Biodiversität am Dach
[(Dach+Vegetation)+Photovoltaik]+Tiere

Biodiversity on the Roof
[(Roof+Vegetation)+Photovoltaic]+Pollinators

Masterarbeit
Zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieurin
In der Studienrichtung Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur

Eingereicht von
Jasmin Reboukheh

BetreuerInnen:
O. Univ. Prof. Dr. phil. Florin Florineth
DI Vera Enzi
Univ. Ass. Dr. DI Ulrike Pitha

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Wien, September 2014

Inhalt

Abstract 8

Kurzfassung 9

1. Einführung 11

1.1. Zielsetzung 11

1.2. Forschungsfragen 11

1.3. Methodik 13

1.4. Zentrale Begriffe 14

1.5. Gründe für Dachbegrünung und Photovoltaik 15

1.6. Begrünungsformen - Bedingungen und Eigenschaften 16

1.7. Solarpotenzial 19

1.8. Förderungen 19

2. Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen der Installation von Photovoltaik-Gründächern 21

2.1. Allgemeine Rahmenbedingungen 21

2.2. Diskussion der ÖNORM L 1131 28

2.3. Diskussion der SIA-Normen 31

2.4. Ein Normenvergleich - Biodiversität und Photovoltaik am Dach 33

3. Biodiversität am Dach 36

3.1. Einführung - Vorteile von Biodiversität am Dach 36

3.2. Förderung von Biodiversität am Dach 37

3.3. Botanische Aspekte biodiverser Dachbegrünungen 47

3.4. Gründächer als Ersatzbiotope unterschiedlicher Tierarten 58

3.5. Brownroofs als Ersatzstandorte für Brownfields 69

3.6. Beispiele für biodiverse Dächer 73

3.6.1. Augustenborg Botanical Roof Garden, Malmö, Schweden 73

3.6.2. Philharmonie und Opernhaus, Bialystoc, Polen 75
3.6.3. Universitätsbibliothek, Warschau, Polen 76
3.6.4. Wiener Umweltschutzabteilung MA 22, Wien, Österreich 77
3.6.5. Green Roof Convention Center, Vancouver, Canada 78
3.6.6. Weitere biodiverse Gründächer 79

4. Dachbegrünung und Photovoltaik – Beispielobjekte 82

4.1. Synergieeffekte von Dachbegrünung und Photovoltaik 82
4.2. Photovoltaik-Gründach-Objekte 85
4.2.1. Erich-Kästner-Schule Langenfeld 85
4.2.2. Wohn- und Geschäftshaus Freiburg 87
4.2.3. Grund- und Hauptschule Unterensingen 88
4.2.4. InCenter Landsberg am Lech 89
4.2.5. Basel Messedach Halle 1 90
4.2.6. Dach der Fair Energie GmbH Reutlingen 91
4.2.7. „etrium“ Köln 92
4.2.8. Münchner Technologiezentrum 93
4.2.9. Weitere Photovoltaik-Gründach-Objekte 95
4.3. Beispiele für laufende Forschungsprojekte 98

5. Bildung im bereich Dachbegrünung und Photovoltaik 101

5.1. Rahmenbedingungen für einen europaweit einheitlichen Standard 101
5.2. Bildungsangebote 104
5.2.1. SolTec: 104
5.2.2. Diploma for Solar Helpers 105
5.2.3. Green Roof Course 105
5.2.4. Gründach-Diplom nach QCF 106
5.2.5. Kurse der skandinavischen Greenroof Association 106
5.2.6. Optigrün Fachseminar Dach 107
5.2.7. Kurse in Kooperation mit Schweizer Fachvereinigungen 107
5.2.8. Kurs der fenaco-Genossenschaft UFA Samen 108

5.2.9. Zinco Gründachseminar ... 108
5.2.10. Gründach-Forum Berlin. Zukunftstechnik Dachbegrünung ... 108
5.2.11. Fachseminar Dachbegrünung ... 109
5.2.12. Dächer begrünen - Praxis ... 109
5.2.13. Greenroofs Professional Training ... 109
5.2.14. Greenroofs ... 110
5.2.15. Green Roof Training ... 110
5.2.16. Green Roofs – basic principles and design ... 111
5.2.17. Greenroof Design and Installation ... 111
5.2.18. Übersichtstabelle zu den angeführten Bildungsangeboten ... 111

6. Curriculum - empfehlung ... 115

6.1. Zulassungsvoraussetzungen ... 117
6.2. Ziel ... 117
6.3. Didaktik ... 117
6.4. Organisatorisches ... 118
6.5. Aufbau ... 119

7. Quellenverzeichnis ... 121

7.1. Literatur- und Internetverzeichnis ... 121
7.2. Normen und Richtlinien ... 133
7.3. Videos ... 133

8. Abbildungsverzeichnis ... 134

9. Tabellenverzeichnis ... 138

10. Abkürzungsverzeichnis ... 139

11. Lebenslauf ... 141

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich auf meinem Weg zur Fertigstellung meines Studiums unterstützt haben.

Besonders bedanken möchte mich bei Prof. Dr. Florin Florineth, der mich mit seinen Lehrveranstaltungen inspirierte und im Zuge der Betreuung meiner Masterarbeit auf meine besonderen Umstände Rücksicht nahm, so dass ich nun zeitgerecht mein Studium abschließen kann.

Vielen lieben Dank an DI Vera Enzi, durch die diese Masterarbeit erst zustande gekommen ist, die mich auf die interessante Reise in die Schweiz mitgenommen und mir mit ihrem sonnigen Wesen und ihrem exzellenten Fachwissen den Weg für meine Arbeit gelegt hat.

Danke auch an Dr. DI Ulrike Pitha, die sich auch spontan in stressigen Phasen für mich Zeit nahm um mich bei meiner Arbeit zu unterstützen.

Außerdem danke an DI Nathalie Baumann, die stets ihr Fachwissen und ihre Hilfe zur Verfügung stellte.

Herzlichen Dank an meine Familie, allen voran an meine Mama, Iris Reboukheh, die mir stets eine starke Stütze auf meinem Weg war.

Danke auch an meinen Lebensgefährten, Partner und Freund Patrick Bauer, der auch in meinen launischsten Phasen viel Geduld und Nachsicht mit mir hatte und für mich in den letzten Tagen der Fertigstellung der Arbeit und so kurz vor der Geburt unseres ersten Kindes ein Ruhepol darstellte.

Ganz besonders erwähnen möchte ich meine liebe Freundin und Studienkollegin seit dem ersten Tag unseres Landschaftsplanungsstudiums, Gloria Winkler, die mir bei der Fertigstellung meiner Arbeit emotional und auch mit ihrem Fachwissen beim Korrekturlesen und ganz besonders beim Layoutieren großartig zur Seite gestanden ist.

Abstract

„Up on the Roof!“, a project financed by the European Union Leonardo da Vinci Lifelong Learning program, has set itself the goal to develop an educational program that provides qualifications for the installation and maintenance of photovoltaic green roofs, which give benefits for pollinators. This master-thesis presents an overview of the current data base (legal framework, research results, example objects and courses) and provides recommendations based on this and for an educational program according to the European Qualification Standard 3 and 4 for workers of executives companies. The dedicated support of the Austrian expert and university instructed relevant leader of this project for Austria, DI Vera Enzi and the helpful support of the Swiss researcher DI Nathalie Baumann form the basis of this work. As part of this EU-project there are also a second master thesis and three bachelor theses' in progress.

The end of 2013 was followed by the publication of the standard SIA 312, which now constitutes the relevant framework for installing green roofs in Switzerland and for the first time the subjects photovoltaics and biodiversity design were integrated. In Austria the ÖNORM L 1131 is the set of rules in the field of green roofs. It contains no aspects concerning photovoltaics and the promotion of biodiversity on the roof, but offers the opportunity for extensions based on the SIA standard. Studies on habitat function for biodiverse flora and fauna on roofs show possibilities for establishment of a compensation habitats and stepping stone biotopes on the roof. Example roofs illustrate different possibilities for creating such roofs. The results of findings form the framework for the curriculum of the new course. The new curriculum consists of 18 Units, devided into theorie and practice and a final exam. In addition an optional module in which a pv-greenroof will be built is offered.

Kurzfassung

„Up on the Roof!“, ein von der Europäischen Union finanziertes „Leonardo da Vinci Lifelong Learning Programmes“, hat sich zum Ziel gesetzt, ein Bildungsprogramm zu entwickeln, welches Qualifikationen zur Installation und Wartung von Photovoltaik-Gründächern vermittelt, die Habitatfunktion für Bestäuber bietet. Diese Masterarbeit stellt einen Überblick über die aktuelle Datengrundlage (rechtliche Rahmenbedingungen, Forschungsergebnisse, Beispielobjekte und Kursangebote) dar und bietet darauf basierende Empfehlungen für ein Bildungsprogramm nach dem Europäischen Qualifikationsstandard 3 und 4 für ArbeiterInnen ausführender Betriebe. Die Betreuung der für Österreich beauftragten Expertin DI Vera Enzi sowie der rege Austausch mit der für die Schweiz verantwortlichen Forscherin DI Nathalie Baumann bilden eine zentrale Grundlage dieser Arbeit. Im Zuge des Projekts „Up on the Roof!“ sind von Seiten der Universität für Bodenkultur eine weitere Masterarbeit und drei Bachelorarbeiten im Entstehen.

Ende des Jahres 2013 erfolgte die Herausgabe der Norm SIA 312, welche nun das relevante Werk für Dachbegrünungen in der Schweiz darstellt und erstmals die Themenbereiche Photovoltaik und biodiverse Gestaltung auf Gründächern unterstützt und der Öffentlichkeit zugänglich macht. Das für Österreich äquivalente Regelwerk, die ÖNORM L 1131, enthält keinerlei Aspekte bezüglich Photovoltaik und Förderung von Biodiversität am Dach, bietet aber die Möglichkeit für Erweiterungen in Anlehnung an die SIA Norm. Studien zur Habitatfunktion für biodiverse Flora und Fauna auf Dächern belegen Möglichkeiten zur Errichtung von Ausgleichshabitaten und Trittsteinbiotopen am Dach. Beispieldächer veranschaulichen unterschiedliche Umsetzungen. Die erlangten Erkenntnisse bilden den Rahmen für das Curriculum des neuen Kurses. Das neue Curriculum umfasst 18 Unterreichtseinheiten, gegliedert in Theorie und Praxis und eine abschließende Prüfung. Als Zusatzmodul wird ein fakultativer Dachbegrünungs-Praxiskurs angeboten.

1. Einführung

Als Teil des Forschungsprojektes „Up on the Roof!“, eines Leonardo da Vinci Projektes des „Lifelong Learning Programmes“, stellt diese Masterarbeit Datengrundlagen und Analysen der aktuellen Erkenntnisse, der rechtlichen Rahmenbedingungen und der Marktsituation in Europa dar und bereitet diese für die erfolgreiche Weiterarbeit auf.

1.1. Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, im Zuge des Leonardo da Vinci Lifelong Learning Programmes Tranfer of Innovation „Up on the Roof!“ Recherchearbeit für die Erstellung eines Fortbildungs-Curriculums für ArbeiterInnen ausführender Betriebe von Photovoltaikgründächern zu leisten. Rechtliche Rahmenbedingungen sollen analysiert und vegetationstechnische Parameter von Photovoltaik-Gründächern, auf Basis wissenschaftlicher Publikationen, generiert werden. Die Förderung der Biodiversität am Dach, insbesondere im Hinblick auf bestäubende Tiere, steht dabei im Zentrum. Das Curriculum soll den europäischen Qualifikationsstandards 3 und 4 entsprechen.

1.2. Forschungsfragen

Die zentrale Forschungsfrage lautet daher:

- Wie muss das Fortbildungs-Curriculum für ArbeiterInnen ausführender Firmen gestaltet sein, um einen effizienten, ansprechenden, europäisch einheitlichen und dem Stand der Forschung entsprechenden Fortbildungskurs mit dem Titel: „Errichtung und Pflege von Photovoltaik-Gründächern, die die Biodiversität, insbesondere bestäubende Tiere, fördern“ zu schaffen?

Weitere Fragen, die sich dadurch ergeben:

- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen existieren in Österreich, wo gibt es Hürden und wie können die Rahmenbedingungen für die Förderung von biodiversen Photovoltaik-Gründächern optimiert werden?
- Existieren wissenschaftliche Ergebnisse zur allgemeinen Empfehlung für Photovoltaik-Gründächer, welche die Biodiversität fördern und in Europa generalisiert werden können?
- Wie lassen sich Forschungsergebnisse im Bereich Gründach, urbane Biodiversität und Photovoltaik zusammenfügen, um in Kombination erfolgreich angewandt zu werden?
- Wie erfolgt die derzeitige Umsetzung von Photovoltaik-Gründächern und welche Grundlagenempfehlungen können und sollen nach dem derzeitigen Stand der Forschung gegeben werden?
- Welche Fortbildungskurse existieren derzeit und welche Aspekte der vorhandenen Bildungsmaßnahmen erweisen sich für das zu erstellende Curriculum als sinnvoll?

1.3. Methodik

Die Entwicklung dieses Curriculum-Entwurfes stützt sich auf drei Pfeiler:

- Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen
- Zusammentragen von Kriterien, die die Biodiversität am Dach fördern
- Umsetzung von PV-Gründächern

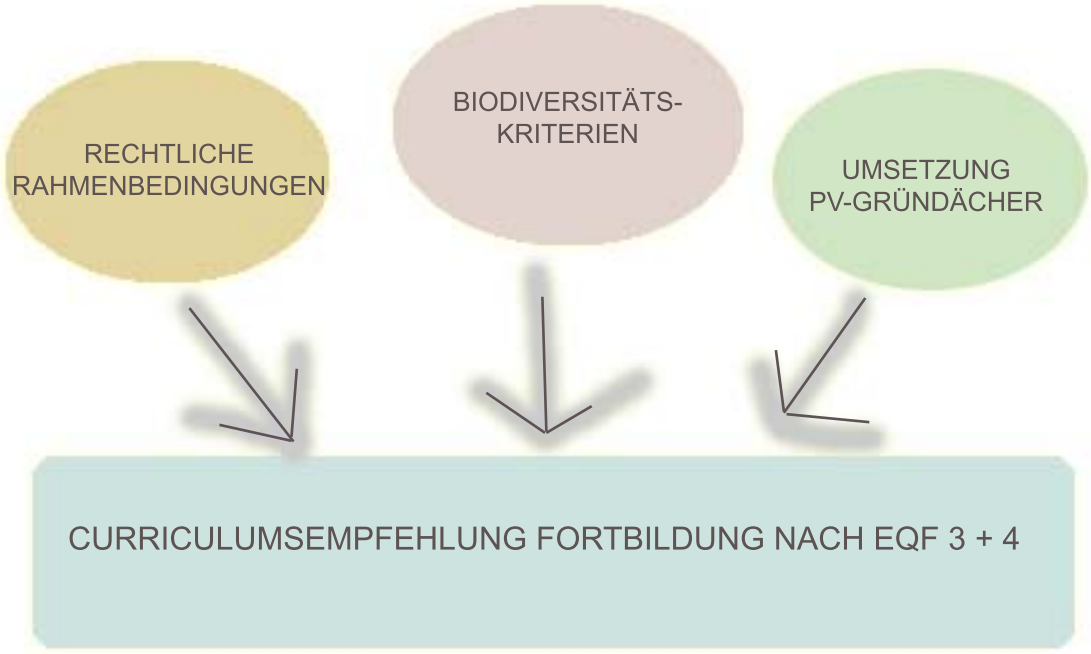

Abb.1.: Methodik

1.4. Zentrale Begriffe

Um die wesentlichen Aspekte eines neuen Curriculum zu erarbeiten, sind zuerst Definitionen für die für die hier relevanten Keywords zu definieren. Diese Wörter stellen auch die zentralen Begriffe sämtlicher Recherchearbeiten dar.

Bestäuber: Unter dem Begriff Bestäuber verstehen sich im Zuge dieser Arbeit alle Tiere, die Bestäubungsfunktionen übernehmen können (vor Allem aber Insekten, Vögel und Fledermäuse).

Biodiversität bzw. biologische Vielfalt:
Diese Begriffe werden synonym verwendet und bezeichnen die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft sowie die Vielfalt der Ökosysteme.

Brownfield: Als Brownfields verstehen sich Abbruch- und postindustrielle Standorte, die von Ruderalvegetation besiedelt sind und Habitate für Wildtiere darstellen.

Extensivdach: Die Bezeichnung Extensivdach definiert ein Gründach mit dünnschichtigem, leichtgewichtigem Aufbau und geringem Pflegeaufwand.

Gründach: Unter einem Gründach wird das begrünte Dach eines Bauwerkes einschließlich des notwendigen Unterbaus verstanden.

Intensivdach: Das Intensivdach unterscheidet sich vom Extensivdach durch seinen mehrschichtigen Aufbau, seine Aufenthaltsfunktion (mit eventuellem Mobiliar) für Menschen und die pflegeintensive Vegetation.

Photovoltaik: Mittels Photovoltaik - im Zuge der Arbeit häufig als PV abgekürzt – wird Strom mit Hilfe von Photovoltaikmodulen produziert. Im Unterschied dazu produziert die Solarthermie Wärme.

Wildbiene: Als Wildbienen gelten alle Bienenarten der Familie Apidae (Bienen),ausgenommen der Honigbiene (Apis mellifera).

1.5. Gründe für Dachbegrünung und Photovoltaik

Dächer bedecken einen Großteil unserer Städte, die Verstädterung nimmt stetig zu, das urbane Leben gewinnt immer stärker an Bedeutung. Dabei gibt es vielerlei Möglichkeiten, diesem Trend zu begegnen und unserer aller Zukunft zu gestalten. Eine Möglichkeit ist es, die Natur, das Leben und die Biodiversität in Einklang mit der städtischen Lebensweise zu bringen, dabei die physische und mentale Gesundheit von Mensch und Umwelt zu stärken und gleichzeitig einen weiteren Schritt in die Unabhängigkeit von begrenzten Ressourcen zur Energiegewinnung und somit in Richtung lokaler Eigenversorgung zu gehen.

Die Begrünung von Dächern auszubauen und damit neue Lebensräume und genetische Reservoire zu schaffen, rechnet sich nicht nur ökologisch. Auch die ökonomischen Vorteile von Dachbegrünungen sind längst bewiesen.

Dächer bedecken im Durchschnitt etwa 30 % der Oberfläche von Städten (FRASER, 2005), sind meist ungenutzt und bieten enorme Möglichkeiten, die für Pflanzen und Tiere unwirtliche Umgebung durch mögliche Habitate zu ersetzen.

Durch ihre vielfältigen positiven Wirkungen leisten Gründächer einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Lebensqualität in verbauten Gebieten. So isolieren sie Gebäude, schützen die Dachkonstruktion, optimieren das Kleinklima im Bereich des begrünten Gebäudes, halten Regenwasser zurück und filtern dieses, bieten Lebensraum und beeinflussen auch die psychische Gesundheit von StadtbewohnerInnen positiv.

Pflanzen leisten aber noch viel mehr, beispielsweise binden sie Feinstaub und andere toxische Partikel aus der Luft. Auch die Reduktion des städtischen Wärmeinseleffektes (urban heat island effects) durch Gebäudebegrünungen hat sich in diversen Studien

bestätigt. LEE et al., (2013) beschreiben kontrollierbare und unkontrollierbare Faktoren, die die Temperaturerhöhung in Städten im Vergleich zum Umland steuern. So erwähnen sie neben der Oberflächenversiegelung und der Luftverschmutzung auch die geografische Lage und Geometrie der (gebauten) Landschaft. Ihren Recherchen zu Folge schwanken die Temperaturen zwischen Großstädten und ihrem Umland um bis zu 12 °C. Die Begrünung von Dächern in Zentren großer Städte könnte die Temperaturschwankungen massiv eindämmen (LEE et al., 2013). Neben der Reduzierung des Wärmeinseleffektes wurde die Lärmreduktion durch Vegetation mehrfach untersucht und bestätigt. Am Frankfurter Flughafen beispielsweise werden Gründächer gezielt zur Lärmreduktion eingesetzt, da harte Oberflächen Schall reflektieren, Vegetation aber Lärm dämpft (DUNNETT, KINGSBURY, 2010).

Nicht zuletzt fördern die grüne Landschaft und somit auch die Begrünung von Dächern direkt die physische Gesundheit und das psychische Wohlbefinden von Menschen. Studien dazu gibt es seit geraumer Zeit. Ende des 19. Jahrhunderts schon, im Zuge der Industrialisierung, wurde das Anlegen von Grünflächen, Parks und Gärten nicht nur der Erholung wegen sondern auch zur Wahrung des sozialen Friedens diskutiert. Ein hoher Anteil von städtischem Grün stärkt die Zufriedenheit der BewohnerInnen und wirkt sich somit auch auf ein harmonischeres Miteinander und die allgemeine Gesundheit aus. Das Betrachten von Grünflächen allein, beispielsweise durch ein Fenster, senkt Aggressivität und den Blutdruck, fördert die Konzentration und führt zu einer besseren Bewältigung von Lebensaufgaben (BELLIN-HARDER, NAGEL, 2008).

1.6. Begrünungsformen - Bedingungen und Eigenschaften

Es werden Extensiv- und Intensivbegrünungen unterscheiden, wobei es je nach Definition und Quelle weitere Unterteilungen und Grenzwerte gibt. Man kann aber im Allgemeinen sagen, dass intensive Dachbegrünungen mit Dachgärten gleichzusetzen sind, regelmäßiger Pflege bedürfen und meist für Menschen nutzbar sind, wohingegen extensive Dachbegrünung störungsfreie oder zumindest störungsarme, oft naturnahe Habitate darstellen, die wenig Pflege benötigen. Extensivbegrünungen kommen (ohne

Gehölze) mit einer geringeren Substrathöhe zurecht. Besonders pflegeleicht haben sich Wildstauden erwiesen, die „anspruchsloser an Nährstoffen und trockenresistenter“ sind (FLORINETH, 2012, S. 245). Vielfältige Stauden bieten wunderbare Blühaspekte und Habitate sowie Nahrungsquellen für vielerlei Arten. FLORINETH (2012, S. 246) betont in diesem Zusammenhang, dass „ (…) der wichtigste Schritt zur Pflegeextensivierung (…) ein mageres und wasserdurchlässiges Bodensubstrat (…)“ ist.

Abb.2.: Extensivbegrünung Bonygasse Wien (Juli 2014)

Abb.3.: Intensivbegrünung Favoritenstraße Wien (Juli 2014)

Extensivbegrünungen mit einer Vegetationstragschicht bis zu 19 cm Aufbaustärke können in Österreich im Mittel bis zu 60 % des Jahresmittels an Regenwasser zurückhalten. Intensivbegrünungen mit einem Schichtaufbau von mehr als 50 cm Vegetationstragschicht schaffen sogar eine Retentionsleistung bis zu 90 % (FLL, 2002, S. 36). Die Filterleistung von Dachbegrünungen ist beträchtlich. Ein begrüntes Dach hält Studien zufolge bis zu 97 % des eingebrachten Stickstoffes und bis zu 99 % Blei und Cadmium zurück und leistet so einen wertvollen Beitrag zum Grundwasserschutz (KÖHLER, 1993). Eine Studie der Universität Gesamthochschule Kassel des Instituts für Hochfrequenztechnik von 2001 belegt sogar bei Flachdächern mit 15 cm Leichtsubstrat eine Strahlungsdämpfung im Bereich des Mobilfunkfrequenzbereiches von über 99 %, im Gegensatz zu 50 % Strahlungsdämpfung durch ein Ziegeldach (UNIVERITÄT KASSEL PRESSEINFORMATION, 2001).

Fast jedes Dach kann begrünt werden. Es sollte allerdings vorher eine Prüfung der Statik erfolgen, damit gewährleistet ist, dass das Dach auch das zusätzliche Gewicht tragen

kann. Dabei werden grundsätzliche Aufbauten, Substrat und jeweilige Dachbegrünung mit der Tragfähigkeit des Daches verglichen. Im Falle einer Kombination mit Photovoltaik ist ebenso eine statische Prüfung für dieses System vorzunehmen. Die zusätzliche Last durch Regen und Schneefall ist dabei selbstverständlich auch zu beachten. FLORINETH (2012, S. 252 f.) gibt als Richtwert für eine extensive Dachbegrünung, ein Gesamtgewicht von etwa 50 bis 150 (250) kg/m^2 und für Intensivbegrünungen ein ungefähres Gesamtgewicht von 150 bis 900 (1500) kg/m^2 an. „4 cm Kies wiegen z.B. ca. 100 kg/m^2, während für dasselbe Gewicht 8 cm Ziegelbruch mit Humuserde aufgelegt werden können“ (FLORINETH, 2012, S. 249).

Dach ist allerdings nicht gleich Dach. Verschiedene klimatische Voraussetzungen beeinflussen maßgeblich den passenden Entwurf eines Gründaches. So sind vor Festlegung der Art und Weise der Begrünung Temperatur und Feuchtigkeit, Wind und Orientierung des Gebäudes bzw. des Daches besonders zu beachten. Auch Pflanzen die heimisch sind, an das Klima prinzipiell adaptiert und an Extremlebensräume angepasst erscheinen, sind allerdings oft den vermehrten Windböen an Gebäuden wenig gewachsen. Die Auswahl der passenden Arten spielt dabei die tragende Rolle, die Ansaatmethode ebenso, an manchen Stellen können Netze, ähnlich wie bei Böschungsbegrünungen erforderlich sein. Zum Bereich Orientierung zählt einerseits die Ausrichtung des Daches nach den vier Himmelsrichtungen, aber andererseits auch die Positionierung zu anderen städtischen Strukturen und die damit einhergehenden Beschattungs- und Windverhältnisse (HOPKINS, GOODWIN, 2011, S. 49 ff.). Für Gehölze sind gegebenenfalls Stütz- und Sicherungsmaßnahmen vorzunehmen. Auf stark windexponierten Dächern und hohen Gebäuden wird aufgrund der Gefahr von Sturmschäden von der Pflanzung hoher Bäume und Sträucher gänzlich abgeraten (FLORINETH, 2012).

1.7. Solarpotenzial

Photovoltaik, die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen, verfügt über ein enormes Ausbaupotenzial. Allein die Stadt Wien verfügt über etwa 52 km^2 Dachflächen, wobei etwa 55 % für die Nutzung von Photovoltaik geeignet sind. Der Solarpotenzialkataster der Stadt Wien (Online verfügbar unter: http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/) bietet die Möglichkeit, sich online über das Energiepotenzial des eigenen Hauses zu erkundigen. Die Basis des Solarpotenzialkatasters bilden die Daten einer 2007 über Wien durchgeführten Laserscanbefliegung. Ausgewertet wurden die Ausrichtung und Neigung der Dachflächen, die Nah- und Fernverschattung, sowie der lokale Globalstrahlungswert für Wien im 18-jährigen Jahresmittel. Als Ergebnis bietet die Onlineapplikation die für Photovoltaik geeignete Grundfläche und die Eignung für die Photovoltaiknutzung: „sehr gut“ entspricht einem Potenzial von mehr als 1100 kWh/m^2, „gut“ entspricht einem Potenzial von 900-1100 kWh/m^2 (WIEN.AT [(3)], 2014).

1.8. Förderungen

Dachbegrünungen im Sinne der ÖNORM L1131 sowie Photovoltaikanlagen sind in Österreich förderungswürdig. Die Förderungen sind bundeslandabhängig. In Wien beispielsweise richtet sich die Höhe der Förderung einer Dachbegrünung nach der Höhe der Vegetationstragschicht, es können pro m^2 bis zu 25 Euro, insgesamt bis zu 2.200 Euro rückerstattet werden (WIEN.AT [(1)], 2014).

In Wien erfolgt die Antragstellung und Bearbeitung der Förderkosten für Dachbegrünungen über die Magistratsabteilung (MA) 42 – Wiener Stadtgärten. Geförderte Gründächer müssen nach der Errichtung mindestens fünf Jahre erhalten bleiben, anderenfalls ist eine Rückzahlung inklusive Verzinsung zu leisten.

Die Errichtung einer PV-Anlage am Dach wird auch staatlich gefördert. So werden in Wien etwa bis zu 40 % der förderfähigen

Gesamtkosten in Form eines Investitionszuschusses übernommen (MAGISTRAT 20 DER STADT WIEN, 2013). Im Rahmen des Klima- und Energiefonds fördert auch der Bund die Errichtung von Photovoltaikanlagen (KLIMA- UND ENERGIEFONDS, 2014).

2. Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen der Installation von Photovoltaik-Gründächern

Dieses Kapitel behandelt rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung eines PV-Gründaches und identifiziert essenzielle Parameter, welche die Kombination dieser beiden Dachbereiche optimiert und gleichzeitig die Biodiversität am Dach, insbesondere im Sinne bestäubender Tiere, fördert.

2.1. Allgemeine Rahmenbedingungen

Zuerst sind die rechtlichen Grundvoraussetzungen zu Dachbegrünungen zu klären. Dabei stellen sich folgende Fragen:

- Darf jedes Dach begrünt werden?
- Wenn nicht, was sind die rechtlichen Voraussetzungen für eine Dachbegrünung (Brandschutz, Denkmalschutz, Sicherheitsaspekte wie Tragsicherheit, Vermeidung von Windschäden etc.)?
- Wer darf eine Dachbegrünung ausführen? Welche Vorgaben sind zu beachten?
- Existieren Empfehlungen zur Kombination von Gründächern und Photovoltaik?

Selbstverständlich muss auch bei Aufbauten wie jenen eines PV-Gründaches die Sicherheit der Dachkonstruktion und ihrer Aufbauten insofern gewährleistet sein, dass keine Schäden durch Abrutschen oder Herunterfallen entstehen. Brandschutzbestimmungen und Denkmalschutz sind einzuhalten.

Raumplanung ist in Österreich grundsätzlich Ländersache. So gibt es in Österreich auch nicht eine einheitliche, sondern neun verschiedene Bauordnungen und etliche Raumordnungs- bzw. Baugesetze.

Studien und Statistiken zu Folge stellen Gründächer keine verminderte Brandgefahr dar. Die Firma Zinco ließ bereits 2008 durch die Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Tests durchführen, deren Ergebnisse dazu führten, dass Gründächer in Deutschland als harte Bedachung anerkannt wurden. 2011 wurden abermals erfolgreiche

Brandschutztests durchgeführt, diesmal nach einem Prüfsystem aus Frankreich, welches als das härteste angesehen werden kann (PRESSEBOX, 2012). Auch der Einsatz von Photovoltaikmodulen stellt keine brandschutztechnische Barriere dar. Die Technische Universität Wien führte etwa am Institut für Brandschutz 30 minütige Brandbeständigkeitstests durch und zeigte, dass das Brandschutzkonzept auch für Solarmodule eingehalten wird. Die Ergebnisse wurden von der Magistratsabteilung 37 (Baupolizei) und der Magistratsabteilung 39 (Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien) akzeptiert (ATB Becker, 2013).

Denkmalschutz wird in Österreich über das Bundesdenkmalamt per Bescheid festgestellt. Die jeweiligen Bestimmungen sind zu beachten (WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH, 2014).

2008 wurde bereits ein Prüfprogramm entwickelt, womit Dachbegrünungssysteme beurteilt werden können. 2011 folgte die Veröffentlichung des „Kits for Green Roofs“, welches die Beurteilungskriterien auflistet. Somit gibt es nun Dachbegrünungssysteme am Markt, die nach der ETA (European Technical Assessment - Europäisch Technische Zulassung) zugelassen sind. Die jeweiligen Produkte (vom Substrat bis zum Schutzvlies) sind auf eine Nutzungsdauer von 25 Jahren ausgelegt und entsprechen bezüglich des Wiederstandes gegen Feuerbeanspruchung von außen der EN 13501-5. Die Europäische Technische Zulassung ist ein allgemein anerkannter Nachweis zur technischen Brauchbarkeit eines Bauproduktes im Sinne der Bauproduktenrichtlinie und für alle (Vertrags)Staaten der Europäischen Union gültig. Erteilt werden kann sie für Bauprodukte, für die keine harmonisierten Normen nach der Bauproduktenrichtlinie vorhanden sind. Zulassungsleitlinien bilden die Grundlagen für die Beurteilung der Brauchbarkeit und werden von der EOTA (European Organisation for Technical Assessment, Europäische Organisation für Technische Zulassungen) für die entsprechenden Produktbereiche erstellt. Durch die ETA zugelassene Produkte wurden von Institutionen, welche von den Mitgliedstaaten der EU hierfür zugelassen und bestimmt worden sind, durch technische Gutachten geprüft (BAULINKS, 08.07.2013). ETA geprüfte und zugelassene Dachbegrünungssysteme stammen momentan

ausschließlich von den Firmen Optigrün und Zinco. Eine Übersicht der am Markt befindlichen Produkte ist auf der Onlineplattform der Deutschen Fachvereinigung Bauwerksbegrünung (FBB) (siehe: http://www.fbb.de/) angeführt.

Die österreichische Norm L 1131 regelt in einem eigenen Kapitel einzuhaltende Sicherungsmaßnahmen (ÖNORM L 1131, S. 43 ff.). Dabei werden die Sicherung der Standfestigkeit von Gehölzen, die Sicherung von Personen, Erosionsschutz und die Windsogsicherung geregelt. Bezüglich des Brandverhaltens sind laut ÖNORM die behördlichen Vorgaben zu beachten.

Die Europäische Föderation der Bauwerksbegrünungsverbände (EFB) stellt die Dachorganisation der Europäischen Verbände für Bauwerksbegrünung dar. Der österreichische „Verband für Bauwerksbegrünung“ (VfB) hat sich als Zusammenschluss von PlanerInnen, Firmen und VertreterInnen von Behörden und Universitäten zum Ziel gesetzt, die Planungssicherheit für Bauherren und Ausschreibende zu erhöhen und aktiv für die Vorteile der Bauwerksbegrünung zu werben. Der Deutsche Verband „Fachvereinigung Bauwerksbegrünung“ (FBB) stellt als Vereinigung von Firmen rund um die Bauwerksbegrünung in Deutschland eine umfassende Informationsdrehscheibe des Fachgebietes dar. „Livingroofs.org“ ist die britische Vertretung der EFB (EFB, 2014).

2011 wurde im Tagungsband der International Green Roof Association (IGRA) ein Bericht von Roland Appl über Feuerschutztests für Gründächer veröffentlicht. Tests der Materialprüfanstalt in Stuttgart haben demnach belegt, dass selbst trockene Vegetation am Dach kein vermehrtes Brandrisiko für das Dach darstellt, solange das Substrat tief genug (mindestens 5 cm tief) und unbrennbar ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen flossen in die FLL Dachbegrünungsrichtlinie ein. Nach der Dachbegrünungsrichtlinie der FLL werden Extensivdächer dann als harte Bedachung klassifiziert, wenn nach den europäischen Standards (APPL, 2011):

- das Substrat mindestens 30 mm und der organische Anteil maximal 20 % der Masse ausmacht,

- die Vegetationstragschicht so aufgebaut ist, dass sie im Falle eines Brandes nicht auf das Gebäude übergreift,
- sich Vegetationsbarrieren von zumindest 500 mm Breite rund um alle Aufbauten (Kamine, etc.) und Brüstungen befinden,
- alle 40 m Brandschutzstreifen aus Kies und Beton mit einer Ausdehnung von 1 m installiert sind.

Da die Substrate selbst nicht brennen dürfen, soll kein Torf verwendet werden (FLORINETH, 2012).

Der Schweizer Ingenieur- und Architektenverein hat im November 2013 eine neue Norm, die SIA 312 (2013) Bauwesen „Begrünung von Dächern“ veröffentlicht. Damit wurde ein Meilenstein für die Kombinationsanwendung von Photovoltaik und Gründächern gesetzt.

Auch auf die Förderung von Biodiversität wurde ein Schwerpunkt gesetzt. „Momentan werden in der Schweiz mehr als zwei Drittel der flachen Dachflächen begrünt“ (DACH & GRÜN, 2012, S 50).

Seit 1991 ist in der Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich (BZO) gesetzlich festgelegt, dass neue Flachdächer zu begrünen sind: BZO, Art. 11, Abs. 1 „Flachdächer sind, soweit sie nicht als Terrassen genutzt werden, in allen Zonen zu begrünen, wenn dies zweckmäßig sowie technisch und wirtschaftlich zumutbar ist. Der Begrünungsanteil der jährlichen Neubaudachfläche soll steigen“ (TIEFBAU- UND ENTSORGUNGSDEPARTMENT DER STADT ZÜRICH, 2014).

Die für Österreich geltende, zur SIA 312 rechtlich gleichwertige Norm ist die ÖNORM L 1131. Diese beinhaltet allerdings keine Aspekte bezüglich der Kombination von Gründächern und Photovoltaik. Daher sollen nun beide Werke veranschaulicht, verglichen und im Hinblick auf eine Überarbeitung der ÖNORM mit der Integration der Aspekte PV und Biodiversität analysiert werden.

Die seit 1. Juni 2010 in Kraft getretene Richtlinie L 1131 wird vom Austrian Standards Institut herausgegeben und gilt als die relevante Norm zum Thema Dachbegrünung

(AUSTRIAN STANDARDS (1), 2014). Sie ist ein freiwillig anzuwendendes Werk, welches den Stand der Technik darstellen und somit den Planungs- und Ausführungsprozess durch Vereinheitlichung vereinfachen soll (AUSTRIAN STANDARDS [(2)], 2014).

„ÖNORMEN können durch Gesetze oder Verordnungen zur Gänze oder teilweise als verbindlich erklärt werden“ (§ 5, Normengesetz 1971). Andere in Österreich bestehende Normen beziehen sich nicht direkt auf Bauwerksbegrünungen, im Planungsfall ist daher zu prüfen, in wie fern sie passend erscheinen (VERBAND FÜR BAUWERKSBEGÜNUNG, 2014).

Grundsätzlich werden Normen dann entwickelt oder verändert, wenn Bedarf nach einer Änderung besteht. So ist es möglich, im Interessensfall, Überarbeitungen vorzuschlagen, zu kommentieren, sowie persönlich an der Entwicklung von Normen teilzunehmen (AUSTRIAN STANDARDS [(3)], 2014). Als Interessensträger gelten „natürliche oder juristische Personen, die begründetes und/oder legitimes Interesse an den fachlichen Inhalten einer Norm“ haben (AUSTRIAN STANDARDS [(4)], 2014).

Weitere im Bedarfsfall mitgeltende Normen und Richtlinien sind:

- ÖNORM B 2209-1 – Abdichtungsarbeiten für Bauwerke, Werkvertragsnorm
- ÖNORM B 2209-2 – Abdichtungsarbeiten für genutzte Dächer, Werkvertragsnorm
- ÖNORM B 2219 - Dachdeckerarbeiten
- ÖNORM B 2220 - Schwarzdeckerarbeiten
- ÖNORM B 2221 - Spenglerarbeiten
- ÖNORM B 2241 - Gartengestaltung und Grünflächenbau
- ÖNORM B 2606 - Sportplatzbeläge
- ÖNORM B 3697 – Vliese im Flachdachbau
- ÖNORM B 3800 - Brandverhalten von Baustoffen
- ÖNORM B 4000 - Lastannahmen im Hochbau
- ÖNORM B 4014 - Statische Windkräfte
- ÖNORM B 4410 - Erd- und Grundbau : Bestimmung des Wassergehaltes
- ÖNORM B 4412 - Erd- und Grundbau : Untersuchung von Bodenproben;

- Korngrößenverteilung
- ÖNORM B 4413 - Erd- und Grundbau : Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der
- Korndichte mit dem Kapillarpyknometer
- ÖNORM B 4418 - Erd- und Grundbau : Untersuchung von Bodenproben; Proctorversuch
- ÖNORM B 7209 – Abdichtung für Bauwerke, Verfahrensnorm
- ÖNORM B 7220 - Dächer mit Abdichtungen, Verfahrensnorm
- ÖNORM B 8110 - Wärmeschutz
- ÖNORM B 8115 - Schallschutz
- ÖNORM L 1040 - Pflanzen-Vegetationstechnische Arbeiten
- ÖNORM L 1061 - Physikalische Bodenuntersuchungen; Bestimmung der Korngrößenverteilung des mineralischen Feinbodens
- ÖNORM L 1041 - Erhaltungspflege
- ÖNORM L 1063 - Physikalische Bodenuntersuchungen; Bestimmung der Druckpotential-
- Wasseranteilsbeziehung von ungestörten Bodenproben
- ÖNORM L 1075 - Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch
- genutzten Böden; ausgewählte Richtwerte
- ÖNORM L 1082 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von Gesamtstickstoff
- ÖNORM L 1083 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung der Acidität
- ÖNORM L 1084 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von Carbonat
- ÖNORM L 1085 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung der mineralischen Nähr- und Schadelemente im Säureaufschluss
- ÖNORM L 1086 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von austauschbaren
- Kationen und Austauschkapazität (Kationenaustauschkapazität)
- ÖNORM L 1089 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von EDTA,

extrahierbarem Fe, Mn, Cu, Zn.

- ÖNORM L 1090 - Chemische Bodenuntersuchungen; Bestimmung von «pflanzenverfügbarem» Bor
- ÖNORM S 2021 - Kultursubstrate; Anforderungen, Untersuchungsmethoden
- ÖNORM S 2023 - Untersuchungsmethoden und Güteüberwachung von Komposten
- DIN 18035 Sportplätze, T4: Rasenflächen
- DIN 18916 Pflanzen und Pflanzarbeiten
- DIN 18917 Anforderungen an Fertigrasen
- DIN 18919 Entwicklungs- und Erhaltungspflege von Grünflächen
- DIN 4426 Sicherheitseinrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen, Absturzsicherung
- EN 795 Anschlageinrichtung
- Bauarbeiten-Koordinationsgesetz
- ArbeitnehmerInnen-Schutzgesetz
- Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V. (FLL 1995)
- Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern der Bundesinnung der Dachdecker und Pflasterer Österreichs
- Gründachrichtlinie für Extensivbegrünungen, herausgegeben von der SFG Schweizerische
- Fachvereinigung Gebäudebegrünung
- Saatgutgesetz 1937, BGBL Nr. 236
- Verordnung zur Durchführung des Saatgutgesetzes des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft,
- BGBL 337 (1991)
- VDLUFA Methodenbuch, Band I, 2. Teillieferung

(VERBAND FÜR BAUWERKSBEGÜNUNG, 2014).

2.2. Diskussion der ÖNORM L 1131

Definition der ÖNORM L 1131: Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung

Ausgabedatum: 01.06.2010

In Österreich ist, wie bereits erwähnt, die ÖNORM L 1131 das Regelwerk der Wahl im Bereich Dachbegrünungen. Bei Bauausschreibungen werden ÖNORMEN angeführt, um eine möglichst klare Vermittlung der Leistungsanforderungen zu definieren. Gleichzeitig dienen ÖNORMEN auch der Absicherung der ausschreibenden Firma.

Die ÖNORM L 1131 ist grundsätzlich in 17 Kapitel untergliedert. Die folgende Gliederungsübersicht soll vorerst einen Überblick über das Werk geben.

Zuerst wird in der ÖNORM L 1131 der Anwendungsbereich erläutert, anschließend sind die normativen Versungen angeführt, danach Begriffsdefinitionen erläutert. Im vierten Kapitel folgt die Beschreibung von Begrünungsarten und Ausbildungsformen. Hierbei wird zwischen Intensivbegrünung, reduzierter Intensivbegrünung, Extensivbegrünung und reduzierter Extensivbegrünung unterschieden und darauf hingewiesen, dass Mischformen möglich sind. Die jeweiligen Arten der Begrünung werden anhand von Pflanzengesellschaften definiert. Als Voraussetzungen für die Bauwerksbegrünung folgen technische Parameter für die jeweiligen Dachaufbauten. Der Abschnitt 5 - Materialverträglichkeit - weist auf notwendige Maßnahmen zum Durchwurzelungsschutz, Wind- und Soglasten und allgemein technische Parameter wie Lastenberechnungen und Brandschutzvoraussetzungen hin.

Die bautechnischen Erfordernisse des Abschnittes 6 behandeln den Schutz vor Schäden durch die Bauwerksbegrünung, dabei wird neben Materialien und Ausführung unter anderem auf die Entwässerung eingegangen. Die Beschreibung der bautechnischen Erfordernisse ist umfangreich, gleicht aber einer Aufzählung möglicher Methoden und Materialien, deren Vor- und Nachteile dann nicht näher besprochen werden.

Im Abschnitt 7 – Anforderungen für den Aufbau von Vegetationsflächen – sind Schichtfolgen grafisch dargestellt und Bauweisen beschrieben. Für die unterschiedlichen Bepflanzungen sind Mindestdicken für den Vegetationsaufbau in cm angegeben, wobei die reduzierte Extensivbegrünung (Sedum-Moos-Begrünung) mit einer Mindeststärke von ≥ 8 cm auskommt, für Intensivbegrünungen ist, je nach Art der Bepflanzung, ein Mindestmaß von ≥ 20 cm (für Rasen) bis ≥ 80 (für Bäume) cm zulässig. Im Unterkapitel Schichtdicken wird die Möglichkeit eines natürlichen Bodenaufbaus in Anlehnung an die ÖNORM L 1210 (Anforderungen für die Herstellung von Vegetationsflächen) ab einem Schichtaufbau von 120 cm erwähnt.

Das Unterkapitel Wasserbevorratung, Wasserspeicherung und Zusatzbewässerung klärt über deren Möglichkeiten auf und beleuchtet die Wichtigkeit eines geeigneten Schichtaufbaus. Auf das Speichervermögen der unterschiedlichen Vegetationssubstrate wird nicht eingegangen, jedoch wird erwähnt, dass eine Mulchdecke bei Pflanzen die Evapotranspiration vermindert. Zusatzbewässerung wird als Möglichkeit angegeben, genauere Aussagen dazu werden allerdings nicht getroffen. Die Regenrückhaltewirkung und Entlastung des Kanalsystems bei Starkregenereignissen wird nicht erwähnt, würde aber möglicherweise zu vermehrten Planungen hinsichtlich höherer Vegetationssubstrate oder den häufigeren Einsatz von Wasserbecken/-stellen führen, welche wiederum Insekten und Vögeln wertwolle Lebensgrundlagen bieten.

Auf die kapitelweise Beschreibung (Kapitel 8 bis 10) der verschiedenen Schichten (Drainschicht, Filterschicht und Vegetationstragschicht) folgen Tabellen und Grafiken zur Relevanz verschiedener Parameter für die verschiedenen Begrünungsintensitäten und zur Korngrößenverteilung, sowie die Beschreibung physikalischer und chemischer Parameter.

Die Norm definiert im Abschnitt 10 den Anteil organischer Substanz in Vegetationssubstraten, für Intensivbegrünungen und Extensivbegrünungen. Dabei gilt ein Prozentsatz von 5 bis 10 % der Masse bei Bodengemischen, 8 bis 15 % der Masse bei Schüttstoffgemischen von Intensivbegrünungen und 3 bis 8 %

der Masse bei Schüttstoffgemischen für Extensivbegrünungen. Überschreitet die Vegetationstragschicht eine Aufbauhöhe von 40 cm, so ist in Tiefen unter 40 cm ein Substrat mit einem organischen Anteil von weniger als 8 % einzubauen.

Die Themenpunkte Anforderungen von Saatgut, Pflanzen und Vegetation verweisen oftmals auf weitere ÖNORMEN, welche anzuwenden sind, stellen aber auch eigene Bedingungen auf. Die Bevorzugung von heimischen botanischen Arten wird nicht erwähnt. Ebenso wenig wird auf die Regionalität von Substraten eingegangen. Informative Hinweise auf die Verwendung von Pflanzen aus der biogeografischen Region als ökologisch erste Wahl zur Förderung spezialisierter Bestäuber könnten den Dachbegrünungsmarkt in diese Richtung fördern. Die Empfehlung von Pflanzen mit regionalem Genpool würde im Falle von Ausgleichshabitaten (die allerdings auch nicht behandelt werden) einen wertvollen Beitrag zur Erhaltung gefährdeter Arten leisten.

Auch Begrünungsverfahren, Pflege und Erhaltung (Kapitel 12) werden als eigener Abschnitt abgehandelt, wobei Mindestmengen an Saatgut zur Ansaat angegeben sind und auch Mengenempfehlungen für Düngergaben ausgesprochen werden. Für Intensivbegrünungen wird eine Empfehlung für NPK-Depotdünger (N:P:K:MgO = 14:10:13:2) von 8g/m^2/Jahr ausgesprochen. Im Gegensatz dazu soll sich die Nährstoffbeigabe bei Extensivbegrünungen auf den Zeitraum der Entwicklungspflege beschränken, wobei hierbei bei einschichtigen Bauweisen zur Gewährleistung der Nährstoffversorgung die Gabe eines umhüllenden Depotdüngers mit 5g/m^2/Jahr empfohlen wird.

Es folgen Ausführungen zu den Kapiteln Begrünungsverfahren, Pflege und Erhaltung, Sicherungsmaßnahmen und Ermittlung der Standortqualität für die Vegetation. Besonders hervorgehoben wird dabei, dass Baumpflanzungen zu sichern sind. Zur Ermittlung der Standortqualität der Vegetation werden Grundanforderungen aufgelistet. Am Abschnitt 16 sind Rahmenbedingungen für Dachbegrünungen, wie beispielsweise die Erfordernis eines Wasseranschlusses, angegeben. Im Falle einer Behandlung der Kombination mit Photovoltaikmodulen am Dach müsste hier auf die Pflege und die

Beschattungswirkung durch Gehölze auf die Module eingegangen werden. Dabei wäre es sinnvoll, wie im Falle der SIA 312, eine Reduktion der Substrathöhe im Bereich vor den Modulen anzuraten.

Die tabellarische Aufstellung von Anforderungen und Kennwerten (Kapitel 17) listet Kennwerte für Bodengemische und Drainungen bei Intensivbegrünungen, Extensivbegrünungen in einschichtiger und zweischichtiger Bauweise.

2.3. Diskussion der SIA-Normen

SIA 118/312:2013 Bauwesen. Allgemeine Bedingungen für Begrünung von Dächern. Vertragsbedingungen zur SIA 312:2013 (Schweizer Ingenieur- und Architektenverein).

Diese Norm ist das Begleitwerk der SIA 312 und beschreibt die Rahmenbedingungen, gemäß welcher die SIA 312 zur Begrünung von Dächern anzuwenden ist. Sie behandelt dabei die Kapitel Werkvertrag, Vergütungsregelungen, Bestellungsänderungen, Bauausführung, Ausmaß- und Zahlungsmodalitäten, Abnahme des Werkes und Haftung für Mängel, sowie vorzeitige Beendigung des Werkvertrages. Der Bauherr ist verpflichtet, im gegebenen Fall für die Anbringung von Geländern, Absturzsicherungen und Gerüsten zu sorgen. Der Unternehmer haftet nach der Abnahme für Mängel an der Begrünung nur so lange, wie er auch mit deren Pflege beauftragt ist.

SIA 312:2013 Bauwesen. Begrünung von Dächern.

Die SIA 312 ist das Ergebnis einer Überarbeitung und Zusammenlegung der beiden SFG Richtlinien aus den Jahren 1999 und 2002.

Die Norm enthält aktuelle Kenntnisse zur Planung und Ausführung von Dachbegrünungen. Es werden auch umweltspezifische Überlegungen wie Regenrückhaltewirkung und ökologischer Ausgleich behandelt.

Bei der Planung stellen technisch-physikalische Parameter (Gebäudehöhe, Auflast etc.), die Entlastung der Siedlungsentwässerung sowie der Lebensraum für Pflanzen und Tiere zentrale Punkte dar (vgl. 2.1).

Bezüglich der Vegetationstragschicht sind die klimatischen Verhältnisse, Exposition und Beschattung zu beachten. Außerdem besteht die Notwendigkeit, variable Schichtdicken zur Förderung der Biodiversität festzulegen (vgl. 2.4).

Als extensive Dachbegrünung gelten laut SIA 312 Aufbauhöhen der Vegetationstragschicht von 80 mm bis 150 mm, bei intensiven Dachbegrünungen sind zwischen 120 mm und 500 mm, in Abhängigkeit der jeweiligen Pflanzengesellschaften, zu errichten (vgl. 2.4.2. und 2.4.3.).

Die Pflanzenauswahl, beziehungsweise die Auswahl des Saatgutes hat standortgemäß und in Beachtung der Konkurrenzverhältnisse zu erfolgen. Im Falle einer Planung im Sinne eines ökologischen Ausgleiches, sind regionaltypische Arten zu verwenden. Der Deckungsgrad nach zwei Vegetationsperioden ist festzulegen (vgl. 2.5.).

Der ökologische Ausgleich wird in drei Qualitätsstufen unterteilt. Ist mehr als die grundlegende Qualitätsstufe geplant, muss auch bei der Saatgutauswahl auf Wildformen heimischer Herkunft geachtet werden (vgl. 2.7.).

Die Wasserspeicherkapazität der Dachbegrünung ist zu beachten und nach dem Verfahren der Gründachrichtlinie nachzuweisen (vgl. 2.8.). Die Norm behandelt auch den Abflussbeiwert, Regenwassernutzung, Bewässerung sowie die Kombination von Dachbegrünung und Solarenergienutzung. Im letzten Absatz wird die Ausführung kurz erläutert, wobei Abweichungen von der geforderten Schichtdicke nach dem Einbau maximal 20 mm betragen dürfen.

2.4. Ein Normenvergleich - Biodiversität und Photovoltaik am Dach

Die Bewertung der Dachbegrünung nach ÖNORM erfolgt nach einem Grundpunktesystem pro m^2, bei dem verschiedene Parameter bewertet werden. Als qualitative Mindestanforderungen gelten die maximale Wasserspeicherkapazität des Gesamtaufbaus, der Anteil organischer Substanz im Substrat, die Pflanzenanzahl bei Extensivbegrünungen und das Grünvolumen bei Intensivbegrünungen.

Die SIA Norm unterschiedet im Kapitel ökologischer Ausgleich drei Qualitätsstufen von Dachbegrünungen. Zu den ausschlaggebenden Faktoren zählen unter anderem: die Schichtdicke und Verteilung des Substrates, Strukturen zur Förderung bestimmter Tiergruppen, die Art des vegetativen Materials und die Rückhaltung von Niederschlagswasser.

Die Wahl des Anteiles an organischem Material muss im Hinblick auf die Wasserverfügbarkeit angeglichen werden. Organisches Material speichert Wasser, generiert aber auch ein mehr Biomasse, die folglich anfälliger für Wassermangel ist (BATES et al., 2013).

Durch die Gegenüberstellung der beiden Regelwerke, lassen sich Parameter aufzeigen, welche die Biodiversität am Dach beeinflussen:

- Art und Weise der Begrünungskategorien
- Eigenschaften des Substrates
- Organischer Anteil
- Topografie/Modellierung
- Strukturelemente
- Pflanzenauswahl
- Ansaat und Begrünungsmethoden
- Düngeempfehlungen
- Sonne und Schattenverhältnisse
- Art und Weise des Regenwassermanagement
- Anerkennung eines Dachstandortes als ökologischen Ausgleich

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Behandlung dieser Parameter in den jeweiligen Normen (siehe Tab. 1).

Es lässt sich feststellen, dass die ÖNORM im Gegensatz zur SIA 312 technischer gehalten ist. Sie behandelt wesentlich mehr Kennwerte. Die Biodoversitätsfördernden Parameter Topografie/Modellierung, Strukturelemente, Sonne und Schatten, Regenwassermanagement und auch der ökologische Ausgleich werden nicht behandelt. Hinsichtlich der Förderung von biodiversen PV-Gründächern wird empfohlen diese Kriterien in die ÖNORM L 1131 zu integrieren.

Parameter	ÖNORM L 1131	SIA 312
Begrünungskategorien	Reduziert Extensiv: 8 cm Extensiv: ≥ 10 - ≥ 19 cm Reduziert Intensiv: ≥ 15 - ≥ 25 cm Intensiv: ≥ 20 - ≥ 80 cm	Extensiv: 8 – 20 cm Einfach Intensiv: 12 – 30 cm Aufwändig Intensiv: 20 – ≥ 50 cm
Substrat allgemein	Angegeben sind Werte für: Korngrößenverteilung, Rohdichte, Wasser/Luft-Haushalt, pH-Wert, Salzgehalt, Organische Substanz (C/N-Verhältnis), Pflanzenverfügbare Nährstoffe Natürlicher Bodenaufbau ab 120 cm möglich	Allgemeine Angaben: Nährstoffe speichern und pflanzenverfügbar machen; Extensivbegrünungen sollen ein selbst erhaltenes Ökosystem begünstigen, Schadstoffgrenzen laut VBBo, keine Wurzelunkräuter, struktur- und lagerstabil. Konkrete Angaben: Relevante Wasserkapazität, nutzbare Feldkapazität
Organischer Anteil	Intensivsubstrat: Bodengemische 5-10 Masse%, Schüttstoffgemische: 8-15 Masse%; Extensivsubstrat: Schüttstoffgemische: 3-8 Masse% Ab einem Aufbau von 40 cm: Untersubstrate unter 40 cm mit < 8 Masse%	Keine Angaben
Topografie/Modellierung	Keine Angaben	Es sind variable Schichtdicken der Vegetationstragschicht zur Förderung der ökologischen Vielfalt bei Projektierung festzulegen. Bei ökologischem Ausgleich mit erhöhten Anforderungen ist außerdem eine ungleichmäßige Verteilung der Vegetationstragschicht einzurichten.
Strukturelemente	Keine Angaben	Sandinseln, Asthaufen, Wurzelstöcke, Wandkiesbereiche, Steinblöcke
Pflanzenauswahl	Es gelten die Anforderungen der L 1110. Saatgut muss dem Saatgutgesetz und der Saatgutverordnung entsprechen. Bei Blumenzwiebeln und Wildstauden ist der Nachweis der Anzuchtkultur zu erbringen (keine Pflanzen von Wildstandorten!). Es gelten die Bestimmungen der FLL-RSM 2008.	Klima- und standortgemäß; Für Wildpflanzensaatgut gelten die Bestimmungen der SKEW. 4 Saatgutklassen für verschiedene Wertigkeiten
Ansaat und Begrünungsmethoden	Objekt-, klima-, bauwerks- und pflanzenabhängig. Normalsaat mit mind. 5g/m^2 Saatgut, mit oder ohne Kleber, Spritzbegrünung mit oder ohne Sprossteile, Andecken vorkultivierter Vegetationsmatten, Andecken von Fertigrasen, Pflanzung. Herbizidanwendung ist für keine Begrünungsart zulässig.	Klima- und standortgerecht. Auf windexponierten und erosionsgefährdeten Stellen sind geeignete Maßnahmen zu treffen, bei der Kombination von Dachbegrünung und Solarenergienutzung sind beide Nutzungen aufeinander abzustimmen. Gleichmäßige Verteilung des Saatgutes. Aufrauen der Vegetationstragschicht vor der Ansaat bei Verschlämmung. Der das Begrünungsziel gefährdender Fremdaufwuchs ist vor der Ansaat zu entfernen.
Düngeempfehlungen	Der Nährstoffgehalt in Vegetationssubstraten ist abhängig von der Begrünungsart und Bauweise aus umwelttechnischen Aspekten im Sinne einer Vermeidung der Auswaschung auf die tabellarisch aufgelisteten Werte anzugleichen. Bei der Anwuchspflege eventuell Düngung mit umhüllenden NPK-Langzeitdünger.	Der Gewässerschutz und der im Anhang stehende Fachkommentar „Düngung und Umwelt“ sind zu beachten.
Sonne und Schatten	Keine Angaben	Die mögliche Beschattungswirkung durch Vegetation auf die Solaranlage ist zu berücksichtigen. Auch unter den Solarmodulflächen ist eine Vegetationstragschicht einzurichten. Vor den Solarmodulen kann ein Streifen von bis zu 50 cm mit niedrigerer Substrathöhe eingerichtet werden. Beide Funktionen – Dachbegrünung und Energiegesinnung – gelten als gleichwertig.
Regenwassermanagement	Keine Angaben	Das die Dachbegrünung durchlaufende Regenwasser kann wie Grauwasser verwendet werden.
Ökologischer Ausgleich	Keine Angaben	3 Qualitätsstufen mit unterschiedlichen Anforderungen

Tab. 1: Parameter zur Steigerung von Biodiversität auf PV-Gründächern – Gegenüberstellung der ÖNORM L 1131 und der SIA 312

VBBo: Verordnung über Belastungen des Bodens

SKEW: Schweizer Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen

3. Biodiversität am Dach

Das folgende Kapitel erläutert die Vorteile von Biodiversität am Dach, liefert Ansätze zur Förderung dieser auf Basis faunistischer und botanischer Studien, zeigt die Möglichkeit von Ausgleichshabitaten auf und demonstriert die Umsetzung biodiverser Gründächer anhand von realen Beispieldächern.

3.1. Einführung - Vorteile von Biodiversität am Dach

Extensiv begrünte Dächer stellen wertvolle, störungsarme Habitate dar, die besonders für Kleintiere, wie Spinnen und Insekten, ideale Bedingungen zur Überwinterung bieten (BRENNEISEN, 2005). Die 100 Jahre alten Gründächer der Wasseraufbereitungsanlage in Zürich (Schweiz) zeigen, wie lokale genetische Ressourcen in regionalem Substrat auf Dächern konserviert und Ökosysteme auf diese Art erhalten werden können. Die Wiesen am Dach der Filteranlage wurden ursprünglich auf einer bituminösen Schicht der Flachdächer (etwa um 1914) angelegt, um die Gebäude und somit das Wasser darunter zu kühlen. Das aufgebrachte Substrat ist etwa 30 cm hoch und stammt wahrscheinlich aus der Gegend. Die Arten wurden wahrscheinlich größtenteils durch Samenflug aus der Umgebung eingetragen. Heutzutage befindet sich auf den Dächern eine enorme Artenvielfalt, insgesamt 175 Arten, davon gelten 10 in Zürich als massiv gefährdet. Besonders der Orchideenreichtum auf den Dächern reicht kaum an ein anderes Gebiet im Kanton Zürich heran (LANDOLT, 2001). Das Edaphon, die Mikro- und Makroorganismen des Bodens, spielen für ein stabiles Bodengefüge und -leben – die Voraussetzung für ein gesundes Pflanzenwachstum – eine besonders tragende Rolle. Für Orchideen am Dach stellen sie den limitierenden Faktor dar. Rafael Schneider und sein Team an der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschauften (ZHAW) in Wädenswil, Schweiz, belegten die Notwendigkeit von natürlicher Erde mit Ton und Schluff für das Überleben von Orchideen am Dach (SCHNEIDER, 2013).

Das Umweltbundesamt gibt an, dass in Österreich täglich etwa 22,4 ha täglich an Boden verbraucht werden (UMWELTBUNDESAMT, 07.07.2014). Durch diese

Bodenversiegelung gehen massiv Lebensräume verloren. Biodiverse Dachbegrünungen bieten die Möglichkeit diese Lebensräume zu transformieren und so Trittsteinbiotope für vielerlei Arten zu schaffen. Der Nutzen von Dachbegrünungen beschränkt sich somit nicht auf energetische und ökonomische Aspekte, auch für den Artenschutz bieten diese Lebensräume vielfältige Möglichkeiten.

„Schätzungen zufolge werden 406 006 der Blütenpflanzenarten, das entspricht 87,5 %, von Tieren bestäubt (OLLERTON et al., 2011). Innerhalb der blütenbestäubenden Insekten haben Wild- und Honigbienen die größte Bedeutung (BAILEY et al., 2011).“ (ALLSOPP et al., 2014, Seite 11). Weltweit gehen Wildbienen- und Honigbienenbestände seit Jahren zurück. Nach Angaben von BAILEY et al. (2011) wurden beispielsweise die Honigbienenbestände seit 1984 um 50 % dezimiert. Gründe dafür sind einerseits der massive Einsatz von Giften in der Landwirtschaft, andererseits der Lebensraumverlust durch großflächige Monokulturen, das Verschwinden von kleinstrukturierter Landschaft und die Versiegelung von Oberflächen (ALLSOPP et al., 2014). Dabei ist nicht nur der ökologische Verlust, sondern auch der ökonomische schwerwiegend. Die damit einhergehende, verminderte Bestäubungsleistung der Insekten lässt sorgt besonders im Obstbau für massive Einbußen und steigende Lebensmittelpreise (BAILEY et al., 2011).

3.2. Förderung von Biodiversität am Dach

Biodiverse Dachbegrünungen bieten im Gegenteil zu monotonen Gründächern eine Menge Vorteile, sie fördern die psychische und physische Gesundheit von Menschen und stellen lebenswichtige Habitate dar. Die Entscheidung für die jeweilige Art der Begrünung und die Ausführung liegt einerseits bei politischen Stakeholdern und andererseits bei den jeweiligen Bauherren. Die folgenden Argumente sollen eine Berechtigung für die Schaffung differenzierter und standortspezifischer Begrünungen schaffen.

Besonders wichtig ist es, wie schon erwähnt, Menschen, also BewohnerInnen und

HausbesitzerInnen, als potenzielle Kunden des Marktes, von der Attraktivität und dem Nutzen solcher Dächer zu überzeugen. Um herauszufinden, welche Art von (Grün-) Flachdächern Menschen als besonders attraktiv betrachten, wurden im Zuge einer australischen Studie Büroangestellte (73% weiblich; Durchschnittsalter = 40 Jahre; 77% Vollzeitbeschäftigt; 82.3% ≥ Bachelor Abschluss) unterschiedlicher Firmen des Central Business Bezirkes in Melbourne zu 41 verschiedenen Fotos der gleichen Stadtszene mit unterschiedlichen Flachdachflächen befragt. Es stellte sich heraus, dass alle Gründächer gegenüber dem vorgelegten Kiesdach bevorzugt wurden. Dächer mit höherer Vegetation, grüneren Farbtönen und grasartigen Strukturen wurden am stärksten befürwortet, niedrige, rote Sukkulente am wenigsten. Dächer mit blühenden Pflanzen wurden gegenüber Dächern ohne Blütenpflanzen bevorzugt (FARRELL et al., 2014). Die Ergebnisse zeigen somit, welche Arten von Gründächern möglichst hohe psychologische und somit auch gesundheitliche Vorteile für StadtbewohnerInnen bringen können. So verfügen Gründächer je nach dem Bild, das sie Betrachtern vermitteln, über mehr oder weniger Potenzial Stress zu reduzieren und Entspannung hervorrufen. Visuell akzeptierte Gründächer können folglich die Akzeptanz für Gründächer im Allgemeinen erhöhen und somit auch das Wachstum der Gründachindustrie vorantreiben. Pflanzengesellschaften mit möglichst weit über das Jahr gestreuten Blühzeitpunkten steigern einerseits die visuelle Attraktivität und bieten begleitend dazu für Bestäuber wertvolle Nahrungsquellen über viele Monate.

ALEXANDRI UND JONES (2008) untersuchten die Temperaturentwicklung an begrünten Gebäuden von neun Städten in unterschiedlichen Klimazonen an einem durchschnittlichen Tag im jeweils heißesten Monat. Die Oberflächen- und auch die Lufttemperatur der untersuchten Wände und Dächer stellten sich an den begrünten Stellen als signifikant niedriger heraus als an nicht begrünten. Besonders erwähnenswert sind auch die indirekten Strahlungskühleffekte, die festgestellt wurden. So ergaben die Untersuchungen eine niedrigere Temperatur in Schluchten zwischen bewachsenen Hauswänden und dadurch auch eine niedrigere Temperatur an Hauswänden in der Umgebung, die nicht bewachsen sind. Der Kühlungseffekt erwies sich als umso stärker,

je heißer und trockener das Klima ist. Die Lufttemperatur am Dach sinkt noch einmal signifikanter als die in den Schluchten an den Hauswänden, weil ihre Erwärmung auch stärker ist. Am Dach konnten so maximale Temperatursenkungen von 26 °C beobachtet werden. Am stärksten zeigt sich dieser Effekt, wenn die Seitenwände auch begrünt sind. Neben humanökologischen Aspekten stellte sich auch der ökonomische Aspekt der Begrünung - im Sinne von Energieersparnissen hinsichtlich der Gebäudekühlung durch Klimaanlagen - mit einer Kühlungsrate von 32 bis 100 %, deutlich dar. Begrünte Gebäude beeinflussen daher den städtischen Wärmeinseleffekt (urban heat island effect) eindeutig, wie in dieser mikroklimatischen Studie gezeigt werden konnte (AlLEXANDRL, JONES, 2008).

Eine Vielzahl von Studien zeigt auf, dass Gründächer ein hohes Potenzial beherbergen, Habitate und Nahrungsmittelressourcen für vielerlei gefährdete Arten darstellen. Etliche Publikation aus Europa beschreiben Versuche zur Abundanz der Arten auf Gründächern verschiedenster Art. Beim Vergleich mit anderen möglichen Lebensräumen profitierten die Arten vor allem bei Extensivdächern durch die Abgeschiedenheit von laufenden menschlichen Störungen. Forschungsarbeiten aus Basel in der Schweiz belegen, dass viele selten gewordenen Arten (wie Vögel, Spinnen und Käfer) bereit sind, diese Lebensräume anzunehmen (BRENNEISEN, 2003, 2006).

Die Verbindung des Gründaches mit dem Boden stellt für viele, wenig mobile Lebewesen die einzige Möglichkeit zur Besiedelung des Daches dar (vgl. Abb. 4.). Außerdem beeinflusst die Gebäudebegrünung an mehr als nur einer Stelle das Mikroklima im und um das Gebäude beträchtlich.

Abb.4.: Verbindung von Boden und Gründach durch Vertikalbegrünung
(Quelle: HOPKINS, GOODWIN, 2011, S. 207, modifiziert)

Die Ökologie, die Wissenschaft von

den Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt (CAMPBELL, 1997) spricht von der Notwendigkeit sogenannter Trittsteinbiotopen und beschreibt damit ein „ in Kulturlandschaften künstlich angelegtes, inselartiges Überbrückungselement für Organismenarten, deren Stammhabitate weiter als ihre maximale Migrationsweite (Migration) voneinander entfernt sind“ (SPEKTRUM LEXIKON, 2014).

Abb.5.: Trittsteinbiotope
(Quelle: HOPKINS, GOODWIN, 2011, Seite 176, modifiziert)

Dabei ist es besonders wichtig, dass diese einzelnen Bereiche nicht zu weit voneinander entfernt und durch Korridore miteinander verbunden sind. Anderenfalls tritt Verinselung ein, der genetische Austausch der verschiedenen Populationen untereinander ist unterbrochen (vgl. Abb. 6).

Der technische Führer für neue und existierende Gebäude von GUNNELL, MURPHY und WILLIAMS (2013) stellt eine Reihe verschiedener Nisthilfen und Unterkünfte für die Installation an Dachflächen dar. Besonders Fledermäuse werden immer mehr durch den Ausbau von alten Dachböden zurückgedrängt. Dabei gibt es eine Menge wunderbarer Möglichkeiten den Lebensraum für diese zu erhalten und auch neu zu schaffen. Die bewährten Systeme sind direkt in die Dachkonstruktion integriert und bieten den Tieren Höhlen unter dem Dach, zugänglich durch schmale Einflugschneisen (vgl. Abb. 6).

Abb.6.: Habitat für Fledermäuse,
(Quelle: GUNNELL et al., 2013, modifiziert)

Besonders in Großstädten finden sich etliche Stellen verschiedener Arten von Infrastruktur, welche sich unattraktiv, grau und lärmverschmutzt präsentieren und die Luft mit Feinstaub und anderen Schadstoffen belasten. Die Begrünung dieser Flächen reduziert die oben genannten Probleme und schafft neuen Lebensraum, auch auf sogenannten „Wastelands“ (HOPKINS, GOODWIN, 2011, S. 167 ff.).

Der Begriff „Brownroof“ wurde entwickelt, um Gründächer zu beschreiben, welche „Urbane Substrate“ wie Ziegelbruch, Betonbruch, Sand, Kies und Aushuberde (subsoil) nutzt. Diese Dächer werden den sogenannten „Brownfields“, wo Bedingungen typischer urbaner „Wastelands“ herrschen, nachempfunden. „Brownfields“ werden immer rarer, beheimaten aber oft seltene Invertebraten und bodenbrütende Vögel. Auf „Brownroofs“ sollen nun vermehrt Ausgleichshabitate geschaffen werden. Typischerweise ist der Boden bei „Brownfields“ nicht austariert sondern hügelig modelliert. Daher finden sich hier Stellen, die für Arten unterschiedlicher Bedürfnisse Lebensgrundlagen bieten (DUNNETT, KINGSBURY, 2010).

Die Schweiz gilt als Vorreiter in der Erforschung und Umsetzung von biodiversen Gründächern. Dies ist einerseits der Forschungsarbeit von Dr. Stephan Brenneisen und seinen KollegInnen zu verdanken, andererseits auch der Politik und somit der schweizerischen Gesetzgebung. So ist es etwa im Kanton Basel verpflichtend Flachdächer zu begrünen. Ist das entsprechende Dach größer als 500 m^2, so müssen zusätzlich lokales Substrat und Saatgut verwendet und die Höhen modelliert werden (DUNNETT, KINGSBURY, 2010).

Der massive Rückgang von Blütenpflanzen durch den massenhaften Eintrag von Stickstoffdüngern, Bodenversiegelung und der Verlust kleinstrukturierter Landschaftselemente für Wildtiere führt neben dem Einsatz diverser Insektizide zu einem globalen Rückgang von Wildbienen. Da für die Sicherung der Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen, und somit die Sicherung menschlicher Nahrungsgrundlagen, aber nicht nur die Honigbiene (*Apis mellifera*) sondern auch eine artenreiche Wildbienenfauna notwendig ist, bedarf es dringend an Maßnahmen zur Erhaltung und

Förderung der Wildbienen (MÜLLER, ZURBUCHEN, 2012).

„Weltweit sind etwa 20.000 Bienenarten bekannt; davon leben etwa 750 Arten in Mitteleuropa. Während einige Wildbienenarten Generalisten sind und viele verschiedene Blütenpflanzen bestäuben können, gelten andere als Spezialisten, d. h. sie sind für ihr Überleben auf eine bestimmte Pflanzenart angewiesen. Nicht alle Bienen fliegen also auf die gleichen Blumen. Die Natur setzt auf Vielfalt, und daher müssen die Pflanzenarten zur jeweiligen Bienenart passen (Soil Association, 2013)“. (ALLSOPP et al., 2014, Seite 12).

Nun sind aber auch nicht alle Bienen gleichermaßen aktiv. Einige fliegen bei niedrigeren Temperaturen als andere. Hummeln (*Bombus*) beispielsweise, sowie einige Vertreter der Sandbienen (*Andrena*) und Mauerbienen (*Osmia*), sind auch bei kühlerer Witterung, wenn die Honigbienenarbeiterinnen nicht mehr ausschwärmen, aktiv und spielen daher besonders im Frühjahr und bei längeren Schlechtwetterperioden eine tragende Rolle. (SCHINDLER, PETERS, 2011, WESTRICH,1990. In: MÜLLER, ZURBUCHEN, 2012).

Abb.7.: *Bombus lapidarius* (Steinhummel) (Quelle www.naturespot.org.uk, aufgerufen am 16.07.2014)

Abb.8.: *Andrena haemorrhoa* (Rotschopfige Sandbiene) (Quelle: www.naturespot.org.uk, 26 April 2009, aufgerufen am 16.07.2014

Abb.9.: *Osmia bicornis* (Rostrote Mauerbiene) (Quelle www.naturespot.org.uk, 29 April 2003, aufgerufen am 16.07.2014

Da Wildbienen fast ausschließlich solitär leben, eine ausgeprägte Brutpflege betreiben und maßgeblich auf geeignete Pollen- und Nektarquellen für die Versorgung ihrer Larven einerseits, andererseits auf geeigneten Kleinstrukturen für das Anlegen ihrer Nester angewiesen sind, ist es für ihr Überleben besonders wichtig, die beiden

Ressourcen in einem möglichst räumlich beieinanderliegenden Umfeld zur Verfügung zu stellen (MÜLLER, ZURBUCHEN, 2012).

Auf biodiversen Gründächern können diese beiden Grundvoraussetzungen, Nahrungsquellen und Kleinstrukturen als Habitat, für Wildbienen installiert werden.

Die NADA-Studie von BRENNEISEN (2005), wo 24 Gründächer auf das Vorkommen von Bienen untersucht wurden ergab, dass auf reinen Sedumdächern im Vergleich zu Dächern mit differenzierterer Vegetation, etwa nur halb so viele Arten gefangen wurden. Auch die Besuche der Blütenpflanzen wurden dabei gemessen: Es stellte sich heraus, dass Sedumdächer nur ein Fünftel so häufig besucht werden wie Dächer mit krautiger Vegetation. Der Grund dafür liegt in der kurzen Blütezeit reiner Sedumdächer. Auf den 24 Gründächern wurden insgesamt 10 Wildbienenarten gefunden, die in der Schweiz auf der roten Liste der gefährdeten Arten stehen. Überraschenderweise wurden auf dem extrem artenreichen Dach am Seewasserwerk Moos weniger Arten gefunden als auf dem Klinikum 2 Dach im Zentrum von Basel. Dies liegt höchstwahrscheinlich an der am Klinikumdach herrschenden Substrathöhendifferenzierung, die wiederum eine ausgedehntere Blütezeit bedingt. Wird Erde, meist gemischt mit Kies, für den Entwurf naturnaher Habitate verwendet, sind der Schichtaufbau dieser Böden und die Standortwahl wesentlich. Agrarlanderde ist oft zu lehmig und ungeeignet für Gründächer, weil sie dazu neigt zu versanden, Grasland oder Waldbodenerde ist besser geeignet.

Um Ersatz oder Ausgleich für die steigende Bodenversiegelung anzustreben, müssen in Zukunft verstärkt umweltpolitische Maßnahmen angestrebt werden, welche den natürlichen Wasserhaushalt aus Niederschlag, Verdunstung und Kondensation unterstützen. Diese Maßnahmen umfassen die Entwicklung von Vegetationsstrukturen, die Gebäudebegrünung, offene Wasserflächen und Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung durch Verdunstung (SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG BERLIN (2010).

Biodiverse Gründächer mit der Integration von Wasser bieten wasserwirtschaftlich

enorme Vorteile. Die Thematik der Siedlungswasserwirtschaft gewinnt aus ökonomischen und ökologischen Gründen immer stärker an Bedeutung. Eine stetig zunehmende Bodenversiegelung führt dazu, dass Niederschläge nicht mehr an Ort und Stelle versickern können. Das Umweltbundesamt gibt derzeit einen Wert von 22,4 ha Bodenverbrauch pro Tag für Österreich an. Dies belastet das Kanalnetz, die Grundwasserneubildung und verändert das (Kleinstadt-)Klima ausgehend von dicht verbauten Gebieten.

Zur dezentralen Wasserrückhaltung und –versickerung werden folgende Möglichkeiten (APPL, 2009) unterschieden:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Beckenversiegelung/Retentionsbodenfilter
- Rigolenversickerung
- Rohrversickerung
- Schachtversickerung
- Gründächer
- Zisternen
- Kombinationsanlagen mit Dachbegrünungen

Als technische Kennwerte im Bereich der Wasserbehandlung von Gründächern sind die maximale Wasserkapazität, die Wasserdurchlässigkeit, der Abflussbeiwert, die Verzögerung des Wasserabflusses und der Jahresabflussbeiwert von Bedeutung.

So lässt sich bei Standorten mit einem Jahresniederschlag von 650 bis 800 mm pro Jahr und einer Aufbaustärke der Extensivbegrünung von 10-15 cm ein Wasserrückhalt im Jahresmittel von 55 % erreichen (APPL, 2009, Seite 71).

Überschüssiges Wasser kann mittels einer Kombinationsanlage (in einem oberirdischen Becken oder in Zisternen) gesammelt und für die weitere, bedarfsweise Verwendung im Haushalt gespeichert werden. Die oberirdische Speichermenge am Dach ist durch die Statik begrenzt. Auf einer Fläche von 1 m² wirkt bei einer Anstauhöhe von nur

10 cm Wasser bereits eine zusätzliche Flächenlast von 100 kg/m² auf das Tragwerk ein (BAUNETZWISSEN, 2014). Das gespeicherte Wasser, welches wie Grauwasser verwendet werden kann, spart Trinkwasser bei Toilettenspülungen, beim Gießen und auch bei Reinigungsarbeiten und rentiert sich somit ökologisch und ökonomisch.

Die Planung des Areals der DaimlerChrysler AG am Potsdamerplatz in Berlin stellte besondere Anforderungen an die Nachhaltigkeit. So war das Ziel, den Regenwasserabfluss dermaßen zu reduzieren, dass er nach der Bebauung etwa dem des unbebauten Gebietes entspricht. Erreicht wurde dies durch die Kombination von intensiver und extensiver Dachbegrünung, Regenwassernutzung zur Toilettenspülung und Bewässerung der Pflanzen, sowie der Errichtung eines urbanen Gewässers (vgl. Abb. 10).

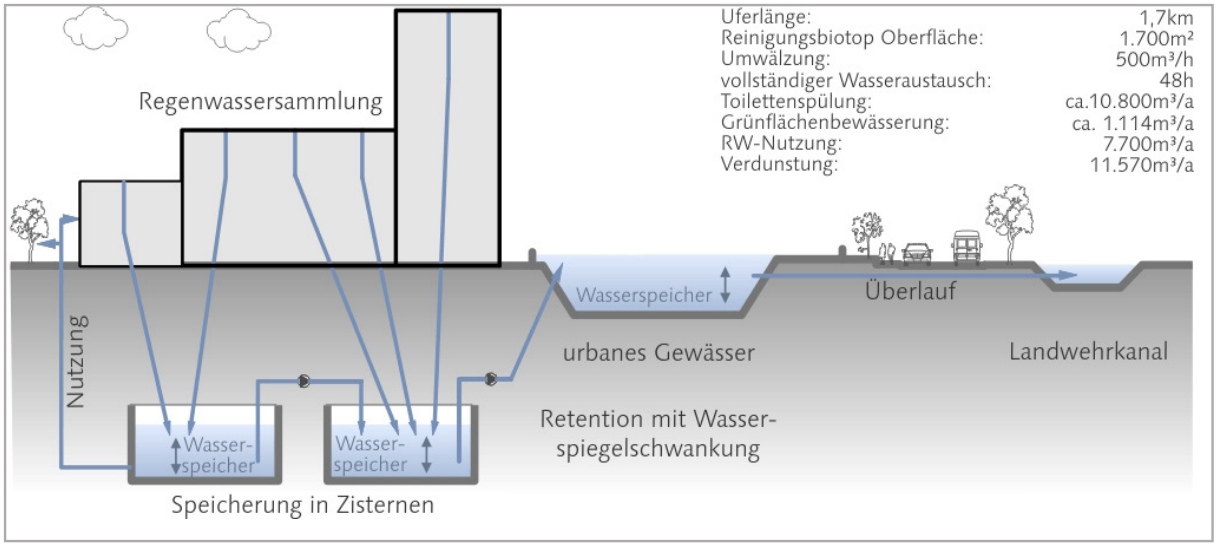

Abb.10.: Regenwassermanagement am Potsdamer Platz,
(Quelle: http://www.ecobine.de/print.php?SESSID=5d7092d85d384778d6c3226dcb5d3204&id=3.6.1&kurs=11&l=de, aufgerufen am 16.6.2014)

Realisiert wurde das Projekt mittels mehrerer Gründächer, Zisternen, mechanischen Filtern und eines künstlich geschaffenen Sees am Potsdamerplatz (vgl. Abb. 11). Große Teile der insgesamt 40.000 m² Dachflächen wurden begrünt. Um die positiven Eigenschaften der Substrate bezüglich Wasser- und Nährstoffrückhalt zu kombinieren, wurde am Potsdamer Platz eine Zweischichtbegrünung aus Terramineral und Ulopor (Schiefer) durchgeführt. Die technische und gestalterische Umsetzung des Projektes

des innerurbanen Gewässers erfolgte ab 1994 durch das „Atelier Dreiseitl“. Im Substrat der Dachbegrünung wurde gänzlich auf organische Bestandteile und Dünger verzichtet. Untersuchungen der TU Berlin zeigen, dass begrünte Dächer deutlich zum Schutz der Gewässer durch Nährstoffrückhalt beitragen. Die Höhe des Nährstoffrückhaltes ist abhängig vom Substrat, der Schichtdicke und der Art der Vegetation (HAUBER, SCHMIDT, 2011).

Abb.11.: Wasserbecken am Potsdamer Platz (Quelle: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/bausteine/wasser.shtml, aufgerufen am 16.6.2014

Gerade auch an Standorten mit heißen warmen Sommermonaten, wo Wasser ein knappes Gut darstellt, stellt diese Art der Wasserbevorratung eine wertvolle Möglichkeit für weitere Nutzungen dar (FRASER, 2005).

Der „interdisziplinäre Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäuden, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld“ behandelt auch die Gründach-Sonderformen Feuchtdach, Wasserdach und Retentionsdach. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Wasserführung und Speicherung unter dem Substrat, in Drainelementen oder offen an der Oberfläche. Umkehrdächer oder Dächer mit einer späteren Nachdämmung auf der Oberfläche sind jedoch gänzlich ungeeignet. (PFOSER et al., 2013).

Vielfältig gestaltete Gründächer mit reichhaltiger krautiger Vegetation fördern die Lebensqualität besonders stark. Sie erfreuen die Gesundheit von Menschen, fördern das Wohlbefinden und bieten Lebensgrundlagen für Wildtiere, die wiederum für das menschliche Überleben, beispielsweise durch die Erhaltung genetischer Ressourcen

oder ihre Bestäubungsfunktion von Nutzpflanzen, wesentlich sind. Wasser als lebenswichtige Ressource lässt sich auf vielfältige Art und Weise in die Planung biodiverser Gründächer integrieren.

3.3. Botanische Aspekte biodiverser Dachbegrünungen

Das folgende Kapitel erläutert botanische Erkenntnisse und Zusammenfassungen relevanter Studien, die für die Errichtung biodiverser Gründächer von Bedeutung sind.

Die Spezialisierung von Wildbienen auf bestimmte Pflanzengattungen oder sogar botanische Arten korrelieren stark mit dem Erfolg der Bienen auf Dächern. In Österreich, Deutschland, der Schweiz und Liechtenstein sind MÜLLER und ZURBUCHEN (2012) zufolge 58 von 745 Bienenarten hochspezialisiert auf Ebene der Pflanzengattung. Davon sind rund 64 % in mindestens einer dieser Regionen gefährdet. Diesen gefährdeten Arten wiederum dienen 21 Gattungen als exklusive Nahrungsquellen. Als besonders bedeutsam darunter gelten Glockenblume (*Campanula*), Weide (*Salix*) und Natternkopf (*Echium*), welche für 14 gefährdete Arten die alleinige Nahrungsquelle darstellen.

Abb.12.: Glockenblume (*Campanula rotundifolia*) mit Sandbiene (*Andrena curvungula*)
(Quelle: http://www.wildbienen.info/forschung/beobachtung20070519.php, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.13.: Erdhummel (*Bombus terrestris*) auf Weide (*Salix purpurea*)
(Quelle: http://naturschutz.ch/meinung/hotspot-naturgarten-weiden-nie-zu-spat-fur-den-neubeginn/47083, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.14.: Natternkopf (*Echuim vulgare*)
(Quelle: http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Flora/Natternkopf/Natternkopf, aufgerufen am 25.6.2014)

205 der 745 Wildbienenarten gelten als spezialisiert. Unter ihnen sind etwa 70 % in mindestens einer dieser Regionen gefährdet. 17 Pflanzenfamilien dienen diesen Arten

als bevorzugte Nahrungsquellen. Die bedeutendsten davon sind (vgl. Abb. 15, 16, 17) Korbblütler (*Asteraceae*) und Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*), gefolgt von den Kreuzblütlern (*Brassicaceae*) und Lippenblütlern (*Lamiaceae*).

Abb.15.: Schmalbiene (*Lisioglossum*) auf Wiesenflockenblume (*Centaurea*) (Quelle: http://www.wildbee.ch/kontakt/medie, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.16.: Hornklee (*Lotus corniculatus*) (Quelle: http://www.botanische-spaziergaenge.at/Bilder/Konica_2/PICT5856.JPG, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.17.: Weißer Senf (*Brassica hirta*) (Quelle: http://www.plantsystematics.org/users/kcn2/6_14_05/2005_06_14_up/DSC_6281.JPG.24.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Besonders wichtige Gattungen unter den Asteraceaen sind Flockenblume (*Centaurea*), Disteln (*Cirsium, Carduus*), Habichtskraut (*Hiracium*), Milchkraut (*Leontodon*), Bitterkraut (*Picris*), Wegwarte (*Cichorium*), Ferkelkraut (*Hypochoeris*), Alant (*Inula*), Greiskraut (*Senecio*), Hundskamille (*Anthemis*), Schafgarbe (*Achillea*), Rainfarn (*Tanacetum*) (MÜLLER, ZURBUCHEN, 2012, S. 26 ff.).

Unter den Fabaceaen nehmen vor allem der Hornklee (*Lotus*), Klee (*Trifolium*), Schneckenklee (*Medicago*), Esparsette (*Onobrychis*) und Hufeisenklee (*Hippocrepis*) einen besonders hohen Stellenwert ein.

Die wesentlichsten Vertreter der Brassicaceaen für gefährdete Wildbienenarten sind die großblütigen Gattungen Kohl (*Brassica*), Senf (*Sinapis*), Rauke (*Sisymbrium*), Schöterich (*Erysimum*) und Rettich (*Raphanus*). Bei den Lamiaceaen werden Ziest (*Stachys*), Salbei (*Salvia*), Schwarznessel (*Ballota*) und Gamander (*Teucrium*) am häufigsten besucht. Die Auswahl der Pflanzen am Dach entscheidet demnach, ob und welche Arten die entworfenen Gründächer besiedeln (MÜLLER, ZURBUCHEN, 2012).

Die Auswahl der Pflanzen stellt den Schlüsselfaktor für die Etablierung und erfolgreiche Versorgung der Nützlinge am Dach dar. Sind sie nicht an die am Dach herrschenden

Verhältnisse angepasst, werden sie nicht oder nur kümmerlich überleben und dadurch auch kaum Nahrungsquellen für Bestäuber bereitstellen können. Ohne Nahrungsressourcen sind auch alle weiteren Funktionen wie etwa Brutplätze, Aufzuchthabitate und Überwinterungsplätze nicht für das Überleben ausreichend.

Bestandsaufnahmen diverser Gründächer haben das Auftreten unterschiedlichster Tierarten, davon auch einiger bedrohter Arten, belegt. BRENNEISEN (2003) betont schon in seinem Beitrag „Natur über der Stadt“ die Notwendigkeit strukturreicher Flächen mit hügelig aufgebrachtem Substrat. Dies schaffe biodiverse Habitate mit hydrologisch unterschiedlichen Eigenschaften.

Störungsfreie Dachflächen können nicht nur Insekten, sondern auch bodenbrütenden Vögeln wertvolle Trittsteinbiotope bieten. Für botanische Arten stellen Gründächer, wie die hundert Jahre alten Gründächer der Wasseraufbereitungsanlage in Wollishofen mit neun gefährdeten Orchideenarten, Reservoire der Artenvielfalt dar. Doch einzelne, abgeschnittene Standorte reichen noch nicht, um Populationen zu bewahren. Einerseits besteht die Notwendigkeit von genetischem Austausch, um vitale Arten zu erhalten - dabei spielt vor allem die Nähe zu anderen, sogenannten Trittsteinbiotopen (siehe auch Abb. 5), eine große Rolle - andererseits sind Dachflächen ohne die Vernetzung mit dem Boden für viele faunistische Arten nicht zugänglich. Durch die Verbindung mit dem Boden, beispielsweise in Kombination mit Vertikalbegrünungen oder Steinschlichtungen (siehe auch Abb. 4), können Gründächer noch besser vernetzt und auch weniger mobilen Arten zugänglich gemacht werden (BRENNEISEN, 2003).

Die britischen Forscher DUNNETT und KINGSBURY (2010) geben in ihrem umfangreichen Werk „Living Green Roofs and Living Green Walls“ geeignete Pflanzenlisten mit Kurzcharakteristik für Dächer, unterteilt in Ausdauernde, Gräser und Zwiebelpflanzen, für jeweils Extensivpflanzungen auf 4-6 cm, Extensivpflanzungen auf 6-12 cm, Extensiv/Semi-intensiv-Pflanzungen auf 10-15 cm und Semi-extensiv-Pflanzungen auf 15-20+ cm an.

Als natürliche Habitate geeigneter Gründachpflanzen nennen sie Bewohner klimatischer

Extremstandorte, im Speziellen solche windiger und trockener Gegenden. Ihre natürlichen Habitate sind demnach gebirgige Standorte wie Felsenbewohner oder Alpenpflanzen, Arten höherer Breitengrade („high-latitude environments“), Küstenpflanzen, Kalksteinvegetation, Hartlaubgehölze („sclerophyllous woody vegetation“) und Halbwüstenbewohner (DUNNETT, KINGSBURY, 2010, S. 181 ff.), siehe Abb. 18-20.

Abb.18.: Küstenvegetation Shoreham Beach, England
(Quelle: http://4.bp.blogspot.com/_oEYHkds-q-Q/S-vcFdYturI/AAAAAAAACaQ/QS_Hn0pbLdU/s1600/093.JPG, aufgerufen am 12.7.2014)

Abb.19.: Kalksteinvegetation mit Alpenleinkraut (Linaria alpina)
(Quelle: http://de.academic.ru/pictures/dewiki/75/Kalkschuttflur.JPG, aufgerufen am 12.7.2014)

Abb.20.: Alpenflora
(Quelle: http://www.bergfex.at/sommer/grossarltal/gasthof-hotel-schuetzenhof/, aufgerufen am 12.7.2014)

LUNDHOLM et al. (2011) stellten in einer Studie zum Vergleich trockenheitsangepasster und feuchtigkeitsliebender Pflanzen in Großbritannien fest, dass trockenheitsangepasste Arten sich in Versuchsanlagen auf extensiven Gründächern als besonders geeignet erwiesen. In besonders humiden Gebieten haben allerdings Arten, die an schwerere, feuchtere Böden angepasst sind, Vorteile gegenüber Trockenlandarten.

Obwohl Arten, die an trockene Standorte angepasst sind, sich gegenüber Feuchtgebietsarten in dieser Studie auf dem Dach besser etablierten, so war der Nachteil, der durch die Kombination beider Gruppen entstand, dermaßen gering, dass die Kombination beider aufgrund der Erhöhung der Diversität und der Schaffung neuer Habitate empfohlen wird.

Viele wissenschaftliche Papers und Non-Profit Organisationen propagieren die Verwendung heimischer Pflanzen (native plants). Die Bedingungen am Dach sind aber extremer als die am Boden. Daher erläutern BUTLER et al. (2012) in ihrer Literaturstudie die Wichtigkeit der Definition des Terminus „heimisch“ ästhetische und naturwissenschaftliche Gründe für die Förderung heimischer Pflanzen, wie sie ausgewählt wurden und Beweise für ihren Erfolg. So benötigen heimische Pflanzen nach Aussagen der Autoren aufgrund ihrer Anpassung weniger Ressourcen (Dünger, Pestizide, etc.) und weniger Pflege. Außerdem bieten sie eine wertvolle Nahrungsgrundlage für heimische Tiere. Das Argument, dass nicht heimische Arten oft invasiv werden und deswegen auf Dächern nicht verwendet werden sollen, wird von ihnen zurück gewiesen. Dies sei nämlich ausgesprochen selten der Fall. Es wurde im Zuge ihrer Literaturstudie kein wissenschaftliches Paper gefunden, welches das Potenzial von nicht heimischen Gründachpflanzen erläutert, invasiv zu werden. Bezüglich Adaption und Habitat merken sie an, dass Dächer keine natürlichen Lebensräume für heimische Pflanzen sind und diese somit auch nicht an derartige Lebensräume angepasst sind. Es hängt daher sehr stark von der Verwendung der jeweiligen Art ab, wie passend sie sich für den Lebensraum Dach eignet. Die Literaturstudie von BUTLER et al. (2012) zeigte auch, dass in 72 % der wissenschaftlichen Papers heimische Pflanzen aus naturwissenschaftlichen Gründen, nicht aus ästhetischen Gründen, propagiert wurden.

Langzeitstudien zweier extensiver Berliner Gründächer von KÖHLER (2006) konnten zeigen, dass statistisch gesehen wetterabhängige Faktoren, wie Temperatur und Art und Menge der Regenereignisse, den stärksten Einfluss auf die Pflanzen-Diversität haben. Größe, Dachneigung und das Alter des Daches haben laut dieser Erhebungen statistischer Weise keinen signifikanten Einfluss auf die Artenvielfalt der Pflanzen. Dies

lässt darauf schließen, dass bei schrägen Dachflächen ebenso eine vielfältige Vegetation installiert werden kann wie auf Flachdächern. Beim ersten Dach der von KÖHLER (2006) durchgeführten Studie handelt es sich um zwei zusammengehörende Innenstadtgebäudedächer, die sogenannten „Paul-Linke-Ufer-Gründächer (PLU)“ in der Nähe von Berlin Kreuzberg (vgl. Abb. 21).

Abb.21.: PLU Berlin Versuchsdach
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/img/berlin_fig1a_lg.jpg, aufgerufen am 28.6.2014)

Diese wurden 1985 angelegt. Gemeinsam umfassen diese beiden Dächer etwa eine Fläche von 650 m^2 und können in 10 unterschiedliche Teilbereiche gegliedert werden. Die Höhe der Vegetationstragschicht aus Sand, Humus und Blähton beträgt jeweils etwa 10 cm, die Begrünung erfolgte mit vorgefertigten Vegetationsmatten. Das zweite Gründach der Langzeitstudie befindet sich auf dem Dach des Ufa-Fabrik (UFA) Kulturzentrums im Parkgebiet der Berliner Vororte (vgl. Abb. 22).

Abb.22.: UFA-Fabrik PV-Gründach:
(Quelle: http://www.berlin-spart-energie.de/fileadmin/user_upload/2012/Objekte/Ufa/Dach_Solar_1.jpg, aufgerufen am 28.6.2014)

Es handelt sich um sechs Dächer, die 1986 gebaut und auf denen Heublumen aus den Alpen ausgesät wurden, wobei die Erforschung der Flora erst 1992 von Aktivisten gestartet wurde. Heute befindet sich auf einem dieser Dächer die größte PV-Anlage von Berlin. Im Durchschnitt wurden beide Objekte zweimal im Jahr observiert und analysiert. Die Projekte legen dar, dass eine relative Biodiversität von Vegetation am Dach durch minimalen Aufwand, vor allem durch eine geringe Menge von Bewässerung und Pflege, möglich ist. Die vorliegenden Dächer waren teilweise Flachdächer, teilweise geneigt. Die Dachneigung zeigte bezüglich der Pflanzenvielfalt wiederum keine relevanten Auswirkungen. Eine weitere Steigerung der Biodiversität im Verlauf der Zeit ist durch verbesserte Anfangsbepflanzung, die Anwesenheit umgebender Pflanzen und eine Kombination von schattigen und sonnigen Bereichen zu erzielen (KÖHLER, 2006). Diese Studien sind somit auch als Grundlage für die erfolgreiche Argumentation der Kombination von Gründach und Photovoltaikanlagen im Sinne der Biodiversitätsförderung auf Flachdächern, sowie auf geneigten Dachflächen zu verstehen. Als Grenzwert für die Dachneigung bei ungesicherten Dachbegrünungen gilt der Wert 30° (Tagungsband International Green Roof Congress, 2009, S. 107). Dennoch kann fast jedes Dach mit entsprechenden Sicherungsmaßnahmen begrünt werden. Je nach Dachneigung werden grob betrachtet Flachdächer, Schrägdächer und Tonnendächer unterschieden. Als Sicherungsmaßnahmen kommen die Unterteilung in Rahmen und genagelte Sicherungsnetze in Frage (vgl. Abb. 23). Je nach Dachneigung ist auch die entsprechende Ansaatmethode zu wählen, sodass es nicht zum Abrinnen oder Abschwemmen von Saatgut kommt. Wie auch bei der Begrünung von Hängen und Böschungen bietet die Hydrosaat auf Dächern eine entsprechende Möglichkeit zur erfolgreichen Begrünung (FLORINETH, 2012).

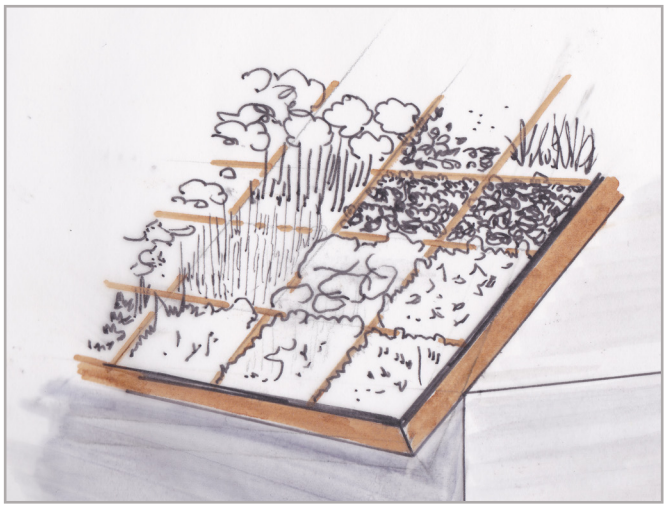

Abb.23.: Prinzipskizze zur Stabilisierung von Substrat durch Holzrahmen auf Schrägdächern

BAUERLE und PATTON (2012) erforschten im Zuge einer Literaturstudie die Vorteile von Pflanzendiversität am Dach. Die Autoren stellten dabei fest, dass Pflanzen, welche vorangegangenen Studien zufolge in Monokulturen als unpassend für Gründächer getestet wurden, möglicherweise durchaus das Potenzial hätten, sich mit passenden Nachbarn gut zu entwickeln. Die beiden Parameter „Komplexität der Biomasse“ und „Biodiversität“ konnten eindeutig mit einer Beeinflussung der Intensität des Kühlungseffektes in Zusammenhang gebracht werden. Ausgelegt auf die kombinierte Anwendung von PV-Anlagen und Gründächern, lässt sich ein positiver Kühlungseffekt der Module, aufgrund einer differenzierten Zusammensetzung von Pflanzen mit unterschiedlichen Blattstrukturen, hervorkehren. Auch wenn noch keine Angaben zu genauen Artenzusammensetzungen für eine möglichst hohe Performance vitaler Arten mit hoher Kühlungseffizienz gemacht werden kann, so ist doch die Entscheidung für Pflanzengemeinschaften mit einer möglichst hohen Biomassekomplexität zu empfehlen (BAUERLE, PATTON, 2012).

Blattoberflächen werden wärmer, wenn Pflanzen ihre Stomata schließen, um Feuchtigkeitsverlust als Folge von Trockenheit zu reduzieren. So vermindert sich der Kühlungseffekt der Vegetation am Dach. Im Zuge einer 2013 durchgeführten Studie in Großbritannien für mögliche Alternativen zu Sedumbepflanzungen am Dach, wurden daher vier verschiedene Pflanzenarten, darunter eine Sedummischung, *Stachys byzantina* (Wollziest), *Bergenia cordifolia* (Herzblättrige Bergenie) und *Hedera hibernica* (Irischer Efeu), auf ihr Kühlungspotential untersucht. Ermittelt wurde die Blattmorphologie in Zusammenhang mit der Oberflächentemperatur der Blätter, der Lufttemperatur und der Temperatur des Substrates. *Stachys* (vgl. Abb. 24) übertraf in dieser

Abb.24.: Wollziest (Stachys byzantina)
(Quelle: http://www.baumschule-horstmann.de/bilder/popup/byzantinischer-wollziest-m001703_w_0.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Studie alle anderen Arten mit seinem Kühleffekt bei Weitem, im trockenen Substrat gegenüber Sedum beispielsweise um 5°C, bei der Lufttemperatur über der Blattoberfläche sogar um 12 °C. Dies zeigt, dass bei der Auswahl der jeweiligen Pflanzen am Dach die Präferenz nicht nur auf jene gelegt werden sollte, welche im flachsten Substrat überleben, sondern auf solche, welche das höchste Ökosystem-Servicepotential aufweisen (BLANUSA et al., 2013).

Stärkere Substrataufbauten bieten Pflanzen am Dach mehr Wasser während Trockenperioden, wiegen aber auch mehr, besonders wenn sie gesättigt sind. Für eine Studie in Pennsylvania zur Erforschung des Einflusses von Substrattypen und Tiefen auf Pflanzen wurden fünf Gründachpflanzen in unterschiedlichen Bedingungen gepflanzt und untersucht. *Sedum album* (Weiße Fetthenne), *Sedum sexangulare* (Milder Mauerpfeffer), *Delosperma nubigenum* (Lesotho-Stauden-Mittagsblume), *Dianthus deltoides* (Garten-Heide-Nelke) und *Petrorhagia saxifraga* (Felsennelke) wurden in jeweils 3 cm, 6 cm und 12 cm von kommerziellen Gründachsubstraten, Blähschiefer und Blähton, gepflanzt. Die Pflanzen wurden unter Kunststofftunneln in drei verschiedenen Feuchtigkeitsstufen gezogen. Die beiden Sedum-Arten hielten sich gegenüber den anderen Pflanzen am besten unter allen Bedingungen, wobei sie im Blähton noch besser gediehen als in Blähschiefer. Die nektarreiche Felsennelke zeigte die niedrigste Überlebensrate im Blähschiefer, blühte aber überschwänglich überall wo sie überlebte (BEATTIE et al., 2010).

Die Frage der Herkunft des Pflanzenmaterials wird vielfach diskutiert. Ein gängiger Ansatz ist es, regionale Wildpflanzen auf Dächer zu übertragen, da diese für die jeweiligen heimischen Insekten anscheinend am Attraktivsten zu sein scheinen. Diese heimischen Pflanzen sind allerdings oftmals mit den auf Dächern herrschenden Verhältnissen überfordert, sie leiden unter massivem Trockenstress. LUNDHOLM (2006) weist im Gegensatz dazu auf die Städtische-Felsen-Hypothese (Urban-Cliff-Hypothesis) hin, welche besagt, dass verhältnismäßig viele Pflanzen, welche sich im städtischen Gebiet spontan ansiedeln, ursprünglich aus felsigen Habitaten stammen. Dazu kommt, dass Gebiete mit felsiger Umgebung häufiger Überschwemmungen

ausgesetzt sind als Gebiete mit einem tiefgründigeren Boden. Die Vegetation auf solch felsigen Stellen ist an abwechselnde Überflutungen und Trockenperioden angepasst. Neben der Toleranz dieser Stressfaktoren ist für derartige Felsenbewohner auch die Art des Substrates relevant. In ihren Ursprungshabitaten teilen sich diese Pflanzen ihren Lebensraum mit einer Vielzahl von Mitbewohnern, beispielsweise mit Moosen, Flechten und Algen, welche deren Überleben erst sichern.

Flachgründige Böden und extreme Bedingungen bezüglich der Bodenfeuchte sind typisch für extensive Gründächer. Sucht man diese „habitat templates“ (Vorlagen für den Lebensraum), wie Lundholm sie bezeichnet, in natürlichen Ökosystemen, so findet man diese auch in felsigen, steinigen Gebieten wie Klippen, Geröllhalden und Kalksteingegenden. Die Arten, die auf extensiven Gründächern gepflanzt werden, stammen daher oftmals aus derartigen Habitaten. Versiegelte harte Oberflächen in Städten geben Pflanzen aufgrund von geringem bis keinem Substrat wenige Möglichkeiten zur Etablierung. An Standorten mit mehr Substrat ist oftmals die Drainage unzureichend, sodass Staunässe die Vegetationsentwicklung beeinträchtigt. Nach Regenereignissen kann das Wasser in beiden Fällen nicht vom Untergrund aufgenommen und gespeichert werden und innerhalb kürzester Zeit müssen enorme Mengen Wasser abgeführt werden.

Dunkle Oberflächen weisen eine niedrigere Rückstrahlung (Albedo) auf als begrünte Flächen. Um Gebäude erfolgreich zu begrünen und so ihre ökologischen und ökonomischen Vorteile zu nutzen, müssen solche Pflanzen ausgewählt werden, welche in der künstlich entworfenen Umgebung ähnliche Voraussetzungen vorfinden wie in ihren natürlichen Habitaten. Solch angepasste Arten, die auch oftmals spontan Mauerritzen oder andere harte Oberflächen mit wenig Substrat besiedeln, stammen oft von verschiedenen Orten, die aber eben diese felsigen Bedingungen in ihrem Ursprungslebensraum gemein haben. Die Biomasseproduktion auf Gründächern ist aufgrund der begrenzten Substrathöhe limitiert. Somit bleibt der Lebensraum Dach – im Gegensatz zu einer Wiese, die sich durch Sukzession zum Wald entwickelt – permanent auf einem recht frühen Sukzessionsstadium bestehen (LUNDHOLM, 2006).

Die ökologischste Möglichkeit Pflanzenmaterial auf ein Dach aufzubringen ist nach Angaben von DUNNETT und KINGSBURY (2010) das Aufbringen von Erde aus der Umgebung mit dem damit befindlichen Pflanzenmaterial. Durch solch eine Spontankolonisation überleben folglich auch die Pflanzen, welche am besten an die Bedingungen des neuen Standortes etabliert sind. Außerdem ist es die günstigste Methode. Aus optischen Gründen wird sie allerdings an „hochkarätigen“ Standorten aufgrund ihres relativ ungepflegten Aussehens mit Stellen von unbedeckter Erde nicht akzeptiert und nicht gewünscht und stellt nur eine von vielen Möglichkeiten dar (DUNNETT, KINGSBURY, 2010).

Um zu prüfen, wie Wildblumendächer mit genetischem Material ländlicher Gebiete sich in die städtische Umwelt integrieren können, welche eventuellen Vorteile daraus entstehen und wie diese Dächer zu managen sind, wurde ein Experimentaldach angelegt und zwischen 2009 und 2011 von BENVENUTI (2014) betreut und untersucht.

Die Auswahl der Pflanzen fiel auf 20 Wildblumen aus verschiedenen Standorten der Toscana. Das Material wurde in vier Gruppen, nach jahreszeitlichen Blühperioden, unterteilt. Diese Pflanzen wurden am Dach in verschiedenen Versuchsfeldern mit unterschiedlichem Substrat aufgebracht und auf bio-agronomische Leistungen, Wirkung auf Bestäuber und Biodiversitätsdynamik hin erforscht. Der Auftrag des Vegetationsmaterials erfolgte bei zwei Pflanzengruppen vegetativ, bei vier Pflanzengruppen mittels Samen. Die Kühlwirkung der Pflanzen auf das Dach ließ sich in Abhängigkeit von der Vegetationsperiode und der Dichte des Blätterdaches beschreiben. Die Blühzeitpunkte bestimmten das mengenmäßige Auftreten und die Artenzusammensetzung von besuchenden Bestäubern. Um das Gleichgewicht von Frühjahrs- und Sommerblühern zu sichern, spielte die Mahd eine wichtige Rolle, wobei Felder ohne Mahd, mit früher einmaliger Mahd im Oktober 2011 und einmaliger Mahd im Februar 2011 getestet wurden. Als Schlussfolgerung der Arbeit ließ sich feststellen, dass Wildblumendächer eine gute Möglichkeit für Trittsteinbiotope darstellen. Um einen Mehrfachnutzen und eine möglichst hohe Attraktivität im Sinne von Toleranz für auch nicht-betretbare Grünflächen auf Dächern zu gewährleisten, bietet es sich an,

die Arten insbesondere abhängig von ihrer Blühperioden, auf die jeweilige Nutzung der Gebäude anzupassen. Bei einer Schule etwa sollte der Fokus auf Frühjahrs- und Herbstblüher gelegt werden, bei einem Hotel, wo die BesucherInnenspitze im Sommer erreicht wird, sind Sommerblüher vorzuziehen (BENVENUTI, 2014).

Generalisierte Planungen von Gründächern schaffen zwar ein Stückchen Grünfläche, schöpfen aber nicht aus dem Vollen. Je nach Begrünungsziel (beispielsweise Ausgleichshabitat, besonders hohe Kühlung durch die Vegetation oder Regenwassermanagement) soll daher nach einer intensiven Bestandsaufnahme des Daches und seiner Einflussfaktoren ein individuelles Konzept erstellt und umgesetzt werden. Die Spezialisierung vieler Tierarten, insbesondere von Wildbienen, auf ganz bestimmte Pflanzen zeigt ganz besonders die Notwendigkeit der standortspezifischen Planung.

3.4. Gründächer als Ersatzbiotope unterschiedlicher Tierarten

Das folgende Kapitel präsentiert Untersuchungen von Wildtieren und ihrer Abundanz auf Gründächern. Die meisten Studien auf Gründächern behandeln das Auftreten von Wildbienen, aber auch andere Insekten und Vögel werden seit einigen Jahren auf Dächern erforscht.

Die von BRENNEISEN (2005) und seinem Team der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil durchgeführten Erhebungen zur „Nutzung extensiver Dachbegrünungen durch Wildbienen“ konnten belegen, dass selbst relativ hoch gelegene Gründächer in Stadtzentren von Wildbienen besucht werden. Es wurde erforscht, ob das Dachbegrünungssubstrat aus natürlicher Erde, Sand und Kies den Insekten passende Voraussetzungen für deren Ansiedlung bietet. Einige Wildbienen bauen ihre Nester in Höhlen im Boden. In Basel wurden zu diesem Zweck Musterdachbegrünungen (Nordtangentendach) angelegt, des Weiteren wurden ältere Anlagen in Basel, Luzern, St. Gallen und Zürich untersucht. Die vorliegende Studie zeigt, dass Bienen systematisch Gründächer nutzen, wobei ihre Präsenz auf Dächern mit

diverser krautiger Vegetation etwa doppelt so hoch ist, wie auf reinen Sedumdächern. Der Grund dafür ist in erster Linie, dass Sedumdächer eine kürzere Blühperiode und somit ein zeitlich begrenzteres Nahrungsangebot aufweisen. Die Artenanzahl der Wildbienen war auf Dächern mit naturnahem Charakter höher als auf naturfernen Dächern. Es wurden zehn schweizer Rote Listen Arten der Apidea (Kategorie 3: gefährdet) auf den Dächern gezählt. Die gefundenen Bienen benötigen unterschiedliche Materialien zum Nestbau und teilweise sehr spezialisierte Nektarpflanzen. Die kleine Sandbiene *Andrena viridescens* etwa ist streng spezialisiert auf Ehrenpreis. Daher wurde sie auch nur auf den Dächern der Wasseraufbereitungsanlage des Seewasserwerkes Moos in Wollishofen nachgewiesen. Andere Arten wiederum, wie die grabende Andrena cineraria, bauen ihre Nester nur in nicht zu dicht bewachsenen Böden, wo auch genügend Erde vorhanden ist (BRENNEISEN, 2005).

Von 2004-2006 wurde ein Vergleich zwischen Bienengemeinschaften auf Gründächern und umgebenden Bodenflächen am Gelände der York University in Toronto mit Hilfe von Bodenfallen (pan traps), durchgeführt. Es handelte sich dabei um zwei Extensivdächer, eine Waldfläche (woodlot), einen Rasen und zwei Wiesenflächen. Es konnte gezeigt werden, dass sich auf den Dächern auch Arten finden, die auf den Bodenflächen fehlen. Außerdem wurde aufgrund der Diversität der Bienen an den Dächern festgestellt, dass die Bestäubung nicht der limitierende Faktor der Gründachproduktivität (beispielsweise an einem Nutzpflanzendach) ist, sondern durch die Förderung der Bienen (beispielsweise mittels geeigneter Strukturen) die Ernte maßgeblich gesteigert werden kann. Bienen fördern aber nicht „nur“ eine stabile Pflanzengesellschaft, sie locken durch diese auch weitere Tiere an, die hier Unterschlupf oder Nahrung finden können (COLLA et al., 2009).

„A buzz up top“ ist das Ergebnis einer Studie von KADAS (2006) in Kooperation mit dem SITA Trust‘s Enriching Nature Programm, Livingroofs.org, dem London Wildlife Trust und The Green Roof Consultancy, und bietet sozusagen eine Inspiration zur Gestaltung von Gründächern für Insekten und andere Invertebraten. Vielfältige Strukturen und eine abwechslungsreiche Gestaltung bieten demnach Lebensraum für verschiedene

Arten in ihren unterschiedlichen Lebensphasen. Ausreichend Nahrungsressourcen wie nektarreiche Futterpflanzen, Wasser, Licht- und Schattenplätze sowie unterschiedliche natürliche Materialien wie Stein, Sand, Totholz und Erde gelten als wesentliche Faktoren für Unterschlupf, Brut und erfolgreiche Überwinterung. Durch die Variation von Substrathöhen werden Nischen für unterschiedliche Bedürfnisse (beispielsweise aufgrund von unterschiedlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen sowie durch Beschattung) geschaffen. Auch hier ist wiederum die Rede der für das Überleben von Arten so wichtigen Trittsteinbiotope. Als sogenannte „stepping-stones“ leisten Gründächer unter diesen Umständen auch einen wertvollen Beitrag für die Erhaltung und Förderung gefährdeter Arten (KADAS, 2006).

BRENNEISEN (2006) betont die Vorteile der Zusammenarbeit von LandschaftsplanerInnen, ArchitektInnen und Dachbegrünungsfirmen bei der Errichtung eines Gründaches. Im Falle eines Aushubes kann der Oberboden mitsamt seiner Samenvorräte für das Dach genutzt werden. Dies fördert die heimische Vielfalt und transferiert sozusagen genetische Ressourcen von Bodenstandorten auf das Dach. Eine sogfältige Planung und Ausführung spart im weiteren Verlauf Zeit und Mühen für aufwendige Pflege- und Korrekturarbeiten.

Als wesentliches Ergebnis der Studien von (2003) zum Thema Biodiversität am Dach, insbesondere im Hinblick auf Spinnen und Käfer, gilt die Notwendigkeit der Verwendung natürlicher Substrate wie Sand und Kies von Flussbetten (BRENNEISEN 2003). Der große Nachteil dieser Substrate ist das hohe Gewicht, welches die Dachkontruktion tragen können muss.

Soll ein wertvoller vegetativer Standort vom Boden auf ein Dach transferiert werden, müssen die obersten 15 cm vorsichtig abgetragen und angemessen zwischengelagert werden, sodass neben dem Substrat auch ein Teil der bestehenden Vegetation, Samen und Bodenorganismen bewahrt werden können. Ein gesunder Boden und somit ein intaktes Bodenleben erhöht die Widerstandsfähigkeit der Vegetation. Dennoch ist festzuhalten, dass nicht alle Spezies die Bedingungen auf Dächern aushalten können.

Manche Arten, wie etwa Regenwürmer, können hier so gut wie gar nicht überleben. Diese benötigen eine bestimmte Mächtigkeit von organischem, feuchtem Substrat, in das sie sich zurückziehen können. Andere Tiere wiederum, wie beispielsweise Spinnen der Gattung Atypus (Tapezierspinnen) können aufgrund ihrer eingeschränkten Mobilität Gründächer, die nicht mit dem Boden in Verbindung stehen, nicht besiedeln (BRENNEISEN, 2006).

BÖNING und SCHRADER (2006) untersuchten Bodenparameter an Gründächern in Deutschland, um ihre Korrelation mit der Abundanz von Collembolen (Springschwänze) zu vergleichen. Insgesamt wurden zehn Gründächer zweier verschiedener Altersklassen in der Innenstadt von Hannover auf Abundanz und Artenvielfalt von Collembolen untersucht und mit ausgewählten Bodenparametern verglichen. Zur Gruppe der alten Dächer zählten jene, welche zwischen 1990 und 1994 (8-12 Jahre vor den Aufnahmen) gebaut wurden, die Gruppe der jungen Dächer wurde zwischen 1998 und 1999 (3-4 Jahre zuvor) fertig gestellt. Als Vegetationsmedium diente bei allen jungen Dächern 8 cm Blähschiefer Pellets, bei den alten Dächern Blähton Pellets. Die Höhen waren recht unterschiedlich, maximal aber 10 cm. Es stellte sich heraus, dass die Dächer der älteren Kategorie im Vergleich zu den jüngeren Dächern einen niedrigeren pH, aber höhere Werte von organischem Kohlenstoff, Gesamtstickstoff und eine höhere Dehydrogenaseaktivität aufweisen. Je mehr Unregelmäßigkeiten die jüngeren Dächer aufweisen, desto eher ähnelten sie den älteren Dächern. Die Collembolendichte war auf den älteren Dächern nur eine Spur höher (57.000 ind. m^2 zu 55.000 ind. m^2). Auch der Artenreichtum unterschied sich mit 26 auf jüngeren, 24 auf älteren Dächern nur minimal. Die Artenvielfalt unterlag allerdings hohen Schwankungen, vergleichbar mit stark gestörten Bodenstandorten, wie beispielsweise auch bei renaturierten Mienenfeldern. Die höchste Artenvielfalt fand sich am ältesten Dach. Die Gesamtzahl der Arten war mit einer Dichte zwischen 13.000 und 72.000 m^2 Collembolen im Vergleich zu anderen Standorten mit starkem anthropogenem Einfluss recht hoch. Als mögliche Erklärung hierfür nennen die Autoren das Fehlen von Regenwürmern auf den Dächern (BÖNING, SCHRADER, 2006).

Gründächer dienen unter bestimmten Umständen auch bodenbrütenden Vögeln, beispielsweise *Charadrius dubius* (Flussregenpfeifer), *Vanellus vanellus* (Kiebitz), *Alauda arvensis* (Feldlärche) als geeignetes Habitat. Dächer, die mit variierenden Substrattiefen und Drainageschichten ausgestattet sind, bieten ein Mosaik von Mikrohabitaten für Flora und Fauna auf und im Boden (BRENNEISEN, 2006).

Abb.25.: Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*)
(Quelle: http://www.salzburg.gv.at/flussregenpfeiferweb.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.26.: Kiebitz (*Vanellus vanellus*)
(Quelle: http://www.birdlife-zuerich.ch/fileadmin/files/images/medien/Kiebitz/Kiebitz-adult.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.27.: Feldlerche (*Alauda arvensis*)
(Quelle: http://cyberbirding.uib.no/photo/passerines/a_arvensis_01.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

In einer immer stärker verstädterten Welt können Gründächer wichtige Ökosystemdienstleitungen übernehmen. Studien an vielen weiteren Standorten und Arten von Gründächern sind wichtig, um einen noch umfangreicheren Überblick über den Einfluss der Vegetationsauswahl und der damit verbundenen Biodiversität zu erlangen. Im Zuge einer Studie von CLERGEAU et al. (2013/a) wurden verschiedene Arthropoden (Spinnen, Käfer, Wanzen und Hautflügler) auf 115 Gründächern Frankreichs aufgenommen. Drei verschiedene Dachtypen wurden dabei untersucht: Moos-Sedum-Dächer, Moos-Sedum-Kraut-Dächer sowie Moos-Sedum-Kraut-Gehölz-Dächer. Je komplexer die Vegetation war (höhere Vielfalt), desto mehr Arten wurden im Durchschnitt gefunden. Überwiegend wurden häufig vorkommende Arten gefunden, aber auch xero-thermophile Arten, welche in der jeweiligen Gegend sonst seltener zu finden sind. Die taxonomische Zusammensetzung der Spinnengesellschaften erwies sich als stark abhängig vom jeweiligen Dachtyp. Die Umgebung und lokale Variablen beeinflussten die Abundanz und Zusammensetzung der Arthropoden nur gering (CLERGEAU et al., 2013/a).

BRENNEISEN (2003) belegt in seiner Dissertation, dass Vögel Dachflächen gezielt nutzen. Hauptsächlich werden die untersuchten Dächer zur Nahrungssuche von Arten offener Natur- und Kulturlandschaften angeflogen. Vögel und flugfähige Insekten profitieren in diesen Lebensräumen stark von der Störungsfreiheit durch den Menschen. Er legte 2003 dar, dass einige Vogelarten, beispielsweise *Phoenicurus ochruros* (Hausrotschwanz), *Passer domesticus* (Haussperling) und *Mottacilla alba* (Bachstelze) Gründächer als Futterplätze für Samen und Insekten aufsuchen.

Abb.28.: Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros)* (Quelle: http://www.vogelwarte.net/assets/images/vogelwarte/aktuelles/thema/hausrotschwanz/HAR_m.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.29.: Haussperling (*Passer domesticus*) (Quelle: http://www.vogelwarte.ch/assets/images/vogeldb/artbilder/700px/5250_1.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

Abb.30.: Bachstelze (*Mottacilla alba*) (Quelle: http://www.reuber-norwegen.de/RundeInfoVoegelBachstelze03.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)

BAUMANN (2006) untersuchte im Zuge einer zweijährigen Aufnahmestudie in der Schweiz die Bruterfolge der bodenbrütenden Arten *Charadrius dubius* (Flussregenpfeifer) und *Vanellus vanellus* (Kiebitz) an fünf unterschiedlichen Schweizer Gründächern. Die Gründächer waren von unterschiedlichen Landschaften umgeben, von urban bis ländlich. Von März bis Juli wurden die Bruthabitate einmal wöchentlich für drei Stunden mit Ferngläsern observiert, immer zur selben Tageszeit. Es zeigte sich, dass der Kiebitz auf einigen Gründächern durchgehend zu brüten begann, jedoch ohne bleibenden Erfolg.

Im Folgenden werden nun die fünf unterschiedlichen Dächer und die Nutzung durch den Kiebitz und den Flussregenpfeifer zusammengefasst:

Objekt 1: Shoppyland Schönbühl ist ein Dach auf einem Einkaufszentrum. Das Substrat weißt eine Stärke von 6-8 cm und ist rein mineralisch, bestehend

aus Blähton und vulkanischen Material. Die Vegetation besteht aus Sedum, Moos und wenigen Gräsern. 2004 wurde weiteres Substrat, diesmal organisch aufgeschüttet und eine regionale Saatgutmischung angebracht. Der Kiebitz nutzt dieses Dach seit 1999.

Objekt 2: Steinhausen ist ein Bürogebäude in einem Industriegebiet. Beim Dach handelt es sich um ein Bitumendach, welches mit Rollsplit bedeckt wurde. Auf einer dünnen Schicht Humus wurde Vegetation angebracht, vor allem Sedum-Arten, aber auch Nelken-Arten wie Dianthus carthusianormum L. und Moos. Die Gesamt- Oberfläche des Daches umfasst mehr als 3.000 m^2. Das Dach soll Ausweichmöglichkeiten für ein nahe gelegenes Brutgebiet von Kiebitzen bereitstellen.

Objekt 3: Das Ernst Frey AG Kiesgrubendach in Kaiseraugust umfasst eine Fläche von etwa 96.000m^2 und wird seit vielen Jahren vom Flussregenpfeifer besiedelt. Die Gruben wurden immer mehr gefüllt, sodass schlussendlich nur mehr der nördlichste Teil offen blieb, charakterisiert durch eine üppige Vegetation. So wurden Flachdächer als Sekundarhabitate mit offenen Bereichen (Sand und Kies), sowie mit geschlossener Vegetation entworfen, die an die Gruben angrenzen.

Objekt 4: An den beiden flachen Nachbardächern in Zürich-Kloten wurden über mehrere Jahre viele Kiebitze beobachtet. Die beiden Dächer verfügen über eine Fläche von etwa 2.000 m^2. Ihr Substrat ist rein mineralisch und die Vegetation beschränkt sich auf Sedum und Moos. In unmittelbarer Nähe zu den Dächern befindet sich ein Schutzgebiet mit üppigem Grasland, wo Kiebitze erfolgreich brüten.

Objekt 5: Am Dach der Firma 4B in Hochdorf befinden sich als Vegetationssubstrat auf einer Fläche von 2.000 m^2 Kies und Steinbrocken, auf diesen wächst eine magere Moosdecke. Jahrelang wurde hier ein Paar Flussregenpfeifer beobachtet.

BAUMANN (2006) belegte, dass das Nahrungsangebot (Insekten, Spinnen und andere Kleinlebewesen) am Dach und in der unmittelbaren Umgebung einen Schlüsselfaktor für das Überleben der Brut darstellt. Speziell für Nestflüchter, die von Anfang an auf das selbstständige Finden von Futter und Wasser angewiesen sind, spielt die Vegetation als Habitat für Futtertiere eine ausschlaggebende Rollte. Auch das Auffinden von Wasserstellen auf Dächern muss für diese Jungvögel gewährleistet sein. Des Weiteren ist es für Jungvögel besonders wichtig, in der Vegetation Zuflucht vor Raubvögeln zu finden. Als Sekundarhabitat bieten sich im Falle der Flussregenpfeifers Kiesgruben, des Kiebitzes extensive landwirtschaftliche Flächen an.

Es stellte sich heraus, dass größere Gebiete, zumindest bezüglich Grünflächen auf Bodenniveau, eine höhere Artenvielfalt bergen. Die Zahl der vorhandenen Baumhöhlen erhöht die Anzahl der Arten ebenso. Kleine begrünte Bereiche scheinen für die städtische Biodiversität der Vögel am wertvollsten, wenn sie darauf abzielen, bestehende Grüngebiete zu erweitern oder ergänzen (LERMAN et al., 2013).

Der Erfolg ihres Bestehens hängt allerdings, je nach Art, von vielen weiteren Faktoren ab. Für bodenbrütende Vögel beispielsweise, die als Nestflüchter von Anfang an auf das selbstständige Auffinden von Wasser und Nahrung am Dach angewiesen sind, stellen diese Faktoren sowie das Vorhandensein von schützenden Strukturen vor Räubern lebenserhaltende Faktoren dar (BAUMANN, 2006). Im Falle von wenig mobilen Insekten und Spinnen, ist die Erreichbarkeit für die Erstbesiedelung sowie den weiteren genetischen Austausch besonders relevant (BRENNEISEN, 2006).

GRANT (2006) beschreibt in seiner Publikation über extensive Gründächer in London die gängigsten Typen dieser Dächer und deren Potenzial zur Bewahrung von Biodiversität.

Beim ersten Typ handelt es sich um sogenannte Grasdächer. In und um London etablierte sich ab Ende der 1980er Jahre eine Gemeinschaft von Architekten, die der Philosophie des „footprint replacement“ nachgingen, bei der der Grünraum, welcher beim Bau von Gebäuden verloren ging, stattdessen auf das Dach transformiert wurde.

Beispiele dafür sind das „Center for Wildlife Gardening“ vom London Wildlife Trust und das CUE (Center for Understanding the Environment) am Horniman Museum sowie die „11 Shaw’s Cottages“, welche alle auch im Zuge der Planung durch Gary Grant unterstützt wurden. Das letztere, 1993 als Privatresidenz des Architekten Jon Broome konstruierte Dach, besteht aus einem geneigten Hauptbereich und vier Flachdächern. Die Dachmembran jedes einzelnen Daches wurde aus Butylgummi gefertigt, überdeckt von einem Polypropylen-Geotextilvlies und gestützt von einem Sperrholzdeck.

Um Biodiversität am Dach zu fördern, wurden verschiedene Substrate verwendet: Kalk, ein Unterboden-Gemisch, lehmiger Mutterboden und Kies. Die Substrathöhe schwankte zwischen 50 und 100 mm. An der steilsten Stelle wurde Rollrasen, der von der Gebäudegrundfläche stammte, gestützt von einem Holzrahmen angebracht. Die restlichen Bereiche wurden mit heimischen Wildsamenmischungen angesät. Um auch schon im ersten Jahr Farbe aufs Dach zu bringen, wurden die Mischungen mit einjährigen Pflanzen ergänzt. Der Kies wurde mit Sedum-Sprossen bestückt. Kokosmatten mit einer Maschenweite von 25 mm sicherten steile Bereiche vor Bodenerosion. Trotz der unterschiedlichen Bodenverhältnisse entwickelte sich die Vegetation als geschlossene Decke. Untersuchungen von der 11 Shaw’s Cottages (vgl. Abb. 31) ergaben eine Abundanz von 54 verschiedenen Invertebraten auf diesen Dächern, mehr als jemals auf einem anderen Dach gefunden wurden. Dabei wurde festgehalten, dass die Artenvielfalt der Invertebraten mit dem Alter des Daches, der Substratstruktur und der Substrattiefe korreliert. Sedumdächer sind der vorherrschende Typ von Gründächern in London.

Abb.31.: Shaw‘s Cottages
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/img/london_fig1_lg.jpg, aufgerufen am 16.7.2014)

Ursprünglich wurden sie zur Förderung von Phoenicurus ochruros (Hausrotschwanz) mit einem Substrat von gespaltenem Ziegelbruch und Betonbruch Ende der 1990er Jahre konstruiert.

Solch eine gewöhnliche Sedummatte ist etwa 20 mm stark und wird auf ein Substrat mit 50—70 mm Mächtigkeit aufgebracht. Als Vegetationssubstrat wird für gewöhnlich Ziegelbruch oder Blähton verwendet. Zählungen auf drei Dachflächen des Canary Wharf Industriegebäudes (vgl. Abb. 32) in Ostlondon ergaben, dass hier 48 Arten von Invertebraten vorkommen. Es wird vermutet, dass die gefundenen nicht heimischen Arten mit den vorgezogenen Sedummatten aus Mitteleuropa eingebracht worden sind. Daher ist mit dem Einbringen von nicht-regionalem Pflanzenmaterial auch das unbeabsichtigte Einbringen von Begleitfauna und dessen positive oder negative Auswirkungen auf andere Arten zu bedenken. Die ersten, speziell als Sekundarhabitat entworfenen Gründächer in London waren am Laban Center (vgl. Abb. 33) und am Creekside Center. Um eine möglichst rasche Begrünung zu ermöglichen, wurden auch hier regionale Wildsamenmischungen

Abb.32.: Cannary Wharf London
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/invertebrates_full.html, aufgerufen am 16.7.2014)

Abb.33.: Laban Center
(Quelle: http://worldgreenroofcongress.com/wp-content/uploads/2012/07/laban-centre.jpg, aufgerufen am 16.7.2014)

aufgebracht. Experimente zur Steigerung der Wildtierhabitate durch verschiedene Behandlungen von Testparzellen wurden von der Forscherin Gyongyver Kadas an Dächern des Canary Wharf und London Zoo durchgeführt (GRANT, 2006).

GRANT (2006) erläutert die mögliche Zukunftsperspektive von kostengünstigen und wertvollen Moos-Flechten-Gründächern mit einer geringen Gewichtsbelastung für das Dach. Flechtenheiden beispielsweise bedecken einige Industriedächer mit nur 20 mm Brennstoffasche. Diese Flechten-Moos-Dächern, weisen auch eine bisher wenige erforschte Begleitfauna, beispielsweise Tardigrades, auf.

Abb.34.: Flechten-Moos-Dach
(Quelle: http://www.permies.com/t/29729/a/12587/148.JPG, aufgerufen am 18.7.2014)

Im Zuge einer umfangreichen französischen Studie von CLERGEAU et al. (2013/b) wurden 115 Gründächer in Nordfrankreich hinsichtlich ihrer Wildpflanzengemeinschaften, ihrer Diversität sowie ihrer taxonomischen und funktionellen Zusammensetzung untersucht. Pro Dach wurden fünf genormte (1m x 1m) Stichproben in Form von Quadraten gleichmäßig diagonal über die Dachflächen genommen und deren Parameter erhoben. Ausgewertet wurde mit dem Statistikprogramm R. Die Untersuchung ergab 176 Gefäßpflanzenarten, 86 % davon heimisch. Neben Arten wie Löwenzahn (*Taraxacum section*) wurden auch 19 geschützte Arten, darunter eine Orchideenart (*Orchis laxiflora*) gezählt. Maßgeblich für die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften ließen sich die Höhe der Vegetationstragschicht, das Alter der Dächer, die Größe der Dächer und die Höhe der Dachflächen vom Boden, sowie die Art und Intensität ihrer Wartung erkennen. In der Studie konnte gezeigt werden, dass die angesiedelten Wildpflanzengemeinschaften an xero-thermophile Bedingungen angepasst und ausgerichtet sind. Auf dieser Basis konnte eine ökologische Typologie für Gründächer,

basierend auf den pflanzlichen Strukturen, in Anlehnung an die sogenannte Stratum-Klassifikation, aufgestellt werden. Dabei werden die Pflanzengesellschaften in vier Typen unterteilt: von Moos-Farn-Pilz-Gesellschaften des ersten Types bis zu Gemeinschaften großer Bäume über sieben Metern Höhe.

Die statistisch ausgewerteten Ergebnisse lieferten eine Korrelation zwischen Substrattiefe, Höhe der Gebäudedächer, Alter der Dächer und Wartungsintensitäten mit den jeweiligen Pflanzengesellschaften. Darauf aufbauend konnten Pflanzenlisten zu den verschiedenen Typen erstellt werden. Wie auch schon in anderen Studien aufgezeigt, erwies sich aber auch hier die Substrattiefe als der am Stärksten bestimmende Faktor bezüglich der Entwicklung der Biodiversität sich ansiedelnder Pflanzen (CLERGAU et al., 2013/b).

Die Auswahl der Pflanzen stellt den Schlüsselfaktor für die Etablierung weiterer Arten am Dach dar. Es konnte gezeigt werden, dass viele Nützlinge geeignete Dachstandorte gerade aufgrund ihrer geringen Störungen durch Menschen besiedeln und aus Habitate nutzen. Regionale Pflanzen bieten Vorteile für pollensuchende Insekten, weil viele Arten Tiere auf ganz spezielle Pflanzen spezialisiert und angepasst sind. Die speziellen Bedingungen auf Dächern (wie beispielsweise durch geringe Substrathöhen, stärkere Temperaturschwankungen, extremere Wasserverhältnisse) rechtfertigen aber auch, je nach Begrünungsziel, die Verwendung von Arten, die an derartige Verhältnisse angepasst, aber nicht in diesem Gebiet beheimatet sind.

3.5. Brownroofs als Ersatzstandorte für Brownfields

Durch den immer stärker werdenden Nutzungsdruck und die Raumplanung, welche aufgrund ökonomischer, sozialer und auch ökologischer Faktoren nach einer möglichst kompakten Stadtplanung strebt, verschwinden die sogenannten „Brownfields“ immer mehr. KADAS (2006) definiert „Brownfields“ als nicht notwendigerweise kontaminiertes Land, welches früher industriell genutzt wurde, und auf dem nun gebaut werden kann. Durch den Verlust dieser Ruderalflächen gehen Lebensräume für Pflanzen und

insbesondere für Tiere verloren.

GANGE et al. (2008) verglichen Biodiversitätsdächer, sogenannte Brownroofs, mit Sedumdächern und belegten deren Wert für die urbane Vielfalt.

Der Habitatverlust auf solchen wieder genutzten Brownfields ist hoch, diese Orte stellen in Großbritannien beispielsweise letzte biodiverse Habitate für viele dort heimische Arten dar. Durch die hohe Anzahl an den dort vorkommenden, seltenen Invertebraten, werden sie auch als „Englische Regenwälder“ bezeichnet (KADAS, 2006). Die Internetplattform www.buglife.org.uk gibt an, dass an manchen Standorten die Hälfte aller heimischen Invertebraten auf einzelnen Brownfields zu finden ist.

Abb.35.: Brownfield
(Quelle: http://www.british-dragonflies.org.uk/sites/british-dragonflies.org.uk/files/Brownfield%20site_Buglife.jpg, aufgerufen am 28.6.2014)

Abb.36.: Brownroof
(Quelle: http://dustygedge.co.uk/wp-content/gallery/laban-view-09/late-july.jpg, aufgerufen am 28.6.2014)

Aufnahmen und Auswertungen von Flora und Fauna an neun verschiedenen Standorten in London, davon drei Sedumdächer, zwei Biodiversitätsdächer und vier Brownfields zeigte, dass auf den Sedumdächern die absolute Anzahl an gesammelten/gezählten Invertebraten höher war als auf den Brownfields. Die Daten wurden allerdings durch eine hohe Anzahl von Schnecken auf den Dächern verzerrt. Sie wurden in die Studie miteingerechnet, da sie für Vögel eine wertvolle Nahrungsquelle darstellen. Starke Spitzen von *Hymenopteren* (Hautflüglern) wurden an Dächern mit alten Holz- und Sandstrukturen gefunden (KADAS, 2006).

Eine über vier Jahre in Großbritannien von BATES et al. (2013) durchgeführte Studie zur Vegetationsentwicklung zweier Gründächer verdeutlichte die Notwendigkeit differenzierter Mikrohabitate zur Steigerung des Pflanzenreichtums am Dach. Die Autoren untersuchten die Entwicklung von Pflanzengesellschaften zweier Gründächer in Birmingham (UK), die entworfen wurden, um Brownfields zu ersetzen. Diese als Brownroofs bezeichneten Gründächer stellen Ausgleichsflächen für derartige, in Städten immer stärker zurückgedrängte Industriebrachen dar. Als Substrat wurde bei beiden Dächern recyceltes Abrissmaterial als wenig nährstoffreiches Substrat verwendet, beobachtet wurde vier Jahre nach dem Einbau. Gemessen wurden der Deckungsgrad der Blütenpflanzen und Lebensraum-Strukturkomponenten. Im ersten Jahr waren viele Einjährige (Annuelle) vorhanden, wegen Trockenstress haben sich diese aber nur recht selten vermehrt und waren daher in den folgenden Jahren nicht mehr so zahlreich zu finden. Verschiedene Moose und eine Sedum-Art (*Sedum acre L.*) etablierten sich am Stärksten und breiteten sich auch in trockeneren Phasen aus. Mehrjährige Wildblumenarten litten stark unter Trockenstress. Beschattung und Windschutz reduzierten die Evapotranspiration und halfen dabei die Verfügbarkeit von Wasser am Dach zu bewahren (BATES et al., 2013). Vergleicht man diese Ergebnisse nun mit den Verhältnissen eines Gründaches, das auch aufgeständerte Solarmodule enthält, so verdeutlicht sich der Vorteil dieser Kombination für eine biodiverse Vegetation. Der Einfluss des Trockenstresses der beobachteten Arten im Zuge der Studie von BATES et al. (2013) variierte zwischen den verschiedenen Mikrohabitaten

der Brownfield-Dächer, wobei sich Habitate in gröberen und nährstoffärmeren Substraten als weniger anfällig auf Störungen erwiesen. Daher wird angeraten, für biodiverse Gründächer durch verschieden grobe und unterschiedlich nährstoffreiche Substrate Mikrohabitate zu schaffen. Die Substratfeuchtigkeit erwies sich als der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum auf den meisten Gründächern. Das Auftreten verschiedener Mikrohabitate lässt sich nach Aussagen der Autoren hypothetisch auf den Anteil des organischen Materials und grober Gesteinsfragmente zurückführen. Organisches Material kann zwar Wasser speichern, vor allem aber erzeugt ein höherer Anteil organischen Materials mehr Biomasse, die folglich anfälliger für Wassermangel ist. Der größte Artenreichtum wurde in jenen Mikrohabitaten mit dem gröbsten Substrat festgestellt. Die Autoren nehmen an, dass der Grund dafür in der Wasserspeicherkapazität der Zwischenräume liegt, die vor Sonne und Wind geschützt sind. Das recycelte Grobmaterial umfasste hauptsächlich Ziegel. Wo Totholz und Stein vorhanden waren, verstärkte sich dieser Speichereffekt abermals. Die besten Ergebnisse bezüglich Artenreichtum, Umfang und dem Vorkommen sich selbst aussäender Arten wurden in einem Mikrohabitat mit nur 3 % organischem Anteil gemacht, der Rest belief sich auf etwa 15 % Sand und 75 % Kies- und Pflastersteine. Ein weiteres wesentliches Ergebnis der Studie besagt, dass unterschiedliche Mikrohabitate die Gesamtblütezeit der Pflanzen ausweitet, was sich als besonders relevant für Arthropoden und Vögel erweist.

Dächer bieten folglich eine geeignete Option für Ausgleichsstandorte von Brownfields, zumindest für mobile Kleinlebewesen.

Als wesentliche Ausstattungselemente von gelungenen Brownroofs gelten (in Anlehnung an den Praxisleitfaden „Creating Green Roofs for Invertebrates“ von DINHAM et al. (2013):

- Nährstoffarmes Substrat,
- Mosaik-Habitate,
- Wildblumenreiche Flächen,

- Freiflächen ohne Vegetation.

Tiere, die nicht fliegen können und auch keine Wände erklimmen brauchen eine barrierefreie Verbindung zwischen Boden und Dachstandort. In diese Richtung besteht dringender Forschungsbedarf. Bei der Anlage eines Brownroofs ist auf ein mageres Substrat zu achten, welches den Verhältnissen des Primärstandortes entspricht.

3.6. Beispiele für biodiverse Dächer

Die folgenden Gründächer fördern die Biodiversität auf unterschiedliche Art und Weise. Die Zusammenstellung erfolgte für die Nutzung des zu erstellenden Curriculums. Sie soll zeigen, wo und wie die Kriterien, die durch Forschungsarbeiten erarbeitet wurden, auch tatsächlich umgesetzt werden. Über all diese Dächer wurde publiziert, es besteht somit die Möglichkeit noch mehrere Details über die einzelnen Objekte zu erlangen. Teilweise wurden die Dächer als Versuchsflächen angelegt, teilweise handelt es sich um Großprojekte, die im Zuge einer nachhaltigen Gebäudegestaltung und politisch wirksam auf öffentlichen Gebäuden installiert wurden. Manche Objekte sind für die Öffentlichkeit zugänglich. Auch die nicht öffentlich zugänglichen Objekte bieten für Kursteilnehmer interessante und lehrreiche Objekte, daher sollen sie ebenso als mögliche Exkursionsziele im Zuge des Curriculums in Betracht gezogen werden.

3.6.1. Augustenborg Botanical Roof Garden, Malmö, Schweden

2001 eröffnete der weltweit erste botanische Dachgarten, der öffentlich zugänglich ist und auf 9.500 m^2 als lebende Ausstellung verschiedene Typen von Gründächern präsentiert. Unterstützt wird dieses Projekt von der skandinavischen Green Roof Association, einer Non-Profit-Organisation, welche Informationen bereit stellt, DachbegrünerInnen ausbildet, Forschung koordiniert und Universitäts-Lehrveranstaltungen zum Thema anbietet (WWF International, 2012).

Das sich laufend weiter entwickelnde Biodiversitäts-Demonstrationsobjekt im Zentrum von Malmö, nahe der Ecocity, ist gekennzeichnet durch den Einsatz urbaner Abbruchmaterialien als Substrate und Gruppen von Birkensetzlingen. Hier finden

sich extensive Gründachflächen genauso wie inspirierende Gartenflächen oder Dachbereiche, speziell für gefährdete Arten. Die Dächer sind in vier verschiedene Kategorien unterteilt:

- Versuchsflächen,
- Freiflächen,
- Demonstrationsflächen
- und Wegeflächen.

An den Versuchsflächen werden beispielsweise verschiedene Materialien, Hangneigungen, Drainschichten und deren Auswirkung auf Pflanzen getestet (EUROPEAN COMMISSION (3), 2014; SGRI, 2014.).

Abb.37.: Augustenborg Botanical Roof Garden
(Quelle: http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2011/01/austenborg-botanical-garden-9.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

Dach am Rhyparkgebäude, Basel, Schweiz

Eines der Dächer mit der höchsten Biodiversität befindet sich auf dem Rhyparkgebäude am Rheinufer in Basel, Schweiz. Hier wurden 79 Käferarten und 40 Arten von Spinnen gefunden (BRENNEISEN, 2005). Das Dach umfasst etwa 500 m^2, es wurde bereits 1987 angelegt.

Abb.38.: Rhyparkgebäudedach
(Quelle: http://www.greenroofs.com/projects/rhypark/rhypark1.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

3.6.2. Philharmonie und Opernhaus, Bialystoc, Polen

Das 2001 fertig gestellte Podlasie Philharmonie und Opernhaus in Bialystoc, Polen, etwa 180 km nord-östlich von Warschau, wurde auf einer Dachfläche von 5.000 m^2 und auch an sämtlichen vertikalen Flächen begrünt. Der Großteil ist intensiv begrünt, es existiert aber auch ein extensiver Teil, der mit einer Wiesenblumenmischung durch Aussaat der Samenmischung mit organischem Kleber begrünt ist. Durch Schrägen und Rampen wird das Gebäude von einigen Seiten regelrecht von Grünflächen umhüllt. Die Begrünung erfolgte mittels Zinco-Systemaufbauten und Drainelementen, der Substrataufbau beträgt zwischen 30 und 45 cm. Das Dach ist für Besucher zugänglich (PRESSEBOX, 2013; ANSEL, 2011; DACHBAUMAGAZIN, 2011).

Abb.39.: Philharmonie und Opernhaus, Bialystoc
(Quelle: http://en.ltt.com.pl/sites/default/files/imagecache/wide-944/_MG_1708_09_10_0.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

3.6.3. Universitätsbibliothek, Warschau, Polen

Am Dach der Warschauer Universitätsbibliothek wurde 1999 auf einer Fläche von fast 10.000 m^2 ein 5.000 m^2 begrünter intensiver Dachgarten errichtet. Das Substrat variiert je nach Bepflanzungsart zwischen 20 und 40 cm. Unterschiedliche Ebenen sind durch Stege und Brücken miteinander verbunden. Neben vielfältigen Gehölzen, Stauden und Mobiliar befindet sich am Dach auch ein Biotop, welches Wasser von schrägen Dachteilen nach unten auf den horizonteilen Teil des Daches führt und Lebensraum für ansässige Tierarten bietet. Eine Bewässerungsanlage sichert die Versorgung der Vegetation auch während Trockenperioden (STADTVERWALTUNG WARSCHAU, 2014).

Abb.40.: Warschau Universitätsbibliothek Dach
(Quelle: http://www.urlaubs-gefluester.de/wp-content/uploads/2012/01/Warschau-Unibibliothek.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

3.6.4. Wiener Umweltschutzabteilung MA 22, Wien, Österreich

Auf der Dachterrasse des Amtsgebäudes der Magistratsabteilung (MA) 22, Wiener Umweltschutzabteilung, wurde ebenfalls ein Gründach angelegt. Es umfasst eine Größe von etwa 360 m^2 und wurde auf dem ehemaligen Kiesdach angelegt (WIEN.AT [(2)], 2012). Der Garten ist gleichzeitig Pausen-Aufenthaltsort und Versuchsgarten. Es finden sich hier extensive Versuchsflächen sowie verschiedene Intensivbeete mit unterschiedlichen Substraten, Kräutermischungen und Bewässerungsvarianten. Außerdem wurden ein Teich und auch ein Sandplatz angelegt.

Abb.41.: MA 22 Dachgarten Aufenthaltsbereich
(Juni 2014)

Abb.42.: MA 22 Detail Boden
(Juni 2014)

Abb.43.: MA 22 Detail Versuchsflächen
(Juni 2014)

3.6.5. Green Roof Convention Center, Vancouver, Canada

Einen ebenfalls interessanten Aspekt bietet das Vancouver Green Roof Convention Center in Canada. Es wird als einzig nicht-europäisches Beispiel angeführt, weil es größer als jedes Dach in Europa ist und eine enorme Vielfalt an Pflanzen aufweist. Das extensive Gründach umfasst eine Fläche von 24.000 m^2 und ist das größte nicht-industrielle Dach Nordamerikas. Für die Anlage dieses Küstengras-Lebensraumes wurden 400.000 heimische Pflanzen eingesetzt, 120 kg Samen angesät sowie vier Honigbienenvölker mit jeweils an die 60.000 Bienen am Dach angesiedelt. Der öffentliche Zutritt auf das Dach ist nicht gestattet, so kann ein funktionsfähiges Ökosystem mit natürlicher Drainage aufrechterhalten werden. Die zusätzliche Bewässerung erfolgt über das System der Kläranlage, welche auch Gebrauchswasser für das Gebäude zur Verfügung stellt (HEMSTOCK, 2011; WIKIPEDIA, 2014; VANCOUVER CONVENTION CENTER, 2014).

Abb.44.: Vancouver Convention Center
(Quelle: http://www.vancouversun.com/business/5767752.bin?size=620x400, aufgerufen am 10.7.2014)

3.6.6. Weitere biodiverse Gründächer

Deutschland:

- Earth Pledge, Berlin
- Extensivdach Wasserreservat Grünewald (errichtet 1920) am Teufelssee, Berlin
- Paul-Lincke Ufer, Berlin
- UFA Dach, Berlin
- Mortuary Kapelle, Schöniach
- EnBW City GmbH & Co.KG, Stuttgart
- SAP Deutschlang AG & Co.KG, Walldorf
- Oversum Hotel GmbH, Winterberg
- Wohnhaus Würbser Gottfried, München

England:

- Laban Dance Center, London
- FC4 Building Canary Wharf, London
- Komodo Dragon House, London Zoo
- Roots and Shoots, London
- 175-185 Grays Inn Road, London
- Garage, 4 West Heath Drive, London
- Creekside Center, London
- Gray's Inn, London (Quelle: Creating Green Roofs for Invertebrates)
- Gründach der Sharrow Primary School in Sheffield, South Yorkshire (Lokales Naturreservat)

Schweiz:

- Universitätsspital Klinikum 1, Basel
- Universitätsspital Klinikum 2, Basel
- Messehalle, Basel
- Nordtangente „Erde“, Basel
- Nordtangente „Kies“, Basel (Ausgleichsdach für Geröllstandort)

- Saalbau Rhypark, Basel
- Universitätsspital Rossetti-Bau, Basel (Ausgleichsdach für Invertebraten an Flussbetten)
- Schwarzpark, Basel
- Maihof, Luzern
- Schweizer Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Luzern
- Würzenbach, Luzern
- Baudepartement, St. Gallen
- Botanischer Garten, St. Gallen
- Friedhof Bruggen, St. Gallen
- Friedhof Feldii, St. Gallen
- Kanton Spital, St. Gallen
- Schulhaus Großacker, St. Gallen
- Steinach, St. Gallen
- Seewasserwerk Moos, Zürich
- Ikea, Basel-Land
- Sieffert AG, Basel-Land
- Zurlinden Grube, Basel-Land
- Stadttheater, St. Gallen
- Heimstätten Will, St. Gallen
- Shoppyland Schönbühl, Berne
- Gründach in Steinhausen, Zoug
- Kaiseraugust, Aargau
- Orchideendächer des Seewasserwerkes Wollishofen, Zürich
- Zürich-Kloten, Zürich
- Hochdorf, Lucerne

Schweden:

- Augustenborg Botanical Roof Garden, Malmö

Die Liste verdeutlicht den engen Zusammenhang zwischen Forschungseinrichtung im Fachgebiet und Umsetzung. Um noch allgemeinere Aussagen machen zu können, sind Versuchsflächen und Forschungsarbeiten an weit mehreren Standorten unterschiedlicher Klimazonen und Kleinklimaverhältnisse in Europa notwendig.

4. Dachbegrünung und Photovoltaik – Beispielobjekte

Das folgende Kapitel stellt den dritten Grundpfeiler des Curriculums dar. Es behandelt die Kombination von Gründächern und Photovoltaiknutzung, deren Vorteile und liefert Beispielobjekte mit unterschiedlicher Größe und Ausführung. Ziel ist es, durch die Darstellung dieser Objekte, die Verknüpfung von Gründach, Biodiversität und Photovoltaik zu schaffen. Die folgenden Objekte dienen auch als Anschauungsobjekte, die in das Curriculum integriert werden können.

4.1. Synergieeffekte von Dachbegrünung und Photovoltaik

Die Kühlungsleistung von Vegetation am Dach bringt für Photovoltaikanlagen (PV) ganz besondere Vorteile. Denn jeder Grad Temperaturerhöhung der Module bringt eine Leistungseinbuße von etwa 0,5 % der Stromproduktion. Dies entspricht bei einer Steigerung von 25° auf 65° C der Siliziumzellen einer ungefähren Leistungseinbuße von 20 % (ZEBE, 2010).

Wie bereits erwähnt existieren diverse Fördermöglichkeiten auch bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen am Dach, beispielsweise über Einspeisetarife gemäß dem Ökostromgesetz, dazu gibt es die Möglichkeit bundesweite und länderspezifische Förderungen zu erlangen (POWER SOLUTION, 2014). Für die Förderperiode 2014 kann zusätzlich über den Klima- und Energiefond eine Förderung beantragt werden (KLIMA- UND ENERGIEFONDS, 2014).

Das Informationsblatt „Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen“ des Baudepartments des Kantons Basel, welches von Dr. Stephan BRENNEISEN (2003) und seinem Team der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil erstellt wurde, beschreibt wie durch die geeignete Planung von Substrathöhen und Substratbedingungen die Vegetationsentwicklung so gesteuert werden kann, dass sie optimal mit der Solarenergienutzung am Dach korreliert. Dazu wird der Substrataufbau einerseits bei Paneel-Reihen mit kleinem Abstand, unter 80 cm (vgl. Abb. 45) und andererseits bei

Paneel-Reihen mit größerem Abstand, über 80 cm (vgl. Abb. 46) beschrieben. Niedrigere Substrathöhen und geeignete Saatgutmischungen mit niedrig wachsenden Pflanzenarten bedingen dabei einen niedrigeren Aufwuchs (und somit eine geringere Beschattung der PV-Module).

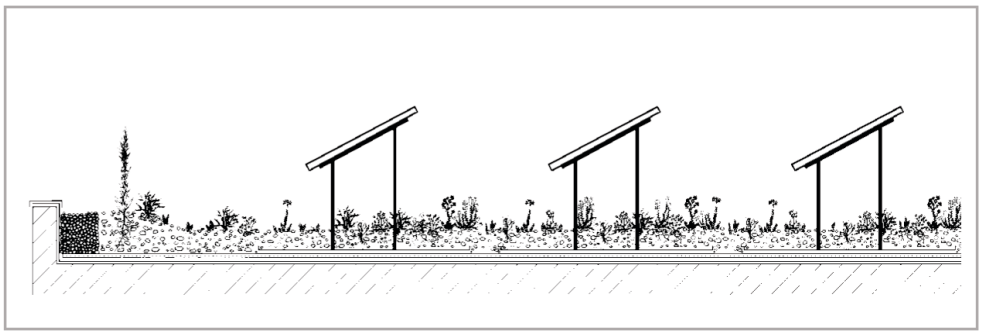

Abb.45.: Substrataufbau mit < 80 cm Reihenabstand der Paneele
(Quelle: Informationsblatt „Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen“, Brenneisen, S. 4)

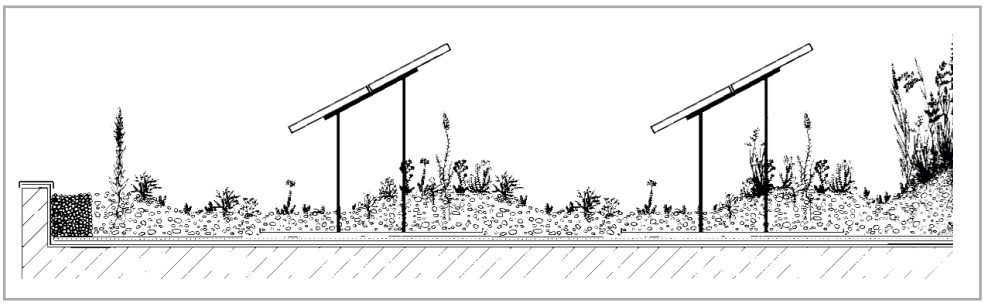

Abb.46.: Substrataufbau mit > 80 cm Reihenabstand der Paneele
(Quelle: Informationsblatt „Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen“, Brenneisen, S. 4)

Forschungsarbeit von KÖHLER et al. (2012) in Berlin konnte die Synergieeffekte von Gründächern und Photovoltaik auf einer Versuchsanlage der „ufa-Fabrik Berlin - Internationales Kulturzentrum“ anschaulich belegen. Das Dach wurde 1984 erstmals begrünt, seit 1992 finden Monitoringprogramme zur Entwicklung der mittlerweile 4.000 m^2 großen Gründachfläche, der Regenwasserretention und bezüglich des Mikroklimas statt. 1998 wurden zehn 2 kW leistungsstarke Solarpaneele, zum Teil starr und zum Teil beweglich, hinzugefügt. Untersuchungen ergaben, dass die beweglichen Paneele etwa 10-15 % mehr Strom als die starren Paneele erzeugen.

Bei der Dachbegrünung handelt es sich um eine Extensivbegrünung, wo auf 10 cm Erde Samen von Trockenwiesen aufgebracht worden sind. Bis die Vegetation angewachsen war, wurde sie während der Trockenperioden bewässert.

Die Resultate der Monitorings sprechen für sich, sie zeigen eindeutig positive Interaktionen zwischen der Vegetation am Dach und den Photovoltaikmodulen. Zusammenfassend wurden folgende Resultate gezogen: Gründächer reduzieren die Arbeitstemperatur der PV-Systeme und steigern daher deren Effizienz und Leistung um bis zu 6 %. PV-Aufbauten spenden Schatten, steigern die Wachstumsleitung der Pflanzen und erhöhen die Artenvielfalt (KÖHLER et al., 2012).

Im mediterranen Klima von Spanien wurden ein PV-Kiesdach und zwei PV-Gründächer – bepflanzt mit Sedum und Gazania - bezüglich der Leistung der Photovoltaikanlage und Temperaturverhalten verglichen. Die Aufnahmen fanden während der wärmsten zwei Monate im Sommer statt. Bei beiden Pflanzenarten, Sedum clavatum und Gazania rigens, handelt es sich um autochtone Arten. Beide begrünten Dächer erwiesen sich als leistungssteigernd auf die PV-Anlage. Die PV-Module über der Sedumbepflanzung erreichte im Gegensatz zu der PV-Anlage über Gazania eine etwas höhere Effizienz, nämlich eine abermalige Steigerung von 2,24 % (CHEMISANA, LAMNATOU, 2014).

GRANT (2011) spricht im Zuge des „Virtual Summits“ (vgl. http://www.youtube.com/watch?v=kZ6FjNLiK18) vom PV-Wald, einer Zukunftsvision, bei der PV-Gründächer auch Waldpflanzen beheimaten. Durch den Schattenwurf der Paneele entsteht die Möglichkeit Pflanzen hier anzusiedeln, die bisher nicht auf einem Dach überlebt hätten.

Auch KÖHLER et al. (2012) zeigen in ihrer Präsentation in Rio beim Word Climate and Energy Event (siehe: http://www.rio12.com/rio02/proceedings/ppt/151_Koehler.pdf) ein Versuchsfeld, welches bereits 1998 installiert wurde, und die erfolgreiche Kombination von üppiger „waldartiger“ Vegetation mit einer darüber gebauten PV-Anlage darlegt. Hier wurde die PV-Anlage nachträglich, auf etwa einem halben Meter Höhe, montiert und die Entwicklung der Pflanzen unter den PV-Paneelen laufend aufgenommen. Es zeigte sich hier, dass die Vegetation sich unter der Installation weiterhin prächtig entwickelte.

4.2. Photovoltaik-Gründach-Objekte

Die Kombination von Dachbegrünung und Photovoltaik (PV) bietet die Möglichkeit, das Dach auf mehrfache Weise zu nutzen. Neben den schon erwähnten Effekten wie beispielsweise der Kühlung des Daches durch eine Begrünung und damit einhergehender Steigerung der Effektivität der PV-Module schützt die Begrünung auch die Dachmembran. Dadurch erhöht sich deren Lebensdauer auf durchschnittlich das Doppelte (DACH UND GRÜN, 2013).

4.2.1. Erich-Kästner-Schule Langenfeld

Adresse:	Fahlerweg 25, Langenfeld, Deutschland
Bauherr:	Privat
Fertigstellung:	2010
Dachfläche:	420 m²
Ausführende Firma :	Jakob Leonhards Söhne GmbH & Co.
Leistung :	9,25 KWp

Das 2010 begrünte Dach der Erich-Kästner-Schule in Langenfeld ist ein Verbindungsbau zweier bestehender Gebäude. Die etwa 600 Quadratmeter große Dachfläche in 8 Metern Höhe konnte mit maximal 150 Kilogramm je Quadratmeter für Begrünung und PV-Anlage belastet werden.

Der Aufbau des Solar-Grün-Dachs sieht wie folgt aus:

- Schutz- und Speichervlies Typ RMS 300
- Optigrün-Festkörperdränage Typ FKD 25 zwischen den Modulreihen
- Optigrün-Solar-Modulstützen Sun Root
- Optigrün-Saug- und Kapillarvlies Typ RMS 900 K unter den Solarmodulen, um Wasser für die Vegetation unter die Module zu ziehen
- 8 Zentimeter Optigrün-Extensiveinschichtsubstrat Typ M-leicht zwischen den Modulreihen
- 11 Zentimeter Optigrün-Extensiveinschichtsubstrat Typ M-leicht auf den Sun

Roots, um die notwendige Mindestauflast von 99 Kilogramm je Quadratmeter zu erreichen

- Sedum-Sprossen

Abb.47.: Erich Kästner- Schule Langenfeld
(Quelle: Optigrün, Deutschland)

Insgesamt wurden 57 Optigrün Solar-Gründach Systemmodule, Sun Roots, eingebaut. Das sind Aufständerungen für Photovoltaikmodule, worüber Substrat aufgetragen wird um das System durch Auflast zu fixieren. Der Transport erfolgte mit einem Autokran. Um die teilweise ungleichmäßig verlaufende Dachfläche und das Gefälle von bis zu 3 Prozent so auszugleichen, dass die Module optimal auszurichten waren, wurde am Sun Root das Ausgleichselement Root Flex installiert. Die Beteiligten an der Realisierung des Projektes waren die Stadt Langenfeld, der Landschaftsarchitekt PS-Landschaft, der Systemanbieter Optigrün und der Ausführungs- und Optigrün-Partnerbetrieb Leonhards (DACH UND GRÜN, 2013; Referenzliste Optigrün, 2012, Seite 1, Referenz 1; OPTIGRÜN, 2014).

4.2.2. Wohn- und Geschäftshaus Freiburg

Adresse:	Breisacherstr. 137, 79106 Freiburg, Deutschland
Bauherr:	Höpfner Bräu Karlsruhe
Fertigstellung:	Juni 2012
Dachfläche:	750 m²
Ausführende Firma:	Christian Lang Dachbegrünung, Ehrenkirchen
Leistung :	25,4 KWp

Das Wohn- und Geschäftshaus in Freiburg zeigt eine effektive Weiterentwicklung und Mehrfach-Nutzen des Solar-Grün-Dachs mit der integrierten Optigrün Absturzsicherung Solar Safe. Solar Safe ist ein seilgeführtes Absturzsicherungssystem für die persönliche Schutzausrüstung und fest mit dem Modulträger Sun Root verbunden. Die Auflast des Begrünungsaufbaus hält das Sun Root lagesicher und bewahrt die zu sichernden Personen vor einem Absturz. Damit ist es für alle Pflege- und WartungsmitarbeiterInnen an der Dachbegrünung wie auch an der PV-Anlage möglich, sich normgerecht abzusichern (OPTIGRÜN REFERENZLISTE, 2012, Seite 3, Referenz 3).

4.2.3. Grund- und Hauptschule Unterensingen

Adresse:	Schulstraße 37, 72669 Unterensingen, Deutschland
Eigentümer:	Unterensingen Unter- und Oberstufe
Fertigstellung:	2002
Dachfläche:	1.400 m^2
Gefälle:	1,5 %
Begrünungsart:	extensiv
System:	Single Source Provider
Architekt/Planer:	Hans-Ulrich Kahl, Unterensingen
Ausführung/Begrünung:	Firma Rouff, Aichtal
Solar-Equipment:	Solarfabrik Freiburg
Solar Technologie Auftragnehmer:	TK-Energietechnik Albertshausen
Solar Plant Operator:	Spizmaus GbR
Gründach System: und Zinco	ZinCo International „Sedumteppich“ mit Floraset ® FS 50 Solarbasis ® SB 200

Abb.48.: Grund- und Hauptschule Unterensingen
(Quelle: Zinco, Deutschland)

Im Rahmen der 2002 durchgeführten Dach- und Fassadensanierung wurde eine extensive Sedumbegrünung mit einer aufgeständerten Solaranlage am Dach kombiniert. Da das Dach bis zu 150 kg/m^2 belastet werden konnte, fiel die Wahl auf 200 Stück 1 x 2 m große, aufgeständerte Solarbasisstandmodule, die durch eine gleichmäßige, 10 cm hohe, Substratschüttung gehalten werden (GREENROOFS.COM, 2014; ZINCO OBJEKTBERICHT (2002)).

4.2.4. InCenter Landsberg am Lech

Adresse:	Penzinger Feld 21, 86899 Landsberg a. Lech, Deutschland
Fertigstellung:	2009
Dachfläche:	18.500 m²
Architekt Planer:	Architekturbüro Drenske, Kulmbach
Ausführung:	Gründach Technik Südwest GmBH, Unterensingen
Gründach System:	ZinCo International
Begrünungsaufbau:	Sedumteppich mit Solarvert ® bestehend aus Fixodrain ® XD 20 und Zinco Solarbasis ® SB 200

Abb.49.: InCenter Landsberg am Lech
(Quelle: Zinco, Deutschland)

18.500 m² des Fachmarktzentrumdachs wurden extensiv begrünt, 1/3 davon wurden mit insgesamt 4.264 PV-Modulen bestückt, welche 800.000 kWh Energie pro Jahr liefern. Die Dachbegrünungsarbeiten wurden im Herbst 2008 mit dem Aufblasen des Substrates mittels Silozug pneumatisch zunächst abgeschlossen. Um die Anwuchsbedingungen der Begrünung zu erhöhen, erfolgte der Auftrag der Sedumsprossen erst im Frühjahr 2009 (IGRA, 2011; ZinCo OBJEKTBERICHT (2009); Zinco Pressebericht Incenter (2009)).

4.2.5. Basel Messedach Halle 1

Adresse:	Messeplatz 1, 4058 Basel, Schweiz
Eigentümer:	Messe Basel
Fertigstellung:	2000
Dachfläche:	16.000 m^2
Solaraufbau:	1.857 m^2
Technische Ausführung:	Tritec Ag, Aschwill
Energiekonzern:	IWB
Begrünungsart:	extensiv
Besonderheiten:	Unterschiedliche Substrathöhen
Architekt:	Theo Hotz

Abb.50.: Basel Messedach Halle 1
(Quelle: http://www.congress.ch/~/media/congress/Images/Content/Newsletter/02_14/Fotovoltaik/_MG_3586_web.ashx?fd=1, aufgerufen am 7.10.2014)

Im Zuge der Errichtung der Messehalle 1 wurde das Dach mit 2.160 Solarpanelen bestückt und extensiv begrünt. Die Begrünung erfolgte auf einem 7 cm hohen Lava-Bims-Substrat und mit einer Moos-Sedum-Kräutermischung (DEPARTMENT FÜR WIRTSCHAFT, SOZIALES UND UMWELT DES KANTONS BASEL-STADT; KEEST, 2014).

4.2.6. Dach der Fair Energie GmbH Reutlingen

Adresse:	Hauffstraße 89, 72762 Reutlingen, Deutschland
Eigentümer:	FairEnergie GmbH, Tochterunternehmen der Stadtwerke Reutlingen
Fertigstellung:	2008
Dachbegrünung:	400 m² Extensivbegrünung
Begrünungsaufbau:	ZinCo Systemaufbau „Wärmedämmende Dachbegrünung mit Floratherm ® WD 65-H“
Bepflanzung:	ZinCo Pflanzengemeinschaft „Sedumteppich“ als Sprossenansaat
Photovoltaikanlage:	14.000 kW/h, ZinCo Solarbasis ® SB 200 und SGR 35/90
Absturzsicherung:	ZinCo Fallnet ® SB 200-Rail Schienensystem in den Begrünungsaufbau integriert sowie Geländerbasis GB mit Geländer
Dachbegrünung:	ProNatur Garten- und Landschaftsbau GmbH, Metzingen
Solarunternehmen:	Bayer-Raach GmbH, erneuerbare Energiesysteme, Zwiefalten

Das 400 m² große Dach der FairEnergie GmbH wurde nach 35 Jahren 2008 komplett saniert. Die eingesetzten Drainageelemente Floratherm ® WD 65-H dürfen offiziell als Zusetzwärmedämmung angerechnet werden. Um eine gegenseitige Beschattung der 74 Solarmodule zu verhindern wurden diese im Winkel von 30° in 5 Reihen mit einem Reihenabstand von 2,60 m montiert.

Abb.51.: Dach der Fair Energie GmbH Reutlingen (Quelle: Zinco, Deutschland)

Die durchschnittliche Stromproduktion der PV-Anlage wird auf 14.000 kWh pro Jahr geschätzt (SCHÖLL, 2009; ZINCO PRESSEBERICHT FAIRENERGIE (24.09.2009)).

4.2.7. „etrium“ Köln

Adresse:	Am Wassermann 36, 50829 Köln, Deutschland
Bauherr:	Friedrich Wassermann GmbH, Köln
Fertigstellung:	2008
Dachfläche:	960 m²
Architekt:	Benthem Crouwel Architects, Aachen
Mieter:	Bürogebäude des internationalen Unternehmens Econcern
Begrünungsaufbau:	ZinCo Extensive Dachbegrünung mit Floradrain® FD 40, Solarbasis SB 200 und höhenverstellbarem Solargrundrahmen SGR 35/80-25°
Ausführung Begrünung:	Grün+Dach Garten- und Landschaftsbau, Heiligenhaus
Photovoltaikanlage:	Ecostream, Leistung 32 kWp; ca. 30.000 kWh/Jahr

Das energieeffiziente, wie ein Atrium aufgebaute Gebäude mit dem Namen Etrium wurde 2008 fertig gestellt. Das Montagesystem ist in den Gründachaufbau integriert, das Gewicht des Vegetationssubstrates dient sogleich der Stabilisierung der Module auf dem Dach. Die Montagehöhe der Module beträgt etwa 40 cm, so ist eine freie Umströmung dieser bei Regenfällen gewährleistet. Der Wechselrichter zur Umwandlung der Energie befindet sich im Keller des Gebäudes. Zusätzlich zu den Photovoltaikmodulen befinden sich zwei Solarkollektoren mit Speicher zur Warmwassernutzung auf dem Dach.

Das verwendete Substrat ist die Systemerde „Sedumteppich“, ein eher mineralisches Substrat hergestellt auf der Basis von Recycling-Tonziegeln, angereichert mit Reifkompost und Ton, mit Eigenschaften, die den Anforderungen der FLL-Richtlinien entsprechen.

Die Ansaat der Sedum-Sprossen erfolgte durch Aufblasen von dem Silofahrzeug, mit dem das gesamte Begrünungsmaterial angeliefert wurde. Mit einer Aufwandmenge von 80 g/m² wurde für einen schnellen Begrünungserfolg gesorgt. Eine im Auftrag bereits vereinbarte Fertigstellungspflege für die kommende Vegetationsperiode,

inklusive einer ausreichenden Nährstoffversorgung im folgenden Frühjahr, führte zum gewünschten Begrünungsergebnis (APPL, 2009, S. 91 ff.;ZINCO PRESSEBERICHT ETRIUM, 10.01.2013).

Abb.52.: „etrium“ Köln
(Quelle: www.energieagentur.nrw.de/_images/editor/ea/1_300_Etrium.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

4.2.8. Münchner Technologiezentrum

Adresse:	Agnes-Pockels-Bogen 1, 80992 München, Deutschland
Bauherr:	Stadtwerke München
Baujahr:	2008
Dachfläche:	2.775 m²
Architekt/Planung:	Glück Landschaftsarchitektur, Stuttgart
Ausführung und Pflege:	Garten Moser, Reutlingen
Begrünungsaufbau:	Sedumteppich mit Floraset® FS 50 und ZinCo Solarbasis Fallnet ®,SB 200
Bepflanzung:	Ecosedum ® (vorbegrünte Gitterelemente) und Sprossenaussaat
Solarunternehmen:	SunStrom GmBH, Dresden

Planung: h4a Gessert + Randecker Architekten BDA, Stuttgart/München

Abb.53.: Münchner Technologiezentrum
(Quelle: Zinco, Deutschland)

Das 2.775 m² große Flachdach des Münchner Technologiezentrums (MTZ) wurde fast bis an den Rand mit Solarpanels bestückt und extensiv begrünt. Auf sieben der acht Gebäudedächer ist eine Photovoltaik- Anlage mit einer Gesamtleistung von 66,85 kWp installiert. Diese produziert im Jahr ca. 72.700 kWh Strom aus Sonnenenergie.

Der Systemaufbau erfolgte durch 1 x 2 große Solarbasisplatten, die zur Fixierung mit Substrat überschüttet wurden. Zur zusätzlichen Sicherung wurde im Anschluss an die SB 200 Platten ein Schienensystem, die Anschlageinrichtung Fallnet ® SB 200-Rail zur Absicherung geben Absturz befestigt.

Auf dem etwa 20 Meter hohen Gebäude waren für die Ausbringung und Etablierung der Bepflanzung die Windverhältnisse, besonders an den Eckgebäudeteilen, zu berücksichtigen. So wurden an diesen exponierten Stellen Eckbereichen auf einer Fläche von insgesamt ca. 180 m² die vorbegrünten, 3 bis 4 cm hohen Gitterelemente EcoSedum® eingesetzt. Diese sind miteinander verbunden, das verhindert Einrollen oder Schrumpfen und fixiert auch darunter liegende Schichten. Der überwiegende Teil mit etwa 1.320 m2 wurde mit einer Sprossenansaat begrünt (ZINCO OBJEKTBERICHT (2008);STRUCTURAE, 04.02.2014).

4.2.9. Weitere Photovoltaik-Gründach-Objekte

Logistikzentrum Naila

Adresse:	95119 Naila, Deutschland
Bauherr:	Serag Wiesner
Ausführende Firma:	Benkert Dachbegrünung GmbH Schafhof 1, Königsberg
Leistung :	165,5 KWp
Fassadengröße:	5.500 m²
Ausgeführt:	Juni 2012

(OPTIGRÜN REFERENZLISTE, 2012)

Baudler GmbH Freiburg

Adresse:	Oltmannstr, 79100 Freiburg, Deutschland
Bauherr:	Baudler GmbH
Ausführende Firma:	Christian Lang Dachbegrünung, Hauptstr. 5, Ehrenkirchen
Dachgröße:	170 m²
Baujahr:	September 2011

(OPTIGRÜN REFERENZLISTE, 2012)

Kindertagesstätte Sonnenschein Friedberg

2006 wurde das Schrägdach der Kindertagesstätte Sonnenschein in Friedberg, Deutschland, renoviert, extensiv begrünt und mit PV-Modulen ausgestattet. Von der 980 m^2 umfassenden Dachfläche wurden 810 m^2 extensiv begrünt, die PV-Anlage befindet sich an der Sonnenseite und umfasst 170 m^2. Bitumenschweißbahnen schützen vor Feuchtigkeit (LOEW, 2014, REFERENZOBJEKT 2006).

Abb.54.: Kindertagesstätte Sonnenschein
(Quelle: http://www.loew.ag/images/referenzen/gruendach/kindergarten_04.jpg, aufgerufen am 10.7.2014)

„UFA Fabrik“ Berlin (Internationales Kulturzentrum)

Auf den üppig begrünten Dächern des Kulturzentrums „ufaFabrik“ in Berlin, Deutschland entstand 2007 die damals größte PV-Anlage Berlins mit einer Leistung von 37.000 kWh/Jahr. Die Begrünung umfasst heute etwa 4.000 m^2 und wurde mit heimischen Gräsern und Kräutern verwirklicht. Damit binden die Dächer im Jahr etwa 2 Tonnen Staub aus der Luft. Die Dächer werden zu Forschungszwecken von der Technischen Universität Berlin und der Fachhochschule Neubrandenburg betreut. Insgesamt beherbergen die

Dächer über 100 Arten, beispielsweise Dachtrespe, Schafschwingel, Platthalmrispe, diverse Fetthennen halten, Luzerne, Hopfen- und Wundklee. Die Dachbegrünung rechnet sich auch ökonomisch. So wurde berechnet, dass die Gründächer bei gleichen

Kostenaufwand leistungsfähiger sind als entsprechende Regenrückhaltebecken (UFA FABRIK, 2014).

Weitere PV-Gründächer, die in dem Vortrag „Combining Green Roofs and Photovoltaics“ von Roland Appl (Technischer Direktor und Präsident von IGRA) vorgestellt werden:

- Messecenter Stuttgard
- Sportcenter Heidelberg
- District Office Tuebingen
- „Liebherr“, Lindau
- “Max-Planck-School”, Nuertingen
- “Pro Natur”, Metzingen
- Schule, Neckargemünd

(Vortrag Online verfügbar auf: http://www.youtube.com/watch?v=yPwicj9M_UY).

Abb.55.: UFA Kulturfabrik Berlin
(Quelle: http://www.berlin-spart-energie.de/fileadmin/user_upload/2012/Objekte/Ufa/Dach_Solar_1.jpg, aufgerufen am 19.09.2014)

4.3. Beispiele für laufende Forschungsprojekte

Photovoltaik-Dachgarten, Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich

Abb.56.: Versuchsanlage IBLB Terrasse Überblick (Juli 2014)

Das Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB) der Universität für Bodenkultur Wien forscht intensiv an der Optimierung von Photovoltaikmodulen für einen Einsatz in Kombination mit begleitender Begrünung am Dach. Im Versuchsgarten der Universität für Bodenkultur in Essling, im 22. Wiener Gemeindebezirk, befindet sich zu diesem Zweck eine besonders interessante Versuchsanlage. Geleitet wird das Projekt für „innovative Systemkonzepte für den stromerzeugenden Dachgarten der Zukunft“ von Univ. Ass. Dr. DI Ulrike Pitha. Zur Integration von Gebäudebegrünung, gebäudeintegrierter Photovoltaik und nutzerinnenorientierter Dachgestaltung wurde auf der Terrasse des Institutes über einem Gründach eine Pergola mit semitransparenter Glasüberdachung installiert (http://www.tatwort.at/projekte/pv-dachgarten/).

Abb.57.: Versuchsanlage IBLB Terrasse (Juli 2014)

Abb.58.: Versuchsanlage IBLB Terrasse (Juli 2014)

„Die integrierten Konzepte bestehen aus einem Dach-Aufbau in Form einer Glas-Pergola mit integrierten, speziell entwickelten und lichtdurchlässigen PV-Modulen. Darunter

wird ein beschatteter Lebensraum für Menschen und Pflanzen geschaffen“ (FORSCHUNGSPORTAL BOKU, 2014). Die semitransparenten Module bilden somit eine Pergola, sodass die Module noch ausreichend Licht durchlassen, um im Sinne der Biodiversität wertvollen Pflanzengesellschaften genügend Licht zum Leben und Gedeihen zu ermöglichen (vgl. Abb. 49-51). Schlussendlich soll das Projekt Konzepte präsentieren, die dann von Architekten und Bauträgern auf Gemeinschaftsgärten in Wien umsetzbar sind (DER STANDARD, 2013). Seit Juni 2014 findet sich solch eine Versuchsanlage auch auf der Terrasse des Institutes für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau auf der Universität für Bodenkultur.

Werkhof Scheidegg, Deutschland

Das Projekt PV-Gründach untersucht die Symbiosewirkungen von begrünten PV-Gründächern. Es basiert auf einem Vorversuch auf dem Flachdach Fenaco, Eulenwiese 34, Winterthur, wo flache und aufgeständerte PV-Module mit und ohne Bewässerung auf den Unterschied in der Solarstromerzeugung vermessen wurden.

Die Hauptversuchsanlage befindet sich am Werkhof Scheidegg, sie beinhaltet 13 unterschiedliche Versuchsfelder ohne und mit unterschiedlicher Begrünung, sowie mit und ohne Bewässerung. Die elektrischen und thermischen Messtechniken und Analysen werden von der Züricher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) Winterthur ausgeführt (BAUMGARTNER, 2014). Der Werkhof Scheidegg ist momentan dabei „grün“ zu werden. Es wurde mit unterschiedlichen Substrathöhen gearbeitet. Der Fokus von ZinCo wird bei diesem Begrünungsaufbau auf Biodiversität gelegt, nicht wie bisher auf möglichst flachwüchsige Pflanzen, die möglichst wenig Schatten erzeugen (vor allem Sedumdächer). Er wurde mit Fallen bestückt um die auftretenden Insekten erfassen zu können (die Informationen per E-Mail stammen von von Ralf WALKER, ZinCo).

Demo- und Versuchsanlage Weihenstephan, Deutschland

Auf der Demo- und Versuchsanlage in Weihenstephan werden künftig Versuche zur Dachbegrünungsvegetation gemacht, hier entsteht auch Demonstrationsfläche zu

Urban Farming am Dach und zur Kombination von Photovoltaik und Dachbegrünung. Auf 750 m^2 werden 10 verschiedene Systemaufbauten und Pflanzengesellschaften auf drei verschiedenen Substrathöhen getestet. Das Forschungsprojekt wird von der Firma Zinco in Kooperation mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf durchgeführt.

4.4. Zusammenfassung und Empfehlungen für ein Photovoltaik-Gründach

Die verschiedenen Beispielobjekte zeigen, dass PV-Gründächer meist in Form von aufgeständerten Modulen auf Flachdächern umgesetzt werden. Momentan dominieren am Markt Bausatzsysteme der Firma Zinco und Optigrün. Diese Firmen verwenden hauptsächlich Sedummischungen zur Ansaat. Sie forschen zwar auch in Richtung Biodiversitätssteigerung, momentan sind aber keine regional spezifischen Saatgut- und Sprossenmischungen zu erwarten. Für die Errichtung eines Biodiversitäts-PV-Gründaches ist die gelungene Zusammenarbeit mit Experten im Fachbereich Botanik und Biodiversitätsplanung von hoher Bedeutung. Die Kombination von Biodiversitäts- und Ausgleichsdach bei gleichzeitiger PV-Nutzung stellt eine Ausnahme dar. Doch gerade die Kombination mit aufgeständerten Modulen bietet die Möglichkeit, besondere Habitate durch verschiedenartige Licht- und Schattenbereiche zu schaffen.

5. Bildung im bereich Dachbegrünung und Photovoltaik

Ziel des übergeordneten „Up on the Roof!“-Projektes ist es, europaweit abgeglichene Trainingsprogramme zu entwickeln, um Fähigkeiten zur Errichtung und Pflege von Gründächern zur Förderung von Bestäubern zu vermitteln.

Im folgenden Kapitel soll nun ein Überblick über die Rahmenbedingungen eines europaweit abgeglichenen Kurses und eine Übersicht von existierenden Bildungsangeboten im Fachbereich dargelegt werden. Am Anschluss an die Analyse der vorhandenen Bildungsangebote folgt, durch das Zusammenführen aller gewonnener Erkenntnisse, ein Curriculumsvorschlag nach dem europäischen Qualifikationsrahmen 3 und 4.

5.1. Rahmenbedingungen für einen europaweit einheitlichen Standard

Im Dezember 2008 hat sich die Europäische Union auf ein Richtlinien- und Zielpaket für Klimaschutz und Energie geeinigt, welches ambitionierte Zielvorgaben bis 2020 enthält (häufig als „20-20-20-Ziele“ bezeichnet).

Demnach gelten bis zum Jahr 2020 die folgenden europaweiten Vorgaben (ENERGIE-CONTROL, 2014):

- 20 % weniger Treibhausgasemissionen als 2005
- 20 % Anteil an erneuerbaren Energien
- 20 % mehr Energieeffizienz“

Der Ausbau von Dachbegrünungen und Photovoltaik kann einen erheblichen Beitrag zur Erreichung dieser Ziele schaffen. Momentan existiert kein europaweit abgeglichenes Fortbildungsprogramm zur Errichtung von PV-Gründächern, welche Bestäuber am Dach fördern. Dies soll sich nun ändern. Das Transfer of Innovation Projekt „Up on the Roof!“ orientiert sich am sogenannten Europäischen Qualifikationsrahmen.

Der europäische Qualifikationsrahmen (EQF) für lebenslanges Lernen beschreibt Qualifikationsniveaus und wurde geschaffen, um berufliche Qualifikationen und Kompetenzen in Europa vergleichbar zu machen. Es existieren 8 Bildungsniveaus, angefangen bei Level 1 mit Grundlagenkenntnissen bis zu Level 8, wo höchste Spezialisierung gefragt und welches erst für den dritten Studienzyklus (PhD) verfügbar ist.

Ein Teilziel dieser Arbeit ist, einen Vorschlag für Themenkreise eines auf EQF 3 und 4 ausgerichteten Kurses zu erarbeiten. Daher werden im Folgenden beide Level-Standards definiert.

EQF Level 3 setzt sich zum Ziel „Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Verfahren und allgemeinen Begriffen in einem Arbeits- oder Lernbereich“ bereit zu stellen. Als anzustrebende Fertigkeiten gelten „Eine Reihe kognitiver und praktischer Fertigkeiten zur Erledigung von Aufgaben und zur Lösung von Problemen, wobei grundlegende Methoden, Werkzeuge, Materialien und Informationen ausgewählt und angewandt werden“. Die zu vermittelnden Kompetenzen umfassen „Verantwortung für die Erledigung von Arbeits- oder Lernaufgaben übernehmen“ und „bei der Lösung von Problemen das eigene Verhalten an die jeweiligen Umstände“ anzupassen.

EQF Level 4 zielt auf die Kenntnis eines breiten Spektrums an „Theorie- und Faktenwissen in einem Arbeits- oder Lernbereich“ ab. Die zu vermittelnden Fertigkeiten sind „eine Reihe kognitiver und praktischer Fertigkeiten, die erforderlich sind, um Lösungen für spezielle Probleme in einem Arbeits- oder Lernbereich zu finden“. Zu den erlernten Kompetenzen zählen „selbstständiges Tätigwerden innerhalb der Handlungsparameter von Arbeits- oder Lernkontexten, die in der Regel bekannt sind, sich jedoch ändern können“, sowie die „Beaufsichtigung der Routinearbeit anderer Personen, wobei eine gewisse Verantwortung für die Bewertung und Verbesserung der Arbeits- oder Lernaktivitäten übernommen wird“ (EUROPEAN COMMISSION [(1)], 2008).

Der gemeinsame Bezugsrahmen soll den Mitgliedstaaten, Schulen,

Bildungseinrichtungen, Arbeitgebern und den Bürgern selbst Vergleichsmöglichkeiten für die Qualifikationen bieten, die von unterschiedlichen (allgemeinen und beruflichen) Bildungssystemen in Europa ausgestellt werden (EUROPEAN COMMISSION [(2)], 2014). Dieser 2008 vom Europäischen Rat und Parlament den Mitgliedsstaaten empfohlene Qualifikationsrahmen dient somit einerseits als Referenzinstrument, soll aber auch das lebenslange Lernen und die Chancengleichheit einer wissenschaftsbasierten Gesellschaft am Arbeitsmarkt fördern (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION ZUR EMPFEHLUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES ZUR ERRICHTUNG DES EUROPÄISCHEN QUALIFIKATIONSRAHMENS FÜR LEBENSLANGES LERNEN, 2008).

Das EU-Bildungsprogramm Lebenslanges Lernen (Lifelong Learning Program) förderte zwischen 2007 und 2013 gemäß der Lissabon-Strategie am Weg zu einer fortschrittlichen, wissensbasierten Gesellschaft allgemeine und berufliche Bildungsprojekte (EUROPA.EU, 2014)

Der Teilbereich Leonardo Da Vinci befasst sich mit Mobilitäts- und Innovationsprojekten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Ziel ist es die persönliche Entwicklung, Beschäftigungsfähigkeit und die Teilnahme am europäischen Markt zu fördern, sowie ganz allgemein die Attraktivität von beruflicher Weiterbildung und von Mobilität zu erhöhen (NATIONALAGENTUR LEBENSLANGES LERNEN, 2014; EUROPA.EU , 2009). Dieses Teilbereich ist es auch, der nun das TOI II Projekt „Up on the Roof!“ hervorgebracht hat.

Das laufende Projekt baut auf das Vorgängerprojekt Transfer of Innovation I (TOI I) „Greenroofcourse“ auf. Dieses hatte eine Laufzeit von zwei Jahren (2011-2013) und brachte einen Pilotkurs sowie Booklets/Lehrunterlagen hervor. Der Pilotkurs umfasste EQF-Level 2 und 3 und behandelte die Themenbereiche:

- Gründacherrichtung,
- Bepflanzung und Pflege,
- Ausführung und Planungsprinzipien und

- Kontrolle, Wartung und Pflanzenwachstum.

Auf Basis dieser Pilotkurse finden momentan Kurse in Griechenland und Schweden statt.

Im Zuge der Entwicklung eines seh effizienten Folge-Seminares, im Umfang von möglichst wenigen Tagen, wird nun eine Stichprobe der am europäischen Markt angebotenen Kurse dargestellt. Für die Suche wurde im Internet nach Kursen mit den Stichworten „Photovoltaik, Solarenergie, Dachbegrünung, Gründach, Energie, Biodiversität, Artenvielfalt, in deutscher und englischer Sprache, gesucht.

5.2. Bildungsangebote

5.2.1. SolTec:

Das größte Projekt, welches in diesem Rahmen zwischen 2009 und 2011 ins Leben gerufen wurde, war das Projekt „SolTec“ (Towards a European qualification for service and maintaince in the solar energy sector). Dieses von 10 Partnern aus 6 europäischen Staaten entwickelte Projekt machte es sich zum Ziel, einen europäischen Qualifikationsstandard für Elektriker in der Photovoltaikbranche zu schaffen, welcher auf den gesamten europäischen Markt ausgerichtet ist. Der Kurs umfasst 400 Unterrichtseinheiten im Fernstudium über eine e-learning-Plattform und zusätzliche Praxiseinheiten. Der SolTec-Kurs „Installation, Service und Wartung von PV-Anlagen“ ist über die Onlineplattform Campus bfw (Berufsfortbildungsnetzwerk Plattform für Bildungsstätten buchbar (SOLTEC, 2014; ADAM, 2014.; BFW, 2014).

Soltec kooperiert mit zwei Projektpartnern. Der erste Projektpartner ist WACOM (WAter COmpetences Model Transfer), welcher das EQF und das „deutsche Referenzmodel für das Competence Modelling PAS 1093“ in das „European Vocational Education and Training“ (VET) im Wassersektor umwandelt.

5.2.2. Diploma for Solar Helpers

Der zweite Projektpartner von Soltec ist das Project AIRE (Adapting and Installing an international vocational Training for Renewable Energies), welcher die Berufsausbildung „Assistant for Regenerative Energie techniques and energy management“ auf andere europäische Staaten überträgt und diese auf EQF, ECVET und EUROPASS Dokumente übersetzt. Der Kurs wird unter anderem in Deutschland (nicht aber in Österreich) angeboten und trägt nach dem EQF 2 Standard den englischen Titel „Diploma for Solar Helpers EQF Level 2“.

Der Verein „AIRE Network e. V. – Professionalisierung für Nachhaltigkeit“ wurde 2012 in Berlin in den Räumen des Preußischen Landtags gegründet. Er entstand aus dem europäischen Berufsbildungsprojekt „AIRE“ (Adaptieren und Installieren eines internationalen Berufsbildungsgangs für Regenerative Energietechnik und Energiemanagement). Die Verbindung von Wissenschaft und beruflicher Bildung ist dabei höchstes Ziel. Es finden regelmäßig Fachsymposien, Informationsveranstaltungen und Seminare statt, welche über die Plattform gestützt und präsentiert werden (ASK, 2014; AIRE WEB, 10.11.2011; AIRE, 2014).

5.2.3. Green Roof Course

Das Leonardo Da Vinci gestützte Vorgängerprojekt TOI I entwickelte den „Green Roof Course“, unter welchem zwei Kurse nach EQF 2 und 3 zur Errichtung eines Gründaches erarbeitet wurden. Projektpartnerländer waren neben Österreich, England, Schweiz, Ungarn, Schweden und Griechenland. Beide Kurse sind für alle Interessierten ohne Vorkenntnisse ab 16 Jahren vorgesehen (http://greenroofcourse.com). Tatsächlich angeboten werden sie aber momentan nur in Schweden und Griechenland. Die Kosten variieren ja nach Anbieter (GREENROOFCOURSE, 2014).

5.2.4. Gründach-Diplom nach QCF

Für England werden zwei Gründach-Kurse, zertifiziert nach dem britischen „Qualifications and Credit Framework“, über das national anerkannte Lantra-Netzwerk angeboten:

- Level 2 Diploma in Installing & Maintaining a Green Roof (QCF)
- Level 3 Diploma in Planning & Monitoring the Contruction & Maintenance a Green Roof (QCF)

(ACCREDITED QUALIFICATIONS, 2014; LANTRA, 2014; ADAM (2), 2014; GRTE, 2014).

5.2.5. Kurse der skandinavischen Greenroof Association

Die skandinavische Greenroof Association bietet laufend Kurse in Malmö im Augustenborg Botanical Roof Garden Zentrum zum Thema Dachbegrünung an. Es werden ein bis zwei Tageskurse als „Masterclass“ für StudentInnen oder Spezialisten im Fachbereich angeboten. Diese werden recht individuell zusammengestellt und sind im Falle eines Halbtageskurses auch an anderen Standorten buchbar. Abgehalten werden diese Kurse wahlweise in englischer oder schwedischer Sprache mit Unterstützung der beiden Gründachspezialisten, dem Ökologen Gary Grant und dem Leiter von Greenroofs.org, Dusty Gedge. Zudem findet ein fünftägiger Sommerkurs statt, der theoretische Aspekte lehrt, von einer e-learning-Plattform unterstützt wird und auch die komplette Errichtung eines Gründaches in Malmö beinhaltet. Die Kosten variieren je nach Umfang des Kurses, Mitglieder der Skandinavischen Green Roof Association bekommen eine Preisreduktion. So beläuft sich beispielsweise ein halbtägiger Masterclasskurs im Juni auf 800 bzw. reduziert auf 400 SEK, der fünftägige Sommerkurs auf 5.600, bzw. für StudentInnen auf 5.000 SEK (SGRI, 2014).

5.2.6. Optigrün Fachseminar Dach

Die Firma Optigrün bietet 2014 in elf deutschen Städten zum wiederholten Mal das kostenfreie, aber nach der Anmeldung verbindliche, “Fachseminar Dach” an. Bei unentschuldigtem Fernbleiben wird eine Kostenpauschale von 50 Euro pro Person verrechnet. Verschiedene Firmen präsentieren dabei anhand von Praxisbeispielen ihre Produkte, den Stand der Technik, Planungsgrundlagen und Kostenrichtwerte zum Thema (Grün-)Dach, wobei auch technische Voraussetzungen wie etwa Entwässerung und Dachabdichtung sowie andere beachtenswerte Details besprochen werden. Im Einladungsfolder wird angegeben, dass die Kurse, je nach Bundesland, als Fortbildungsmaßnahme anerkannt werden. Die dazugehörige Internetplattform dieser Veranstaltung und die Beschreibung der Partner finden sich unter www.fachseminar-dach.de. Die Informationsveranstaltung dauert etwa fünf Stunden, mit integrierten Pausen für mögliche Diskussionen. Inhaltlich werden die fünf Themenschwerpunkte Dachbegrünung, Dachabdichtung, Leckortung, Wärmedämmung und Entwässerung behandelt. In Österreich finden keine Optigrün-Fachseminare statt (OPTIGRÜN, 2014; FACHSEMINAR, 2014).

5.2.7. Kurse in Kooperation mit Schweizer Fachvereinigungen

Die SFG (Schweizer Fachvereinigung Gebäudebegrünung) bot 2009 gemeinsam mit dem JardinSuisse, dem SVDW (Schweizerischer Verband Dach und Wand), dem Schweizerisch-Liechtensteinerischen Gebäudetechnikverband suissetec und der ZHAW Wädenswil (Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften) Weiterbildungskurse zum Thema Dachbegrünung an. Zielgruppe sind MitarbeiterInnen ausführender Firmen, PlanerInnen, Facility Manager und Stakeholdern in Behörden. 2009 fanden vier eintägige Kurse statt, die entweder einzeln oder kombiniert gebucht werden konnten. Inhaltlich werden theoretische Grundlagen, rechtliche Aspekte, Planungsbeispiele, Kostenkalkulationen und Pflegemaßnahmen in Form von Vorträgen und Exkursionen angeboten. Der Kostenbeitrag für einen Tag beträgt 280 Fr., für Mitglieder der SFG, JardinSuisse, SVDW oder suissetec gilt der ermäßigte Tarif von

200 Fr. Alle vier Tage kosten 700 bzw. 500 Fr. (GWIN, 2009; SFG, 2014).

5.2.8. Kurs der fenaco-Genossenschaft UFA Samen

Über die SFG (Schweizer Fachvereinigung Gebäudebegrünung)ist der Kurs von 2014 der fenaco-Genossenschaft, UFA Samen verlinkt. Die Kursprogramme zu den Themen Dach-, Fassaden- und Innenbegrünung sind in Zusammenarbeit mit Jardin Suisse und der ZHAW entstanden (SFG, 2014). Der eintägige Kurs Extensivbegrünung findet in Winterthur in der Schweiz statt. Er ist angelegt für Dachdecker, Gärtner, Polybauer und Architekten, welche begrünte Dächer entwerfen, planen, ausführen und fördern, kostet mit Verpflegung und Transport 160 Fr. und beinhaltet neben theoretischen Vorträgen auch Besichtigungen von Versuchs- und Praxisanlagen (UFA SAMEN, 2014).

5.2.9. Zinco Gründachseminar

Das Zinco-Fachseminar 2014 zum Thema Dachbegrünung fand im Februar und März an 15 verschiedenen Standorten in Deutschland statt und richtete sich an PlanerInnen und ausführende Betriebe. Inhaltlich werden vor allem aktuelle Themen, wie ETA (Europäisch Technische Zulassungen) und Systemaufbauten aus nachwachsenden Rohstoffen, sowie Referenzbeispiele vorgestellt. Der Workshop ist eintägig. Die Teilnahme ist kostenlos und wird in der Regel von der Architekten- bzw. Ingenieurkammer in Form von Ausbildungspunkten anerkannt (BAULINKS, 03.01.2014).

5.2.10. Gründach-Forum Berlin. Zukunftstechnik Dachbegrünung

Der Halbtagsworkshop des Deutschen Dachgärtnerverbandes in Berlin wird von Experten aus kommunalen, planenden und ausführenden Bereichen geführt. Zum Schluss lädt eine Podiumsdiskussion zum Erfahrungsaustausch ein. Das Seminar ist nach einer verbindlichen Anmeldung für Architekten, Landschaftsarchitekten, Stadtplaner, kommunale Fachbehörden, Ausführungsbetriebe und Baubeteiligte kostenlos (DEUTSCHER DACHGÄRTNERVERBAND, 2014).

5.2.11. Fachseminar Dachbegrünung

Das Fachseminar Dachbegrünung der Firma Otto Hauenstein Samen AG (OHS) ist eintägig, die Zielgruppe nicht definiert. Der Kurs findet im Raum Zürich statt und kostet mit Mittagessen und Kursunterlagen 120 Fr (OHS, 2014).

5.2.12. Dächer begrünen - Praxis

Die Internetplattform Bildungsserver Agrar stellt den sogenannten „grünen Bildungskatalog“ online, welcher Weiterbildungsangebote zu fachlichen Themen aus den Bereichen Verbraucherschutz, Landwirtschaft, Fortwirtschaft, Fischerei, Gartenbau, Wein- und Obstbau, Ernährung und Hauswirtschaft, Natur und Umwelt zusammenstellt.

Der Kurs „Dächer begrünen – Praxis“ in Münster-Wolbeck von 2014 wird über die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (grüner Bildungskatalog) angeboten, ist zweitägig und kostet 280 Euro inklusive Tagesverpflegung. Für Facharbeiter und Baustellenleiter des Garten- und Landschaftsbaus.

Inhaltlich werden Pflanzensortimente für Dachbegrünungen, Grundlagen der Dachbegrünung und verschiedene Systeme vorgestellt. Außerdem werden im Zuge dieses Kurses auch zwei Praxiseinheiten, eine extensive Dachbegrünung mit 10° oder 30 ° Neigung sowie eine intensive Dachbegrünung auf einem Flachdach, hergestellt (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2014; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW, 2014).

5.2.13. Greenroofs Professional Training

Das Greenroofs Professional Training wurde von einem multidisziplinären Komitee von Experten aus der Industrie entwickelt und lehrt in einem dreitägigen Workshop Inhalte zu den Themenbereichen Design und Installation, Wasserabdichtung und Drainage sowie Pflanzen und Wachstumssubstrat. Angeboten werden die Kurse über das „non-for-profit industry association network“ GRHC (Green Roofs for Healthy Cities North

America) Der Kurs wird als Vorbereitung für das GRP (Green Roof Professional) Examen empfohlen. Zielgruppe sind PlanerInnen, Ausführende und politische Stakeholder. Es werden drei unterschiedliche ganztägige Trainings angeboten: Green Roof Design and Installation, Green Roof Waterproofing & Drainage, Green Roof Plants & Growing Media. Die Ganztageskurse kosten jeweils zwischen 400 und 500 US-Dollar. Zusätzlich finden auch laufend Halbtageskurse als Ergänzung zum GRP-Trainingsprogramm statt. Kursorte sind an verschiedenen Standorten in Nordamerika zu finden (GRHC, 2014).

5.2.14. Greenroofs

Im Oktober 2014 findet ein zweitägiger Kurs in Kooperation mit Brighton and Hove Building Green, Organic Roofs and Low Carbon Trust für Interessierter aller Ausbildungsstufen ab 16 Jahren in Brighton statt. Inhaltlich werden theoretische Grundlagen vermittelt und Exkursionen abhalten. Die Kosten belaufen sich je nach Einkommen und Förderung auf 115 bis 250 £. Die Kursinhalte basieren auf der Arbeit von Dusty Gedge (www.livingroofs.org) und John Little (www.grassroofcompany.co.uk) (BRIGHTON PERMACULTURE TRUST, 2014).

5.2.15. Green Roof Training

Außerdem bieten Dusty Gedge und John Little in Großbritannien das sogenannte Green Roof Training an. Der Kurs richtet sich an Interessierte aller Sparten und Ausbildungsgrade und dauert einen Tag. Inhaltlich werden die Vorteile von Gründächern erläutert und praktische Fähigkeiten zur Konstruktion eines Gründachs vermittelt. Durch das Bauen eines Musterdachgartens zum Mit Nach Hause nehmen, werden die einzelnen Schritte mit mehreren Sinnen geübt und (GREENROOFTRAINING, 2014).

5.2.16. Green Roofs – basic principles and design

CIRIA bietet in Kombination mit der Green Roof consultancy und Livingroof.org Trainings zum Thema Gebäudebegrünung an. TeilnehmerInnen lernen Gründächer mit dem Hintergrundwissen der relevanten Regelwerke zu planen, entwerfen und zu verwalten. Der Kurs wird als „in-house-course“ für Firmen angeboten. Die Preise richten sich dabei nach der Anzahl der TeilnehmerInnen. (CIRIA, 2014; LIVINGROOFS, 2014).

5.2.17. Greenroof Design and Installation

Die Yestermorrow Design/Build School bietet einen fünftägigen Workshop mit dem Titel „Green Roof Design and Installation“ in Waitsfield, USA, an. Die Kosten belaufen sich auf 875 $, der Kurs findet im Juni statt. Bei erfolgreichem Bestehen und Aufzahlung besteht die Möglichkeit anrechenbare credits, für das Sterling College ($260 zusätzlich) und das Vermont Technical College($355 zusätzlich), zu erlangen.

Inhaltlich werden vorerst theoretische und technische Grundlagen vermittelt, im Anschluss Planungsbeispiele besprochen und schlussendlich wird ein Dach gemeinsam begrünt (YESTERMORROW SCHOOL, 2014).

5.2.18. Übersichtstabelle zu den angeführten Bildungsangeboten

Die Tabelle verdeutlicht den dringenden Bedarf an einem Kurs für ArbeiterInnen professioneller Firmen im Bereich PV-Dachbegrünung. Keiner der im Zuge der Recherche gefundenen Kurse kombiniert die drei Fachgebiete: Dachbegrünung, Photovoltaik und Biodiversität. Ein Kurs in Europa ist als Fortbildung für ArbeiterInnen ausführender Betriebe ausgelegt. Dieser behandelt aber nur die Installation von PV am Dach. Die Dachbegrünungsskurse sind alle bis auf jenen des Yestermorrow-Colleges in den USA ohne Vorkenntnisse zu belegen.

Kursübersicht der Bildungsangebote im Fachbereich Dachbegrünung und PV

Anbieter	Name	Zielgruppe	Ort	Umfang	Schwerpunkt	Anerkennung	Kosten	Aktualität	Sonstiges
Campus bfW	SolTec „Installation, Service und Wartung von PV-Anlagen“	Elektriker, Dachdecker, Klempner, Heizungsinstallateur, Mechaniker, Ingenieur der Elektrotechnik	EU-weit	400 Stunden Fernstudium über das Onlineportal Campus bfW (Moodle) und Praktische Ausbildung		Trägerzertifikat			
Leonardo-Partnership **AIRE (Adapting and Installing vocational training for Renewal Energy), Partner von SolTec**	Diploma for Solar Helpers EQF Level 2	Arbeitssuchende, Oberstufenabbrecher, alle	DE, FR, HR, DK, IT, BG, HR	3 tägiger Workshop zum Thema Solarzellen entwerfen Theorie und Praxis – je nach Land unterschiedlich gewichtet		EQF 2		Projekt 2009-2011 (Leonardo), danach Weiterentwicklung	
Green Roof Course	Level 2 Diploma in Work based Horticulture – Green Roofs	Alle Interessierten ab 16 Jahren	Vorgesehen für CH, GR, HU, SE, UK; tatsächlich angeboten in GR, SE						
Green Roof Course	Level 3 Diploma in Work based Horticulture – Green Roofs	Alle Interessierten ab 16 Jahren	Vorgesehen für CH, GR, HU, SE, UK; tatsächlich angeboten in GR, SE						
Lantra	Level 2 Diploma of Installing and Maintaining a Green Roof (QCF)	Ausgerichtet auf Techniker	UK				Abhängig vom Kursstandort		
Lantra	Level 3 Diploma in Planning and Monitoring the Construction and Maintance of a Green Roof (QCF)	Ausgerichtet auf „Superviser“	UK				Abhängig von Kursstandort		
Augustenborg Botanical Roof Garden und Skandinavische Green Roof Association	Verschiedene	Unterschiedlich: Für alle Interessierten und Masterclass	Augustenborg Botanical Roof Garden (mit Ausnahmen) , Malmö, SE	Ein bis fünf Tage	kursabhängig, Theorie, e-learning und Praxis		Kursabhängig 400-5600 SEK	2014	Unterstützung durch Dusty Gedge und Gary Grant

Optigrün, Silka, ACO Passavant, Xella, ILD	Fachseminar Dach		11 deutsche Städte	eintägig (Halbtag)	Technische Grundlagen	Nach Angaben der HP nach Bundesland als Fortbildung anerkannt	Kostenlos, Anmeldung aber verbindlich; unentschuldigtes fernbleiben 50 Euro	2014	
ZHAW, SFG, jardinSuisse, SVDW, suissetec	Weiterbildung Dachbegrünung	MA ausführender Firmen, Planer, Facility Manager, Behörden	CH	4 x eintägig, einzeln oder in Kombination buchbar	Grundlagen, Rechtliches, Planungsbeispiele, Kostenkalkulationen, Pflegemaßnahmen Theorie und Exkursion		200 – 700 Fr.	2011	
UFA Samen fenaco Genossenschaft	Extensive Dachbegrünung	Dachdecker, Gärtner, Polybauer und Architekten	Winterthur (CH)	Eintägig	Grundlagen, Theorie und Besichtigungen		160 Fr.	2014	
Zinco	Gründachseminar 2014	PlanerInnen und ausführende Betriebe	15 deutsche Städte	3,5 Stunden	Technisches, Rechtliches, Aktuelles	Nach eigenen Angaben von Architekten- bzw. Ingenieurkammer in Form von Fortbildungspunkten anerkannt.	kostenlos	2014	
Deutscher Dachgärtnerverband	Gründach Forum Berlin. Zukunftstechnik Dachbegrünung	Architekten, Landschaftsarchitekten, Stadtplaner, kommunale Fachbehörden, Ausführungsbetriebe und Baubeteiligte	Berlin (D)	Eintägig	Grundlagen und Aktuelles. Inklusive Stadtklimatologie, Gebäudebilanz und Artenschutz		kostenlos	2014	Vorträge von Experten aus dem kommunalen, planenden und ausführenden Bereich
Otto Hauenstein Samen AG	Fachseminar Dachbegrünung		Raum Zürich (CH)	Eintägig			120 Fr. inkl. Unterlagen und Mittagessen	2014	
Landwirtschaftskammer NRW (D)	Dächer begrünen – Praxis	Facharbeiter und Baustellenleiter des GaLaBaus	Münster-Wolbeck (D)	Zweitägig	Grundlagen, Pflanzensortimente und Pflege, Systeme führender Hersteller, 2 Praxiseinheiten		280 Euro inkl. Verpflegung	2014	
GRHC	Greenroofs Professional Training	PlanerInnen, Ausführende, politische Stakeholder	Unterschiedliche Standorte in Nordamerika	Ganztages- und Halbtageskurse	Design, Installation, Wasserabdichtung, Drainage, Pflanzen, Wachstumssubstrat	als Vorbereitung bzw. Ergänzung für das GRP (Green Roof Professional) Examen empfohlen	Pro Ganztageskurs je nach Kurs 400 bis 500 $	2014	

Brighton and Hove Building Green, Organic Roofs and Low Carbon Trust	Greenroofs	Ab 16 Jahren, für alle interessierten	Brighton (UK)	zweitägig	Theorie und Exkursionen		115 bis 250 £, je nach Einkommen und Förderungen	2014	Die Kursinhalte basieren auf der Arbeit von Dusty Gedge und John Little
Dusty Gedge und John Little	Greenrooftraining	Alle Interessierte, alle Ausbildungsgrade	UK	eintägige Workshops und 2-Tages-Kurse	Vorteile des Gründaches, theoretisches zur Konstruktion, Entwurf eines Pocket-Gartens zum mit nach Hause nehmen			2009 - 2011	Dusty Gedge und John Little
CIRIA, Greenroof Consultancy, Livingroofs.org	Green roofs – basic principles and design		UK		Regelwerke und Durchführung von Planung, Entwurf und Verwaltung von Gründächern				
Yestermorrow Design/ Build School	Green Roof Design and Installation	All levels	Waitsfield (USA)	fünftägig	theoretische und technische Grundlagen, Planungsbeispiele, Dach gemeinsam begrünen		875 $		

Teb.2 : Überblick der Bildungsangebote im Fachbereich Dachbegrünung und PV

6. Curriculum - Empfehlung

Aufbauend auf die vorangegangene Recherchearbeit und Analyse, lässt sich nun eine Empfehlung für die Errichtung eines biodiversen PV-Gründaches und den neuen Fortbildungskurs mit dem Titel „Errichtung und Pflege von Photovoltaik-Gründächern, welche die Biodiversität, insbesondere bestäubende Tiere fördern“ geben.

Durch die Modellierung der Oberfläche finden sich Bodenbereiche mit unterschiedlicher Beschattung und verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten. Je höher die Substratschicht ist, umso eher etabliert sich eine stabile Bodenfauna.

Sandhügel und steinige Bereiche sowie Totholz ergänzend zu den von Pflanzen besiedelten Bereichen bieten Lebensraum für Insekten und Vögel. In Kombination mit einem lebenden, fruchtbaren und stabilen Bodengefüge liefern diese Bereiche die Basis für eine erfolgreiche Lebensgemeinschaft vieler Arten. So dient etwa eine etablierte Insektengemeinschaft nicht nur durch Bestäubungs- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen der am Dach befindlichen Flora, sondern liefert auch die Nahrungsgrundlage von noch nicht flugfähigen Nestflüchtern.

Wasser in Form von offenen Flächen, als sogenannte „wetlands“ (vgl. http://www.youtube.com/watch?v=kZ6FjNLiK18), dient am Dach als Retentionsraum für anfallendes Regenwasser und bieten gleichzeitig eine lebenswichtige Grundlage für Tiere und Pflanzen. Der Bruterfolg von noch nicht flugfähigen, nestflüchtigen Vögeln ist davon abhängig, ob ausreichende Wasserressourcen für die Jungtiere direkt am Dach zur Verfügung stehen. Feuchtdächer bieten somit Lebensraum vielerlei Arten, sogar Libellen und Enten finden hier geeignete Nischen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Möglichkeiten für den Aufbau und die Errichtung unterschiedlicher Lebensräume am Dach.

Abb.59.: Modellierte Substratbereiche unterschiedlicher Höhen

Abb.60.: Tonnendach mit Gräsern und Sukkulenten, Bonygasse, Wien
(Juli 2014)

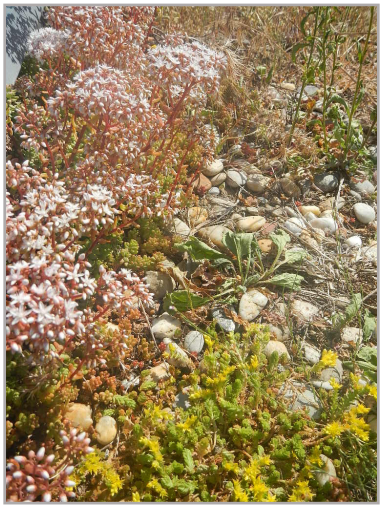

Abb.61.: Steine am Extensivdach der Favouritenstraße, Wien
(Juli 2014)

Abb.62.: Strukturen am Robbitron, Wien
(Quelle: Eva Robausch, 2014)

Abb.63.: Wasser und Sand am Intensivdach MA 22, Wien
(Juli 2014)

6.1. Zulassungsvoraussetzungen

Der neue Kurs soll auf den TOI I „Greenroofcourse“(http://greenroofcourse.com) aufbauen, daher ist die erfolgreiche Absolvierung dieses Kurses die Grundvoraussetzung für die Zulassung zu dem Aufbaukurs. In Ausnahmefällen, kann alternativ dazu, ein einheitlich ausgearbeiteter Eingangstest (schriftlich sowie mündlich) absolviert werden. Die bestehende e-learning-Plattform für den Vorgängerkurs soll auch für diesen Kurs verwendet werden.

Neben fachspezifischem Wissen zur Grundvoraussetzung für die Zulassung zum PV-Gründachseminar ist die Kenntnis der technischen Grundlagen und Eigenschaften diverser Dachkonstruktionen und Dachsysteme. Aus Haftungsgründen besteht die Notwendigkeit für TeilnehmerInnen, eine mangelhafte Baukonstruktion bereits im Vorfeld, also vor Beginn der Ausführung der Dachbegrünung zu erkennen und diese im Bedarfsfall vor Baubeginn zu beheben.

6.2. Ziel

Das Ziel ist es konstruktionstechnische, baubiologische und praktische Fähigkeiten zur erfolgreichen Anlage eines PV-Gründaches, welches Bestäuber am Dach fördert, fachgerecht einzusetzen, Mängel zu erkennen und im Bedarfsfall eigenverantwortlich entgegenzuwirken. Die allgemeinen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen orientieren sich an den Vorgaben des Europäischen Rates (2008) „zur Errichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen“ in Anhang II.

6.3. Didaktik

Unterrichtsmethoden umfassen Frontalvorträge, Diskussionen und Austausch in und mit der Gruppe. Weiters soll der Modellbau als begleitende Methode technische Grundlagen festigen. Diese gebauten Modelle sollen als Anschauungsmaterial für zuhause die Errinnerung an wesentliche technische Grundlagen festigen. Wo sich Besispielobjekte in der näheren Umgebung anbieten, werden diese als Exkursion in

den Kurs integriert. Weitere Exkursionsstandorte in der Umgebung werden präsentiert und für freiwillige Besuche vogeschlagen. Die bestehende E-Learning-Plattform des vorangegangenen „Transfer of Innovation“-Kurses wird auch für dieses Modul genutzt. Hier werden Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt. Der Abschlusstest wird ebenso über diese Plattform unterstützt.

Ein freiwilliges Zusatzmodul bietet die Möglichkeit eine zweitägige Praxiseinheit zur Installation eines PV-Gründaches zu absolvieren.

6.4. Organisatorisches

Zeitplan: Der Kurs umfasst 18 Unterrichtseinheiten mit jeweils 60 min (inklusive Pausen). Im Anschluss ist eine Prüfung zu absolvieren.

Lehrstätten: Die Unterrichtsstandorte sind standortspezifisch festzulegen. Empfohlen werden Räumlichkeiten, in denen (auch wenn keine Kurse stattfinden) Experten der Fachbereiche Dachbegrünung, Photovoltaik und/oder Biodiversitätsplanung beschäftigt sind. Optimal ist die Möglichkeit, die genannten Räumlichkeiten längerfristig nutzen zu können, um auch Anschauungsmaterial hier zu lagern. Eine Versuchsdachfläche für das Erweiterungsmodul Praxis und als Anschauungsobjekt am oder in der näheren Umgebung des Gebäudes ist empfehlenswert.

Lehrveranstaltungsleiter und Vortragende:

Die Lehrkörper sind möglichst unabhängig von der Industrie. Es handelt sich um UniversitätslektorInnen, MitarbeiterInnen von Gebäudebegrünungsvereinen und anderen Experten der Branche.

Kosten: Die Kosten variieren standortspezifisch, je nach verwendeter Lehrmittel betragen sie im Durchschnitt etwa 500 Euro.

Kursmaterial: Die Lehrunterlagen sind einheitlich abgeglichen vorbereitet und werden großteils über die E-Learning-Plattform zur Verfügung gestellt.

Teilnehmeranzahl: Zur optimalen Förderung der Lehrziele ist die TeilnehmerInnenzahl auf maximal 15 Personen beschränkt.

6.5. Aufbau

Der neue Kurs gliedert sich in Theorie und Praxis. Die Theorie behandelt in Form von Fallbeispielen rechtliche und technische Grundlagen. Ökologie, Botanik und ökonomische Berechnungen runden den Theorieteil ab. Anschauungsmodelle gängiger PV-Systeme und deren Einbau werden besprochen. Die Praxiseinheiten umfassen jedenfalls einen Planungswirkshop, wo Modelle zur Konstruktion fachgerechter PV-Gründächer erstellt werden. Besteht in den jeweiligen Gebieten die Möglichkeit zur Besichtigung von PV-Gründächern, so werden diese in Form einer Exkursion begutachtet, analysiert und diskutiert.

Ein Zusatzmodul in Form eines zweitägigen Praxisworkshops zur Erstellung eines PV-Gründaches welches die Biodiversität von Bestäuber am jeweiligen Standort fördert soll die Möglichkeit bieten, die erlernten Kompetenzen im umzusetzen. Durch die Zusammenarbeit mit Bauträgern aktueller Projekte, sollen diese beiden Kurstage finanziert werden. Die BauGleichzeitig dient das umgesetzte Projekt als Referenz für die jeweiligen KursteilnehmerInnen.

Stundenbild für 2-3 Tage, je nach Bedarf, mit 18 UE + anschließender Prüfung

1. Einführung + Erfahrungsaustausch
2. Argumente für die gelungene Kombination von PV und Gründach
   Zur Förderung der Biodiversität, vor Allem für Bestäuber
   Nutzen für Pflanzen
   Wertvolle weil störungsarme Lebensräume
   Effizienzsteigerung der PV-Anlage durch Kühlungseffekte der Vegetation (Evapotranspiration)

   Ausgleichshabitate

3. Voraussetzungen für die Errichtung eines PV-Gründaches:

   Aspekte zur Statik und Dachabdichtung

   Vorbereitung des Daches

   Beachtung von klimatischen Faktoren, Exposition und Beschattung

   Erkennen und Beheben baulicher Fehler der Unterkonstruktion

4. Aufbau und Errichtung eines PV-Gründaches:

   PV Systeme am Markt nach Anbietern

   PV Systeme in Entwicklung

   Regionalität: Vorteile und Nachteile heimischer Arten und Abwägung je nach Begrünungsziel

   Artenlisten

   Strukturen (Holz, Stein, Kies, Sand, Wasser, Abbruchmaterial, …)

   Wesentlicher Aspekt: verschiedene Substrathöhen!

   Wasser am Dach, stehende Gewässer: wichtig für vielerlei Arten

5. Pflege

6. Systeme in Entwicklung z.B. PV-Dachgarten mit Paneelen die 30 % Licht durchlassen, Modulsysteme aus Biopolymeren, …

7. gelungene Beispiele international:

   Größe, Ort und Alter des Daches

   Höhe des Daches und Umfeld

   Daten zum Systemaufbau

   Substrat

   Vegetation

   Strukturen

   Inhalte wissenschaftlicher Publikationen zu den jeweiligen Dächern

7. Quellenverzeichnis

7.1. Literatur- und Internetverzeichnis

ACCREDITED QUALIFICATIONS, 2014. Online verfügbar unter: http://www.accreditedqualifications.org.uk/qualifications-and-credit-framework-qcf.html; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

ADAM, 2014. Online verfügbar unter: http://www.adam-europe.eu/adam/project/view.htm?prj=5450&page=1#.U2uQfShIFu4; zuletzt aufgerufen am 29.04.2014.

ADAM (2), 2014. Online verfügbar unter: http://www.adam-europe.eu/prj/8344/prj/A5%20GREEN%20ROOFS%20flyer%20V2.pdf; zuletzt aufgerufen am 29.04.2014

AIRE, 2014. Online verfügbar unter: http://eqf.taire.eu/; zuletzt aufgerufen am 13.07.2014.

AIRE WEB, 10.11.2011. Online verfügbar unter: http://www.egegrup.com/aire1/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=19&Itemid=94; zuletzt aufgerufen am 04.07.14.

ALEXANDRI, E., JONES, J. (2008): Temperature Decreases in an Urban Canyon due to Green Walls and Green Roofs in Diverse Climates, In: Building and Environment, Vol. 43, Issue 4, S. 480-493, Elsevier, Oxford.

ALLSOPP, M., JOHNSTON, P., LEMMENS, P. SANTILLO, D., TIRADO, R. (2014): Plan Bee. Leben ohne Pestizide. Auf dem Weg in Richtung ökologische Landwirtschaft. Greenpeace Deutschland, Hamburg.

APPL, R. (Hrsg.) (2009): Dachbegrünung in der modernen Städtearchitektur. Tagungsband International Green Roof Congress, International Green Roof Association e.V. (IGRA), 1. Auflage, Berlin.

APPL, R. (2011): European Standards. Fire Protection Tests for Green Roofs, In: IGRA Green Roof News,01/2011, Nuertingen. Online verfügbar unter: http://www.igra-world.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_News_1_11.pdf; aufgerufen am 21.06.2014.

ASK (Access to Sustainable Knowledge), 2014. Online verfügbar unter: http://www.ask-eu.de/News/12318/Internationales-Netzwerk-zur-Professionalisierung-fuer-Nachhaltigkeit-gegruendet.htm; zuletzt aufgerufen am 29.04.2014.

ATB-BECKER (2013): Architektur und Photovoltaik. Eine Symbiose. Powerpoint Präsentation. ANSEL, W. (Hrsg.) (2011): Hymn to Nature. The Podlasie Opera and Philharmonic Hall in Bialystoc/Poland. In: IGRA Green Roof News,01/2011, Nuertingen.

AUSTRIAN STANDARDS (1), 2014. Online verfügbar unter: https://shop.austrian-standards.at/search/Details.action?dokkey=362996; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

AUSTRIAN STANDARDS (2), 2014. Online verfügbar unter: https://www.austrian-standards.at/ueber-normen/; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

AUSTRIAN STANDARDS (3), 2014. Online verfügbar unter: https://www.austrian-standards.at/ueber-normen/normen-mitgestalten/; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

AUSTRIAN STANDARDS (4), 2014. Online verfügbar unter: https://www.austrian-standards.at/fileadmin/user/bilder/downloads-AGBs/Geschaeftsordnung_2014_Teil_1_OENORM.pdf; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

BAILEY, A., BALCOMBE, K., BREEZE, T. (2011): Pollination services in the UK. How Important are Honey Bees? In: Agriculture, Ecosystems and Environment 142: S. 137-143, Elsevier.

BASS, B., COFFMAN R., DOSHI H., DUNNETT N., GAFFIN S., KÖHLER M., LIU K., OBERNDORFER E., LUNDHOLM J., ROWE, B. (2007): Green Roofs as Urban Ecosystems. Ecological Structures, Functions, and Services. American Institute of Biological Sciences, Reston. Online verfügbar unter http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/B571005; zuletzt aufgerufen am 19.04.2014.

BATES, A., MACKAY, R. SANDLER, J. (2013): Vegetation Development over Four Years on Two Green Goofs in the UK. In: Urban Forestry & Urban Greening, Vol. 12, Issue 1, S. 98-108, Elsevier, Jena.

BAUERLE, T., PATTON, S. (2012): Potential Benefits of Plant Diversity on Vegetated Roofs. A Literature Review. In: Journal of Environmental Management, Vol. 106, S. 85-92, Elsevier, London. CAMPBELL, N. (1997): Biologie. Spektrum Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.

BAULINKS, 08.07.2013. Online verfügbar unter: http://www.baulinks.de/webplugin/2013/1241.php4; zuletzt aufgerufen am 09.06.2014.

BAULINKS, 03.01.2014. Online verfügbar unter: http://www.baulinks.de/webplugin/2014/0021.php4; zuletzt aufgerufen am 09.06.2014.

BAUMANN, N. (2006): Ground-Nesting Birds on Green Roofs in Switzerland: Preliminary Observations. University of Applied Sciences, Wädenswil. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 37-50, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

BAUDEPARTEMENT DES KANTONS BASEL-STADT: Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen, bearbeitet durch Fachstelle Dachbegrünung FA Hortikultur, Leiter Brenneisen, S., ZHAW Wädenswil.

BAUMGARTNER, F. (2014): Projekt PV Gründach. Teilbereich Photovoltaik Analyse, ZHAW IEFE, Wintherthur. Online verfügbar unter: http://www.engineering.zhaw.ch/fileadmin/user_upload/engineering/_Institute_und_Zentren/IEFE/Bilder/Dokumente_News/1410507_Infoblatt_ZHAW_IEFE_V01_print.pdf; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

BAUNETZWISSEN, 2014. Online verfügbar unter: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Flachdach-Wasser-flaechen-auf-Dachflaechen_1323655.html; zuletzt aufgerufen am 01.07.2014.

BEATTIE, D., BERGHAGE, R., THURING, C. (2010): Green Roof Plant Responses to Different Substrate Types and Depths under Various Drought Conditions. In: HortTechnology, Vol. 20, Issue 2, S. 395-401, Alexandria.

BELLIN-HARDER, F., NAGEL, A. (2008): Grün und Gesundheit. Literaturstudie. Universität Kassel, Kassel.

BENVENUTI, S. (2014): Wildflower Green Roofs for Urban Landscaping, Ecological Sustainability and Biodiversity. In: Landscape and Urban Planning Vol. 124, April 2014, Pages 151–161. Elsevier, Pisa.

BFW (Unternehmen für Bildung), 2014. Online verfügbar unter: http://learning.campus-bfw.de/; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

BLANUSA, T., CAMERON, R., FANTOZZI, F., LI, Y., MONTEIRO, M. (2013): Alternatives to Sedum on Green Roofs. Can Broad Leaf Perennial Plants Offer Better ‘Cooling Service’?, In: Building and Environment, Vol. 59, S. 99-106, Elsevier, Oxford.

BÖNING, M., SCHRADER, S. (2006): Soil Formtion on Green Roofs and its Contribution to Urban Biodiversity in Emphasis to Collembolans, Braunschweig.

BRENNEISEN, S. (2003): Natur über der Stadt, Stephan Brenneisen In: Hotspot. Biodiversität im Siedlungsraum. Biodiversität: Forschung und Praxis im Dialog, Informationen des Forum Biodiversität Schweiz, Bern.

BRENNEISEN, S. (2003): Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen. Bedeutung für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung. Ph.D. thesis. Institute of Geography, University of Basel, Basel.

BRENNEISEN, S. (2005): Naturraum Dach (NADA) – Untersuchung von Nutzungen extensiver Dachbegrünungen durch Wildbienen, Projektbericht November 2005, ZHAW Wädenswil, Übersetzung ins Englische: Publikation über http://www.livingroofs.org/images/stories/pdfs/Wild%20Bees%20Research%20Project-comp.pdf; zuletzt aufgerufen am 20.05.2014. Titel: The Natural Roof (NADA) - Research Project Report

on the Use of Extensive Green Roofs by Wild Bees. Wädenswil, 2005.

BRENNEISEN, S. (2006): Space for Urban Wildlife. Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland. University of Applied Sciences Wädenswil, Wädenswil. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 27-36, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

BRENNEISEN, S.: Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen. Informationsblatt des Baudepartments des Kantons Basel-Stadt, erarbeitet von Dr. Stephan Brenneisen und seinem Team der ZHAW Wädenswil.

BRIGHTON PERMACULTURE TRUST, 2014. Online verfügbar unter: http://www.brightonpermaculture.org.uk/courses-conferences-and-events/courses/green-roofs.html; zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2014. Online verfügbar unter: http://www.bildungsserveragrar.de/index.php?treffersumme=324&naechste_seite=40&navi=suche_uebersicht&id=152; zuletzt aufgerufen am 07.04.14.

BUTLER, C., BUTLER, E., ORIANS, C. (2012): Native Plant Enthusiasm Reaches New Heights. Perceptions, Evidence, and the Future of Green Roofs. In: Urban Forestry and Urban Greening, Vol. 11, Issue 1, S. 1-10, Elsevier, Jena.

CHEMISANA, D., LAMNATOU, C. (2014): Photovoltaic-green Roofs. An Experimental Evaluation of System Performance. In: Applied Energy, Vol. 119, S. 246-256, Elsevier, Oxford.

CIRIA (2014). Online verfügbar unter: www.ciria.org; zuletzt aufgerufen am 07.04.14.

CLERGEAU, P., MACHON, N., MADRE, F., VERGNES, A. (2013/a): A Comparison of 3 Types of Green Roof as Habitats for Arthropods. In: Ecological Engineering, Vol. 57, S. 109-117, Elsevier, Amsderdam.

CLERGEAU, P., MACHON, N., MADRE, F., VERGNES, A. (2013/b): Green Roofs as Habitats for Wild Plant Species in Urban Landscapes. First Insights from a Large-Scale Sampling, Paris.

COLLA, S., PACKER, L. WILLIS, E. (2009): Can Green Roofs Provide Habitat for Urban Bees (Hymenoptera:Apidae)? In: Cities and the Environment. Vol. 2, Issue 1, Article 4, S. 12-24, Boston. Online verfügbar unter: http://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=cate; zuletzt aufgerufen am 04.07.2014.

DACH & GRÜN (2012), Verlag Dieter A. Kuberski GmBH, Stuttgart, 2/2012.

DACHBAUMAGAZIN, 2011. Online verfügbar unter: http://www.dachbaumagazin.de/

data/emag/2011/0506/pdf/dbm_5_6-2011.pdf; zuletzt aufgerufen am 21.06.2014.

DACH UND GRÜN, 2013. Online verfügbar unter: http://www.dach-und-gruen.de/begruenung/dachbegruenung/92-das-dach-zweifach-nutzen-fotovoltaik-und-begruenung.html; zuletzt aufgerufen am 26.04.2014

DEPARTMENT FÜR WIRTSCHAFT, SOZIALES UND UMWELT DES KANTONS BASEL-STADT. Factsheet Basel Messedach. Online verfügbar unter: http://www.novatlantis.ch/fileadmin/downloads/partnerregionen/aue_factsheet_messedach.pdf; zuletzt aufgerufen am 30.06.2014.

DER STANDARD, 2013. Online verfügbar unter: http://derstandard.at/1381371043212/Der-Dachgarten-wird-zum-Kraftwerk; zuletzt aufgerufen am 16.05.2014.

DEUTSCHER DACHGÄRTNERVERBAND, 2014. Online verfügbar unter: http://www.dachgaertnerverband.de/aktuelles/images_dynamic/Flyer_DDV_Gruendach_Forum_Berlin_2014_163.pdf; zuletzt aufgerufen am 26.04.2014.

DINHAM, C., GEDGE, D., GRANT, G., KADAS, G. (2013): Creating Green Roofs for Invertebrates. Buglife, Peterborough. Online verfügbar unter: http://www.buglife.org.uk/sites/default/files/Creating%20Green%20Roofs%20for%20Invertebrates_Best%20practice%20guidance_2.pdf; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

DUNNETT, N., KINGSBURY N. (2010): Planting Green Roofs and Living Walls. Timber Press, 2. Auflage, Portland/London.

EFB, 2014. Online verfügbar unter: http://www.efb-greenroof.eu/; zuletzt aufgerufen am 18.04.2014

EUROPEAN COMMISSION(1), 2008. Online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/eqf/documents?id=30, S. 12 f., Anhang II; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

EUROPEAN COMMISSION(2), 2014. Online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/eqf/documentation_de.htm; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

EUROPEAN COMMISSION(3), 2014. Online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ROOF_GreenRoofs09.pdf; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

EUROPA.EU, 2009. Online verfügbar unter: http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/general_framework/c11082_de.htm; zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

ENERGIE-CONTROL, 2014. Online verfügbar unter: http://www.e-control.at/de/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

EUROPA.EU, 2014. Online verfügbar unter: uhttp://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/general_framework/c11082_de.htm; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

FACHSEMINAR, 2014. Online verfügbar unter: www.fachseminar-dach.de; zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

FARRELL, C., LEE, K., SARGENT, L., WILLIAMS, K., WILLIAMS, N. (2014): Living Roof Preference is Influenced by Plant Characteristics and Diversity. In: Landscape and Urban Planning, Vol. 122, S. 152-159, Elsevier, Amsderdam.

FBB (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.), 2014. Online verfügbar unter: http://www.fbb.de/aktuelles/veranstaltungskalender/ zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

FLORINETH, F. (2012): Pflanzen statt Beton. Sichern und Gestalten mit Pflanzen. Patzer Verlag, Berlin-Hannover.

FORSCHUNGSPORTAL BOKU, 2014. Online verfügbar unter: https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=9901; zuletzt aufgerufen am 06.05.2014.

FRASER, L. (2005): Paving paradise. The Peril of Impervious Surfaces. Environmental Health Perspectives, 113, 457–462. In: Clergeau et al., 2013.

GANGE, A., GEDGE, D., KADAS, G., (2008): Can Green Roofs Provide Invertebrate Habitat in the Urban Environment. In Proc. of World Green Roof Conference Congress, London.

GRANT, G. (2006): Extensive Green Roofs in London. EcoSchemes Ltd, Unit 1, Coombe Lane, Axminster. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 51-65, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

GREENROOFCOURSE, 2014. Online verfügbar unter: http://greenroofcourse.com; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

GREENROOFS.COM, 2014. Online verfügbar unter: http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=48; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

GREENROOFTRAINING, 2014. Online verfügbar unter: http://www.greenrooftraining.co.uk/about/; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014

GRHC (Green Roofs for Healthy Cities), 2014. Online verfügbar unter: http://www.greenroofs.org/index.php/education/grptrainingprogram; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

GRTE (Green Roofs Training Europe), 2014. Online verfügbar unter: https://www.causes.com/GRTE; zuletzt aufgerufen am 07.04.14.

GUNNELL, K., MURPHY, B., WILLIAMS, C. (2013): Designing for biodiversity. A technical guide for new and existing buildings. Riba Publishing, 2. Ausgabe, London.

HAUBER, G., SCHMIDT, M. (2011): Dachbegrünung am Potsdamer Platz und die Auswirkungen auf ein „Urbanes Gewässer“ Technische Universität Berlin, In: Exkursionsführer Ausgabe 114/2011 der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft., Berlin.Online verfügbar unter: https://www.dbges.de/wb/media/mitteilungen_dbg/Bd114.pdf; zuletzt aufgerufen am 20.05.2014.

HEMSTOCK, B. (2011): Integrative Strategy. The Vancouver Convention Centre Living Roof. In: IGRA Green Roof News,01/2011, Nuertingen.

HOPKINS, G., GOODWIN, C. (2011): Living Architecture. Green Roofs and Walls. Csiro Publishing, Collingwood.

IGRA (2011): IGRA Green Roof News, 01/2011.

KADAS, G. (2006): Rare Invertebrates Colonizing Green Roofs in London. Royal Holloway University of London, Biological Sciences, London. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 66-86, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

KADAS, G.: A buzz up top. Encouraging the conservation of invertebrates on living walls and roofs. Informationsbroschüre, basierend auf einer Studie von KADAS, G., in Kooperation mit dem SITA Trust‘s Enriching Nature Programm, Livingroofs.org, dem London Wildlife Trust und The Green Roof Consultancy.

KEEST, 2014. Online verfügbar unter: http://www.keest.ch/medien/energie-news/strom-vom-messedach-36.html; zuletzt aufgerufen am 27.06.2014.

KÖHLER, M. (Hrsg) (1993): Fassaden und Dachbegrünungen, Ulmer Verlag, Stuttgart.

KÖHLER, M., KRAUTER, S., SCHMIDT, M., LAAR, M., WACHSMANN, U. (2012): Photovoltaic-Panels on Greened Roofs. Positive Interaction Between Two Elements of Sustainable Architecture. Online verfügbar unter: http://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/photovoltaic_kohler.pdf; Präsentation online verfügbar unter: http://www.rio12.com/rio02/proceedings/ppt/151_Koehler.pdf; zuletzt aufgerufen am 05.07.2014.

KÖHLER, M. (2006): Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin. University of Applied Sciences Neubrandenburg, Neubrandenburg. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 3-26, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

KLIMA- UND ENERGIEFONDS, 2014: http://www.klimafonds.gv.at/foerderungen/aktuelle-foerderungen/2014-2/photovoltaik-foerderaktion-2/; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

LANDOLT, E. (2001): Orchideen-Wiesen in Wollishofen (Zürich). Ein erstaunliches Relikt aus dem Anfang des 20. Jahrhunderts, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 146 2-3, S. 41-51, Zürich.

LANTRA, 2014. Online verfügbar unter: http://www.lantra-awards.co.uk; zuletzt aufgerufen am 08.04.2014.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW, 2014. Online verfügbar unter: http://www.gartenbauzentrum.de/weiterbildung/pdf/galabau2014.pdf; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

LEE, J., LEE, M., KIM, J. (2013): Mitigation of Urban Heat Island Effect and Greenroofs. In: Indoor and Built Environment, Vol. 23, Issue 1, S. 62-69, Sage Publications Ltd, London.

LERMAN, S., STROHBACH, M., WARREN, P. (2013): Are Small Greening Areas Enhancing Bird Biversity? Insights from Community-Driven Greening Projects in Boston. In: Landscape and Urban Planning, Vol. 114, S. 69–79, Elsevier.

LIVINGSROOFS, 2014. Online verfügbar unter: www.livingroofs.org; zuletzt aufgerufen am 18.06.2014.

LOEW, 2014, REFERENZOBJEKT 20006. Online verfügbar unter: http://www.loew.ag/gruendach-kindertagesstaette.htm; zuletzt aufgerufen am 28.06.2014.

LUNDHOLM, J. (2006): Green Roofs and Facades. A Habitat Template Approach. Saint Mary‘s University, Department of Biology/Environmental Studies Program, Nova Scotia. In: Urban Habitats, Green Roofs and Biodiversity, Vol. 4, Nuber 1, S. 87-101, Center for Urban Restauration Ecology, New York.

LUNDHOLM, J., MACLVOR, J., RANALLI, M. (2011): Performance of Dryland and Wetland Plant Species on Extensive Green Roofs, In: Annals of Botany, Vol. 107, Issue 4, S. 671-679, Elsevier, Oxford.

MAGISTRAT 20 DER STADT WIEN (2013): Informationsblatt: Solarstrom in Wien. Die Wiener Photovoltaikförderung, MA 20, Wien.

MICHENER, C. (2007): The Bees of the World. 2nd Edition, Baltimore, The John Hopkins University Press. (Zitiert in Pfiffner & Müller 2014).

MÜLLER A., ZURBUCHEN A. (2012): Wildbienenschutz. Von der Wissenschaft zur Praxis. Hauptverlag AG, Zürich.

NATIONALAGENTUR LEBENSLANGES LERNEN, 2014. Online verfügbar unter: http://www.lebenslanges-lernen.at/home/nationalagentur_lebenslanges_lernen/leonardo_da_vinci_berufsbildung/; zuletzt aufgerufen am 09.04.14.

OHS (Otto Hauenstein Samen AG), 2014. Online verfügbar unter: http://www.hauenstein.ch/de/rasen-begruenung/ohs-kurse/dachbegruenung/; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

OLLERTON J, TARRANT, S., WINFREE R. (2011): How many flowering plants are pollinated by animals? In: Oikos, Vol. 120, Issue 3, S. 321-326, Zitiert in: Plan Bee- Leben ohne Pestizide. Auf dem Weg in Richtung ökologische Landwirtschaft. Greenpeace Deutschland. Hamburg, 2014.

OPTIGRÜN REFERENZLISTE (2012): Solargründach 2012, per Mail erhalten von Gregor Zorn.

OPTIGRÜN (2014): Fachseminar-Dach, Folder Online verfügbar unter: http://www.optigruen.de/fileadmin/contents/Aktuelles/Presse/14_01_2014_FS_Dach_2/Fachseminar_Dach_2014.pdf; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014. POWER SOLUTION, 2014. Online verfügbar unter: http://www.power-solution.eu/assets/Informationen/Photovoltaik.pdf; zuletzt aufgerufen am 19.06.2014.

OPTIGRÜN (2014): Systemlösung Solargründach. Informationsbroschüre 03/2014.

PFOSER, N., JENNER, N., HENRICH, J., HEUSINGER, J., WEBER, S. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. Technische Universität Darmstadt. Online verfügbar unter: http://www.irbnet.de/daten/rswb/13109006683.pdf; zuletzt aufgerufen am 10.07.2013.

PFOSER, N. (Projektleitung) (2013): Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld. Selbstverlag, Darmstadt. Online verfügbar unter: http://www.irbnet.de/daten/rswb/13109006683.pdf. Zuletzt aufgerufen am 13.07.2014.

POWER SOLUTION (2012):Informationsblatt zu Photovoltaikanlagen. Online verfügbar unter: http://www.power-solution.eu/assets/Informationen/Photovoltaik.pdf; aufgerufen am 06.05.2014.

PRESSEBOX, 2012: Neue Brandschutzuntersuchungen an begrünten Dächern. Nürtingen. Online verfügbar unter: http://www.pressebox.de/pressemitteilung/zinco-gmbh/Neue-Brandschutz-Untersuchungen-an-begruenten-Daechern/boxid/479872; zuletzt aufgerufen am 19.06.2014.

PRESSEBOX, 2013: Kultur in grüner Hülle. Nürtingen. Online verfügbar unter: http://www.pressebox.de/pressemitteilung/zinco-gmbh/Kultur-in-gruener-Huelle/boxid/571880; zuletzt aufgerufen am 21.06.2014.

SCHNEIDER, R. (2013): Orchid Resilience. Green Roof Conservation in Switzerland.

In: Pacific Horticulture Magazine, Vol. 74, No. 4, Berkeley.

SCHÖLL, S. (2009): Dachsarnierung als flotter Dreier. In: Dach und Grün, 03/2009. Online verfügbar unter: https://www.yumpu.com/de/document/view/1858652/nutzpflanzen-auf-grundachern-lebensmittel-die-der-himmel-schickt-/21; zuletzt aufgerufen am 20.07.2014.

SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG BERLIN (Hrsg) (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung. Gebäudekühlung. Leitfaden für Bau, Betrieb und Planung. Berlin.

SFG (Schweizer Fachvereinigung Gebäudebegrünung), 2014. Online verfügbar unter: http://www.sfg-gruen.ch/index.php?page=392; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

SGRI (Scandinavian Green Roof Institute), 2014. Online verfügbar unter: http://greenroof.se/en; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

SOLTEC, 2014. Online verfügbar unter: http://www.soltec-project.eu; zuletzt aufgerufen am 07.04.14.

SPEKTRUM LEXIKON, 2014. Online verfügbar unter: http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/; zuletzt aufgerufen am 16.06.2014.

STADTVERWALTUNG WARSCHAU, 2014. Online verfügbar unter: https://www.warsawtour.pl/de/warschau-f-r-alle/gr-nes-warschau-160012.html?page=0%2C2#Dachgarten%20der%20Warschauer%20Universit%C3%A4tsbibliothek; zuletzt aufgerufen am 05.06.2014.

STRUCTURAE, 04.02.2014. Online verfügbar unter: http://structurae.de/products/data/index.cfm?id=7068; zuletzt aufgerufen am 30.06.2014.

TECNARO (2013): Zinco entwickelt Dachbegrünungssystemaufbau „natureline“ aus Tecnaro Werkstoff Agroblend. Presseinformation, Nürtingen/Ilsfeld-Auenstein,02.08.2013. Online verfügbar unter: http://www.tecnaro.de/deutsch/aktuell.htm?section=we; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

TIEFBAU- UND ENTSORGUNGSDEPARTMENT DER STADT ZÜRICH ,2014. Online verfügbar unter: https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/angebote_u_beratung/beratung/dachbegruenungen.html; zuletzt aufgerufen am 10.07.2014.

UFA FABRIK, 2014. Online verfügbar unter: http://www.ufafabrik.de/; zuletzt aufgerufen am 20.05.2014.

UFA SAMEN, 2014. Online verfügbar unter: http://www.ufasamen.ch/files/Fenaco_Seminare_d.pdf; zuletzt aufgerufen am 07.04.14.

UMWELTBUNDESAMT, 07.07.2014: http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/

lastnews/news2013/news_130617/news_130617_statement/; zuletzt aufgerufen am 07.06.2014.

UNIVERITÄT KASSEL PRESSEINFORMATION, 2001: Online verfügbar unter http://www.uni-kassel.de/presse/pm/archiv/jun01-01.ghk?style=print; zuletzt aufgerufen am 07.06.2014.

VANCOUVER CONVENTION CENTER, 2014. Online verfügbar unter: http://www.vancouverconventioncentre.com; zuletzt aufgerufen am 07.06.2013.

VERBAND FÜR BAUWERKSBEGÜNUNG, 2014. Online verfügbar unter: http://www.gruendach.at/service/infomaterial/Normen_und_Richtlinien.pdf; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

WGIN (World Green Infrastructure Network), 2009. Online verfügbar unter: http://www.worldgreenroof.org/files/pdf/BrenneisenFlye-Dachbegruenung-2009.pdf; zuletzt aufgerufen am 26.04.2014.

WIEN.AT (1), 2014. Online verfügbar unter: http://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/stadtgaerten/begruenung/dachbegruenung.html; zuletzt am 05.06.2014.

WIEN.AT (2), 2012. Online verfügbar unter: http://www.wien.gv.at/rk/msg/2012/01/27010.html; zuletzt aufgerufen am 19.06.2014.

WIEN.AT (3), 2014. Online verfügbar unter: http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/; zuletzt aufgerufen am 17.04.2014.

WIKIPEDIA, 2014. Online verfügbar unter: http://en.wikipedia.org/wiki/Vancouver_Convention_Centre; zuletzt aufgerufen am 07.06.2014.

WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH, 2014. Online verfügbar unter: https://www.wko.at/Content.Node/Service/Wirtschaftsrecht-und-Gewerberecht/Verwaltungs--und-Verfassungsrecht/Verwaltungsrecht-allgemein/Denkmalschutz.html; zuletzt aufgerufen am 19.06.2014.

WWF International, 2012: Green roofs and innovative water systems in Augustenborg. Online verfügbar unter: http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/cities/urban_solutions/themes/water/?204436/Malm-Augustenborg; zuletzt aufgerufen am 20.06.2014.

YESTERMORROW SCHOOL (2014). Online verfügbar unter: https://yestermorrow.org/workshops/detail/green-roof-design-and-installation?StartDate=2014-07-13&SortColumn=StartDate&SortDir=ASC&CategorySlug=sustainable-building-and-design; zuletzt aufgerufen am 13.07.2014.

ZEBE, H.-C. (2010): Gründach und Solar. Energetisch sinnvolle Ergänzung. In:

Bundesbaublatt, 03/2010. Online verfügbar unter: http://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb_2010-03_Gruendach_und_Solar_Energetisch_sinnvolle_Ergaenzung_851390.html; zuletzt aufgerufen am 20.07.2014.

ZHAW ZÜRICH (2000): Factsheet Basel Messehalle 1, Wädenswil. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/referenzen/solar_und_gruendach.php; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

ZINCO OBJEKTBERICHT (2002): Unterensingen Schule. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/referenzen/solar_und_gruendach.php; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

ZINCO OBJEKTBERICHT (2008): München Technologiezentrum. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/referenzen/solar_und_gruendach.php; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

ZINCO OBJEKTBERICHT (2009): Landsberg Incenter. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/referenzen/solar_und_gruendach.php; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

ZINCO PRESSEBERICHT ETRIUM, 10.01.2013. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/aktuelles/presseberichte/pressebericht_details.php?id=71; zuletzt aufgerufen am 28.06.2014.

ZINCO PRESSEBERICHT FAIRENERGIE (24.09.2009): Dachsanierung 3fach stark. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/aktuelles/presseberichte/pressebericht_details.php?id=43; zuletzt aufgerufen am 14.07.2014.

ZINCO PRESSEBERICHT INCENTER, 2009. Online verfügbar unter: http://www.zinco.de/aktuelles/presseberichte/ZinCo_Dachbegruenung_InCenter.pdf; zuletzt aufgerufen am 16.06.2014.

7.2. Normen und Richtlinien

AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION ZUR EMPFEHLUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES ZUR ERRICHTUNG DES EUROPÄISCHEN QUALIFIKATIONSRAHMENS FÜR LEBENSLANGES LERNEN (2008). 2008/C 111/01. Online verfügbar unter: http://www.lebenslanges-lernen.at/fileadmin/lll/dateien/lebenslanges_lernen_pdf_word_xls/nqr/Materialien/EQR_Ratsbeschluss.pdf; zuletzt aufgerufen am 29.04.2014.

ÖNORM EN 13501-5: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen. Ausgabedatum: 01.12.2009.

FLL Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, FLL Bonn, 2002.

NORMENGESETZ 1971, Fassung 2014. Online verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011426; zuletzt aufgerufen am 07.07.2014.

ÖNORM L 1131: 2010 Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung.

SIA 118/312: 2013 Allgemeine Bedingungen für die Begrünung von Dächern – Vertragsbindungen zur Norm SIA 118/312. Hrsg.: Schweizer Ingenieur- und Architektenverein.

SIA 312:2013 Begrünung von Dächern. Hrsg.: Schweizer Ingenieur- und Architektenverein.

VERBAND FÜR BAUWERKSBEGÜNUNG (2014): Merkblatt Normen und Richtlinien, die in Österreich Dachbegrünungen betreffen. Online verfügbar unter: https://www.austrian-standards.at/fileadmin/user/bilder/downloads-AGBs/Geschaeftsordnung_2014_Teil_1_OENORM.pdf; zuletzt aufgerufen am 28.04.2014.

7.3. Videos

VANCOUVER GREEN ROOF. Online verfügbar unter: http://www.youtube.com/watch?v=OX0JHdVd27o; zuletzt aufgerufen am 24.06.2014.

VIRTUAL SUMMIT, 2011. Online verfügbar unter: http://www.youtube.com/watch?v=kZ6FjNLiK18; zuletzt aufgerufen am 14.03.2014.

8. Abbildungsverzeichnis

Abb.1.: Methodik 13

Abb.2.: Extensivbegrünung Bonygasse Wien
(Juli 2014) 17

Abb.3.: Intensivbegrünung Favoritenstraße Wien
(Juli 2014) 17

Abb.4.: Verbindung von Boden und Gründach durch Vertikalbegrünung
(Quelle: HOPKINS, GOODWIN, 2011, S. 207, modifiziert)..... 39

Abb.5.: Trittsteinbiotope
(Quelle: HOPKINS, GOODWIN, 2011, Seite 176, modifiziert)..... 40

Abb.6.: Habitat für Fledermäuse,
(Quelle: GUNNELL et al., 2013, modifiziert) 40

Abb.7.: Bombus lapidarius (Steinhummel)
(Quelle www.naturespot.org.uk, aufgerufen am 16.07.2014) 42

Abb.8.: Andrena haemorrhoa (Rotschopfige Sandbiene)
(Quelle: www.naturespot.org.uk, 26 April 2009, aufgerufen am 16.07.2014..... 42

Abb.9.: Osmia bicornis (Rostrote Mauerbiene)
(Quelle www.naturespot.org.uk, 29 April 2003, aufgerufen am 16.07.2014..... 42

Abb.10.: Regenwassermanagement am Potsdamer Platz,
(Quelle: http://www.ecobine.de/print.php?SESSID=5d7092d85d384778d6c3226d cb5d3204&id=3.6.1&kurs=11&l=de, aufgerufen am 16.6.2014) 45

Abb.11.: Wasserbecken am Potsdamer Platz
(Quelle: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/ bausteine/wasser.shtml, aufgerufen am 16.6.2014 46

Abb.12.: Glockenblume (Campanula rotundifolia) mit Sandbiene (Andrena curvungula)
(Quelle: http://www.wildbienen.info/forschung/beobachtung20070519.php, aufgerufen am 25.6.2014)..... 47

Abb.13.: Erdhummel (Bombus terrestris) auf Weide (Salix purpurea)
(Quelle: http://naturschutz.ch/meinung/hotspot-naturgarten-weiden-nie-zu-spat-fur-den-neubeginn/47083, aufgerufen am 25.6.2014) 47

Abb.14.: Natternkopf (Echuim vulgare)
(Quelle: http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Flora/Natternkopf/Natternkopf, aufgerufen am 25.6.2014)..... 47

Abb.15.: Schmalbiene (Lisioglossum) auf Wiesenflockenblume (Centaurea)
(Quelle: http://www.wildbee.ch/kontakt/medie, aufgerufen am 25.6.2014) 48

Abb.16.: Hornklee (Lotus corniculatus)
(Quelle: http://www.botanische-spaziergaenge.at/Bilder/Konica_2/PICT5856.JPG, aufgerufen am 25.6.2014)..... 48

Abb.17.: Weißer Senf (Brassica hirta)
(Quelle: http://www.plantsystematics.org/users/kcn2/6_14_05/2005_06_14_up/ DSC_6281.JPG.24.jpg, aufgerufen am 25.6.2014) 48

Abb.18.: Küstenvegetation Shoreham Beach, England
(Quelle: http://4.bp.blogspot.com/_oEYHkds-q-Q/S-vcFdYturI/AAAAAAAACaQ/QS_Hn0pbLdU/s1600/093.JPG, aufgerufen am 12.7.2014) 50

Abb.20.: Alpenflora
(Quelle: http://www.bergfex.at/sommer/grossarltal/gasthof-hotel-schuetzenhof/, aufgerufen am 12.7.2014)..... 50

Abb.19.: Kalksteinvegetation mit Alpenleinkraut
(Linaria alpina)
(Quelle: http://de.academic.ru/pictures/dewiki/75/Kalkschuttflur.JPG, aufgerufen am 12.7.2014)..... 50

Abb.21.: PLU Berlin Versuchsdach
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/img/berlin_fig1a_lg.jpg, aufgerufen am 28.6.2014)..... 52

Abb.22.: UFA-Fabrik PV-Gründach:
(Quelle: http://www.berlin-spart-energie.de/fileadmin/user_upload/2012/Objekte/Ufa/Dach_Solar_1.jpg, aufgerufen am 28.6.2014) 52

Abb.23.: Prinzipskizze zur Stabilisierung von Substrat durch Holzrahmen auf Schrägdächern..... 53

Abb.24.: Wollziest (Stachys byzantina)
(Quelle: http://www.baumschule-horstmann.de/bilder/popup/byzantinischer-wollziest-m001703_w_0.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)..... 54

Abb.25.: Flussregenpfeifer (Charadrius dubius)
(Quelle: http://www.salzburg.gv.at/flussregenpfeiferweb.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)..... 62

Abb.26.: Kiebitz (Vanellus vanellus)
(Quelle: http://www.birdlife-zuerich.ch/fileadmin/files/images/medien/Kiebitz/Kiebitz-adult.jpg, aufgerufen am 25.6.2014) 62

Abb.27.: Feldlerche (Alauda arvensis)
(Quelle: http://cyberbirding.uib.no/photo/passerines/a_arvensis_01.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)..... 62

Abb.28.: Hausrotschwanz
(Phoenicurus ochruros)
(Quelle: http://www.vogelwarte.net/assets/images/vogelwarte/aktuelles/thema/hausrotschwanz/HAR_m.jpg, aufgerufen am 25.6.2014) 63

Abb.29.: Haussperling
(Passer domesticus)
(Quelle: http://www.vogelwarte.ch/assets/images/vogeldb/artbilder/700px/5250_1.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)..... 63

Abb.30.: Bachstelze (Mottacilla alba)
(Quelle: http://www.reuber-norwegen.de/RundeInfoVoegelBachstelze03.jpg, aufgerufen am 25.6.2014)..... 63

Abb.31.: Shaw‘s Cottages
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/img/london_fig1_lg.jpg, aufgerufen am 16.7.2014)..... 66

Abb.32.: Cannary Wharf London
(Quelle: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/invertebrates_full.html, aufgerufen

am 16.7.2014) 67

Abb.33.: Laban Center
(Quelle: http://worldgreenroofcongress.com/wp-content/uploads/2012/07/laban-centre.jpg, aufgerufen am 16.7.2014) 67

Abb.34.: Flechten-Moos-Dach
(Quelle: http://www.permies.com/t/29729/a/12587/148.JPG, aufgerufen am 18.7.2014) 68

Abb.35.: Brownfield
(Quelle: http://www.british-dragonflies.org.uk/sites/british-dragonflies.org.uk/files/Brownfield%20site_Buglife.jpg, aufgerufen am 28.6.2014) 70

Abb.36.: Brownroof
(Quelle: http://dustygedge.co.uk/wp-content/gallery/laban-view-09/late-july.jpg, aufgerufen am 28.6.2014) 70

Abb.37.: Augustenborg Botanical Roof Garden
(Quelle: http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2011/01/austen-borg-botanical-garden-9.jpg, aufgerufen am 10.7.2014) 74

Abb.38.: Rhyparkgebäudedach
(Quelle: http://www.greenroofs.com/projects/rhypark/rhypark1.jpg, aufgerufen am 10.7.2014) 75

Abb.39.: Philharmonie und Opernhaus, Bialystoc
(Quelle: http://en.ltt.com.pl/sites/default/files/imagecache/wide-944/_MG_1708_09_10_0.jpg, aufgerufen am 10.7.2014) 75

Abb.40.: Warschau Universitätsbibliothek Dach
(Quelle: http://www.urlaubs-gefluester.de/wp-content/uploads/2012/01/Warschau-Unibibliothek.jpg, aufgerufen am 10.7.2014) 76

Abb.41.: MA 22 Dachgarten Aufenthaltsbereich
(Juni 2014) 77

Abb.42.: MA 22 Detail Boden
(Juni 2014) 77

Abb.43.: MA 22 Detail Versuchsflächen
(Juni 2014) 77

Abb.44.: Vancouver Convention Center
(Quelle: http://www.vancouversun.com/business/5767752.bin?size=620x400, aufgerufen am 10.7.2014) 78

Abb.45.: Substrataufbau mit < 80 cm Reihenabstand der Paneele
(Quelle: Informationsblatt „Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen“, Brenneisen, S. 4) 83

Abb.46.: Substrataufbau mit > 80 cm Reihenabstand der Paneele
(Quelle: Informationsblatt „Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen“, Brenneisen, S. 4) 83

Abb.47.: Erich Kästner- Schule Langenfeld
(Quelle: Optigrün, Deutschland) 86

Abb.48.: Grund- und Hauptschule Unterensingen
(Quelle: Zinco, Deutschland) 88

Abb.49.: InCenter Landsberg am Lech
(Quelle: Zinco, Deutsch-
land)..... 89

Abb.50.: Basel Messedach Halle 1
(Quelle: http://www.congress.ch/~/media/congress/Images/Content/Newslet-
ter/02_14/Fotovoltaik/_MG_3586_web.ashx?fd=1, aufgerufen am 7.10.2014) 90

Abb.51.: Dach der Fair Energie GmbH Reutlingen
(Quelle: Zinco, Deutschland)..... 91

Abb.52.: „etrium“ Köln
(Quelle: www.energieagentur.nrw.de/_images/editor/ea/1_300_Etrium.jpg, aufge-
rufen am 10.7.2014)..... 93

Abb.53.: Münchner Technologiezentrum
(Quelle: Zinco, Deutschland)..... 94

Abb.54.: Kindertagesstätte Sonnenschein
(Quelle: http://www.loew.ag/images/referenzen/gruendach/kindergarten_04.jpg,
aufgerufen am 10.7.2014)..... 96

Abb.55.: UFA Kulturfabrik Berlin
(Quelle: http://www.berlin-spart-energie.de/fileadmin/user_upload/2012/Objekte/
Ufa/Dach_Solar_1.jpg, aufgerufen am 19.09.2014) 97

Abb.56.: Versuchsanlage IBLB Terrasse Überblick
(Juli 2014) 98

Abb.57.: Versuchsanlage IBLB Terrasse
(Juli 2014) 98

Abb.58.: Versuchsanlage IBLB Terrasse
(Juli 2014) 98

Abb.59.: Modellierte Substratbereiche unterschiedlicher Höhen
116

Abb.60.: Tonnendach mit Gräsern und Sukkulenten, Bonygasse, Wien
(Juli 2014) 116

Abb.61.: Steine am Extensivdach der Favouritenstraße, Wien
(Juli 2014) 116

Abb.62.: Strukturen am Robbitron, Wien
(Quelle: Eva Robausch, 2014)..... 116

Abb.63.: Wasser und Sand am Intensivdach MA 22, Wien
(Juli 2014) 116

9. Tabellenverzeichnis

Tab.1.: Parameter zur Steigerung von Biodiversität auf PV-Gründächern - ..... Gegenüberstellung der ÖNORM L1131 und SIA 312 35

Tab.2.: Überblick der Bildungsangebote im Fachbereich ..... Dachbegrünung und PV 112

10. Abkürzungsverzeichnis

ASK	Access to Sustainable Knowledge
BGBL	Bundesgesetzblatt
DBG	Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft
EFB	Europäische Föderation der Bauwerksbegrünung
EN	Europäische Norm
EOTA	European Organisation for Technical Assessment
ETA	Europäisch Technische Zulassung
EQF	European Qualifikation
FBB	Fachvereinigung Bauwerksbegrünung (Deutschland)
Fr.	Schweizer Franken
GRHC	Green Roofs for Healthy Cities
GRTE	Green Roofs Training Europe
IFBS	Institut für Brandschutz und Sicherheit
IGRA	International Green Roof Association
kWP	Kilowatt Peak
MA	Magistratsabteilung
ÖNORM	Österreichische Norm, herausgegeben von Austrian Standards Institut
PV	Photovoltaik
SGRI	Scandinavian Green Roof Institut
SFG	Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TOI	Transfer of Innovation
TU	Technische Universität
UE	Unterrichtseinheiten
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

VfB	Verband für Bauwerksbegrünung
WGIN	World Green Infrastructure Network
ZHAW	Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

11. Lebenslauf

Jasmin Reboukheh, Sparkassaplatz 7, 2000 Stockerau, Mobil: 0660 496 11 63, Mail: jasmin_reb@gmx.at

JASMIN MARIA REBOUKHEH
CURRICULUM VITAE

PERSÖNLICHES:

Geboren am 08.10.1985 in Wien

AUSBILDUNG:

2012 – 2014 **Universität für Bodenkultur Wien**
Masterstudium Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur mit Spezialisierung in

Naturschutz und Ökologie
Erholungsplanung
Schutzgebietsmanagement

Masterarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
„Biodiversität am Dach. [(Dach+Vegetation)+Photovoltaik]+Tiere"
Dr. Florin Florineth, DI Vera Enzi, Dr. Ulrike Pitha

2009 – 2012 **Universität für Bodenkultur Wien**
Bachelorstudium Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur

Bachelorarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
„Biopolymere als nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen im GaLaBau"
DI Leitner Christina

2005 – 2009 **Universität Wien**
Lehramtsstudium „Biologie und Umweltkunde" und „Haushaltsökonomie und Ernährung"

2005 **AHS Franklinstraße 21, Wien 21, Realgymnasium mit darstellender Geometrie**
Matura mit vertiefender Schwerpunktprüfung in Biologie und Umweltkunde.

PRAKTIKA/BERUFSERFAHRUNG:

Ok 2013-Dez 2013
die Umweltberatung. Fachbereich Ernährungsökologie und Öffentlichkeitsarbeit

Seit Okt 2012 projektspezifisch
Salbrechter Baumanagement GmbH. Fachbereich Wettbewerbe

Mai 2012-Sep 2012
Die Garten Tulln - NÖ Landesgartenschau, Planungs- und Errichtungs-GmbH

TÄTIGKEITEN NEBEN DEM STUDIUM:

- **Haller Mobil, Kranken- und Behindertentransport** – Telefonische Aufnahme und Einteilung der Fahrten, Konfliktbewältigung
- **Cafe & Konditorei Neubrand** - Service
- Rezeptionistin/Back Office Assistentin über die Firma **ISS Facility Services**:
  Caritas - Telefonvermittlung und Kundenbetreuung, Konfliktmanagement
  Hypo NOE Landesbank – Conference Service
  Ricoh Austria – Empfang und Post
  Österreichische Lotterien und Casinos Austria – Empfang
  Air Liquid – Portier

Jasmin Reboukheh, Sparkassaplatz 7, 2000 Stockerau, Mobil: 0660 496 11 63, Mail: jasmin_reb@gmx.at

SOMMERPRAKTIKA WÄHREND DER SCHULZEIT:

Austrian Airlines
Schrack BusinessCom AG
Bausparkasse

ZUSATZQUALIFIKATIONEN:

Sprachen	Deutsch. Muttersprache Englisch. Fließend Französisch. Basiskenntnisse
EDV	Microsoft Office, Adobe Indesign, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Auto CAD
Sonstiges	Führerschein B. Eigener PKW vorhanden

HOBBIES UND INTERESSEN:

Naturwissenschaften und Medizin, Botanik und Kräuterkunde
Angewandte Kunst, Malen, Zeichnen
Sport (Yoga, Kampfsport, Snowboarden, …)
Frischluftaktivitäten, Reisen