibung eines Schüttstoffes und der möglichen Dachneigung hervorzuheben. Schüttstoffe haben maximale Böschungswinkel. Diese sind abhängig von der inneren Reibung und der Kohäsion, die in diesem Material wirken. Bei einem geringen Feinanteil, wie er in der Regel in Substraten vorliegt, ist eine geringe Kohäsion zu erwarten und der Schüttwinkel wird vornehmlich durch die innere Reibung bestimmt. Dieser Schüttwinkel begrenzt die Neigung der Dachbegrünung. (vgl. Abb.: 1)

Im Rahmen der Messungen wurden sowohl Substrate als auch Dränschichtmaterialien aus unterschiedlichen Ausgangsgesteinen mit verschiedenen Körnungskurvenverläufen und variierendem Anteil an organischer Substanz untersucht. Die Untersuchung erfolgte sowohl im Zustand maximaler Wasserkapazität als auch im überstauten Zustand.

Da davon auszugehen ist, dass in einem Schüttstoff bei maximaler Wasserkapazität das Maximum der kapillaren Kräfte wirkt, wird angenommen, dass in diesem Zustand auch die höchste Kapillarkohäsion und somit höchste Scherfestigkeit vorliegt. Im Zustand der Überstauung, d.h. unter Auftrieb ist dagegen die geringste Scherfestigkeit zu erwarten. Im Anwendungsfall wird somit eine Scherfestigkeit, die zwischen den ermittelten Extremwerten liegt, vorliegen. Für die Beurteilung der Lagesicherheit werden, auf der sicheren Seite liegend, die unter Auftrieb ermittelten Werte herangezogen. Hieraus ergeben sich mögliche Dachneigungen von 29° bis 39° (vgl. Abb.: 2). Im Zustand maximaler Wasserkapazität wären Dachneigungen von 48° bis 62° möglich. Dieser Zustand wäre jedoch nur temporär gegeben.

Zur Beurteilung der Faktoren, welche die Scherfestigkeit beeinflussen, müssen im folgenden sowohl die Messung bei maximaler Wasserkapazität als auch unter Auftrieb herangezogen werden. Hier genügt es nicht sich auf den ungünstigsten Fall zu beziehen, da der Schüttstoff für beide Zustände optimiert sein sollte.

Zunächst ist festzustellen, dass die Scherfestigkeit bei maximaler Wasserkapazität, wie erwartet, höher ist. Gleichzeitig scheinen bei maximaler Wasserkapazität weniger Faktoren Einfluss auf die Scherfestigkeit zu nehmen. Maßgebend ist in diesem Zustand der Verlauf der Körnungskurve, das Ausgangsgestein (vgl. Abb.: 3), die Kornform und die Trockenrohddichte, welche als Indikator für die Kornfestigkeit betrachtet wird. (vgl. Abb.: 4) Ein Einfluss des Anteils der Körnung $d \leq 2$ mm, des Gehalts der organischen Substanz oder des Carbonatgehalts konnte nicht nachgewiesen werden. Abweichend von diesen Beobachtungen hatte der Anteil der Körnung $d \leq 2$ mm und der Gehalt der organischen Substanz bei der Untersuchung unter Auftrieb wenigstens geringe Auswirkungen auf die Scherfestigkeit. Überraschenderweise hat eine Erhöhung des Anteils der Körnung $d \leq 2$ mm nicht zur Erhöhung der Scherfestigkeit geführt sondern diese verringert. Es wird vermutet, dass der Feinteilanteil im Substrat eine gewisse Schmierwirkung hat. Ein weiterer Unterschied zwischen der Untersuchung bei maximaler Wasserkapazität und unter Auftrieb besteht darin, dass unter Auftrieb keine Auswirkung des Verlaufs der Körnungskurve festzustellen ist.



Foto: 1 Vorbereitung eines Scherversuchs in der Scher- und Reibungsmessanlage (BARTEL, 2013, S.102)



Foto: 2 Untersuchte Schüttstoffe (BARTEL, 2013, S. 92)

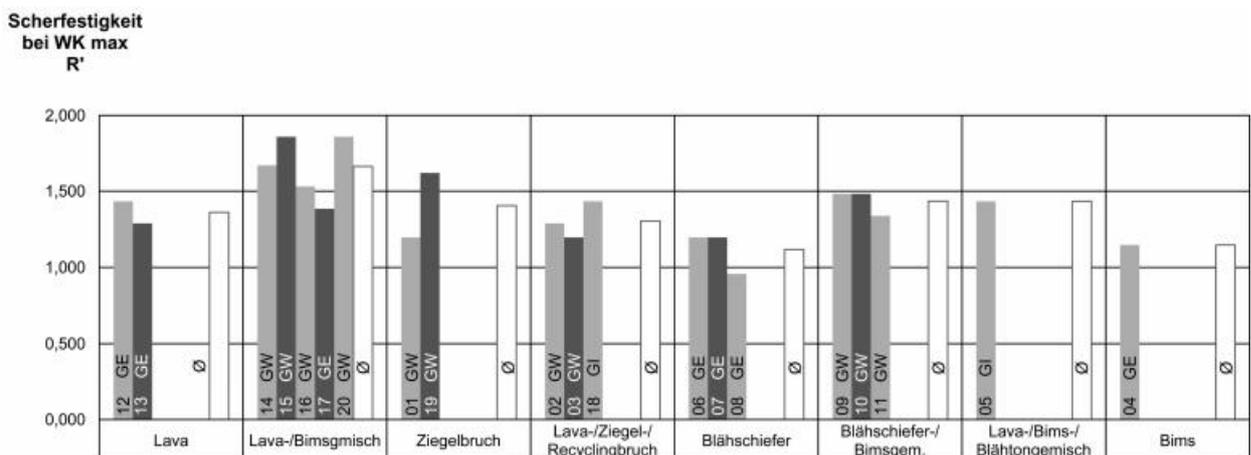


Abb. 3 Scherfestigkeit der Materialien bei WK_{max} sortiert nach Ausgangsgestein (BARTEL, 2013, S. 118)

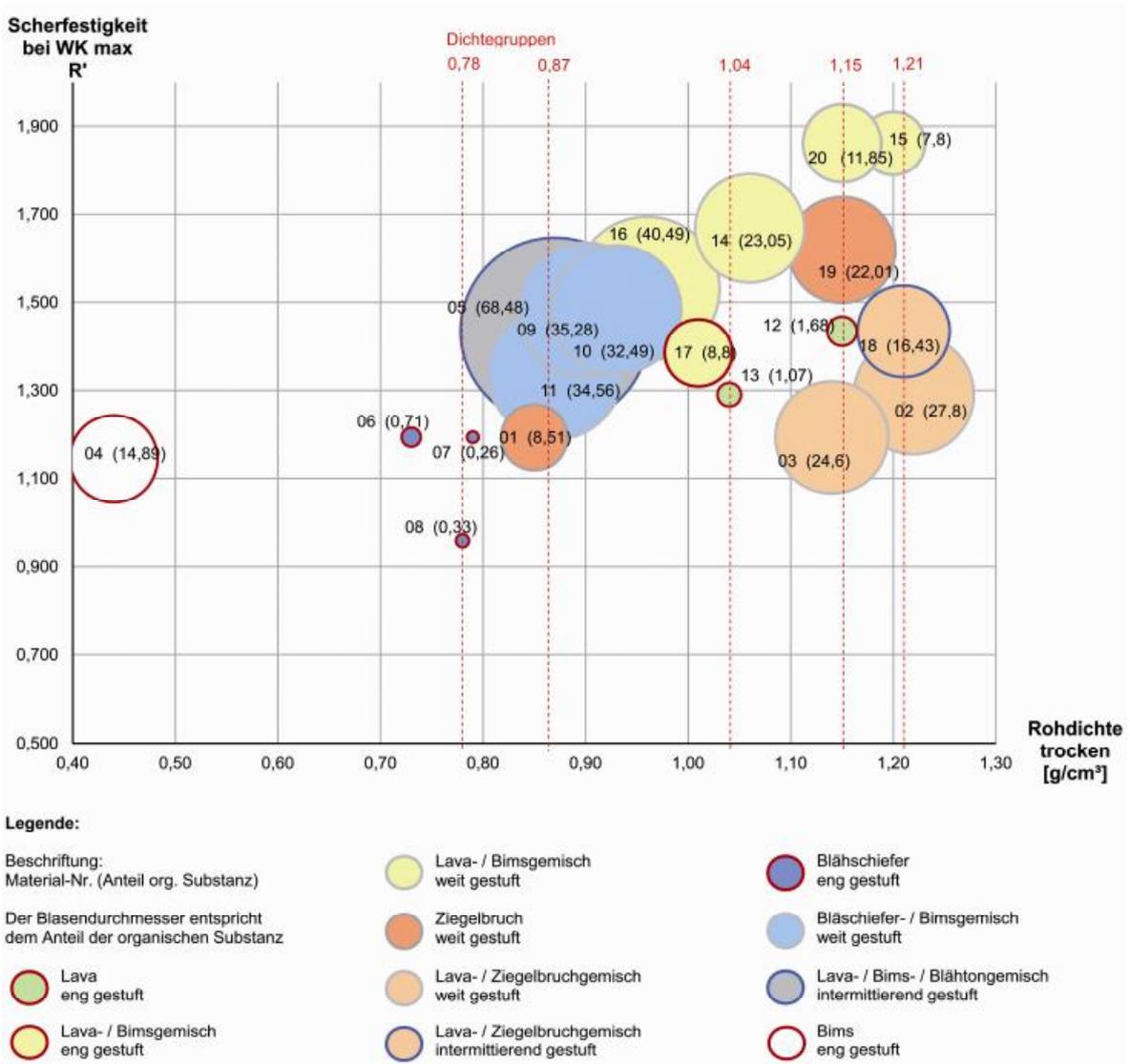


Abb.: 4 Scherfestigkeit bei WK_{max} in Abhängigkeit von der Rohdichte und dem Gehalt der organischen Substanz unter Berücksichtigung des Materials und des Körnungsverlaufs (BARTEL, 2013, S. 120)

Fazit und Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl eine gezielte Optimierung des Gesamtaufbaus als auch der Schüttstoffe angestrebt werden kann. In der Regel ist mit Schüttstoffen eine Begrünung bis zu einer Neigung von 35° möglich. Die Lagesicherheit eines Schüttstoffes ist dabei nicht mit der Sicherheit gegen Oberflächenerosion zu verwechseln, sie steht vielmehr im Zusammenhang mit der inneren Reibung des Schüttstoffes. Weitergehende Optimierungsmöglichkeiten werden im Zuge der oben genannten Dissertation diskutiert.

Literatur:

BARTEL, Y.- C.: Die Lagesicherheit von Schrägdachbegrünungen – Untersuchung der Auswirkung der Dachneigung und der Eigenschaften der verwendeten Stoffe. Hamburg : Dr. Kovač, 2013
 FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (Hrsg.): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie. 3. Aufl. Bonn : FLL, 2008

SAATHOFF, F.: Zum Scherverhalten von Geokunststoffen. In: Bauingenieur Heft 65, 1990, Seite 64 – 206. Düsseldorf : Springer Verlag

Themenkreis „Aus der Praxis“

„Bosco Verticale Milano“. Der Hochhaus-Wald in Mailand Dipl. Ing. Landschaftsarchitektin Melanie Müller-Boscaro Ordine degli architetti di Milano / AKNW

Bisher sieht man nur Stahl und Beton, doch schon bald wird es ein Wald sein: Ein ganz besonderer, ein vertikaler Wald, der Erste in seiner Art und eine ganz neue Form der Dach- bzw. Fassadenbegrünung.



Ein Hektar Wald in die Höhe gepflanzt

Die mehr als eine Millionen Einwohner zählende Metropole Mailand im Norden Italiens ist eine hoch verdichtete Stadt. Neben dem 1958 errichteten Pirelli-Hochhaus prägen bislang wenige hohe Gebäude das Stadtbild. Das wird sich nun zunehmend ändern.

Nachhaltiges Bauen: Fotomontage des in Mailand entstehenden „Bosco Verticale“ © Boeri Studio

Im Zuge der Weltausstellung Expo im Jahr 2015 rüstet Mailand im punkto Hochhäuser nach. So entstehen im neuen Stadtquartier Porta Nuova, zwischen Piazza Repubblica und Bahnhof Garibaldi gleich mehrere neue Hochhäuser namhafter Architekten wie Arata Isozaki, Zaha Hadid und Daniel Libeskind; darunter zwei grüne Hochhäuser: Bosco Verticale - der Vertikale Wald von den Mailänder Architekten Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra).

Exkurs Hintergrund zu Mailand:

Ein paar Daten umschreiben die geografische Situation Mailands:

Die Provinz Mailand gehört zu den 12 Provinzen der Lombardei. Sie umfasst 134 Städte und Gemeinden, darunter die Großstadt Mailand. Sie liegt in einer der am dichtesten besiedelten Gebiete Europas. Die Bevölkerungsdichte beträgt ca. 2000 Einwohnern / km² (zum Vergleich Berlin: 800 Einwohner / km²). Das entspricht dem Zehnfachen des nationalen Durchschnitts. Auf einem Gebiet von etwa 1.500 Quadratkilometern leben in der Provinz Mailand 3 Millionen Menschen, das entspricht 32% der Bevölkerung der Lombardei.

Die Stadt Mailand ist mit rund 1,3 Millionen Einwohnern die zweitgrößte Stadt Italiens. Sie ist die Hauptstadt der Provinz Mailand und der Region Lombardei. Sie erstreckt sich auf einer Gesamtfläche von 182 km². Mailand ist das italienische Zentrum für die Wirtschaftszweige Mode, Design und Medien. Gleichzeitig ist ein großer Teil des Territoriums der landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Nutzung gewidmet. Mailand stellt den nationalen Hauptknotenpunkt der wirtschaftlichen Produktionsflüsse dar. Die Region Lombardei hat einen Anteil von 20,3 % des italienischen Bruttoinlandsprodukts. (Quelle: Atlante elementare De Agostini 2003)

Gegenläufig zur Entwicklung im Großraum Mailand ist in der Stadt ein **Bevölkerungsrückgang** zu verzeichnen. Die Stadtflucht fördert die Zersiedlung des Hinterlandes. Leider fehlte es hier oft an der kontrollierten Planung von neuen urbanen Zentren.

Die seit Mitte der 70er Jahre eingetretene **Deindustrialisierung** und der damit verbundene Strukturwandel haben in den 90er Jahren ihren problematischen Höhepunkt erreicht. Einem Bericht des unabhängigen Forschungsinstituts Scenari Immobiliari zufolge gab es ca. 6 Mio. m² Industrieflächen in Mailand; ca. 150 Stadtumbauprojekte sind seitdem in Planung, im Bau oder bereits umgesetzt.

Die Umsetzung von **Konversionsprojekten** auf großen strategischen Industrieflächen schlug sich in der Stadtentwicklungspolitik nieder. So folgten städtebauliche **Großprojekte** an integrierten aufgelassenen Standorten und damit eine städtische Transformation im großen Stil. Eins dieser Großprojekte ist die ehemalige Brachfläche des Bahngeländes von Porta Nuova mit 290.000 qm Fläche in den Vierteln Garibaldi, Isola, Varesine um den Bahnhof Garibaldi (www.porta-nuova.com). Hier befindet sich das Projekt Bosco Verticale.



Das städtebauliche Großprojekt von Porta Nuova . © Boeri Studio

Bosco Verticale

In dem sich neu entwickelnden Stadtgebiet Porta Nuova, in zentraler Lage der norditalienischen Metropole, entstehen zwei grüne Hochhäuser: „Bosco Verticale“ (Vertikaler Wald). Gebaut werden zwei Hochhäuser von 80 und 112 Meter Höhe mit einer hohen Bewohnerzahl und einer hohen Pflanzendichte. Insgesamt entstehen 113 Wohnungen. In ihren Gebäudehüllen werden 480 große und mittlere Bäume, 250 kleine Bäume, 5000 Sträucher sowie 11.000 Stauden und Bodendecker wachsen. Würde man diesen in die Höhe gepflanzten Wald auf eine ebene Fläche projizieren, entspräche das einer Fläche von einem Hektar Wald. Diese weltweit einmalige Fassadengestaltung wirkt nachhaltig auf das Stadtklima. Vor allem in einer Großstadt wie Mailand ist nachhaltiges Bauen besonders wichtig.

Hochhäuser, die entsprechend der Jahreszeiten ihr Laubbild wechseln

Der vertikale Wald wurde von den Mailänder Architekten Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra) initiiert und beruht auf der Idee, eine Architektur zu schaffen, die die innerstädtische steinerne Oberfläche aufricht und sozusagen „dematerialisiert“. Damit folgt das Projekt dem Leitgedanken der zeitgenössischen europäischen Stadt, die Biodiversität in den Innenstädten zu steigern, das Ausbreiten der Städte nach außen (urban sprawl) zu bremsen und hingegen innerstädtisch zu verdichten. Der entstehende vertikale Wald entspricht einem Flächenverbrauch von sonst üblichen 50.000 Quadratmetern Siedlung. 10.000 Quadratmeter Wald kämen hier noch hinzu. Dabei schafft es das Projekt auf eine ganz neue Art zu verdichten: Man schafft Wohnraum und gleichzeitig Raum für Pflanzen. Die oft reinen Beton- und Steinwüsten der Innenstädte werden somit mit einem grünen Hochhaus aufgefrischt und bereichert. Bei Betrachtung des Gebäudes von außen trifft man nicht etwa eine steinerne oder gläserne Fassade an, sondern eine grüne Gebäudehülle, die den Jahreszeiten entsprechend ihr Laubkleid wechselt und somit ein imposantes Farbspiel liefert: Pastellfarben interpretieren den Frühling, leuchtende Töne konzentrieren sich im Sommer bis hin am Ende der Vegetationsperiode, warme Herbstfarben das Farbspiel abklingen lassen.



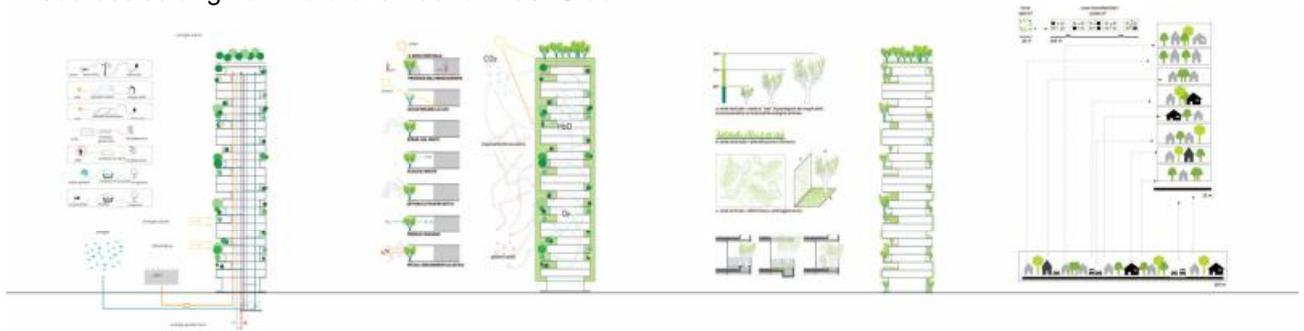
Vier Jahreszeiten – vier sich wandelnde Fassadengestaltungen. © Boeri Studio

Neben den ästhetischen Reizen, spielen ökologische Aspekte eine große Rolle

Die künftig auf den Balkonen wachsende Vegetation erzeugt ein günstiges Mikroklima: Sauerstoff wird produziert, Kohlenstoffdioxid und Feinstaub absorbiert. Die Luft wird durch die Verdunstung von Wasser befeuchtet. Gleichzeitig profitieren die Wohnungen und Büroräume von einem natürlichen Schallschutz. Das Laub der Bäume sorgt außerdem im Sommer für eine angenehme Schattierung. Jede Wohnung verfügt über einen Balkon mit einem kleinen „Wäldchen“, das die Lebensqualität in einer Millionenstadt wie Mailand erheblich steigert.

Es handelt sich um eine biologische Architektur, die es ablehnt, sich rein auf technologischem oder mechanischem Weg der Nachhaltigkeit im urbanen Umfeld zu nähern. Der vertikale Wald soll dazu beitragen, ein urbanes Ökosystem zu schaffen, das Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen und somit Unterschlupf für Vögel und Insekten bietet. Boeri Studio spricht von einer „spontanen

Rekolonialisierung“ der Stadt durch die Architektur. So fördere der vertikale Wald die Wiederbesiedlung von Flora und Fauna in der Stadt.



Eine intelligente grüne Architektur © Boeri Studio

Eine technische Herausforderung: Der Baum am Gebäude

Die Architekten widmen dem Baum die Hauptrolle bei diesem architektonischen Schauspiel. Dazu zogen sie sich fachspezifische Unterstützung von Laura Gatti in Zusammenarbeit mit Emanuela Borio hinzu. Sie übernehmen die landschaftsarchitektonische Betreuung der Bewaldung des Projekts. Dabei unterzogen sie sich einer wahren Herausforderung, bedenkt man die Höhe und die Windstärke, die bis zu 160 Stundenkilometer erreichen kann. Daneben wurde die Pflanzenauswahl auch unter dem Gesichtspunkt eines geringst möglichem allergenem Potential berücksichtigt. Seit Beginn des Projekts vor über vier Jahren wurden die Aspekte des Mikroklimas und des Mikrowetters der einzelnen Standorte an der Fassade in Abhängigkeit von Höhe und Himmelsrichtung studiert. Die Ergebnisse bestimmten die Auswahl und die Verteilung der Bäume, die in enger Zusammenarbeit mit Botanikern getroffen wurde. Die Pflanzen, die das Haus „bewohnen“ werden, wurden speziell für die Standortbedingungen ausgewählt, kultiviert und auf die in der Großstadt herrschenden Bedingungen vorbereitet. Sie müssen Kälte, Wind und Trockenheit standhalten können.

Der Wind war der wichtigste klimatische Faktor, den es zu beachten gab. In diesem Zusammenspiel galt es die deutlichen Auswirkungen auf die Vegetation zu beachten. Darüber hinaus wurden sorgfältig die Kräfte geprüft, die sich abhängig von Gewicht und Größe der Bäume, unter dem Druck des Windes auf das Gebäude übertragen. Ein erster Schritt war der Bau eines Modells im Maßstab 1:20. Am Modell wurden, unter Berücksichtigung der morphologischen Veränderungen der Stadt, aktuelle und zukünftige Bedingungen der Windströmung im realen Kontext von Porta Nuova ermittelt. Die Ergebnisse ermöglichten eine Optimierung der Baumverteilung an der Fassade und die Festlegung der möglichen Maximalgröße der Bäume. Anschließend wurde das komplette Pflanzpaket, bestehend aus Pflanzkübel, Baum, Verankerung und Substrat, im Windkanal in Miami, bei Windgeschwindigkeiten bis zu 190 km / h auf die Prüfung gestellt. Daraus wurden technische Lösungen abgeleitet.

Im Sommer 2010 wurden die Pflanzen ausgesucht. In der Baumschule des beauftragten Gartenbauunternehmens Peverelli srl kamen sie in spezielle Pflanzbehälter, sogenannte Superroots Air-Pots. Diese fördern kräftige Wurzelstruktur und schaffen bessere Anwachsmöglichkeiten.



In der Baumschule werden die Bäume mit Superroots Air-Pots auf die zukünftigen Standortbedingungen vorbereitet, credits photos: Iwan Baan

Die Pflanzkübel, die auf den Balkonen integriert sind wurden so dimensioniert, dass eine entsprechende Entwicklungsmöglichkeit je nach Nahrungs- und Wasseraufnahme gewährleistet ist. Auch die mechanische Stabilität der Bäume in den Kübeln sowie das passende Pflanzsubstrat wurden genauestens geprüft, um somit die Vitalität der Vegetation auch auf lange Sicht sicher zu stellen. Die Pflanzkübel müssen ein konsistentes Ambiente für die Bäume und gleichzeitig eine Abdichtungsfunktion gegenüber Wasser gewährleisten. Das Erdreich in den Kübeln muss durchlässig, doch darf es nicht zu lose sein, da es sonst aus den Kübeln austreten könnte. Um letzteres zu vermeiden werden die Kübel mit einem Wasserrückhalte- und einem

Befestigungssystem ausgestattet. Größere Bäume werden zusätzlich mit einem Verankerungssystem oberhalb der Pflanzkübel befestigt, das sich an Wachstum und Bewegung der Pflanze anpasst. Im Inneren der Kübel befinden sich eine Wurzelschutzfolie aus Polyethylen und ein spezielles Geotextil, das durch eine Art Luftkammer isoliert und die Wurzeln von den Mauern des Gebäudes fernhält.



Ein Pflanzkübel im vertikalen Wald wird vorbereitet, Photo by Francesco de Felice
 Im Sommer 2012 wurden die ersten Bäume gepflanzt. Die Kübelpflanzen werden durch ein speziell auf das Projekt ausgelegtes Bewässerungssystem versorgt. Dabei werden sie mittels einer unterirdischen Bewässerungsanlage mit individueller Steuerung für kleine Pflanzgruppen gewässert. Dies ermöglicht es den jeweils erforderlichen Wasserbedarf je nach Höhe und Himmelsrichtung anzupassen. Ein Sondensystem ermöglicht eine Fernsteuerung, so dass Störungen direkt erkannt und anschließend behoben werden können.



Frisch aus der Baumschule angekommen, landet der erste Baum im Bosco Verticale, Photo by Marco Garofalo



Der Baum wird bereits erwartet, Photo by Marco Garofalo



Fast zwei Stockwerke hoch misst der zu pflanzende Baum, Photo by Marco Garofalo
Für die Bewässerung wird recyceltes Wasser unterschiedlicher Herkünfte verwendet, z.B. aus der mit Grundwasser betriebenen Klimaanlage. Nach Aussage des Architekten soll auf diese Weise kein Trinkwasser verbraucht werden.
Zusätzlich werden Photovoltaik-Energiesysteme eingesetzt, um zusammen mit dem beschriebenen Mikroklima die Energie-Selbstversorgung zu verbessern.



Einmal gelandet, wird das Exemplar mit Sorgfalt befestigt und verankert, Photo by Francesco de Felice



Der erste gepflanzte Baum im vertikalen Wald, Photo by Francesco de Felice

Für die Pflege des Vertikalen Waldes ist eine Firma zuständig, die auf Grundlage eines erarbeiteten Arbeitsplans (5-jährig) tätig wird (Schneiden, Düngen, Kontrolle des Pflanzenschutzes und der Baumverankerungen). Ein fest installierter Kran auf dem Dach ermöglicht das Eingreifen von außen, um das Wachstum der Bäume zu kontrollieren. Ein eventueller Befall von Parasiten würde auf biologischem Wege kontrolliert.

Fazit:

In der letzten Zeit gab es viele städtebauliche Projekte, die sich mit dem Thema Natur auseinandersetzen. Nicht zuletzt angespornt durch die Auszeichnung der European Green Capital wurde Vegetation zunehmend bei der Wiederaufwertung von öffentlich städtischem Raum eingesetzt. Boeri Studio vertritt die Auffassung, dass es an der Zeit ist, dass pflanzliche Elemente über dies hinaus zum Bestandteil der Gebäudehülle werden können. Das Konzept des vertikalen Waldes beansprucht nicht als einzige Lösung betrachtet zu werden. Es soll vielmehr als eine Anregung zur Weiterentwicklung der Fassadengestaltung gesehen werden.

Die Architekten erklären, dass eine Kreuzung zwischen den klassischen architektonischen Elementen, wie Stein und Beton und der Pflanze entsteht. Dies weist auf eine gewisse Unsicherheit bzgl. der klassischen Gebäudehülle hin und fordert auf, die äußere Schale von Architektur zu überdenken und zu erneuern. Dabei orientiert man sich an der Natur als Maßstab und Vorbild.

Beim Thema Nachhaltigkeit sollte nach Boeristudio die Verwendung von pflanzlichen Elementen in der Gestaltung der Außenfassaden als ein Moment der Pause interpretiert werden – ein Innehalten in dieser Evolution von architektonischer Ausdruckweise. Der „Bosco Verticale“ repräsentiere einen ersten Schritt dieser Entwicklung.

Das Projekt stellt eine Fusion von Architektur und Landschaftsarchitektur dar. Das direkte Ineinandergreifen und die aktive Teilnahme von Akteuren beider Disziplinen sind als sehr positiv zu werden. Letztendlich wird nur die Zeit zeigen können, wie sich ein solch mutiges Projekt mit den Jahren entwickelt.



© Boeri Studio Schnitt und Fotomontage

Projektdateien:

Architektonischer Entwurf: Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra)

Landschaftsarchitektonische Betreuung: Emanuela Borio und Laura Gatti

Künstlerische Assistenz: Francesco de Felice, Davor Popovic

Landschaftsarchitektonischer Entwurf des Freiraums: LANDsrl

Planung: 2006 – 2008

Bau: 2008 – Ende 2013



Chancen für neue Dachnutzungen (u.a. Sport & Spiel) in der Stadt der Zukunft **Prof. Dr. Klaus Neumann, Beuth Hochschule Berlin**

Präambel

... „Und ist die angebliche energetische Ertüchtigung der Vorstädte nicht auch eine große Lüge der Dämmstoffindustrie, die gerade das Geschäft ihres Lebens macht? Wäre es nicht ökologischer, die Städte zu verdichten und die brachliegenden Flachdächer in Gärten umzuwandeln, so dass die Pendler in der Stadt bleiben könnten, anstatt mit ihren Großraumlimousinen in die Kiste vor der Stadt zu fahren? Und dabei zehnfach jene Energie zu verdieseln, die der klapperige Dämmputz einspart? Und das alles nur , um in einem Haus „im Grünen“ zu sein, was ja oft auch [...] eine große Selbsttäuschung ist: Vom Garten des 500-Quadratmeter-Grundstücks bleiben, nachdem neben dem Haus noch zwei Autostellplätze, ein Schuppen für Fahrräder, Rasenmäher und Grill sowie eine Terrasse abgezogen werden mussten, oft fünfzig Quadratmeter Rasen übrig.“ (MAAK, 2011)

Wert von Grün- und Freiräumen

Freiräume und Grünflächen stellen eine besondere Qualität für eine Stadt dar. Eine Qualität für Ihre Bewohner und Touristen, für potentielle Investoren, für Industrie, Handel und Gewerbe. Wohnen, Leben und Arbeiten in und am „Grün“ ist mittlerweile ein unzweifelhafter ökologischer, kultureller, wirtschaftlicher und imageträchtiger Wertfaktor, wissenschaftlich vielfach nachgewiesen (GRUEHN, 2006) und selbst von der Tagesjournalie ernsthaft zur Kenntnis genommen (z.B. TRÖSTER, 2011).

Unter den sich verändernden Wachstumsbedingungen in einer globalisierten Welt, bei demografischem Wandel und Veränderung der soziokulturellen Gesellschaftsstrukturen, bei neuen Arbeits- und Produktionsweisen, häufig weniger Bedarf an Industrie-, Gewerbe und Wohnbauflächen, bei weltweiten Klimawandel und Artenschwund treten Städte und Regionen zunehmend in einen Wettbewerb um Einwohner, Investoren und Touristen. Jeder weiß es: Städte und Gesellschaft werden sich in den nächsten Jahren erheblich verändern (NEUMANN, 2010a, b). So, wie sich die Stadt und die Gesellschaft ändern, so ändern sich Erwartungshaltungen, Nutzungen und das Wertempfinden urbane Grün- und Freianlagen (NEUMANN, 2010c). Es ändern sich auch die Werteinstellungen und damit die Wertschöpfungsoptionen für grüne Dächer und Fassaden. Um es vorweg zu sagen: Das Dach, das grüne und gut nutzbare Dach wird mit ziemlicher Sicherheit zum einem ganz wesentlichen urbanen Wertschöpfungspotential der Zukunft. Im Vordergrund stehen nicht nur technische und/oder ästhetische Aspekte. Es geht um die Sicherung der Lebensqualität in den Städten bei veränderten ökonomischen wie sozialen Ausgangsparametern.

Urbane Dächer im Wandel der Zeit

Genutzte und begrünte Dächer, heute umgangssprachlich pauschal als „Dachbegrünung“ oder „Gründächer“ bezeichnet, sind nichts Neues. Zudem liegt insbesondere bei den tradierten Formen der heute weitgehend üblichen Formen intensiver- oder extensiver Begrünungstechniken ein nahezu vollständig perfektionierter, bau- und vegetationstechnischer Erkenntnis- und Wissenstand vor. Ebenso ist die Forschung von nahezu allen bautechnischen, bauphysikalischen, bauchemischen und auch von baurechtlichen Zusammenhängen und Anforderungen im Planungs-, Bau-, Pflege- bzw. Unterhaltungsprozess beim begrünten Dach sehr umfangreich und hat viele wichtige Erkenntnisse geliefert.

Insbesondere seitens der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL) liegen seit über 20 Jahren immer wieder aktualisierte und fachlich ergänzte Regelwerke, Richtlinien und Empfehlungen vor. Themen sind z.B. Richtlinien für die Planung und Ausführung von Dachbegrünungen“, „Hinweise zu Pflege und Wartung von begrünten Dächern“, „Musterleistungsverzeichnis Dach- und Fassadenbegrünungen“, „Empfehlungen für besondere Begrünungsverfahren“, „Regenwassermanagement-natürlich mit Dachbegrünungen“, „Leitfaden Dachbegrünung“, „Empfehlungen zur Bewertung von Dachbegrünungen in der Bauleitplanung“, etc.

Diesem umfangreichen Wissenstand steht ein erhebliches Defizit in der perspektivischen Weiterentwicklung grüner Dächer angesichts der Veränderungsprozesse von Stadt und Gesellschaft entgegen. Insbesondere die urbanen Wandlungsprozesse, sozial-demografische Veränderungen, zunehmend bedeutsamer werdende Aspekte gesunder Ernährung, Natur-, didaktisch-pädagogische Angebote für (junge) Menschen/Kinder mit Migrationshintergrund und die Erkenntnisse der Klimaveränderung erfordern einen neuen, anderen Umgang mit Dächern, da sie bisher oftmals als (ungenutzte) städtischen Flächenpotentiale nicht erkannt wurden. Häufig gelten

strukturelle und nutzungsbedingte Weiterentwicklungen und bisher kaum genutzten Potentiale vielfach (noch) als „Vision“ und „surrealistisch“. Aber: Eine neue Phase „urbaner Dachlandschaften“ steht an.

Urbane grüne Dächer der Zukunft

Das Grün der Stadt, urbane Natur und Landschaft und insbesondere grüne Dächer und Fassaden werden immer bedeutsamer als neuer Natur-kultureller Wertfaktor, als „grüne Juwelen“, die es niveauvoll zu anzulegen, zu pflegen und dauerhaft gesichert gilt. Garten- und Naturbezug,- von der Möglichkeit des Anbaues eigener Gewürze, Gemüse und Kräuter, über den Kinderwunsch des Buddeln in Sand und Matsch, bis zum medizinisch nachhaltig geforderten Naturbezug für ältere und kranke Menschen zur Aktivierung der Sinnesorgane und der Bewegungstherapie in frischer Luft: - die Argumentationspalette zum Thema „Wohlfühlen und Lebensqualität“ hat ein bis dato nicht gekanntes weites Spektrum mit neuen Wertprämissen erreicht.

Aber: Die Fläche in der Ebene ist nicht beliebig vermehrbar. Alternative Flächen werden gesucht und benötigt. Dabei kann man unter die Erde gehen, siehe London, oder in die Höhe, siehe der Highline Park in der New York City (Abb. 1).



Abb. 1



Abb. 2

Es werden alternative Flächen gesucht, zu denen insbesondere auch Dachflächen gehören. „Alternativ“ genutzte Dächer werden zunehmend als neue Chance und als neuer Wert-Faktor wahrgenommen. Ein Wert, der nicht Jedem und nicht schnell in seiner Wertigkeit einsichtig ist. Ein Juwel, das in 10-facher Hinsicht wirken und für Stadt und Gesellschaft neue Bedeutung erlangen kann und wie es F. Thurm formulierte: „Platz in der Stadt wird knapp - die Zukunft liegt ganz oben: Hier wird therapiert, musiziert, Strom und Honig gewonnen, ja sogar Fisch gezüchtet“. (THURM, 2012).

In einem vom Verfasser an der Beuth-Hochschule für Technik Berlin und dem Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung im Frühjahr 2012 initiierten gemeinsam Entwicklungs- und Studienprojekt, wurden beispielhaft 10 Themenspektren zukünftiger Dachnutzungen analysiert und kausal ableitbare neue und ungewöhnliche „grüne“ „Freiraum- und Freizeitnutzungen“ aufgezeigt. Die zweifellos teilweise ungewöhnlichen neue Ansätze für zukünftige Dachnutzungen wurden im Rahmen einer vielbeachteten Ausstellung „VIVA LA DACH“ im Januar 2013 der Öffentlichkeit präsentiert (Abb.2).

1. Erreichbarkeit:

Grüne Freiräume auf den Dächern sind schnell erreichbar, kostengünstig, wohnungsnah. Angesichts begrenzter urbaner Flächenressourcen, ökonomischen Wertprämissen von „Fläche“ und einem demografischem Wandel mit mehr älteren und nur begrenzt mobilen Menschen, ergeben sich neue vielfältige Angebote für „Naturerlebnis zu Hause“.

2. Sicherheit/ Zerstörung:

Nicht nur für den Artenschutz stellt das hohe Maß an Sicherheit, kaum zu erwartende Zerstörungen und Vandalismus bei problemlosem Zugang und einer Nutzung auch nachts, eine bis dato nicht gekannt und wenig genutzte urbane Freiraumqualität dar.

3. Nutzbarkeit/Nutzungskonflikte:

Die bei begrenzten Flächenressourcen im urbanen Raum häufig auftretenden Nutzungskonflikte können durch die Nutzung von Flächenreserven auf dem Dach aufgefangen werden. Ob fehlende Spiel- oder Sportanlagen (Abb.3) oder (im extrem-) die Ausweisung von Rückzugsräumen (Gebetsflächen) für Menschen mit Migrationshintergrund zur Ausübung ihrer alltäglichen religiösen Verpflichtungen -alles weitgehend konfliktfreie Möglichkeiten auf entsprechend genutzten und gestalteten Dächern.



Abb. 3 (Quelle: Optigrün)

4. Wirtschaftlichkeit:

Unabhängig von den ökonomisch vermarktbareren Freizeitangeboten und Nutzungsmöglichkeiten auf Dächern kommt angesichts der wirtschaftlichen Prämissen im Immobiliensektor den Forderungen nach Kosteneinsparung bei gleichzeitig wachsenden Umweltschutzanforderungen zum Thema Ressourcenschutz, effizienten Techniken zum nachhaltigen und sparsamen Energie- und Wasserverbrauch, eine besondere Bedeutung zu. Die Einsparung von Abwassergebühren durch die Zurückhaltung von Niederschlagswasser auf dem Dach gilt mittlerweile nicht „nur“ als Stand der Technik, sondern als wichtiges Kriterium einer wirtschaftlicher Bauökonomie.

5. Techn. Umweltschutz/Ressourcenschonung/Energiegewinnung

Werden die heute perfektionierten Systeme der Solardach-Energiegewinnung mit den ebenso perfektionierten Systemen extensiver Dachbegrünung mit weitgehender Regenwasserrückhaltung kombiniert, entsteht eine äußerst wirtschaftliche und nachhaltige Bausymbiose von Natur und Technik. Die Philosophie und Technologien der zukünftigen grünen Dächer weisen drei neue Perspektiven auf.

- Die bisher bekannte Regen-Wasserrückhaltung auf dem Dach
- Die Rückführung und damit Speicherung des Brauchwassers mit Reinigung in Pflanzenkläranlagen auf dem Dach und damit Rückführung in den häuslichen Wasserkreislauf. Vielversprechende Erkenntnisse zur „Abwasserreinigung auf dem Dach“ (SADRZADEH, 2011) liegen vor.
- Gleichzeitige Nutzung der Dachflächen zur Energiegewinnung. Vier bis sechs Quadratmeter Kollektorfläche auf dem Dach reichen aus, um einen Vier-Personen-Haushalt von Mai bis September vollständig und in den kälteren Monaten zumindest teilweise mit Warmwasser zu versorgen. Gut geplante Anlagen können so eine Deckung des Energiebedarfs von etwa 60 Prozent /Jahr erreichen.

6. Artenvielfalt:

Aus Sicht des Natur- und Artenschutzes sind die auf Dächern, insbesondere bei Extensivbegrünungen, weitgehend ungestörte Habitate als Brut-, Nist- und Nahrungsräume äußerst wertvoll. Es besteht keine „Gefahr“ von „Garten- und Park-Beutern“ wie Hunden, Katzen, Füchse. Auch die oftmals den Natur- und Artenschutz beeinflussenden Nutzungen durch den Menschen sind weitgehend ausgeschlossen. Angesichts der Diskussionen um Biodiversität, Artenvielfalt und Artenschutz sind Erkenntnisse um mögliche urbane (Überlebens-) Räume für seltene Käfer-, Vogel- und Pflanzenarten durchaus von Bedeutung – und von Naturschützern sehr begrüßt (Abb. 4)



Abb. 4

7. Klimafunktion:

Biologisch gesehen sind konventionelle Dächer Wüsten. Mit begrünten Dächern wird jedoch ein ökologischer Ausgleich geschaffen, der nicht nur für den Natur- und Artenschutz von großer Bedeutung ist, sondern als Klimaaustauschfunktion (Klimaschneisen) wirksam werden kann. Vor allem aber sind begrünte Dächer für umweltbewusste Hausbesitzer eine Alternative zu konventionellen Klimaanlageanlagen: Sie dämmen im Winter und kühlen im Sommer. Auch das gehört mittlerweile zum „Standardwissen“ in der Baubranche.

8. Freizeit/Kultur, „new location“

Dächer, davon sind die Macher des Internet-Musiksenders Tape.tv überzeugt, sind die letzten Ruheräume der Stadt. Sie haben diesen Orten eine eigene Video-Reihe gewidmet, die sie auf verschiedenen Häusern drehen: Sie heißt schlicht „Auf den Dächern“, oft sind nur Gitarre und Stimme zu hören. Auch die Hip-Hopper von Demograffics nutzen diese „ne location“ für Schlagzeug und Gitarre. „Das Dach hat etwas Besonderes“, sagt Fabian Heuser von Tape.tv. „Die Leute sind hier oben losgelöst. Das liegt nicht zuletzt an der Aussicht: Was hier oben fehlt, sind die Zuschauer – die bekommen die Aufnahmen erst später online auf Tape.tv zu sehen. Doch die Abgeschlossenheit auf dem Dach bedeutet auch: keine Nachbarn, die sich wegen der Musik beschweren, keine neugierigen Passanten, die die Aufnahmen stören (THURM, 2012). In diesem Sinne offerieren urbane Dachflächen Potentiale für eine Vielzahl von besonderen und ungewöhnlichen kulturellen Nutzungen. (Noch) äußerst ungewöhnliche- aber in vielen fachpolitischen Diskussionen bereits sehr beachtete Vorschläge des gemeinsamen Studien- und Forschungsprojektes machen die „Aufbruchsstimmung“ bei zukünftigen Dachnutzungen mehr als deutlich (Abb. 5). Ob tradierte Party- und gesellschaftliche Event-Location oder ungestörte Orte für spezielle gesellschaftliche Gruppierungen z.B. für individuelle Rückzugsbereiche (Gebetsräume), Ruhe- und Meditationsbereiche, ganz persönliche Gedenkort wie „Garten der Erinnerung“ (Abb.6)- bis hin zu ebenso mutigen ungewöhnlichen Nutzungsideen als letzte Ruhestätte (Urnengrab),- der ungestörte, sichere, jederzeit leicht erreichbare Ort „über der Wohnung, oben im Haus“ offeriert Mut zu neuen Nutzungen. Der Gedanke von Studierenden der Beuth Hochschule Berlin im Projekt „Kunst u- Kommunikation im Kiez“, (KITZING,2012), dass sich „Durch die alternde Bevölkerung, sich verändernde Bestattungspraktiken, die Häufung von „Bestattungs-Events und den Wunsch nach neuen Bestattungsorten (Friedwälder, Urnen-Campus), auch neue, für alte Menschen schnell, leicht und sicher erreichbare Orte der Erinnerung sinnvoll werden können“ ist vielleicht (noch) abwegig. Es gilt aber auch darüber nach- bzw. vorzudenken.



Abb. 5



Abb. 6



Abb. 7 (Quelle Optigrün)

9. Gesundheit / Bewegung / Sport

Sportliche Betätigung im nahen Lebens- und Arbeitsumfeld gehört heute zu den „Basics“ urbaner Lebensqualitäten. In gleicher Weise werden angesichts des demografischen Wandels mit altersbedingten Krankheiten und Pflegeerefordernissen weitgehende Forderungen an Bewegung, Orientierung und soziale wie emotionale Aktivitäten in der Natur postuliert. Herausragendes Beispiel: die Wiegmannklinik in Berlin (Abb.7). Für die Patienten mit Traumata und psychosomatischen Störungen ist das Unkrautjäten, Graben und Ernten in der Erde ein Teil ihrer Behandlung. Sowohl Entspannung wie auch therapeutische Behandlung findet auf dem Dach statt. „Der Garten vermittelt unseren Patienten Schutz“, so der Direktor Rolf Mulac. Alle Patienten verbringen neben ihrer regulären Therapie eine Arbeitsstunde pro Woche im Haus oder im Garten und können den Garten auch mit gestalten. „Es ist schön zu sehen, wie manche Patienten, die zu Beginn am liebsten alles rausgerissen hätten, vom Garten inspiriert werden und merken, wie gut er

ihnen tut“ (THURM 2012). Und angesichts der Flächenknappheiten in zahlreichen Metropolen werden kleinere Sportanlagen wie Fußballplätze, Laufbahnen, Leichtathletik oder Golfputting-/Pitchingareale vielleicht bald zur Selbstverständlichkeit neuer städtischer Lebenswelten. (Abb. 8+9)



Abb. 8

10. Ernährung, Landwirtschaft, Gesunde Ernährung:

„Landwirtschaft auf dem Dach- Lebensmittel legen per Lastwagen, Zug oder Schiff oft Tausende Kilometer zum Kunden zurück. Muss das sein? Die urbane Landwirtschaft könnte frisches Obst und Gemüse ohne Umwege direkt auf den Tisch bringen“ (HARTL, 2011). Aktuell legen 65 % der Bundesbürger beim Einkauf von Lebensmitteln immer mehr darauf, dass die Produkte aus ökologischem und regionalem Anbau stammen. Doch der Wunsch nach heimischen Produkten kollidiert immer öfter mit einem anderen: dem Wunsch, „urban“ leben zu wollen. So ist es nicht verwunderlich, dass das Dach als Ort für die kleine, individuelle Ernährung und das Dach als Ort neuer urbaner landwirtschaftlich-gärtnerischer Produktion dabei ist entdeckt zu werden. „Urbaner Gartenbau“ ist ein Teilbereich der multifunktionalen Landwirtschaft, der eine tragfähige Produktion pflanzlicher Erzeugnisse im Ballungsgebiet der Städte in mehrstöckigen Gebäuden oder auf Dächern ermöglichen kann (Abb. 10). Möhren und Kartoffeln vom Dach, den Salat vom Balkon und die Pilze aus dem Keller, zum Nachtisch. Eis von städtischen Milchkühen mit heißen Himbeeren, die an der Fassade hochranken. So könnte der Speiseplan eines typischen Berliner Abendessens in Zukunft aussehen – vorausgesetzt, die Landwirtschaft geht in die dritte Dimension, nämlich auf, an und in die Gebäude. (LUCKAS, 2012, DIETRICH, 2012)

Fazit:

Die dargelegten Perspektiven für neue Nutzungen auf alten Dächern sind möglicherweise für Manche noch visionäre Träumereien. Zukünftige wirtschaftliche Rahmenbedingungen, neue Stadtgesellschaften und neue Werte um urbane Lebensqualitäten werden aber vor dem Hintergrund immer bedeutsamer werdender Umweltschutzaspekte im Städtebau, angesichts Ressourcenschutz, effizientem Energieeinsatz, Klimawandel und der Biodiversitätsdebatte neue Strategien zum „Dach der Zukunft“ erforderlich werden lassen.



Quellenangaben:

Dietrich, Axel	Urbane Landwirtschaft der Zukunft. Es wächst was auf der Stadt.	PlanerIn, Fachzeitschrift für Stadt-, Regional und Landesplanung. Heft 1, Februar 2011
Gruehn, Dietmar	Bedeutung von Freiräumen und Grünflächen für den Wert von Grundstücken und Immobilien.	Forschungsprojekt im Auftrag der GALK-DST, ARC systems research GmbH, Wien, 2006
Hartl, Judith Maak, Niklas	Landwirtschaft auf dem Dach Trostlose Bauwelt. Architekten: Auf die Barrikaden!	DW, Wissen und Umwelt, 5.11.2011 Frankfurter Allgemeine Zeitung, Feuilleton, 26.11.2011
Kitzing, Tina	Kunst- Kommunikation im Kiez, urbane Dachgestaltung im Wedding	Handout zur Veranstaltungsgestaltung III, Beuth Hochschule Berlin, 2012
Luckas, Monique	Berlin: Stadtfarm de Zukunft errichtet.	Informationsdienst Wissenschaft. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung. Dezember. 2011
Neumann, Klaus	Urbane Freiräume im Wandel. Paradigmenwechsel beim öffentlichen Grün- und Freiraum	Forum Wohnen und Stadtentwicklung. Heft 2/2010a
Neumann, Klaus	Anforderungen und Perspektiven für die Garten- und Landschaftskultur der Zukunft	Festschrift der Lenné-Akademie zum 200. Geb. von P.J. Lenné, August 2010b
Neumann, Klaus	Die Bedeutung von Migrationsgesellschaften und Wertewandel für den öffentlichen Raum	Forum Wohnen und Stadtentwicklung, Heft 6/2010c
Sadrzadeh, Sara	Abwasserreinigung auf dem Dach. Pflanzen sorgen für sauberes Wasser	taz.de, 03.02.2011
Thurm, Frieda Tröster, Christian	Berlin aus Dach gestiegen Mehr Grün in der Stadt zahlt sich aus	Der Tagesspiegel, 6.05.2012, Berlin Welt am Sonntag, 21.08.2011



Leistungsfähigkeit von EPDM-Dachabdichtungen unter Dachbegrünungen MBA, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Roland Streibich, Duraproof technologies GmbH, Wadern-Büschfeld

Einleitung

EPDM- Bahnen und Planen von DURAPROOF haben ihre Eignung für die Abdichtung von Bauwerken über einen Verwendungszeitraum von vier Jahrzehnten auch unter extremen Witterungsbedingungen von Saudi Arabien bis Sibirien unter Beweis gestellt. Die ausgezeichnete Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse wie Licht, Ozon, Säuren und Laugen bilden einen wichtigen Teil der Eigenschaften von Gummi-Erzeugnissen aus EPDM. Dies gilt auch für die hochbleibende Flexibilität, die Bruchdehnungseigenschaften, die gute Zugfestigkeit sowie den sehr breiten temperaturbezogenen (- 40° C bis + 120° C) Einsatzbereich.

Entwicklung

Flächenabdichtsysteme von DURAPROOF sind seit Jahrzehnten bewährte Abdichtungslösungen für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden. Sie bestehen aus EPDM-Bahnen, die vor Ort miteinander verschweißt werden, oder aus vorkonfektionierten Planen, die eine großflächige und vor allem schnelle Abdichtung an der Baustelle bieten. Im Jahre 1985 revolutionierte die eigene Entwicklung der Thermofast® Fügetechnik die Nahtverbindung von Dachbahnen durch das Heißluftverschweißen. 1998 bringt das Unternehmen die erste graue EPDM-Dachdichtung auf den Markt. Seit 2012 setzen sich vorkonfektionierte Maßanzüge stärker durch.

Verlegemethode NOVOPROOF® Planen unter Auflast (Gründächer)

NOVOPROOF® kann als vorkonfektionierte Plane unter Auflast eingesetzt werden. Gemäß unserer Verlegeanleitung werden NOVOPROOF® Planen ohne Unterbrechung aus der waagerechten Abdichtungsebene in den senkrechten Anschlussbereich hochgeführt und dort vollflächig mit Kleber TA verklebt.

Bei der Verlegung von werkseitig vorkonfektionierten NOVOPROOF® DA-P Dichtungsplanen aus EPDM-Kautschuk können durch die lose Verlegung Wellen und Falten in der Abdichtung entstehen, die jedoch die Funktionstüchtigkeit und Haltbarkeit der NOVOPROOF® Dachhaut nicht beeinträchtigen.

Mindestdicken und Fügenahtbreite von EPDM-Abdichtungen

Stoff	Mäßige Beanspruchung Anwendungskategorie K1	Hohe Beanspruchung Anwendungskategorie K 2
EPDM-Abdichtungen homogen	1,1 mm nach Flachdachrichtlinien	1,3 mm nach Flachdachrichtlinien
EPDM-Abdichtungen homogen DURAPROOF	1,3 mm (extensive Begrünung)	1,5 mm (intensive Begrünung)
Fügenahtbreite Heißluftverschweißung	30 mm	30 mm

NOVOPROOF® Abdichtungsplanen unter Auflast (Gründächer)

NOVOPROOF® DA-P 13, DA-P 15, DA-P 20 Planen für die schnelle Abdichtung großer Flächen, für genutzte Dachflächen und Gründächer. Im Werk vorkonfektionierte Planen nach Maß (Maßanzug) bieten den Vorteil der witterungsunabhängigen Verarbeitung und schnellen Verlegung auf der Baustelle. NOVOPROOF® Planen sind nach FLL geprüft wurzelfest und rhizomfest gegen Quecken

Thermofast® Fügetechnik für perfekte Nahtverbindungen (Heißluftverschweißen)

Die Entwicklung der Thermofast® Fügetechnik in 1985 war die Innovation beim Schweißen von EPDM-Nahtverbindungen und ist heute Stand der Technik. Die Thermofast® Fügetechnik darf gemäß dem Gutachten des Fraunhofer Institutes für zerstörungsfreie Prüfverfahren als homogen bezeichnet werden. Die Fügetechnik verbindet Funktionalität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit bei



Dacharbeiten in nahezu idealer Weise. Mit handelsüblichen Heißluftschweißgeräten (Heißluftföhn, Heizkeil-Schweißautomaten) kann eine schnelle und handwerkergerichte Überlappungsverbindung hergestellt werden.

Es ist kein Einsatz unsicherer Klebstoffe und giftiger Lösemittel erforderlich. Eine optische Kontrolle der Fläche und die Überprüfung der Überlappungsverbindungen mit der Prüfnadel reichen bei der prozesssicheren Thermofast® Füge-technik aus.

Produktvorteile, Alleinstellungsmerkmale von EPDM-Dachabdichtungen

<ul style="list-style-type: none"> • extrem haltbar (über 50 Jahre) • flexibel von - 40 °C bis +120 °C • witterungsunabhängige Nahtverschweißung • mit der Thermofast® Füge-technik bis - 10 °C • „Maßanzug“ ermöglicht extrem schnelle, witterungsunabhängige Abdichtungen • Anschlüsse, Erweiterungen und Reparaturen • sind auch nach Jahrzehnten möglich • wurzelfest nach FLL • hagelschlagbeständig • umweltfreundlich, für nachhaltiges Bauen • bis 20 Jahre Material-Gewährleistung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • einlagige Verlegung, geringes Flächengewicht • Hoch elastisch, macht Bewegungen im Untergrund und im Schichtenpaket mit • Bahnen und Planen sind universell einsetzbar und wurzelfest • „Shattering“ bei Kälte oder Schäden durch Ozon und UV sind ausgeschlossen • keine Weichmacherwanderung, Material bleibt dauerhaft flexibel, keine Auswaschung von Additiven • sehr hohe Lebensdauer/Funktionsfähigkeit der Abdichtung, jahrzehntelange Lebenserwartung • Altmaterial energetisch und stofflich verwertbar
--	---

Schäden am Dach: hier Gründächer

- Elementarschäden durch Wind- und Wassererosion an der Vegetation und Substratschicht
- Vernässung (begrünte Flachdächer ohne Gefälle)
- Verkrautung
- unzureichende oder nicht ausgeführte Fertigstellungspflege (Hauptschadensursache). Die Natur ersetzt dabei Zielvegetation durch sukzessive Selbstansiedlung (Pflanzenwildarten)

Grundlage für dauerhafte Dachbegrünung

- Grundlage für eine dauerhafte Dachbegrünung ist ein langlebig konzipiertes Dach mit hochwertiger, auf Dichtigkeit geprüfter Abdichtung
- Ein gutes Qualitätsmanagement von der Planung über die Ausführung bis zu laufenden Unterhaltung ist die Grundvoraussetzung, damit Gründächer einen dauerhaften Beitrag zur Stadtökologie leisten

Gewerkeübergang / Prüf- und Hinweispflichten - Tipps für die Praxis

- Verarbeitung nach den anerkannten Regeln der Technik und unter Beachtung der Herstellerangaben (Verlegerichtlinien, Produktdatenblätter, Technische Merkblätter usw.)
- Die Überprüfungspflicht für nachfolgende Gewerke bezieht sich ausschließlich auf die für die eigene Leistung relevante Vorleistung
- Achten Sie darauf, dass eine Dichtigkeitsüberprüfung erfolgt ist oder durchgeführt wird
- Kontrollieren Sie Verkehrswege auf der Abdichtung, die evtl. andere Gewerke frequentiert haben
- Dokumentieren Sie Ihre einwandfreie Arbeit mit Fotos zum Zeitpunkt der Übergabe bzw. Übernahme

Prüfpflicht nach § 4 Nr. 3 VOB/B

- „Lieber eine schriftliche Bedenkenanmeldung zu viel als eine zu wenig“ (Haftungsfreistellung)

- o selbst unberechtigte Bedenkenanmeldungen eines Auftragnehmers stellen regelmäßig keine Vertragsverletzung und keine Erfüllungsverweigerung dar (für AG kein wichtiger Grund zur Kündigung)

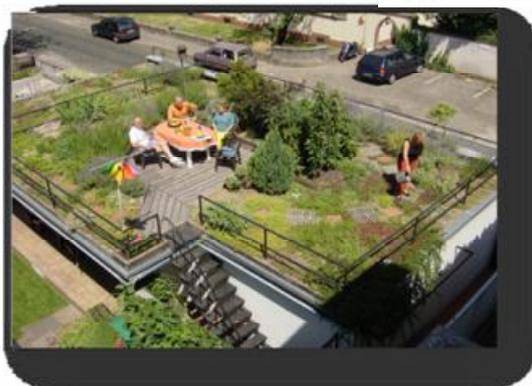
Lebensdauer

Für unsere NOVOPROOF® Produkte liegt eine Untersuchung der DEKRA ETS vor, die das Alterungsverhalten über einen Zeitraum von 36 Jahren beschreibt. Hierin wird nachgewiesen, dass diese EPDM - Bahnen selbst nach dieser langen Liegezeit auf dem Dach teilweise die Anforderungen der DIN 7864 an neues Material erfüllen.

Eine Studie des SKZ in Würzburg gibt für die Lebenserwartung einer Abdichtung aus EPDM eine Gebrauchsdauer von deutlich mehr als 50 Jahren an.

Zusammenfassung

Die universell einsetzbaren EPDM-Abdichtungssysteme von DURAPROOF können für jedes Flachdach auch bei Dachneigungen unter 2 Grad eingesetzt werden. Mit NOVOPROOF® entstehen Dächer, die über Generationen zuverlässig dicht sind. Die hohe Lebensdauer von mehr als 50 Jahren entspricht in hohem Maße der Forderung des nachhaltigen Bauens. Auch komplexe Einbausituationen werden mit NOVOPROOF-Abdichtungen und -Formteilen sowie der Thermofast® Fügetechnik langzeitsicher gelöst. Die einfache Verlegung und Verarbeitung des Werkstoffs EPDM bietet beste Voraussetzungen für dauerhaft dichte Dächer wie z.B. für Gründächer.





Referenten (in alphabetischer Reihenfolge)

Bartel, Yvonne-Christin
Baumüller, Nicole
Dickhaut, Wolfgang
Gorbachevskaya, Olga
Harlacher, Christoph
Herfort, Susanne
Köhler, Manfred
Löcherbach, Josef
Müller-Boscaro, Melanie
Neumann, Klaus
Schott, Armin
Streibich, Roland

Bartel, Yvonne-Christin

Prof. Dr.-Ing.
Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachbereich 9: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung,
Fachgebiet: Technik des Garten- und Landschaftsbaus
An der Wilhelmshöhe 44
37671 Höxter
yvonne-christin.bartel@hs-owl.de

Beruflicher Werdegang: 1995-2001 Studium der Architektur an der Universität Dortmund und der Universidad Politecnica de Madrid, 2002-2005 Ausführungsplanung und Bauleitung im Landschaftsarchitekturbüro in Krefeld, 2006-2011 Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Professor Dipl.-Ing. G. Lösken am Institut für Landschaftsarchitektur der Leibniz Universität Hannover, 2012 Promotion über „Die Lagesicherheit von Schrägdachbegrünungen – Untersuchung der Auswirkung der Dachneigung und der Eigenschaften der verwendeten Stoffe“ an der Leibniz Universität Hannover, erstes Halbjahr 2012 Ausführungsplanung und Bauleitung im Landschaftsarchitekturbüro in Tiefenbronn, seit 9/2012 Professur für Technik des Garten- und Landschaftsbaus in Höxter.
Mitglied der FLL und seit 2010 tätig im Regelwerksausschuss Fassadenbegrünung.

Baumüller, Nicole

Dipl.-Ing., Stadtplanerin, SRL, AKBW
Bernsteinstraße 54
70619 Stuttgart
nicole.baumueller@gmx.de,

Ausbildung und Arbeitsverhältnisse

seit 2010 Dissertation als Stipendiatin der Landesgraduiertenförderung, Universität Stuttgart, Städtebau-Institut, Prof. Dr. Franz Pesch
seit 2005 Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung Stuttgart (in Elternzeit seit 09/2009)
2004-2005 Forschungsgruppe Stadt+Umwelt, Prof. Günther Schöfl, Ludwigsburg
1997-2003 Diplomstudiengang Architektur/ Stadtplanung, Universität Stuttgart und Melbourne, Australien
1995-1997 Universität Freiburg, Diplomstudiengang Physik
Nebentätigkeiten
seit 2009 Regionalgruppensprecherin der Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL)
2008-2012 diverse Vorträge zum Thema nachhaltige Stadtentwicklung und Klimawandel bei Fachkonferenzen und Veranstaltungen in Stuttgart, Oslo, Kobe und Hong Kong
2006-2008 Honorarlehrkraft an der Universität Stuttgart, Städtebau-Institut
2005-2006 Mitwirkung an den Forschungsprojekten zur nachhaltigen Stadtentwicklung, Projekte „PROSIDE“ und „INCOM“



Dickhaut, Wolfgang

Prof. Dr.-Ing.
HafenCity Universität Hamburg
Hebebrandstr. 1
22297 Hamburg
T. 040-428275095
Wolfgang.dickhaut@hcu-hamburg.de

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

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

Harlacher, Christoph

Contec AG
Geschäftsführer
Glütschbachstrasse 90
Postfach
3661 Uetendorf
Tel. +41 (0)333 460 652
Fax: +41 (0)333 460 651
www.contec.ch
c.harlacher@contec.ch

Herfort, Susanne

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

Arbeitsschwerpunkte

- Anbau von Gemüsekulturen auf neuen Substraten bestehend aus Schafwolle

- Einsatz von Schafwolle und anderen Reststoffen zu Düngerzwecken

- Einsatz nachwachsender Rohstoffe für innovative Vegetationsmatten zu Dachbegrünungszwecken

- Emulsionen in Lebensmitteln

Wissenschaftlicher Werdegang

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

1991: Dipl.-Ing. Lebensmitteltechnologie

1991-1992: Zusatzstudium Umwelttechnik an der TU Berlin



1992-1993: Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Berlin
1993: Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Johannisthaler Forschungstechnik GmbH, Berlin
Seit 1994: Wissenschaftliche Mitarbeiterin am IASP
2008-2012: Leiterin des Ressorts Ernährungswirtschaft am IASP

Prof. Dr. Manfred Köhler

Landschaftsarchitekt, BDLA
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 Professur 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

Löcherbach, Josef

alwitra GmbH & Co. Klaus Göbel
Am Forst 1
D-54296 Trier
Telefon: +49 651 - 9102 - 361
Fax: +49 651 - 9102 - 50361
Mobiltelefon: +49 171 - 8 35 98 53
E-Mail: J.Loecherbach@alwitra.de
Internet: <http://www.alwitra.de>

Jahrgang 1957

- Fachlehrer an einer Berufsschule (1983-86)
- Vertriebsnahe, technische Positionen vom Anwendungstechniker, Leiter der Anwendungstechnik über Verkaufsleiter bis zum Produktmanager, u.a. Schierling, Grace/TEROSON, DLW AG, alwitra (1986 bis 2010)
- Seit 2010 Leitung Produktmanagement Bereich Dach- und Dichtungsbahnen, Fa. alwitra, Trier

Mitarbeit in Normen – und Fachausschüssen (aktuell)

- Normenausschuss NA 005-02-96 AA
- DIN 18531 Dachabdichtung
- AGI (Arbeitsgemeinschaft Industriebau)
- Beirat und verschiedene Fachgremien/Arbeitskreise
- Arbeitskreisleiter des AGI-Arbeitskreises „Industriedächer“
- DUD (Fachverband der Kunststoffbahnenhersteller)
- Technical Committee
- verschiedene WG
- ESWA (European Single-ply Waterproofing Assosiation)
- Technical Committee
- verschiedene WG
- FBB
- PG WBB



- DGNB
 - Bauproduktenbeirat
- Mitarbeit in Normen – und Fachausschüssen (früher)
- DIN 18195- Bauwerksabdichtung
 - EU-Produktnormen für Dachabdichtungen, verschiedene WG's

Müller-Boscaro, Melanie

melanie.mueller@libero.it

Melanie Müller-Boscaro ist Landschaftsarchitektin. Sie studierte an der Universität Kassel und in Valencia (Spanien) und absolvierte im Jahre 2007 ihr Diplom. Seit dem lebt und arbeitet sie in Mailand. Von 2007 bis 2011 arbeitete sie im Landschaftsarchitekturbüro LAND srl in Mailand, wo sie internationale Projekte bearbeitete und die Koordination der Projekte mit dem deutschen Büro (KLA Kiparlandschaftsarchitekten) durchführte. Seit 2011 ist sie selbstständig tätig. Daneben arbeitet sie als Auslandskorrespondentin für verschiedene internationale Fachzeitschriften. Seit 2012 ist sie freiberufliche Mitarbeiterin im Büro BNP (Bandorf Neunswander Partner) Landschaftsarchitekten in Zürich. M. Müller-Boscaro ist Mitglied der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen sowie der Architektenkammer „Ordine degli Architetti di Milano“.

Neumann, Klaus

Prof. Dr. rer. hort. Klaus Neumann,
Beuth Hochschule für Technik
Urbanes Pflanzen- und Freiraum Management
Tel. +49.30.45042084
Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin
Mail. kneumann@beuth-hochschule.de

Neumann Gusenburger
Landschaftsarchitekten
Heerstr. 90, 14055 Berlin
Tel. +49.30.8594255
Mail. k.neumann@landschaftsarchitekten.com

Landschaftsarchitekt, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Landschaft- und Naturschutz, UVP. Professor im Studiengang Landschaftsarchitektur und Urbanes Pflanzen- und Freiraum Management, Beuth Hochschule für Technik, Berlin. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte : Materielle und Immaterielle Inwertsetzung von Grün- und Freiflächen, Renditebetrachtungen bei der Schaffung von Natur- und Grünflächen , Zukunftsstrategien der urbanen Grün- und Freiraumentwicklung
Lehrtätigkeiten und Projektarbeiten u.a. in Johannesburg, Nairobi, Budapest, Bratislava, Rio de Janeiro, Caracas, Abu Dhabi, Korea, Luxemburg
Für die Tätigkeiten zur urbanen Grün- und Freiraumentwicklung 2011 Verleihung des Bundesverdienstkreuzes am Bande und der Ernst-Schröder Münze. Langjähriger Vizepräsident der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL), Ehrenmitglied.

Schott, Armin

Dipl. Ing. Landespflege, Dipl. Ökologe
Amt für Stadtentwicklung
Winkelstr. 9
78056 Villingen-Schwenningen
T. 07720-822740
Armin.schott@villingen-schwenningen.de

Stadt Villingen-Schwenningen, seit Juli 1990
Stellv. Amtsleiter im Amt für Stadtentwicklung
Leiter der Stabsstelle für Umweltentwicklung und nachhaltige Planung
Schwerpunkte: Natur- und Umwelt, Grünleitplanung, Umweltzentrum Schwarzwald-Baar-Neckar
Kommissarischer Leiter und Amtsleiter Grünflächen- und Umweltamt: Jan. 2008 – März 2011



davor seit Sept. 1999 stellvertretender Amtsleiter
Maßgebliche Projekte: Neckarwiederherstellung und Landesgartenschau 2010
Lehrauftrag: Hochschule für Wirtschaft und Umwelt, Nürtingen 2002 – 2004
Duale Hochschule VS 2012
Werksverträge bei der Landesanstalt für Ökologie in NRW:1983 – 1986
Weiterbildung: zum Moderator 1995 – 2007

Streibich, Roland

MBA, Dipl.-Bauing., Dipl.-Wirtsch.Ing. (FH)
Direktor Vertrieb Flächendichtsysteme
DURAPROOF technologies GmbH
Eisenbahnstraße 24
66687 Wadern-Büschfeld
Phone: +49 (0) 6874 69 360
Fax: +49 (0) 6874 69 997
Mobil: +49 (0) 151 26 454 217
roland.streibich@duraproof.de
www.duraproof.de

Ausbildung:

- Studium Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen in Karlsruhe und Biberach
- MBA „Internationales Immobilienmanagement“ in Biberach, London und Zürich

Kurzfassung beruflicher Werdegang:

- Bereichsleiter Bautenschutzunternehmen Ernst Peiniger GmbH (Flachdachabdichtungen, Bautenschutz, Gerüstbau)
- Geschäftsführer Marketing und Vertrieb Gerüsthersteller ASSCO Gerüste GmbH
- Exportleiter Bauchemiehersteller Remmers AG
- Niederlassungsleiter, Mitglied der Geschäftsleitung Bautenschutzunternehmen PeinigerRöRo GmbH
- Exportleiter Fenster- und Türenhersteller UNILUX AG
- Direktor Vertrieb, Mitglied der Geschäftsleitung EPDM-Abdichtungshersteller DURAPROOF technologies GmbH



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-2013 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-SchlagLicht¹: Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (10) FBB-SchlagLicht²: Gesplittete Abwassersatzung
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (11) FBB-SchlagLicht³: Förderungen von Dachbegrünungen
A4 Format, 2-seitig, 2-farbig
- (12) FBB-SchlagLicht⁴: Druckentwässerung in Kombination mit Dachbegrünung
A4 Format, 3-seitig, 2-farbig
- (13) FBB-SchlagLicht⁵: Leitfaden zur Absturzsicherung
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- (14) FBB-SchlagLicht⁶: Plattenbeläge auf Dächern
A4 Format, 5-seitig, 2-farbig
- (15) FBB-SchlagLicht⁷: 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: