



Gebäudeoptimierung zur Klimaanpassung – Möglichkeiten und Grenzen von Fassadenbegrünung

Die Fassaden der Städte -
Zukunft einer nachhaltigen und grünen Entwicklung?

Bachelorthesis
Britt Reincke

Studiengang Stadtplanung
Hafencity Universität Hamburg

Gebäudeoptimierung zur Klimaanpassung – Möglichkeiten und Grenzen von Fassadenbegrünung

Die Fassaden der Städte -
Zukunft einer nachhaltigen und grünen Entwicklung?

Bachelorthesis

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science | Stadtplanung

Vorgelegt am Lehrstuhl Umweltgerechte Stadt - und Infrastrukturplanung
an der Hafencity Universität Hamburg

bei Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut (1. Prüfer) und
Michael Richter (2. Prüfer)

Vorgelegt von Britt Reincke
Matr.-Nr. 6030908
Hamburg, den 16.08.2017

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich vorliegende Bachelor-Thesis ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 16.08.2017
Britt Reincke

Danksagung

Auf diesem Wege möchte ich mich bei den Personen bedanken, die mich bei der inhaltlichen Bearbeitung dieser Bachelorarbeit wesentlich unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut
Michael Richter

Für die inhaltliche Unterstützung und Betreuung während des gesamten Bearbeitungszeitraums.

Mein weiterer Dank gilt den Interviewpartnern, die mich stets freundlich und mit umfangreichen Informationen versorgt haben.

Heiko Schmidt (Abteilung Engineering, Bäderland)
Prof. Ludwig Wappner (Allmann Sattler Wappner Architekten)
Dipl.-Ing. Jürgen Preiss (Magistratsabteilung 22 Umweltschutz Wien)

Andreas Lichtblau (90 Degreeen GmbH)
Marion Kreutner (Engineering Department Optigrün International AG)
Martin Bahsitta (Helix Pflanzensysteme)
Christina Seckinger (Vertiko GmbH)

Inhalt

1

EINLEITUNG _____ 6

- 1.1 Aktualität des Themas - Fassadenbegrünung im städtischen Kontext 6
- 1.2 Ziele der Arbeit 8
- 1.3 Methodisches Vorgehen 10

2

ANNÄHERUNG AN DAS THEMA _____ 12

- 2.1 Geschichtliche Einordnung -
 Von den Hängenden Gärten von Babylon zur Klimaanpassungsmaßnahme 12
- 2.2 Fassadenbegrünung in der Stadtplanung 14
- 2.3 Stand der Wissenschaft 15

3

ERGEBNISSE DER LITERATURRECHERCHE _____ 16

- 3.1 Aufbau der unterschiedlichen Fassadenbegrünungssysteme 16
- 3.2 Bautechnische Konstruktion 18
- 3.3 Die Bewässerung 19
- 3.4 Substrat und Substratersatz – Grundlage für vitale Pflanzenwände 21
- 3.5 Bepflanzung 23
- 3.6 Pflegemaßnahmen 25
- 3.7 Kosten (Kosten-Nutzen fassadengebundener Systeme) 26
- 3.8 Gebäudeoptimierung 28
- 3.9 Umfeldverbesserung 30

4

AUFBAU DER FASSADENGEBUNDENEN BEGRÜNUNG DER INSELPARKHALLE, WILHELMSBURG _____ 34

- 4.1 Vorstellung des Gebäudes 34
- 4.2 Bautechnische Konstruktion der Fassadenbegrünung 36
- 4.3 Bewässerung, Nährstoffzufuhr 38
- 4.4 Substrat 40
- 4.5 Bepflanzung 41
- 4.6 Pflege 43
- 4.7 Kosten 44
- 4.8 Probleme 44
- 4.9 Veränderungen und Nachsteuerungsmaßnahmen 45

5

AUFBAU DER FASSADENGEBUNDENEN BEGRÜNUNG AM GEBÄUDE DER MA 48, WIEN	46
5.1 Vorstellung des Gebäudes	46
5.2 Bautechnische Konstruktion	47
5.3 Bewässerung, Nährstoffzufuhr	48
5.4 Substrat	49
5.5 Bepflanzung	50
5.6 Pflege	51
5.7 Kosten	51
5.8 Probleme	52
5.9 Veränderungen und Nachsteuerungsmaßnahmen	52

6

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE - EFFEKTE DER FASSADENGEBUNDENEN BEGRÜNUNG - VERSUCH EINER QUANTITATIVEN ANALYSE	53
6.1 Gebäudeoptimierung der Inselfarkhalle durch die „Living Wall“	53
6.2 Verbesserung des nahen Umfeldes durch die „Living Wall“	55
6.3 Gebäudeoptimierung des Bürogebäudes der MA 48 durch die vorhandene Fassadenbegrünung	58
6.4 Verbesserung des nahen Umfeldes durch den „Grünen Pelz“ des Gebäudes der MA 48	61

7

VERGLEICH DER BEISPIELOBJEKTE ALS ZWISCHENFAZIT	63
---	----

8

DIE NUTZUNGSSTRATEGIE	70
8.1 Warum benötigt Hamburg eine „Fassadenbegrünungs-Strategie“?	70
8.2 Inhalt der Fassadenbegrünungs-Strategie	71

9

FAZIT - FASSADENGEBUNDENE BEGRÜNUNG, WEGWEISER FÜR EINE NACHHALTIGE STADT?	79
---	----

10

VERZEICHNISSE	82
---------------	----

11

ANHANG	90
--------	----

12

IMPRESSUM	117
-----------	-----

1. Einleitung

1.1 Aktualität des Themas - Fassadenbegrünung im städtischen Kontext

Der Klimawandel, eine weltweite Problematik, welche nicht nur einzelne Landstriche und Regionen betrifft, sondern jeden Kontinent und alle Lebewesen. Täglich berichten neue Schlagzeilen von Starkregenereignissen, Überschwemmungen und Hitzeperioden. Besonders stark sind Städte und Metropolen aufgrund ihrer hohen Dichte von oftmals verheerenden Klimaveränderungen betroffen.

Dabei stellen die Städte selbst eines der größten Probleme dar. Schon heute sind die Metropolen für ca. 80% aller Kohlendioxid-Emissionen verantwortlich, welche durch die Industrie, Müllentsorgung, den starken Verkehr und Wohnraum zustande kommen (vgl. Miller et al. 2012, S. 10). Dadurch verstärken Städte einerseits den Klimawandel, andererseits sinkt die Lebensqualität in Städten. Problematisch neben der starken Emissionsbelastung ist die extreme Lärmbelastung in Städten, welche durch die ungehinderte Reflexion des Schalls an den Fassaden der Gebäude entsteht (vgl. Pfoser 2016, S. 13) und für Menschen und andere Lebewesen zu einer gesundheitlichen Bedrohung werden kann. Eine der größten Herausforderungen bildet der sogenannte „heat island effect“ (Pfoser 2016, S.13). Bei diesem Effekt handelt es sich um städtische Hitzeinseln, welche durch die Erwärmung der Fassaden und Dächer entstehen. Durch fehlende Grünstrukturen kommt es zur Aufheizung der Gebäudehülle und diese Hitze wird am Abend in den Stadtraum zurückgegeben. Natürliche Abkühlungsprozesse können so nicht mehr stattfinden. Besonders in den Sommermonaten kommt es daher zu einem enormen Wärmeanstieg in der Stadt (vgl. Pfoser 2016, S. 13). Dieser Hitzeeffekt wird im Vergleich von der Stadt zum Umland deutlich. So kann

in Hamburg die Tiefsttemperatur in den Sommermonaten, nachts um bis zu 3 Grad wärmer sein als die im Umland. Für alte und kranke Menschen aber auch für Säuglinge und Kleinkinder stellt dieser Effekt besonders in den hochverdichteten innerstädtischen Quartieren eine Gefahr dar (vgl. Kruse et al. 2017, S. 9). Die Abb. 1 zeigt an welchen Orten in Hamburg erhöhte Temperaturen in den Sommermonaten herrschen.

Die Betrachtung der Bevölkerungsentwicklung in Städten zeigt jedoch, dass die Verdichtung der Städte und Metropolen noch weiter zunehmen wird. Schon heute lebt etwa die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, in Deutschland ist dieses Verhältnis von Stadt- und Landbevölkerung sogar noch extremer. Hier leben über 70% der Bevölkerung in Städten (vgl. Statista 2017).

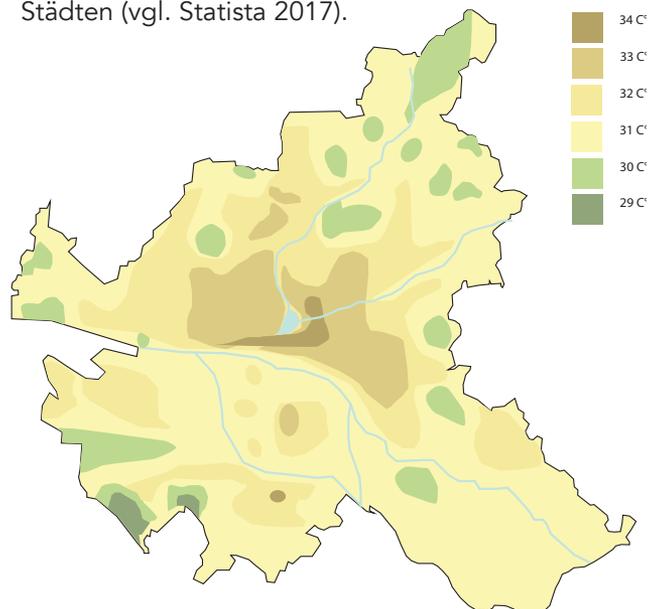


Abbildung 1: Hitzebildung in Hamburg
Quelle: Pro Stadtnatur, eigene Anpassung

Somit wächst neben der Einwohnerzahl der Großstädte Deutschlands, Europas und weltweit auch die Stadtstruktur und die Bebauung immer rascher. Ohne Gegensteuerung bedeutet dies eine Verstärkung der bisherigen Effekte.

Zudem steigt der Flächendruck in den Städten weiter an. Flächen für Grünstrukturen zur Erholung, als Lebensraum für Tiere und für die positive Beeinflussung des Mikroklimas müssen aufgrund der hohen Flächennachfrage durch Wohnnutzung, Gewerbe und Industrie weichen. Daher stellt sich schon lange die Frage, wie es möglich ist, für die steigende Bevölkerung in Ballungsräumen ein lebenswertes und attraktives Umfeld zu gestalten und das sensible ökologische Gleichgewicht im Einklang zu halten. Besonders wichtig ist hierbei die öffentliche Gesundheit, welche durch eben genannte Faktoren stark beeinträchtigt wird.

Für eine lebenswerte Stadtstruktur, in der Menschen gesund leben können, bedarf es jedoch einer quantitativ und qualitativ hochwertigen grünen Infrastruktur. Trotz weit verbreiteter Nachverdichtungsmaßnahmen zur Schonung der (Grün)Flächen, benötigen Städte weitere Grünräume, um dem Klimawandel entgegen zu wirken und diesen zu verringern. Die Gebäudebegrünung bietet dabei ein großes Flächenpotenzial. Sowohl auf den Dächern, als auch an den Fassaden bieten Gebäude die Möglichkeit zur extensiven oder intensiven Begrünung. Trotz des steigenden Flächendrucks am Boden kann die Grünstruktur in den Städten so weiterwachsen.

Hierbei spielte die Dachbegrünung in den letzten Jahren eine wichtige Rolle, extensive und intensive Dachbegrünung sind weit verbreitete Methoden, um Grünflächen zu generieren, die Wasserversickerung und Wasserverdunstung zu stärken und den Wärmeinsel Effekt zu verringern (vgl. Kruse et al. 2017, S. 37). Vor allem bei Neubaumaßnahmen wird die Dachbegrünung oftmals von vorne herein mitbedacht. Festsetzungen im Bebauungsplan können dies sogar rechtsverbindlich festlegen. In Hamburg wird mittlerweile die Dachbegrünung über die Hamburger Gründachstrategie finanziell gefördert.

Neben der Dachbegrünung gibt es eine weitere Gebäudebegrünungsmethode. Hierbei handelt es sich um die Fassadenbegrünung. Die Fassa-

denbegrünung ist bisher weniger erforscht als die Dachbegrünung, dennoch gibt es viele Studien, Hochrechnungen und Thesen zur Effizienz dieser Gebäudebegrünung. Zu unterscheiden ist in die bodengebundene- und in die fassadengebundene Begrünung. Wobei erstere weiter erforscht ist als die fassadengebundene Begrünung, hier ist die Forschung weitestgehend abgeschlossen (vgl. Roth-Klyer et al. 2014 S.6). Bodengebundene Begrünungssysteme sind die „herkömmliche“ Variante, welche bereits 600 v. Chr. das erste Mal dokumentiert wurde und als „Hängende Gärten von Babylon“ bekannt ist (hierzu im Kapitel 1.3 mehr). Dabei handelt es sich um Selbstklimmer, die mit Haftungsorganen ausgestattet sind wie Efeu, Wilder Wein oder Kletterhortensie (vgl. Preiss et al. 2010, S. 10). Diese Selbstklimmer sind bodengebunden und sprießen somit aus dem Erdreich. Mittels Rankhilfen wachsen diese Pflanzen an der Gebäudefassade empor. Die fassadengebundenen Begrünungssysteme hingegen stiegen in ihrer Präsenz erst in den letzten 10 Jahren.

Unter fassadengebundenen Begrünungssystemen, vertikalen Gärten oder „Living Walls“ (Roth-Klyer et al. 2014, S. 6) versteht man, „Begrünung, die keinen direkten Kontakt zum an das Gebäude angrenzenden Erdreich aufweist. Der Lebensraum der Pflanze mit ihren oberirdischen und unterirdischen Teilen befindet sich direkt an der Fassade.“ (Preis et al. 2013, S. 7) Das System der fassadengebundenen Begrünung ist autark und benötigt eine künstliche Bewässerung. Hier besteht der entscheidende Vorteil der fassadengebundenen Begrünung gegenüber der bodengebundenen Begrünung im städtischen Kontext. Aufgrund der stark versiegelten Bodenflächen ist eine bodengebundene Begrünung oftmals im urbanen Raum nicht möglich. Sollte am Gebäudefuß doch eine nicht versiegelte Fläche für Fassadenbegrünung zu finden sein, ist diese oftmals durch chemische und technische Belastungen als Lebensraum für Pflanzen nicht nutzbar (vgl. Pfoser 2016, S. 30.). Die fassadengebundene Begrünung als autarkes System stellt somit ein neues Potenzial im urbanen, hochverdichteten Raum dar, welches mit einer attraktiven Erscheinung einhergeht und somit auf großes Interesse seitens der Bevölkerung und der Forschung stößt (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung 2010, S. 16).

Grund für das große Interesse sind die positiven Effekte für die Gebäudenutzung und die Umwelt, welche der Fassadengebundenen Begrünung nachgesagt werden. Diese Effekte beinhalten unter anderem, eine Verbesserung des Mikroklimas, Wärmedämmung, Lärminderung, Gestaltung eines Lebensraums für Tiere und Kleinstlebewesen und Schutz der Bausubstanz (vgl. Preiss et al. 2013, S. 7-9). Aber auch wärmetechnische Effekte der Gebäudefassade werden genannt, wie die „Umwandlung einstrahlender Sonnenenergie in Biomasse,“ (Köhler, 2012 S. 108) oder „Kühlung durch aktive Verdunstung der Pflanzen“ (Köhler, 2012 S. 108). Ebenso spielen ästhetische Aspekte eine wichtige Rolle, da Grünstrukturen durch visuelle Reize, verbesserte Luftqualität und eine veränderte Wahrnehmung der Umwelt eine positive Wirkung auf den Menschen haben können, was zu einer Verbesserung der Gesundheit führen kann (vgl. Preiss et al. zitiert nach Haluza, 2013, S. 9-10). Die Ästhetik der Fassadengebundenen Begrünung spielt eine weitere wichtige Rolle im Kontext der Quartiersaufwertung. Durch die Steigerung der Attraktivität von Gebäuden durch Fassadenbegrünung können Quartiere eine neue Aufenthaltsqualität erlangen und so auch im weitesten Sinne die lokale Ökonomie an diesem Standort positiv beeinflussen (vgl. Preiss et al. 2013, S. 7).

Aufgrund des aktuellen Interesses und der eben kurz angerissenen, qualitativ festgestellten, positiven Effekte soll sich die vorliegende Bachelorthesis mit der Systematik der autarken Fassadengebundenen Begrünungssysteme beschäftigen und die Möglichkeiten sowie Grenzen dieser Systeme im Hinblick auf die Klimaanpassung und Gebäudeoptimierung untersuchen.

Zunächst folgt nun jedoch die Vorstellung des Forschungsziels und der Forschungsfragen. Anschließend erfolgt die Einführung der Methodik, um einen Überblick über das Vorgehen dieser Bachelorarbeit zu geben. Der thematische Einstieg erfolgt anschließend mit einem kurzen geschichtlichen Rückblick der Fassadenbegrünung im Laufe der Jahrhunderte.

1.2 Ziele der Arbeit

Die Bachelorthesis wird sich, wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, übergeordnet mit Fassadengebundenen Begrünungssystemen beschäftigen. Bodengebundene Systeme werden nur aus Vergleichszwecken betrachtet. Durch die Aktualität des Themas der Klimaanpassung durch Fassadenbegrünung und die Vielzahl der daraus resultierenden Dokumentationen, Arbeiten und Forschungen ergeben sich für diese Bachelorarbeit folgende Forschungsfragen:

Wie sinnvoll und effektiv sind Fassadengebundene Begrünungssysteme im urbanen Raum trotz enormer Kosten? Welche positiven Effekte sind für die Gebäudeoptimierung und die Umfeldverbesserung in der Realität messbar?

Um diese Forschungsfragen beantworten zu können, wird sich die Arbeit einer quantitativen Untersuchung zweier Fassadengebundenen Begrünungssysteme annähern. Als Untersuchungsobjekt dient hierfür hauptsächlich die „Living Wall“ in Hamburg, Wilhelmsburg an der Inselparkhalle. Diese wurde im Rahmen der IBA 2013 mit dem Bau der Inselparkhalle fertiggestellt.

Um die Untersuchungen mit einem umfangreichen Informationsgehalt anzureichern, wird ein weiteres Untersuchungsobjekt herangezogen. Bei diesem Objekt handelt es sich um das Bürogebäude der MA 48 (Magistratsabteilung 48) in Wien. Das Gebäude ist fast ausschließlich mit einem Fassadengebundenen Begrünungssystem bedeckt und dient der BOKU (Universität für Bodenkultur Wien) als Untersuchungsobjekt/ Forschungsprojekt (vgl. Preiss et al. 2017, S.22). Die Wahl des zweiten Untersuchungsobjekts fiel dabei auf das Bürogebäude der MA 48, da Österreich und allen voran Wien im Vergleich sehr fortschrittlich im Umgang mit Fassadenbegrünung wirkt. Außerdem fand die Fertigstellung der Fassadenbegrünung im September 2010 statt und weist somit eine längere Laufzeit auf, als die der „Living Wall“ in Wilhelmsburg. Über dies hinaus handelt es sich bei dem Gebäude der MA 48 um ein Bürogebäude, an welches andere Anforderungen als an eine Sport- und Schwimmhalle

gestellt werden.

Durch die Analyse und Auswertung von Daten beider Beispielobjekte wird das übergeordnete Forschungsziel, die Erarbeitung einer Nutzungsstrategie für Fassadengebundene Systeme in Hamburg sein. Im Fokus steht dabei die Untersuchung der „Living Wall“ in Wilhelmsburg, als eines der wenigen Fassadengebundenen Begrünungssysteme in Norddeutschland und Hamburg. Hierbei geht es vor allem um die Untersuchung der Funktionsweise sowie technischen Gegebenheiten der zwei ausgewählten Systeme, um ein Verständnis für die Wirkungsweise zu erhalten. Die quantitative Bestätigung oder Widerlegung der qualitativ angenommenen Effekte ist ein weiterer Forschungsschritt. Hierbei ist ebenfalls zu klären, welche Vorteile durch Fassadengebundene Begrünung in der Realität auftreten und zu verzeichnen sind. Besonders häufig werden positive Effekte auf den Energiehaushalt des Gebäudes sowie auf die Umwelt genannt. Die Untersuchung der Gebäude soll zum Ziel haben, zu überprüfen, wie hoch diese Einsparungspotenziale und wie stark die Einflüsse auf die Umwelt in der Realität sind.

Neben der Überprüfung der Auswirkungen von Fassadengebundenen Begrünungssystemen ist ein weiterer Schritt die Überprüfung der Übereinstimmungen oder Veränderungen, der beim Bau und bei der Planung entstandenen Zielvorstellungen, mit den Tatsächlichen. Dies soll passieren, um zu erfahren, inwieweit die Erwartungen an die Fassadenbegrünungssysteme mit der Realität übereinstimmen.

Grünstrukturen in der Stadt sind nicht nur für Menschen enorm wichtig, sondern dienen auch Tieren und Kleinstlebewesen als Lebensraum. Daher ist es wichtig, zu überprüfen, ob Fassadenbegrünungssysteme einen neuen Lebensraum darstellen und gemeinsam mit anderen Grünstrukturen wie Parks die Biodiversität fördern.

Darüber hinaus stellen Fassadenbegrünungen und vor allem Fassadengebundene Begrünungssysteme eine Veränderung der Gebäudeerscheinung dar, daher ist ein weiteres Ziel, durch Gespräche herauszufinden, welche Wirkung Fassadenbegrünungs-

systeme auf Besucher, Anwohner und Berufstätige haben.

Bei den Untersuchungsobjekten handelt es sich, wie bereits erwähnt, um unterschiedliche Gebäudetypen, zum einen um ein Bürogebäude und zum anderen um eine Sporthalle. Beide Gebäudetypen haben unterschiedliche Funktionen inne und müssen somit auch unterschiedlichen Ansprüchen genügen, weshalb der Aufbau differenziert gestaltet ist. Zu klären ist daher, welche unterschiedlichen Auswirkungen und Effekte bei den Gebäudetypen zu erkennen sind. Ziel ist es hier, darstellen zu können, bei welchen Gebäude- und Fassadentypen eine Fassadengebundene Begrünung am sinnvollsten ist.

All diese untergeordneten Schritte und Ziele sollen das übergeordnete Forschungsziel dieser Bachelorarbeit, die Entwicklung einer langfristigen Nutzungs- und Unterhaltungs-Strategie für die hier behandelten Typen der Fassadenbegrünung, unterstützen.

Die zu erzielenden Inhalte dieser Nutzungsstrategie/Leitbild beinhalten Aspekte der Effektivitätssteigerung und Wirkungsweise sowie eine Steigerung der ökonomischen Ziele, der Kostenreduktion durch Einsatz der richtigen Pflanzen und Anwendung von passenden Pflegemaßnahmen. Die Auswertung von aufgetretenen Problemen während des bisherigen Lebenszyklusses der Systeme soll für Erkenntnisse der Nutzungsstrategie verwendet werden. Anhand der analysierten Beispielobjekte sollen Möglichkeiten und Grenzen der Fassadenbegrünung aufgezeigt werden und dargestellt werden, inwieweit eine Klimaanpassungsmaßnahme auch die Gebäudeoptimierung positiv beeinflussen kann.

Die Nutzungsstrategie soll über dies hinaus Aufschluss über den gezielten Einsatz von Fassadenbegrünungssystemen in Hamburg geben. Der Vergleich der beiden Begrünungssysteme und die daraus resultierenden Ergebnisse, können die Entwicklung einer Nutzungsstrategie für Fassadengebundene Begrünungssysteme in Hamburg untermauern.

In den folgenden Kapiteln soll sich diese Bachelorthesis nun der Beantwortung der Kernfragen widmen.

1.3 Methodisches Vorgehen

Für die Beantwortung der Forschungsfragen sind unterschiedliche methodische Schritte notwendig, welche aufeinander aufbauen und im folgenden Kapitel kurz vorgestellt werden.

Zu Beginn des methodischen Vorgehens dieser Arbeit stand zunächst eine Literaturrecherche. Die Literaturrecherche dient dem ersten Überblick über die Thematik der Fassadenbegrünung. Zudem sollen durch die Literaturrecherche bisherige Untersuchungen im europäischen Kontext auf die „Living Wall“ in Wilhelmsburg angewendet werden. Auch aus Untersuchungen und Studien von anderen Kontinenten mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen sollen Erkenntnisse für eine effektive Nutzungsstrategie gewonnen werden.

Die Literaturrecherche umfasst dabei unterschiedlichste Quellen, dazu zählen online Dokumente, Bücher, Studien, Forschungsarbeiten, Dissertationen und Masterarbeiten sowie Forschungsunterlagen. Inhaltlich stützt sich die Literaturrecherche zum großen Teil auf allgemeine Untersuchungen und Erhebungen zum Thema der Fassadenbegrünung. Diese Quellen sind oftmals dann weiter spezialisiert auf fassadengebundene Begrünung. Andere Quellen beschäftigen sich inhaltlich mit der allgemeinen Gebäudebegrünung oder ausschließlich mit der Systematik der fassadengebundenen Begrünung. Literatur, die vor ca. 10 – 20 Jahren erschien, behandelt hauptsächlich die allgemeine Fassadenbegrünung, aktuelle Literatur ist hingegen wesentlich spezieller und unterscheidet deutlich in fassadengebundene und bodengebundene Begrünung. Hier wird die aktuelle Steigerung des Interesses an der Systematik der fassadengebundenen Begrünung der letzten Jahre deutlich.

Um über die Praxisbeispiele der Inselparkhalle in Wilhelmsburg, Hamburg und der MA 48 in Wien Hintergrundinformationen zum Aufbau und der Funktionsweise der Systeme zu erhalten, erfolgte ebenfalls eine Literaturrecherche zu beiden Gebäuden. Hierbei handelt es sich jedoch um eine online Recherche und Auswertung der zugesandten Literatur durch Interviewpartner und

kontaktierte Fachleute.

Neben der Literaturrecherche wurde eine Fotodokumentation der Veränderungen der Vegetation an den Begrünungselementen der Inselparkhalle durchgeführt. Diese Fotodokumentation erfasst alle zwei bis drei Wochen, die äußerlich erkennbaren Veränderungen der Pflanzen, wie das Wachstum oder Pflanzenausfälle. Die Auswertung des Fotomaterials wurde mithilfe einer visuellen Schätzung des Deckungsgrades der Fassadenbegrünung durchgeführt (Traxler, 1998, S. 102). Neben den Ergebnissen der Literaturrecherche können so, beobachtete Erkenntnisse über den Bewuchs, mit in die Bachelorthesis einfließen.

Einen weiteren Baustein der Methodik bilden Experten Interviews. Dabei handelt es sich einerseits um Telefoninterviews, welche aufgrund der Entfernung der Interviewpartner nicht persönlich stattfinden konnten und andererseits um persönliche Interviews. Die Interviews wurden mit unterschiedlichen Akteuren der Fassadenbegrünungsthematik geführt. Wichtig waren vor allem Interviews mit den Gebäudebetreibern der beiden Untersuchungsobjekte sowie den Herstellern und Pflegeunternehmen dieser expliziten Systeme. Ziel dieser Interviews war, Erkenntnisse über die Wahl der Begrünungssysteme, Probleme bei Montage und Pflegemaßnahmen sowie den Aufbau der Systeme zu erhalten. Um einen vertiefenden Einblick in die Funktionsweise und den Entwicklungsstand der heutigen Technik der fassadengebundenen Begrünungssysteme zu erhalten, wurden weitere Interviews mit Systemherstellern geführt. Bei den ausgewählten Systemherstellern handelt es sich zufällig um Hersteller, die auch bei der Wahl des Systems an der Wilhelmsburger Inselparkhalle eine Rolle spielten. Bei den Interviews handelt es sich um qualitative Experten Gespräche, zur Beantwortung expliziter Fragen. Die Auswertung der Interviews ist sinngemäß erfolgt, d.h. eine Transkription des genauen Wortlautes fand nicht statt, hingegen aber eine sinngemäße Wiedergabe der Interviews.

Da die Fassadenbegrünung des Gebäudes der MA 48 als Untersuchungsobjekt der BOKU (Universität für Bodenkultur) dient, fand eine Kontaktaufnahme zu dieser Forschungseinrichtung stattfinden, um Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich der Gebäudeoptimierungspotenziale und mikroklimatischen Auswirkungen zu erhalten.

Abschließend folgte eine Analyse der recherchierten und erhaltenen Daten. Dabei geht es vor allem um eine Interpretation der Forschungsergebnisse und eine Übertragung, sowie Anwendung auf eine Hamburg spezifische Nutzungsstrategie für fassadengebundene Begrünungssysteme.

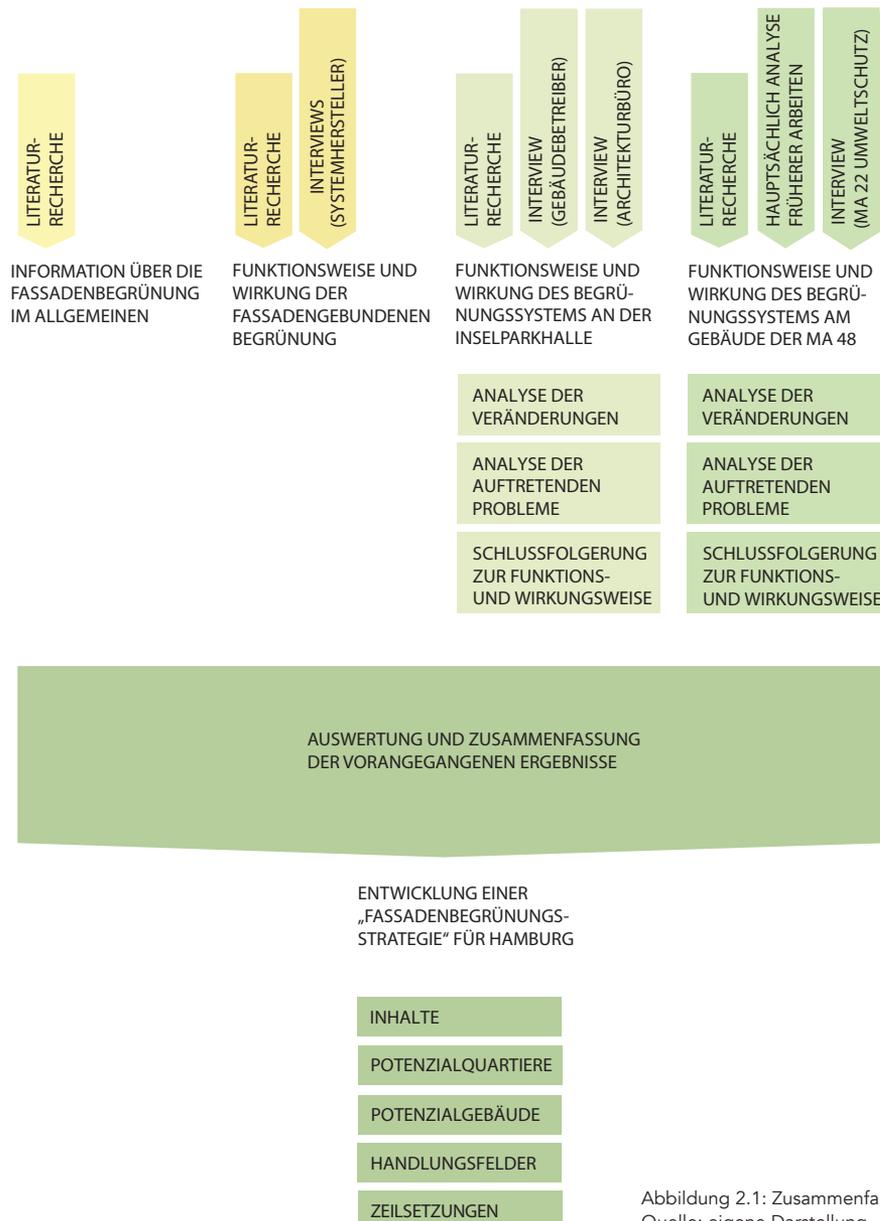


Abbildung 2.1: Zusammenfassung des Vorgehens
Quelle: eigene Darstellung

2. Annäherung an das Thema

Um inhaltlich in die Thematik der Fassadenbegrünung einzusteigen, werden zunächst unterschiedliche Aspekte betrachtet. Begonnen wird hierbei mit einem kurzen geschichtlichen Überblick der Fassadenbegrünung im Wandel der Zeit und der Nutzung. Der thematische Einstieg dient dazu, die Aktualität der Fassadenbegrünung zu verstehen, zu erkennen und welche Rolle die Stadtplanung in diesem Kontext spielt, sowie einen Überblick über den Stand der Wissenschaft und Technik zu geben.

2.1 Geschichtliche Einordnung - Von den Hängenden Gärten von Babylon zur Klimaanpassungsmaßnahme

Die Fassadenbegrünung in ihrer heutigen Form und Vielfalt hat eine sehr lang zurück reichende Geschichte vorzuweisen. Eine kurze Einordnung dieser Entwicklung ist sinnvoll, um zu verstehen, aus welchen Gründen die Begrünung von Bauwerken vorgenommen wurde und welche Funktionen Bauwerks-Begrünung im Laufe der Jahrhunderte inne hatte.

Die erste Überlieferung eines begrünten Bauwerks stellen wohl die Hängenden Gärten von Babylon dar, welche ca. im Jahr 600 v. Chr. entstanden (vgl. Köhler 1993, S.54).

Diese erste Erwähnung einer Gebäudebegrünung unterscheidet sich zwar im Hinblick auf Wuchsrichtung, Pflanzenauswahl und Nutzen sehr stark von heutiger Fassadenbegrünung, dennoch zeigt diese Überlieferung, dass schon 600 Jahre vor Christus sich Menschen mit der Begrünung von Bauwerken beschäftigt haben. Auch die Grabmäler der alten Ägypter zeigen den Anbau von Wein.

Durch eine Vielzahl von Überlieferungen der Hochkulturen des Mittelmeer-Raums weiß man, dass hier Kletterpflanzen aufgrund des milden Klimas eingesetzt wurden und durch die idealen klimatischen Bedingungen gut wuchsen. Auch im alten Griechenland war die Gartenkunst hoch angesehen (vgl. Köhler 1993, S.55).

Mit den Jahrhunderten entwickelte sich auch in Mitteleuropa eine solche Gartenkunst. Die Gartenkunst war jedoch ausschließlich dem Adel vorbehalten.

Daher diente die Funktion der Begrünung von Pergolen und Durchgängen vor allem dem Sichtschutz und der Nahrungsmittelbeschaffung (vgl. Köhler 1993, S.56).

Durch die großen Entdeckungsreisen um 1400 wurden erstmals Pflanzen von anderen Kontinenten nach Europa gebracht, wodurch vielfältige Gärten und bepflanzte Mauern entstanden (vgl. Köhler 1993, S.57). Die Kletterpflanzen erfüllten zur damaligen Zeit einen rein dekorativen Aspekt und wurden Ende des 18. Jahrhunderts auch vom Bürgertum verwendet. Dabei wurden jedoch nur Mauern und Pergolen begrünt, Begrünung von Häusern ist kaum zu finden, da die Architektur im Vordergrund stehen sollte. Ästhetische Aspekte durch Begrünung standen im Vordergrund, aber auch die Nahrungsproduktion und die Erholung in der Natur spielten eine Rolle (vgl. Köhler 1993, S. 71).

Ende des 19. Jahrhunderts folgte dann auch die Begrünung von Wohnhäusern in ganz Deutschland (vgl. Köhler 1993, S. 61). Bereits hier wurden die nützlichen Effekte der Fassadenbegrünung erkannt und so wurde die Begrünung hauptsächlich für den Schutz von Bauteilen genutzt. Die Begrünung hielt die Mauerwerke trocken und bot Schutz vor zu hoher Sonneneinstrahlung und Verwitterung. Außerdem ließen sich durch die Bauwerksbegrünung Fassadenkosten einsparen und Insekten fernhalten (vgl. Pfoser 2016 S. 39-40).

Ab dem 20. Jahrhundert ist die Begrünung von Pergolen, Gartenbauwerken und einfachen Gebäuden in ganz Europa und in allen sozialen Schichten vertreten. In den Städten werden erstmals auch mehrgeschossige Gebäude begrünt, hier werden begrünte Fassaden als Verbindung von Beeten und Rasenflächen mit dem Gebäude gesehen (vgl. Köhler 1993, S61). Die Fassadenbegrünung wurde nun verstärkt in die Architektur aufgenommen und diente auch als „Ausdruck der Gartenkunst“ (vgl. Pfoser 2016 S.40)

Neben der Betonung der Architektur durch Fassadenbegrünung entdeckte man schon früh die Verschattungsfunktion von Pflanzen in wärmeren Ländern und die Wärme-Speicherungsfunktion in kälteren Klimazonen (vgl. Köhler 1993 S.71). Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts erfuhr die Fassadenbegrünung eine ganz neue Thematik. Durch den Verständniswandel der 70er Jahre und die veränderte Wahrnehmung von erneuerbaren und fossilen Energieträgern und der Thematik der „Umweltverantwortung“, erhielt die Fassadenbegrünung eine nachhaltige Gewichtung. Forschungen im Bereich der Klimaveränderung, Lärm- und Feinstaubbelastung wurden verstärkt durchgeführt (vgl. Pfoser 2016, S.41). In der Stadtplanung und Architektur äußert sich diese Entwicklung in alternativen Bauweisen und dem Bauen mit nachhaltigen Materialien.

Der Anfang unseres jetzigen Jahrhunderts ist auch der Beginn neuer Fassadenbegrünungs-Systeme und einer neuen Präsenz der Thematik Fassadenbegrünung. Der Klimawandel und seine ungeahn-

ten Folgen werden erstmalig verstärkt deutlich und lassen die Brisanz des Themas der Klimaanpassung steigen. Mitte der 90er Jahre und Anfang der 2000er entwickelte Patrick Blanc seine ersten „living Walls“ für den Außenraum, welche den Beginn der fassadengebundenen Begrünungssysteme darstellen (vgl. Pfoser 2016, S.42). Neben Bereichen wie der Forschung, Architektur und Stadtplanung werden nun auch Marketingbereiche von der Fassadenbegrünung berührt, um diese für Werbezwecke zu nutzen (vgl. Pfoser 2016, S.43). Heute ist die Fassadenbegrünung vielfältig und vielseitig. Neben der klassischen bodengebundenen Begrünung gibt es nun viele unterschiedliche Begrünungssysteme. Die Erforschung dieser Begrünungssysteme ist in den letzten 15 Jahren ebenfalls angestiegen aufgrund der Potenziale, die sie in hochverdichteten Stadtquartieren bieten.

Zu erkennen ist somit, dass in allen Jahrhunderten die Ästhetik durch Fassadenbegrünung und die Rückbringung der Natur zum Menschen eine wichtige Rolle spielen. Der Wunsch nach Natur und der Entspannung in der Natur ist somit all gegenwärtig. Auch dieser Aspekt ist noch heute einer der Gründe, weshalb Fassadenbegrünung von vielen Menschen als angenehm und ansprechend wahrgenommen wird. Auch die nützliche Seite der Fassadenbegrünung wurde früh erkannt. Der Aspekt der Nachhaltigkeitssteigerung von Gebäuden und die Klimaanpassung sowie der Klimaschutz sind jedoch Aspekte, welche erst in der heutigen Zeit neue Ansätze verfolgen und die Fassadenbegrünung daher zu einem hoch aktuellen Thema und Forschungsfeld machen.

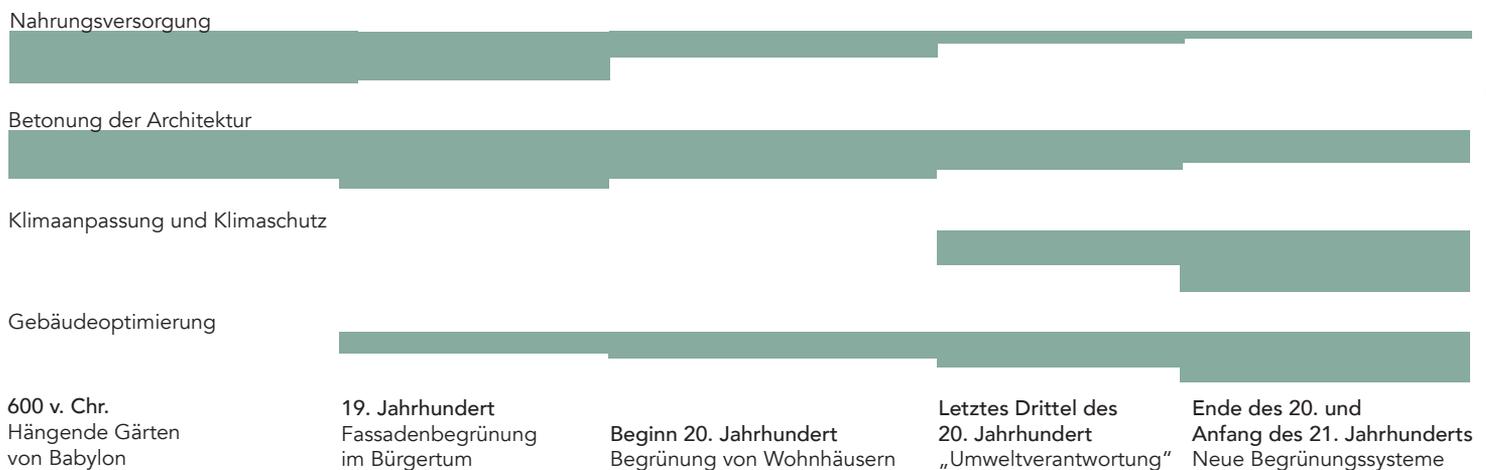


Abbildung 2.2: Veränderte Funktion der Fassadenbegrünung
Quelle: eigene Darstellung

2.2. Fassadenbegrünung in der Stadtplanung

Vor allem die Stadtplanung nimmt sich der Thematik der Fassadenbegrünung vermehrt an. Die Stadtplanung versucht, räumliche und soziale Strukturen zu schaffen, welche die Entwicklung der Stadt nachhaltig beeinflussen sollen. Daher nähert sich die Stadtplanung der Fassadenbegrünung auf zwei Ebenen.

Zum einen versucht die Stadtplanung, eine attraktive Gestaltung für Städte und Quartiere zu entwickeln, um ein lebenswertes Umfeld für die Menschen zu schaffen. Hier spielen viele Aspekte hinein, die eine Stadt lebenswert machen. Ganz entscheidend jedoch ist die Qualität und Quantität grüner Infrastruktur. Unter grüner Infrastruktur wird ein geplantes Netzwerk aus natürlichen und naturnahen Flächen verstanden. Dies soll zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität beitragen (vgl. Bundesamt für Naturschutz). Für viele städtische Bewohner ist ein grünes Quartier oder Umfeld ein wichtiges Kriterium für die Wohnortwahl. Die starke Nutzung der Grünflächen in Hamburg und anderen Städten, aber auch die Aneignung von Brachflächen, wie beispielsweise das Tempelhofer Feld in Berlin zeigen die Sehnsucht nach Grün in der Stadt (vgl. Eyink et al. 2015, S.9). Die Fassadenbegrünung in jeglicher Form ist ein Teil dieser grünen Infrastruktur. Hier hat die Stadtplanung daher die Aufgabe, durch die Entwicklung von Begrünungsstrategien, Quartiere attraktiver und lebenswerter zu gestalten. Auch die Fassadenbegrünung kann zu einem identitätsstiftenden Element werden (vgl. Pfoser 2016, S.104). Häuser können durch die Fassadenbegrünung optisch aufgewertet werden und neue Anziehungspunkte im Quartier bilden (vgl. Pfoser 2016, S.104). Die Stadtplanung hat dabei die Aufgabe, Einzelmaßnahmen wie die Fassadenbegrünung, weiter in den Blick der Politik zu rücken.

Zum anderen hat die Stadtplanung die Aufgabe, Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen auf die Stadt anzuwenden. Auch hier rückt die Fassadenbegrünung wieder in das Blickfeld der Stadtplanung. Inwieweit Fassadenbegrünungen als Klimaanpassungsmaßnahmen agieren können, soll diese Bachelorarbeit am Ende beantworten. Klar ist

jedoch, dass die Stadtplanung Konzepte zu Klimaanpassung und -schutz entwickelt, bei der die Gebäudebegrünung bereits eine wichtige Rolle spielt. Dabei müssen Lösungen für die stark verdichteten innerstädtischen Quartiere gefunden werden, um Problematiken wie die der Feinstaubbelastung, Lärmbelastung und Bildung von Hitzeinseln entgegen zu wirken. Einen Lösungsansatz könnten unter anderem die Fassadenbegrünungen darstellen. Rechtliche Festsetzungen können ein Weg zur Bewältigung der entstandenen Probleme sein. Das Beispiel der Dachbegrünung, welche in Bebauungsplänen rechtlich festgesetzt werden kann, verdeutlicht am Beispiel der Stadt Hamburg, welche Wirkungen Festsetzungen haben können. Hier ist die Stadtplanung somit aktiv mit der Gebäudebegrünung und zwangsläufig auch mit der Fassadenbegrünung verwoben. Auch die Aufklärungsarbeit im Hinblick auf Möglichkeiten zur Verbesserung des mikro- und städtischen Klimas liegt bei der Stadtplanung.

Enge Verflechtungen zwischen Stadtplanung und Fassadenbegrünung sind somit erkennbar. Für die spätere Erarbeitung einer Nutzungsstrategie für fasadengebundene Begrünungssysteme ist es somit wichtig, zu sehen, bei welchen Punkten die Stadtplanung einwirken kann.

2.3 Stand der Wissenschaft

Im folgenden Kapitel soll der Stand der Wissenschaft von Fassadenbegrünung und im speziellen von der fassadengebundenen Begrünung vorgestellt werden. Dieser Schritt ist essentiell, um die Systematik und den Stand der ausgewählten Untersuchungsobjekte der Wilhelmsburger Inselparkhalle und des Gebäudes der MA 48 in Wien zu verstehen. Ebenso soll durch diese kurze Analyse deutlich werden, an welchem Punkt der Wissenschaft die Bachelorarbeit anknüpft.

Zunächst ist zu sagen, dass der Forschungs- und Wissensstand der bodengebundenen Begrünung hinsichtlich „Bau- und vegetationstechnischer Fragestellung“ (Roth-Klyer et al. 2014, S.6) weitgehend abgeschlossen ist. Ebenfalls besteht eine gute Wissensdokumentation hinsichtlich der Feinstaubbindung (vgl. Köhler zitiert nach Hancvencl 2013, S.10) und der positiven Beeinflussung des Mikroklimas vor allem bei der Kühlung der Umgebungsluft durch Verdunstung (vgl. Pfoser 2016, S. 45). Der Grund für diese umfangreichen Forschungsprozesse und den guten Forschungsstand ist vor allem mit dem recht langen Zeitraum, in dem die bodengebundene Fassadenbegrünung untersucht wurde, zu erklären.

Anders sieht jedoch der Wissensstand bei fassadengebundenen Begrünungssystemen aus. Wie bereits in Kapitel 1.3 erwähnt, ist die Systematik der fassadengebundenen Begrünung für den Außenraum Mitte der 90er - Anfang der 2000er entwickelt worden. Daher gibt es bisher kaum Langzeitstudien, welche quantitativ fundierte Aussagen erlauben würden (vgl. Köhler 2012, S. 132). Zudem beruht der heutige Wissensstand vor allem auf Modellversuchen, welche an fassadenähnlichen Objekten durchgeführt wurden. Beispiele solcher Versuche sind zum einen die Machbarkeitsstudie „Vertikaler Garten am Palmengarten“ Frankfurt/Main, in welcher vier Systeme von unterschiedlichen Anbietern auf ihre Funktionsweise getestet wurden (vgl. Roth-Klyer et al. 2014, S.6). Und zum anderen das Forschungsprojekt „Grünstadtklima“, bei dem drei unterschiedliche fassadengebundene Systemtypen im Hinblick auf ihre mikroklimatische Wirkung getestet

wurden (vgl. Hancvencl 2013, S. 5). Grundsätzliche Wirkungen dieser Systeme können somit aufgezeigt werden, jedoch herrschen an realen Fassaden im urbanen Raum andere klimatische Bedingungen, welche bei solchen Modellversuchen nicht in aller Konsequenz mit einbezogen werden können.

Eine Vielzahl von Forschungen bezüglich der Pflanzenauswahl und Auswirkungen von fassadengebundener Begrünung werden seit längerem in Asien durchgeführt, da hier ideale Bedingungen für Pflanzen im Außenraum herrschen. Diese Ergebnisse können jedoch aufgrund der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen nicht ohne weiteres übertragen werden. Hinsichtlich dieser Thematik weist Köhler in seinem Buch „Handbuch Bauwerksbegrünung - Planung-Konstruktion-Ausführung“ ebenfalls auf den Forschungsbedarf „hinsichtlich der langfristigen Eignung der Arten unter [bestimmten] Bedingungen in Reinkultur und in der Vergesellschaftung untereinander.“ (Köhler 2012, S. 138). Überdies hinaus besteht ein Forschungsbedarf ganz allgemein „im Bereich der Bau- und Vegetationstechnik, Materialeinsatz, Pflanzenverwendung, Installation, Pflege und Wartung“ (Roth-Klyer et al. 2014, S.6). Außerdem wurde während der Literaturrecherche erkannt, dass es keinerlei Aussagen und Untersuchungen hinsichtlich der idealen und effizienten Größe einer Fassadenbegrünung im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung gibt. In den Interviews mit Systemherstellern wurde deutlich, dass nur wenige der Hersteller Untersuchungen an ihren Systemen durchgeführt haben. Somit wird oft mit positiven Effekten geworben, die jedoch nur selten auch wissenschaftlich überprüft wurden. Die Analyse des Wissensstands in der Fassadenbegrünung zeigt somit deutlich, dass Teile dieser Thematik bereits grundlegend untersucht wurden, gerade aber die Überprüfung der mikroklimatischen Auswirkungen und Gebäudeoptimierungspotenziale von Fassadenbegrünung bedürfen noch gründlicher Prüfung.

Daher soll diese Bachelorarbeit genau hier ansetzen und versuchen, eine Überprüfung der häufig genannten positiven Effekte von fassadengebundener Begrünung zu bestätigen oder zu widerlegen.

3. Ergebnisse der Literaturrecherche

Um in die thematische Bearbeitung der Forschungsfragen einzuleiten, folgt nun ein Überblick über die unterschiedlichen Fassadenbegrünungssysteme, ihren Aufbau und Bestandteile der Systeme. Am Ende dieses Kapitel werden die recherchierten Umfeldverbesserungs- und Gebäudeoptimierungsfunktionen vorgestellt, welche es anschließend gilt, an den Beispielobjekten zu überprüfen. In diesem Kapitel werden Grundaussagen der Fassadenbegrünung durch eine umfangreiche Literaturrecherche dargestellt und diese Ergebnisse werden durch Aussagen der Interviewpartner (Systemhersteller) ergänzt.

3.1 Aufbau der unterschiedlichen Fassadenbegrünungssysteme

Zunächst ist die Vorstellung der aktuell gebräuchlichen Fassadenbegrünungen in Europa wichtig. Hierbei werden auch die bodengebundenen Systeme vorgestellt, aufgrund der in Kapitel 1 und Kapitel 4 genannten Gründe wird anschließend jedoch ausschließlich auf die fassadengebundene Begrünung eingegangen.

Es gibt eine Vielzahl von Begrünungsmöglichkeiten der Fassade mithilfe unterschiedlichster Systeme. Hierzu zählt zunächst die bodengebundene Begrünung. Zu unterscheiden ist in die Begrünung mit und ohne Kletterhilfen. Bei der Begrünung ohne Kletterhilfen handelt es sich um Pflanzen, die ohne menschliches Einwirken an Fassaden direkt ranken. Die Pflanzen sind Selbstklimmer und führen zu einem flächigen Bewuchs. (vgl. Pfoser 2016, S. 66). Die andere bodengebundene Variante wird ermöglicht durch den Einsatz von Kletterhilfen. Hierbei lässt sich der Bewuchs durch Kletterhilfen/Spaliere nach eigenen Wünschen leiten (vgl. Pfoser 2016, S. 66). Bei den Pflanzen handelt es sich um Ranker, Spreizklimmer und Schlinger (vgl. Pfoser 2016, S. 52).

Neben dieser traditionellen Fassadenbegrünung gibt es die wandgebundenen Begrünungssysteme, auf die nun genauer eingegangen werden soll. Auch hier ist wieder in verschiedene Systeme zu

unterscheiden. Zu unterscheiden ist nach Pfoser (2016) in Regalsysteme, modulare Systeme und flächige Konstruktionen. In den Regalsystemen werden Pflanzkübel verwendet, welche in die dafür vorgesehenen Systeme eingehängt werden. Aufgrund der Pflanzkübel ergibt sich eine „horizontale Vegetationsfläche“ (Pfoser 2016, S.66). Die Pflanzkübel werden mit einem Substrat befüllt, anschließend werden Pflanzen wie Stauden, Kleingehölze, Schlinger und Ranker eingesetzt (vgl. Pfoser S. 66). In Wien am Gebäude der MA 48 findet die Fassadenbegrünung ausschließlich durch ein Regalsystem mit Pflanzkübeln statt. Auch in Wilhelmsburg an der Inselfparkhalle werden unter anderem Pflanzkübel zur Begrünung verwendet.

Neben Pflanzkübeln sind an der Inselfparkhalle jedoch auch Pflanzmodule zu finden. Diese zählen zu den modularen Systemen, welche unterschiedliche Arten von Substrat aufweisen. Zum einen wird unterschieden in Systeme mit Substrat in Element-Einheiten, diese Elementeinheiten sind Körbe, Gabionen oder Kassetten (vgl. Pfoser 2016, S.66). Zum anderen gibt es substrattragende Rinnensysteme, sowie direkt begrünte Kunst- und Natursteinplatten, welche eine raue Oberfläche aufweisen und nährstoffhaltige Mattensysteme (z.B. Geovliese) (vgl. Köhler 2012, S. 131). Je nach Fassadenaufbau und Einsatzort ist eine entsprechende Variante zu

wählen. Pflanzen, die hier eingesetzt werden, gehören hauptsächlich zur Familie der Stauden, Kleingehölze und Moose, nur sehr selten werden Wurzelkletterer und Spreizklimmer eingesetzt (vgl. Pfoser 2016, S.66).

Ebenso wie die Pflanzen der modularen Systeme befinden sich auch die Pflanzen der flächigen Konstruktionen in einer senkrechten Vegetationsfläche. Die flächigen Konstruktionen bilden die dritte und letzte Variante der wandgebundenen Begrünung. Auch hier gibt es unterschiedliche Varianten. Zu unterscheiden ist in „Textil-Systeme, Textil-Substrat-Systeme, Metallblechsysteme mit Öffnungen zu [den] Vegetationsflächen und Direktbegrünung auf nährstofftragende[n] Wandschalen“ (Pfoser 2016, S.66). Bei der allgemeinen Pflanzenauswahl handelt es sich um dieselbe wie bei den modularen Systemen.

Als eine Mischform der eben genannten Systeme tritt eine Kombination aus Elementen der boden- und wandgebundenen Begrünungssysteme auf. Hierbei werden ähnlich wie bei den Regalsystemen Kübel oder andere Gefäße als Vegetationsfläche genutzt. Bei den Pflanzen handelt es sich jedoch um Schlinger, Ranker, Spreizklimmer und andere Rankpflanzen, die mithilfe von Kletterhilfen (wie bei der bodengebundenen Begrünung) (vgl. Pfoser 2016, S. 66) entweder am Gebäude hochwachsen oder hinunter. Auch diese Form der Fassadenbegrünung ist an der Inselfarkhalle installiert.

In der nachstehenden Grafik von Nicole Pfoser sind alle Begrünungsvarianten noch einmal aufgeführt.



Abbildung 3: Darstellung der unterschiedlichen Begrünungsvarianten
Quelle: Nicole Pfoser 2016, eigene Anpassung

3.2 Bautechnische Konstruktion

Um den Aufbau der fassadengebundenen Begrünungen weiter zu vertiefen, ist die Betrachtung der bautechnischen Konstruktion der Systeme wichtig. Daher folgt nun der Systemaufbau der drei genannten fassadengebundenen Begrünungsvarianten, sowie der Mischform.

Die Konstruktionen der fassadengebundenen Systemtypen variieren stark hinsichtlich des Aufbaus, der Materialien und der Anbringung. Auch von Seiten der Hersteller gibt es große Unterschiede. Dennoch gibt es Überschneidungen einzelner Elemente, welche ausschlaggebend für die Systeme sind. Hierbei handelt es sich zunächst um die Trägerkonstruktion des zu begrünenden Gebäudes. Eine solche Konstruktion ist essentiell für die Befestigung von Wandankern oder einer Unterkonstruktion, welche ebenfalls unumgänglich ist für die Anbringung der variierenden Substratträger. Abschließend ist eine Vorrichtung für die künstliche Bewässerung ebenfalls in jedem System integriert. Die beispielhaften Darstellungen in Abb. 4 bis 6 bilden jeweils einen der drei Fassadenbegrünungstypen ab, dabei handelt es sich jedoch nur um schematische Darstellungen nach Köhler (2012).

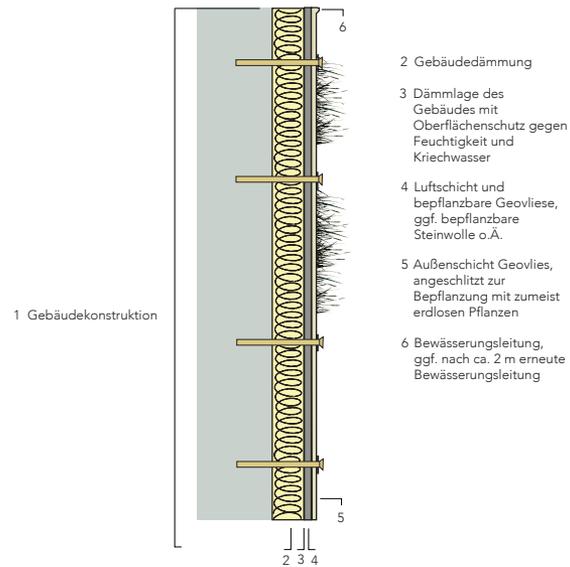


Abbildung 4: Schematische Darstellung eines flächigen Systems
Quelle: Köhler 2012, eigene Anpassung

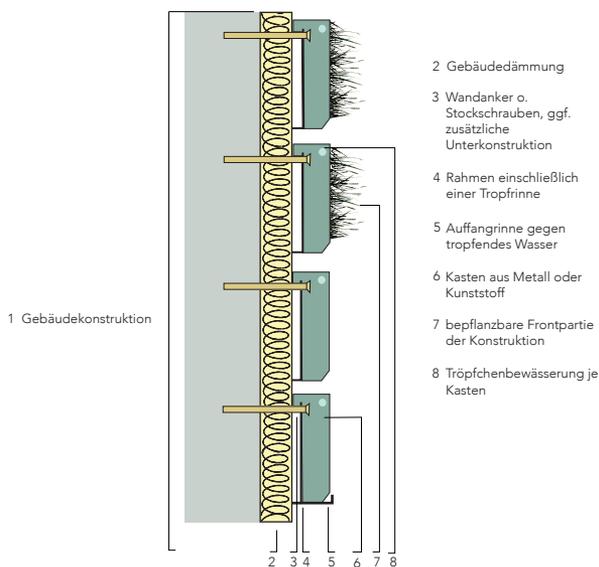


Abbildung 5: Schematische Darstellung eines modularen Systems
Quelle: Köhler 2012, eigene Anpassung

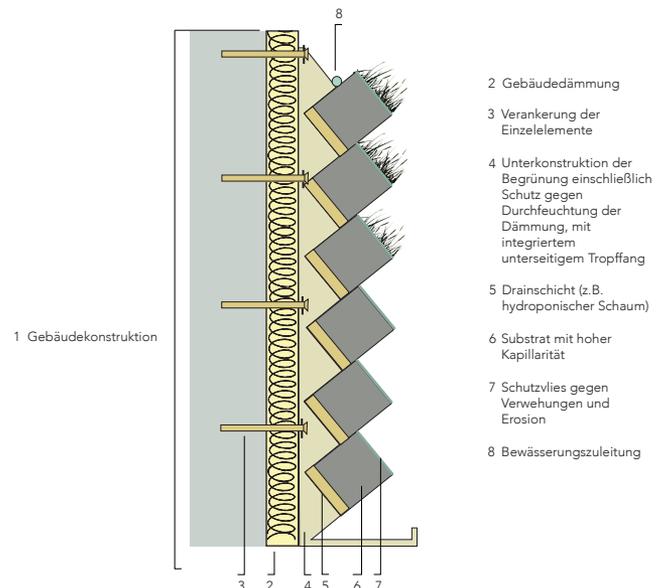


Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Regalsystems
Quelle: Köhler 2012, eigene Anpassung

3.3 Die Bewässerung

Wie eben bereits erwähnt, sind Vorrichtungen für die Bewässerung bei fassadengebundenen Begrü- nungssystemen enorm wichtig (vgl. Köhler 2012 S. 145). Aufgrund einer fehlenden natürlichen Bewäs- serung, welche durch die vertikale Ausrichtung der Systeme nicht zustande kommt, muss eine künstli- che Bewässerung diese Funktion übernehmen. An- ders als Pflanzen, die auf einer horizontalen Fläche wachsen, weist das Substrat der fassadengebunden- en Begrü- nung eine geringe Dicke aufgrund sta- tischer und ökonomischer Gründe auf (vgl. Preiss et al. 2013, S. 33). Dadurch ist die Wasserspei- cherungsfunktion dieser Substrate eingeschränkt, wodurch bei Trockenperioden das Substrat keine puffernde Wirkung übernehmen kann. Eine stän- dige Überwachung der Bewässerung ist daher un- umgänglich. Die Überwachung erfolgt meist durch Sensoren im Substrat und einer oftmals darauf auf- bauenden Fernüberwachung, per Kamera oder Vo- rortbegehung sowie Überprüfungen. Viele der Sys- temhersteller wiesen im Interview darauf hin, dass auch Kombinationen aus diesen Überwachungsm- ethoden möglich sind.

Bewässerungssysteme

Für die Bewässerung der Systeme gibt es unter- schiedliche Varianten. Die Unterscheidung besteht zunächst in einem Niederdruck- und Hochdrucksys- tem. Dabei ist das Niederdrucksystem das am häu- figsten verwendete, da es sich hierbei meist um eine Tröpfchenbewässerung handelt, welche eine gleichmäßige und sparsame Abgabe von regel- mäßigen Wassermengen erlaubt (vgl. Preiss et al. 2013, S.34). Nach dem „Leitfaden Fassadenbegrü- nung“ von Preis et al. (2013) liegt der Wasserver- brauch von Niederdrucksystemen bei etwa 3 Liter/ Stunde/Laufmeter Tropfschlauch [im Mittel]. Zudem ist diese Bewässerungsvariante in der Wartung kos- tengünstiger, da kein Kompressor zur Wasserbe- stäubung wie bei der Hochdruckbewässerung ver- wendet werden muss (Preiss et al. 2013, S. 35).

Durch die Zugabe von Flüssigdünger in das Was- ser ist eine kontrollierte Nährstoffzugabe ebenfalls möglich (vgl. Preiss et al. 2013, S.36). Die Ener- giekosten dieser Bewässerungsvariante sind recht

niedrig. Eine weitere Untergliederung der Tröpf- chenbewässerung gibt es in die oberirdische und unterirdische Bewässerung. Die Schläuche der oberirdischen Bewässerung liegen auf dem Sub- strat, während bei der unterirdischen Bewässerung diese direkt im Substrat liegen und so eine kontrol- lierte Wasserabgabe direkt in den Wurzelraum statt- finden kann (vgl. Preiss et al. 2013 S. 35). Nachteil hierbei ist jedoch eine schnellere Verstopfung der Wasserlöcher, sowie eine erschwerte Wartung, auf- grund der schlechten Erreichbarkeit der Schläuche (vgl. Preiss et al. 2013, S. 35). Die Abbildung 7 zeigt die Untergliederung der Bewässerungssysteme.

Neben der Wahl des idealen Bewässerungstypus ist es wichtig, zu klären, ob das Bewässerungssys- tem ein geschlossener Kreislauf ist oder das Wasser abfließt. Ein Kreislaufsystem ist aufgrund der Wie- derverwendung deutlich nachhaltiger, weist jedoch die Problematik der Algenbildung (durch Bakterien, Keime und die Nährstoffanreicherung durch Dün- ger) im Sammelbehälter des Systems auf. Wenn ein Kreislaufsystem verwendet wird, muss jedoch eine regelmäßige Kontrolle der Wasserqualität statt- finden (vgl. Köhler 2012, S. 144). Häufig wird aus diesen Gründen jedoch kein Kreislaufsystem einge- baut. Vielmehr fließt das Wasser nach der Bewäs- serung in die Umgebung oder die Kanalisation ab. Beim Abfluss in die Umgebung oder Kanalisation ist zu beachten, dass eine ungewollte Düngung der Umgebung erfolgen könnte (vgl. Köhler 2012, S. 144) und stark nährstoffangereichertes Wasser in das Abwasser gelangt. Auch die Interviews bestä- tigen, dass es sich bei den Bewässerungssystemen häufig nicht um Kreislaufsysteme handelt. Die recht günstigen Wasserpreise führen ebenfalls dazu, den Abfluss von Wasser in die Umgebung und Kanalis- ation in Kauf zu nehmen.

Auch mit welcher Art von Wasser bewässert wird, variiert stark. Eine nachhaltige Bewässerung ist vor allem durch Grauwasser möglich. Durch eine Zis- terne auf dem Dach des Gebäudes oder neben dem Gebäude kann Regenwasser aufgefangen und zur Bewässerung genutzt werden oder durch die Rückhaltefunktion langsam abgelassen werden,

wodurch eine Entlastung der Kanalisation erfolgt (Preiss et al. 2017, S. 31). Ein nachhaltiges Regenwassermanagement durch Fassadenbegrünung kann so verfolgt werden. In den Interviews wurde jedoch deutlich, dass viele Systemhersteller dennoch Trinkwasser verwenden, da aufgrund der Verunreinigung des Grauwassers, Verstopfungen der Bewässerungsschläuche auftreten können. Oftmals fordern jedoch auch die Gebäudebetreiber die unkomplizierte Variante der Trinkwasser-Bewässerung.

Bewässerungsmengen

Wie viel Wasser eine Fassade benötigt, ist sehr unterschiedlich und hängt von verschiedenen Anforderungen und Faktoren ab. Zum einen spielen die Bedürfnisse und Eigenschaften der gewählten Pflanzen im Hinblick auf Nährstoffbedarf und Frostresistenz, die Witterungsverhältnisse und die Wasserspeicherfähigkeit des Substrates oder Substratersatzes eine Rolle (vgl. Preiss et al. 2013 S.34). Zum anderen ist die gewünschte Verdunstungsintensität ausschlaggebend für die Wassermenge, da die Effektivität gewünschter Auswirkungen, wie die Kühlung der Umgebungsluft durch Verdunstung, stark von der Wassermenge abhängt (vgl. Köhler 2012, S. 145). Jeder Gebäudebetreiber muss daher individuell entscheiden, welchen Nutzen die Fassadenbegrünung erfüllen soll. Steht die Verbesserung der mikroklimatischen Bedingungen im Vordergrund, ist der Verbrauch einer großen Wassermenge sinnvoll, wird jedoch Wert auf Kosteneinsparung gelegt, ist der Wasserverbrauch gering zu halten. Ökologische und ökonomische Aspekte müssen somit in Einklang gebracht werden. Ein hoher Wasserverbrauch ist jedoch nur in Regionen möglich, in denen keine Wasserknappheit herrscht. Eine übergeordnete Angabe zum Wasserverbrauch der Fassadenbegrünungssysteme ist daher nur sehr ungenau und für jede Fassade individuell zu wählen.

Ebenso muss auch der Wasserdruck und die Anzahl der Bewässerungsleitungen unterschiedlichen Faktoren und individuellen Gegebenheiten angepasst werden. Die Beachtung der Ausrichtung der Fassade (nach Norden, Süden, Osten oder Westen) ist aufgrund der Sonneneinstrahlung und Einstrahlungsintensität ein wichtiger Faktor, der individuell angepasste Wassermengen und Wasserdruck erfordert. Auch die Beschattung durch umliegende Ge-

bäude kann zu einer Erhöhung oder Verringerung des Wasserbedarfs führen. Letztendlich ist auch das Gebäude selbst mit seinen Wasseranschlüssen und Außenanlagen ausschlaggebend für die Menge des Wassers (vgl. Preiss et al. 2013, S. 34). Durch eine sofortige Berücksichtigung einer fassadengebundenen Begrünung im Planungsprozess können so Ideale Gegebenheiten geschaffen werden.

Probleme bei der Bewässerung

Probleme bei der Bewässerung treten vor allem, wie bereits erwähnt, durch Verstopfung der Löcher oder Einschnitte im Bewässerungsschlauch auf. Als ein weiteres Problem werden zudem häufig technische Ausfälle genannt. Diese Ausfälle können sich auf den gesamten Bewässerungsapparat oder auf einzelne Elemente wie Ventile oder Zuflüsse beziehen. Neben diesen Problemen, die mit dem Material und der Technik der Bewässerungsanlage zu tun haben, wurde in den geführten Interviews häufiger erwähnt, dass auch fehlendes „Know How“ bei der Wartung und die Fernwartung im Allgemeinen Probleme darstellen. Fehlendes „Know How“ kann dazu führen, dass eine Überwässerung oder fehlende Bewässerung sowie Pflanzenausfälle nicht frühzeitig erkannt werden. Probleme bei der Fernwartung treten vor allem durch Versagen des Systems oder eine fehlende Internetverbindung auf. Die Folgen von Bewässerungsschäden führen oftmals zu Pflanzenausfällen.

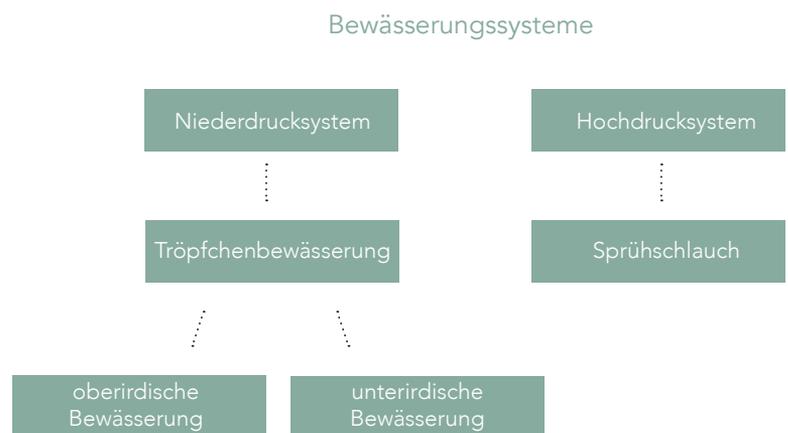


Abbildung 7: Bewässerungsvarianten
Quelle: Eigene Darstellung

3.4 Substrat und Substratersatz – Grundlage für vitale Pflanzenwände

Neben der Bewässerung benötigen Pflanzen als weiteres wichtiges Element ein Substrat oder Substratersatz als Lebensgrundlage. Bei der Fassadenbegrünung bestehen hinsichtlich des Substrates oder Substratersatzes jedoch besondere Ansprüche. Anders als im Garten oder der Natur ist der Einsatz von Mutterboden hier nicht möglich. Einerseits ist Mutterboden aufgrund der statischen Gegebenheiten zu schwer, andererseits wird der hohe Anteil an organischen Stoffen im Mutterboden schnell abgebaut, was folglich zu einer unerwünschten Verdichtung des Materials führt (vgl. Preiss et al. 2017, S. 70). Daher ist der Einsatz anderer Materialien erforderlich. Je nach System und Einsatzort variieren diese Materialien. Dabei ist zu unterscheiden in Substrat und Substratersatz.

Zunächst stellt sich daher die Frage, welche Eigenschaften und Fähigkeiten das Substrat oder der Substratersatz erfüllen muss. Enorm wichtig ist, dass das Material leicht ist und dennoch Wasser und Nährstoffe nachhaltig speichert, ohne schnell auszutrocknen. Außerdem muss das Material langfristig stabil in seiner Form bleiben, um einer Verdichtung vorzubeugen und ausreichend Luftzufuhr zu den Wurzeln zu zulassen. Für Tiere und Pflanzen muss das Material außerdem ein multifunktionaler Lebensraum sein, welcher den Bedürfnissen vieler Pflanzen entspricht. Das Material muss daher resistent gegen Zersetzung sein. Der Substratersatz und die Substrate erfüllen diese Ansprüche in unterschiedlicher Weise und sollen nun vorgestellt werden.

Substrat

Das mineralische Substrat setzt sich zusammen aus dem gerüstbildenden Material, welches Ziegelsplitt (recycelte Tonziegel); Vulkangestein wie Lava und Bims; Blähton, Blähschiefer (gebrochen/ungebrochen) und Basalt (gebrochen) umfasst und dem Füllmaterial. Unter Füllmaterial versteht man Sand, Kompost und Perlit (vgl. Preiss. et al. 2017, S.72). Diese Substratzusammensetzungen werden vor allem in Regalsystemen zur Befüllung der Pflanzkübel verwendet. In den Pflanzkübeln ist das Subs-

trat recht dick, wodurch Wasserausfälle oder starke Wetterschwankungen abgepuffert werden können und das Wasser bei Trockenheit länger gespeichert wird (vgl. Köhler 2012, S. 133).

Substratersatz

Für die modularen- und flächigen Systeme wird hingegen oftmals ein Substratersatz gewählt. Als Substratersatz dienen aktuell Vlies, Geotextil und Steinwolle (vgl. Preiss et al. 2017, S.73 und 74). Alle drei Ersatzsubstrate verbindet, dass sie besonders leicht sind und sich daher aus statischer Sicht besonders gut für die fassadengebundene Begrünung eignen. Vliese und Steinwolle sind in ihren Eigenschaften recht ähnlich. Die Systematik der Vliese und Steinwolle ist bereits aus der Pflanzenzüchtung und der Gemüseproduktion bekannt (vgl. Preiss et al. 2013, S.31). Hierbei wird Vlies und Steinwolle für ein schnelles und unkompliziertes Heranzüchten gewählt.

Vliese sind zunächst in Natur- und Synthefaservliese zu unterscheiden. Aufgrund der längeren Haltbarkeit und geringerer Zersetzung wird für die Fassadenbegrünung jedoch fast ausschließlich Synthefaservlies verwendet (Preiss et al. 2017. 74). Messungen nach Köhler (2012) zufolge können Vliese das 10-fache ihres Gewichtes an Wasser speichern, dennoch trocknen sie aufgrund der Dünne des Materials schnell aus und mehrfache Bewässerungsdurchgänge pro Tag sind notwendig (Köhler 2012, S. 144). Aus dieser mehrmaligen Bewässerung ergibt sich jedoch die Problematik, dass der untere Teil der Pflanzenfassade nie ganz durchtrocknet (vgl. Köhler 2012, S. 144). Die Dosierung der Wassermenge und die Anzahl der Bewässerungsdurchgänge ist daher besonders gut auf die Pflanzen abzustimmen. Außerdem müssen Pflanzen für den unteren Bereich des Systems gewählt werden, die mit solchen Gegebenheiten zurechtkommen.

Ebenso wie Vlies hat auch Steinwolle gutes Wasserspeicherungsvermögen, die Austrocknung erfolgt jedoch recht schnell, weshalb auch hier mehrere Bewässerungsdurchgänge pro Tag nötig sind (vgl.

Preiss et al. 2017, S. 74).

Unter Geotextilien versteht man hingegen wasser-durchlässige Textilien. Für die Fassadenbegrünung wird vor allem Polyamid, Polyester, Polypropylen, Polyethylen (mit hoher Dichte) verwendet (vgl. Preiss et al. 2017, S. 73). Geotextilien werden vor allem im Bauwesen verwendet und haben so ihren Weg zur Fassadenbegrünung gefunden. Die Abbildungen 8 bis 13 zeigen beispielhaft verwendetes Substrat und Substratersatz.

Alle Ersatzsubstrate sind hydroponisch, was bedeutet, dass die eingesetzten Pflanzen ohne Mutterboden auskommen. Aber auch bei den Ersatzsubstraten können Probleme durch Verstopfung der Porenstruktur entstehen.

Die Eigenschaften und Wirkungsweise der Substrate und Substratersatz-Materialien sind zurzeit noch überwiegend von der Dachbegrünung abgeleitet und auf die Fassadenbegrünung übertragen. Daher sind Untersuchungen und Forschungen in diesem Bereich weiterhin wichtig.

Substrat

Abb. 8



Ziegelsplitt

Abb. 9



Blähton

Abb. 10



Sand

Abb. 11



Kompost

gerüstbildendes Material

Füllmaterial

Substratersatz

Abb. 12



Steinwolle

Abb. 13



Vlies

Abbildung 8 - 13: Darstellung einiger Substrate und Substratersatz
Quellen: Siehe Abbildungsverzeichnis

3.5 Bepflanzung

Nach der Vorstellung des schematischen Aufbaus der fassadengebundenen Systeme und den grundlegenden Bausteinen Substrat und Wasser, sollen nun die Erkenntnisse zum wichtigsten Bestandteil einer Fassadenbegrünung folgen: Die Bepflanzung selbst.

Alle fassadengebundenen Systeme, in welche die Pflanzen eingesetzt werden, stellen durch ihre vertikale Ausrichtung einen Extremstandort/ Extremlbensraum dar. Daher müssen besondere Ansprüche erfüllt werden, um eine dichte und vitale Pflanzenwand zu gestalten. Eine Herausforderung stellt vor allem der recht geringe Wurzelraum dar, der den Pflanzen zur Verfügung steht (vgl. Köhler 2012, S. 138), einerseits ist der Wurzelraum aufgrund des dünnen Substrats beschränkt und andererseits unterliegt dieser wenig vorhandene Wurzelraum auch noch einem hohen Konkurrenzdruck unter den einzelnen Pflanzen (vgl. Preiss et al. 2013 S. 21). Daher ist ein effizientes Ausnutzen der Fläche und das durchdachte Einsetzen der Pflanzen wichtig. Die Schwierigkeit einer fassadengebundenen Begrünung liegt außerdem an der Tatsache, dass diese Systeme keine natürlich gewachsenen Lebensräume darstellen, vielmehr handelt es sich um künstliche Begrünungen, die eine besondere Pflege benötigen. Daher spielt vor allem die Bewässerung, wie im Kapitel 5.2 bereits erwähnt, eine enorm wichtige Rolle. Der Wasserbedarf muss auf alle Pflanzen abgestimmt sein und die Pflanzen so angesiedelt werden, dass jede Pflanzen nach ihrem Bedarf ausreichend Wasser erhält. Außerdem sollte die Bewässerung gleichmäßig erfolgen, (vgl. Preiss et al. 2013, S. 21) um keine allzu großen Trocken- oder Feuchtperioden zu erzeugen.

Da die Begrünung künstlich angelegt ist, ist neben einer gleichmäßigen Bewässerung auch die Pflege der Pflanzen und des Systems nicht unerheblich. Oftmals wird daher ein Zurückschneiden der Pflanzen mindestens 2mal pro Jahr als notwendig angesehen, dies sollte im Frühjahr und Herbst erfolgen. Alle Systemhersteller, mit denen im Rahmen dieser Bachelorarbeit gesprochen wurde, sehen das zweimalige Rückschneiden als essentiell an. Neben dem Rückschnitt ist aber auch die Kontrolle bezüglich

Schädlingsbefall und nicht erwünschter Pflanzen notwendig.

Bei einer Fassadenbegrünung ist überdies hinaus immer mit zu beachten, dass es sich nicht bei allen Pflanzen um „Immergrüne“ handelt. Die Pflanzen verändern daher, wie auch in natürlicher Umgebung am Boden, im jahreszeitlichen Verlauf ihre Blattfarbe und die Dichte ihres Blattbewuchses. Das Wachsverhalten der Pflanzen kann zudem variieren und ist oftmals zu Beginn der Bepflanzung noch recht eingeschränkt (vgl. Preiss et al. 2013. S. 21). Außerdem haben einige Pflanzen ein stärkeres Wachstum als andere, wodurch es zur Verschattung der „kleineren“ Pflanzen oder gar zur Verdrängung kommen kann (vgl. Pfoser 2016, S. 112). Die Zusammenstellung von Pflanzen im System unterliegt daher vielen Ansprüchen. Beliebige Zusammenstellungen funktionieren nicht, da die Pflanzen im System mit nahezu homogener Beschaffenheit hinsichtlich Wasser- und Nährstoffzufuhr, Sonneneinstrahlung, Temperatur und Substratzusammenstellung auskommen müssen (vgl. Pfoser 2016, S. 112). Exakt aufeinander abgestimmte Pflanzen müssen daher ausgewählt werden, die ebenso den individuellen Standortgegebenheiten angepasst sind. Daher sollten einheimische Pflanzen bevorzugt gewählt werden. Eine Erhöhung der Biodiversität kann so erreicht werden (vgl. Pfoser 2016, S.112).

Um eine Vorstellung dieser unterschiedlichen Pflanzenarten zu erhalten, folgt nun eine kurze Beschreibung der Pflanzen, die sich für fassadengebundene Begrünungssysteme eignen.

Übergeordnet lässt sich sagen, dass drei Pflanzengattungen nach Pfoser (2016) bei fassadengebundener Begrünung einzusetzen sind. Hierbei handelt es sich um Moose, Stauden und Gehölze (Siehe Abb. 14). In unterschiedlichen Quellen werden verschiedene Zuordnungen der Pflanzenfamilien gemacht, wodurch Sukkulente Arten teilweise eigenständige Pflanzenfamilien darstellen oder der Familie der Stauden untergeordnet sind. Der Vollständigkeit halber werden Sukkulenten kurz vorgestellt, sonst wird sich die Pflanzenvorstellung an die übergeordneten Arten nach Pfoser (2016) halten.

Sukkulente Arten sind durch ihre Entwicklung an besondere und extreme Standorte angepasst. Durch ihre Blatt- und Wurzeigenschaften ist es Sukkulenten möglich, mit einer geringen Wasser- und Nährstoffzufuhr auszukommen (vgl. Preiss et al. 2017, S.44). Sukkulenten sind trotz ihrer Anpassungsfähigkeit und Toleranz gegenüber Wind, Sonneneinstrahlung, Frost und Luftzufuhr im Substrat nicht in allen Systemen umsetzbar.

Stauden haben im allgemeinen höhere Ansprüche an ihren Lebensraum und die Wasser- sowie Nährstoffversorgung. Dadurch benötigen diese Pflanzen auch eine regelmäßige Pflege. Als ästhetisches Element sind diese Pflanzen jedoch gut geeignet, da sie bunte Blüten entwickeln (vgl. Preiss et al. 2017, S.49).

Moose haben hingegen in der Regel eine hohe Austrocknungsresistenz, was sie für die Fassadenbegrünung so interessant macht. Außerdem erzielen Moose einen flächigen Bewuchs und sind enorm

vielseitig durch eine hohe Anpassungsfähigkeit, ob in der Tundra oder im Regenwald, Moose sind fast überall auf der Welt zu finden.

Gehölze werden eher selten in Fassadengebundenen Begrünungssystemen eingesetzt, da sie durch ihre Wuchshöhe ein großes Eigengewicht haben und dies aus statischer Sicht nicht möglich ist. Daher sollten nur Pflanzen mit einer geringen Wuchshöhe eingesetzt werden. Größere Gehölze können in Regalsystemen mit Pflanzkübeln verwendet werden (vgl. Preiss et al. 2017, S.51). Ähnlich gestaltet sich der Einsatz von Kletterpflanzen in Fassadengebundenen Systemen. Kletterpflanzen können ebenfalls hier verwendet werden, die enorme Wurzeldicke eignet sich jedoch nicht ideal für die dünnen Substrate und Substratersatz in den modularen- und flächigen Systemen, daher werden Kletterpflanzen vor allem in Regalsystemen in Pflanzkübeln eingesetzt (vgl. Preiss et al. 2017, S. 44). Hier ist das Substrat deutlich massiver.

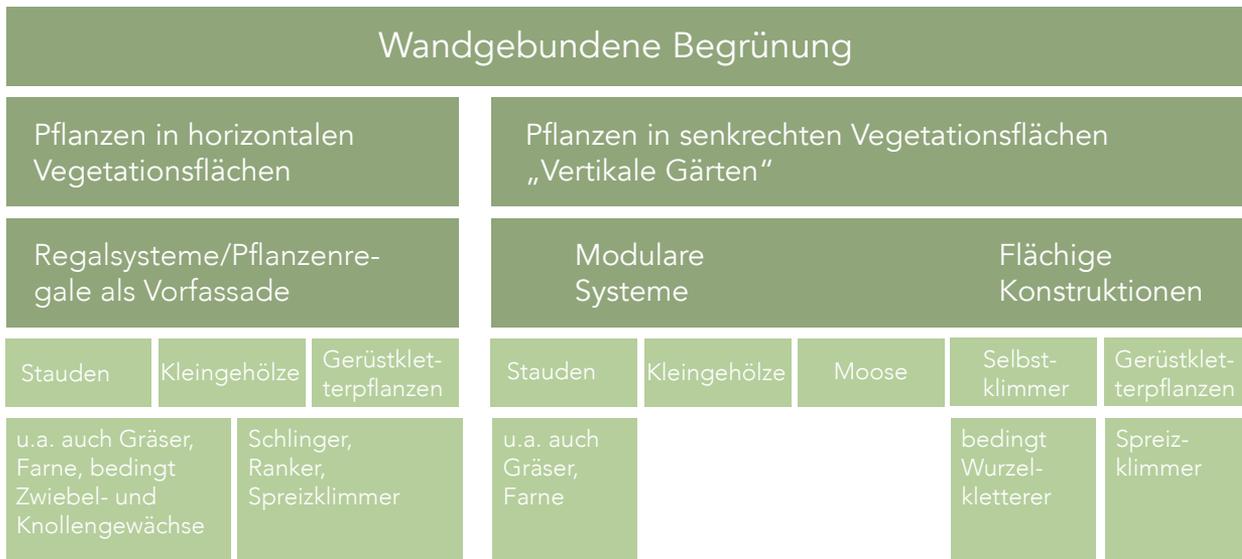


Abbildung 14: Pflanzenfamilien der unterschiedlichen Systeme
Quelle: Nicole Pfoser 2016, eigene Anpassungen

3.6 Pflegemaßnahmen

In vorangegangenen Kapiteln wurde bereits erwähnt, dass die Pflege des Systems und der Pflanzen von großer Bedeutung ist. Bei der Frage, wie oft Pflegemaßnahmen durchgeführt werden sollen, variieren die Angaben in den Quellen und auch die befragten Systemhersteller gaben unterschiedliche Auskünfte. Gemeinsamer Konsens ist jedoch, dass Pflegemaßnahmen mehrmals im Jahr stattfinden sollten. Pflegemaßnahmen zweimal jährlich, im Frühjahr und im Herbst werden von allen Systemherstellern und Literaturquellen dringlich empfohlen, die Empfehlung weiterer Kontroll- und Pflegegänge variiert von Systemhersteller zu Systemhersteller. Einer der Systemhersteller empfiehlt zusätzlich die Kontrolle des Systems im zwei-Wochen Rhythmus in der Wachstumsphase von Frühjahr bis Herbst. Wie oft Pflegemaßnahmen durchgeführt werden sollten und müssen, hängt immer auch von den verwendeten Pflanzen und einer intensiven- oder extensiven Begrünung ab.

Nach dem „Leitfaden Fassadenbegrünung“ von Preiss et al. (2013) und Fachvereinigung Bauwerksbegrünung (2010) gilt es, bei den Pflegedurchgängen folgende Aspekte zu beachten:

- Feststoffdüngerbeigabe (wenn kein Flüssigdünger über Bewässerungsanlage zugeführt wird)
- Rückschnitt von Gras- und Krautvegetation
- generelle Form-, Erziehungs- bzw. Rückschnitte bei Vegetation
- Entfernen von Fremdvegetation
- Entfernen und Ersetzen von ausgefallener Vegetation
- gegebenenfalls Ergänzung, Austausch von Substrat bzw. Substratersatz
- Wartung der Wasser- und Nährstoffversorgungsanlage
- Vor dem Winter: Frostsicherung der Bewässerungsanlage
- Überprüfung aller technischen Geräte und des Bewässerungssystems

Um die Pflegemaßnahmen durchführen zu können, ist es außerdem wichtig, bei der Planung der Pflanzenwand auch eine Installation einzuplanen, um an die Pflanzen und das System heranzukommen (vgl. Köhler 2012, S.147). Neben der Pflege ist die Kontrolle des Systems ebenfalls wichtig, um entsprechende Pflegemaßnahmen einzuleiten. Auch bei der Kontrolle und Überwachung der Systeme gehen die Meinungen und Empfehlungen der Systemhersteller auseinander. Generell wird eine Fernüberwachung empfohlen, diese übermittelt mittels Sensoren im Substrat alle Daten an die Zentrale des Systemherstellers. Aber nicht alle Hersteller sehen Sensoren im Substrat als gute Kontrollmöglichkeit. Die Überwachung der Grundwerte, Wasserzufuhr und Nährstoffzugabe wird hier als wichtiger angesehen. Auch die Überwachung durch Kameras und der Vergleich von Fotos wurde oftmals genannt.

Zu erkennen ist somit, dass bei der Pflege viele unterschiedliche Meinungen bestehen, eines ist jedoch klar, Pflegemaßnahmen müssen stattfinden, da es sich um ein künstliches System handelt. Daher können die Instandhaltungskosten und Pflegekosten im Laufe der Jahre auch die Anschaffungskosten übersteigen.

3.7 Kosten (Kosten-Nutzen fassadengebundener Systeme)

Das Thema Kosten spielt bei der fassadengebundenen Begrünung allemal eine wichtige Rolle, da die Systeme aktuell und im Gegensatz zur bodengebundenen Begrünung aufgrund ihrer bautechnischen Konstruktion um einiges teurer sind. Die hohen Anschaffungskosten entstehen dabei durch die systemtypischen Kosten der Baukonstruktion und durch individuelle Kosten, die die Pflanzenauswahl, Pflanzendichte, das Bewässerungssystem und die wartungstechnische Erreichbarkeit umfassen (vgl. Pfoser 2016, S.203). Außerdem entstehen zusätzliche Kosten bei der Montage der Systeme in extremen Höhen oder ungewöhnlichen Lagen (vgl. Pfoser 2016, S.204).

Zusätzlich zu den Anschaffungskosten müssen die Instandhaltungs- und Pflegekosten ebenfalls mit in die Kalkulation einer fassadengebundenen Begrünung einfließen. Die Instandhaltungskosten werden nach dem „Leitfaden Fassadenbegrünung“, nach Preis et al. (2017) durch folgende Einflussfaktoren bestimmt.

- Zugänglichkeit
- Wasseranschluss
- Pflegeerfordernisse
- Wartung
- Pflegeintervall
- Pflegevertrag

Bei Neubauten sind die Anschaffungskosten durch eine frühzeitige Einplanung des Systems geringer zu halten als bei Bestandsgebäuden, die nachträglich eine Fassadenbegrünung erhalten sollen. Durch die frühzeitige Planung kann an der begrünten Fassade auf die abschließende Sichtfassade verzichtet werden, wodurch signifikante Einsparungspotenziale erzielt werden können (vgl. Pfoser 2016, 204). Weitere Einsparungspotenziale können bspw. durch den Schutz und das Erzielen geringerer Temperaturschwankungen an der Fassade durch die Begrünung entstehen. Eine daraus resultierende längere Lebensdauer der Fassade bringt langfristig Kosteneinsparungen mit sich (vgl. Pfoser 2016, S. 2004). Eine Abwägung der Kosten und Einsparungspotenziale sollte daher vor der Anbringung erfolgen. Eine solche Aufzählung der Kosten und Einsparungen ist in Abbildung 15 zu finden.

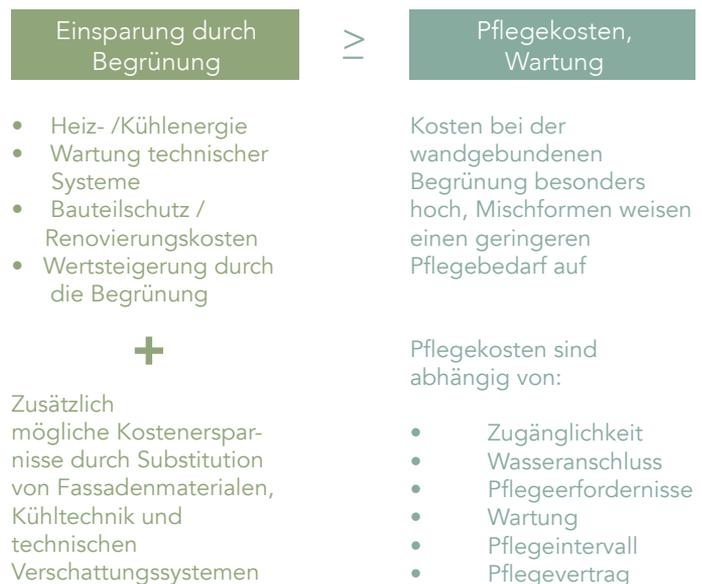


Abbildung 15: Auflistung der Kosten und Einsparungspotenziale
Quelle: Dettmar et al. 2016, eigene Anpassungen

Trotz möglicher Kosteneinsparungen sind fassadengebundene Systeme aktuell recht teuer, da ein Großteil der Systeme individuelle Einzelanfertigungen sind. Dadurch entstehen Kosten, die durch eine standardisierte Produktion nicht entstehen würden (vgl. Köhler 2012, S. 126). Auch die interviewten Systemhersteller gaben fast ausschließlich an, individuelle Lösungen zu verkaufen, welche einen gewissen Anteil an immer wiederkehrenden Elementen aufweisen, aber in der Masse an den entsprechenden Standort angepasst werden müssen. Köhler (2012) weist außerdem in seinem Buch „Handbuch Bauwerksbegrünung/Planung-Konstruktion-Ausführung“ darauf hin, dass bei einer Standardisierung und der entsprechenden bautechnischen Zulassung, die Begrünungselemente den

Abschluss der Fassade ersetzen könnten, wodurch ein Teil der Kosten für den Abschluss der Fassade entfallen würde.

In der nachstehenden Grafik sind die Kosten sowie Einsparungspotenziale, in Abhängigkeit zum jeweiligen Systemtypus, noch einmal grafisch dargestellt. Die Grafik stammt aus dem „Gutachten Fassadenbegrünung“ von Dettmar et al. (2016) und beruht auf einer Marktanalyse der angebotenen Systeme aus den Jahren 2011-2012. Im folgenden Kapitel wird nun genauer auf mögliche Einsparungs- und Gebäudeoptimierungsmaßnahmen eingegangen.

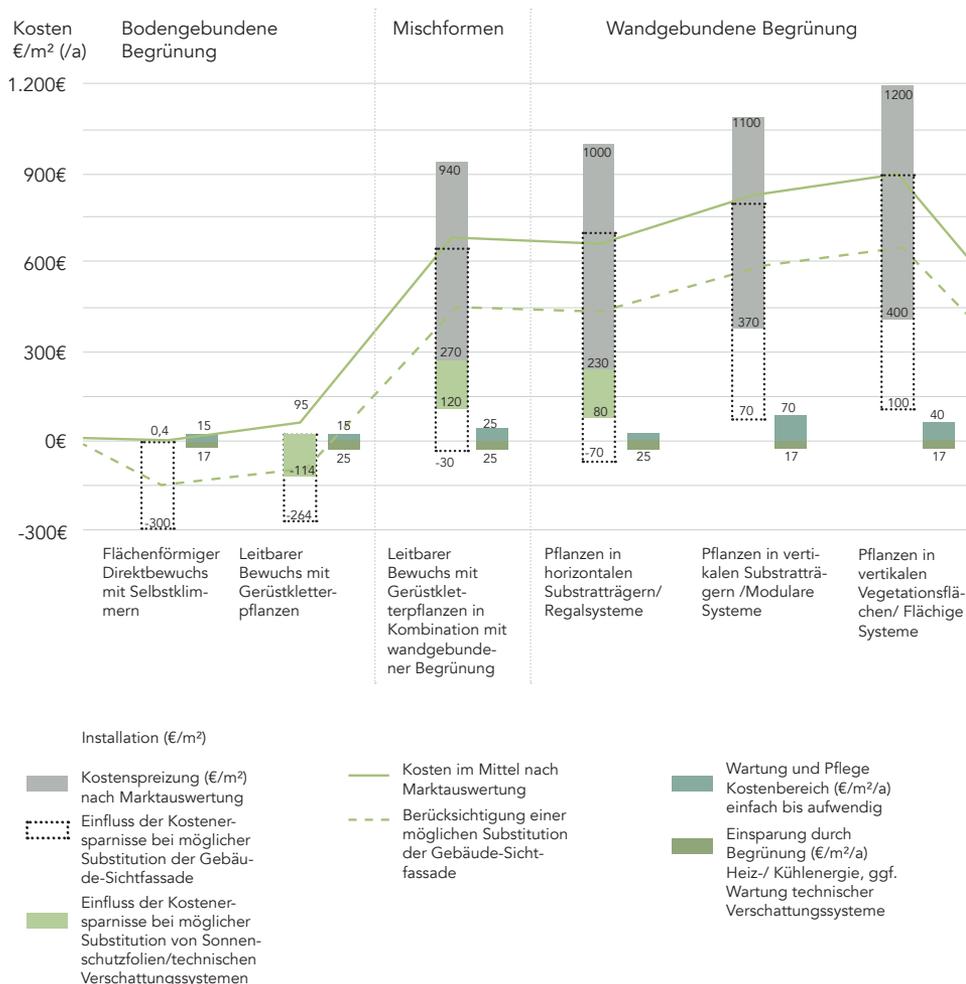


Abbildung 16: Kosten und Einsparungen des jeweiligen Systemtypus
Quelle: Dettmar et al. 2016, eigene Anpassungen

3.8 Gebäudeoptimierung

Der fassadengebundenen Begrünung werden eine Vielzahl an Gebäudeoptimierungspotenzialen nachgesagt, um diese in Kapitel 8 zu überprüfen, folgt nun eine Vorstellung und Einordnung dieser Potenziale.

Nach Dettmar et al. (2016) und anderen Autoren gibt es 6 Faktoren, die eine Gebäudeoptimierung durch fassadengebundene Begrünung bestimmen, dabei handelt es sich um:

- Kühlung der Innenräume
- Fassadenbegrünung als Dämmschicht
- Materialschutz der Fassade
- Nachhaltige Wassernutzung
- Energieeinsparungs Potenziale
- Steigerung der Akzeptanz von Mitarbeitern und Besuchern

Die einzelnen Faktoren sollen nun im Detail dargestellt werden. Die Kühlung des Gebäudes durch eine Fassadenbegrünung stellt einen wichtigen Aspekt der Gebäudeoptimierung dar. Vor allem für Neubauten bietet sich die Verschattung als Gebäudekühlung durch die fassadengebundene Begrünung an. Durch die dichten Blätter der Gebäudebegrünung kommt es zur Verschattung der Fassade und zur Entstehung von Verdunstungskälte durch die Bewässerung der Pflanzen und Blätter. Außerdem wird ein großer Teil der Sonneneinstrahlung absorbiert, d.h. die Energie der Lichteinstrahlung/Sonneneinstrahlung wird an die Pflanzen abgegeben und reflektiert, wodurch ein Kühlungseffekt erzielt wird und der Kühlungsbedarf sinkt (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 12). Teure und ökologisch problematische Klimaanlageanlagen werden so nicht mehr benötigt. (Eine schematische Darstellung der Energiebilanz ist in Abb.17, auf der nachfolgenden Seite zu finden.)

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Dämmwirkung der Fassadenbegrünung gegenüber dem Gebäude. Eine Dämmwirkung durch Begrünung (Kletterpflanzen) wurde schon vor Jahrhunderten entdeckt (siehe Kapitel 1.3). Neu sind jedoch die Möglichkeiten, die fassadengebundene Begrünung bietet. Dieser

wird eine vielfach höhere Dämmwirkung nachgesagt (vgl. Pfoser 2016, S.76). Durch die Entstehung eines zusätzlichen Luftpolsters/ luftberuhigende Schicht zwischen dem Gebäude und dem vorgeetzten System entsteht eine zusätzliche Dämmwirkung und führt zur Reduktion der Wärmeverluste (vgl. Köhler 2012, S. 111). Dieser Effekt konnte nach Pfoser (2016) bereits am Beispiel der Begrünung der MA 48 wissenschaftlich bestätigt werden. Hier wurde im Winter zwischen der Wand und der Fassadenbegrünung eine um 7 °C höhere Temperatur als vor der Fassadenbegrünung gemessen. Aber nicht nur die Pflanzen allein mit ihrem dichten Bewuchs sorgen für eine entsprechende Dämmung, vielmehr sorgt auch die Konstruktion des Systems, das Substrat und der Wassergehalt des Substrats für eine erhöhte Dämmwirkung. Dabei gilt grundsätzlich, je dicker das Luftpolster ist, desto besser ist die Dämmung (vgl. Köhler 2012, S.111). Wie hoch die Dämmwirkung ist, variiert stark und hängt einerseits vom Fassadenaufbau und Material der Fassade ab und andererseits von der bestehenden Qualität der Dämmschicht. Bei Altbauten mit einer geringen Dämmschicht ist somit ein entsprechend höheres Potenzial vorhanden, durch fassadengebundene Begrünungssysteme eine verbesserte Dämmung zu erzielen (vgl. Köhler 2012, S. 111f).

Um die Dämmwirkung einer Fassadenbegrünung oder anderer dämmender Materialien zu überprüfen, gibt es das Maß der Wärmeleitfähigkeit. Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie stark ein Material die Wärme hindurch lässt, d.h. je geringer die Wärmeleitfähigkeit ist, desto stärker dämmt dieses Material. Der U-Wert ist ein Maß, das von der Wärmeleitfähigkeit abgeleitet wird und die Dämmfähigkeit angibt (vgl. Jomla 2017). Nach Köhler (2012) kann die Dämmwirkung und somit die Verringerung der Leitfähigkeit, um bis zu 100% zunehmen. Ob eine solche Steigerung tatsächlich auftritt, ist in Kapitel 8 zu klären.

Das Material, somit die Fassadensubstanz/Bausubstanz erhält außerdem durch die fassadengebundene Begrünung einen zusätzlichen Schutz. Äußere Einflüsse wie Wind, Regen und Sonneneinstrahlung

werden durch die Fassadenbegrünung abgehalten. Dadurch kann der Alterungsprozess der Gebäudesubstanz verlangsamt werden (vgl. Preiss et al. 2013, S. 9-10).

Der Aspekt der Wassereinsparung variiert systemabhängig, da es bei diesem Aspekt um die Nutzung von Grauwasser geht. Durch die Installation einer Zisterne, welche das Regenwasser auffängt und damit das System bewässert, kann Trinkwasser eingespart werden (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 13). Das Wasser der Zisterne muss nicht zwangsläufig nur für die Bewässerung verwendet werden, sondern kann auch für die Toilettenspülung und andere Dinge im Haushalt genutzt werden. Überschüssiges Wasser kann ebenfalls langsamer in die Kanalisation oder in das Grundwasser abgeleitet werden und hilft so bei der Entlastung der Kanalisation (wie bereits in Kapitel 5.2 erwähnt). Jedoch ist die Installation einer Zisterne nicht zwangsläufig notwendig und abhängig davon, ob (Trink)wasser in ausreichenden Mengen vorhanden ist. Die Installation einer Zisterne ist somit situationsabhängig in der Planung zu berücksichtigen.

Die Energieeinsparungspotenziale gelten jedoch wiederum für alle fassadengebundenen Systeme. Wie bereits erwähnt, werden der Fassadenbegrünung starke Kühl(ungs)effekte nachgesagt, durch diese natürliche Kühlung kann der Energieverbrauch für eine technische Kühlung bspw. durch einen elektrisch betriebenen Sonnenschutz eingespart werden. Nach Dettmar et al. (2016) sogar um bis zu 50 %. Außerdem müssen keine Klimaanlage eingebaut werden, welche ebenfalls einen hohen Energieverbrauch aufweisen (vgl. Dettmar et al. 2016, S.13). Ebenfalls wird die Steigerung der Leistung von Photovoltaikanlagen genannt. Sofern eine Photovoltaikanlage vorhanden ist, ist diese durch die Kühlung der Fassadenbegrünung leistungsfähiger (vgl. Dettmar et al. 2016, S.13).

Den letzten Faktor der Gebäudeoptimierung bildet die Akzeptanzsteigerung. Gebäude können einerseits eine deutliche Steigerung des Verkaufswertes durch eine fassadengebundene Begrünung (Vgl. Preiss et al. 2013, S. 10) erfahren und andererseits kommt es zu einer Verbesserung des Arbeits- oder Lebensumfeldes, je nachdem wie das Gebäude

genutzt wird (vgl. Dettmar et al. 2016, S.13). Das verbesserte Arbeits- und/oder Lebensumfeld wird stark von der natürlichen Kühlung beeinflusst und zeigt, welche Vorteile eine fassadengebundene Begrünung für Menschen im Einzelnen haben kann.

Neben den Gebäudeoptimierungspotenzialen werden der fassadengebundenen Begrünung weitere Potenziale im Hinblick auf klimatische Verbesserungen des nahen Umfeldes nachgesagt. Die Vorstellung dieser Potenziale soll im nächsten Kapitel folgen.

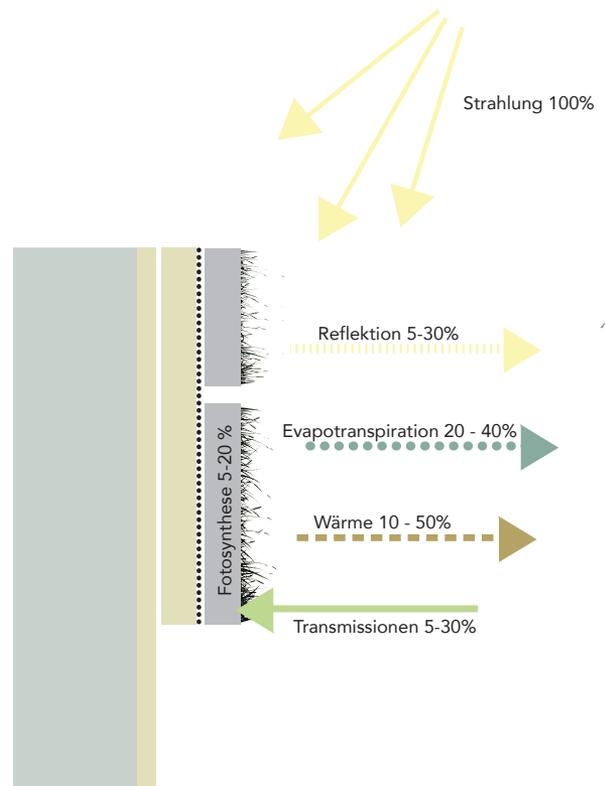


Abbildung 17: Schematische Darstellung der Energiebilanz
Quelle: Köhler 2012 und Pfoser 2016, eigene Anpassungen

3.9 Umfeldverbesserung

Die Potenziale, die der fassadengebundenen Begrünung im Bereich der Umfeldverbesserung nachgesagt werden, sind entscheidende Aspekte, die die Lebensqualität in Städten und urbanen Räumen entscheidend verbessern können.

Von vielen Autoren und Systemherstellern werden sechs bis sieben Faktoren genannt, die durch eine Umfeldverbesserung aufgrund der Fassadenbegrünung auftreten können. Bei diesen Faktoren handelt es sich um:

- Kühlung der Umgebungsluft
- Verbesserung der Luftqualität
- Lärminderung
- Klimaschutz
- Erhalt und Stärkung der Biodiversität
- Wasser als Rückgabe in den natürlichen Wasserkreislauf
- Akzeptanzsteigerung / Quartiersaufwertung

Auf diese Faktoren soll nun ausführlich eingegangen werden. Eine große Problematik der urbanen Räume liegt aus klimatischer Sicht vor allem in der Hitzebildung und in der damit verbundenen Entstehung von Hitzeinseln. Um dieser Problematik entgegen zu wirken, besteht eine Verbesserungsmöglichkeit in der Erweiterung der grünen Infrastruktur. Ein Teil dieser grünen Infrastruktur könnte die Fassadenbegrünung werden. Die Fassadenbegrünung schafft es durch Verdunstung und Verschattung, die Lufttemperatur herunter zu kühlen. Nach Dettmar et al. (2016) kann eine Herunterkühlung der direkten Umgebungsluft um bis zu 1,3 Grad durch fassadengebundene Begrünung entstehen. Die Wirkungsweise ist so, dass aufgrund der Verschattung der Fassaden mittels der Pflanzen, die Gebäude eine geringere Wärmemenge in den Stadtraum zurückgeben. Die Sonneneinstrahlung wird daher nicht direkt in den Stadtraum reflektiert, sondern durch die Absorption der Pflanzen verringert (vgl. Kruse et al. 2017, S. 30). Bei der Absorption wird die Sonneneinstrahlung in Energie umgewandelt, die die Pflanzen für ihr Wachstum benötigen. Außerdem hat die Fassadenbegrünung den Vorteil,

dass die Pflanzen neben der Verschattung auch Verdunstungskälte erzeugen. Bei der Verdunstung wird der umgebenden Luft Energie entzogen, wodurch diese abkühlt. Dieser Vorgang wird auch als Evapotranspiration beschrieben und meint die Umwandlung der eintreffenden Strahlung in Verdunstungskälte (vgl. Preiss et al. 2017, S. 21). Dabei hängt die Intensität des Kühleffektes von der Dichte der Bepflanzung ab (vgl. Kruse et al. 2017, S. 30). Eine Verbesserung des Mikroklimas und eine damit verbundene Verringerung des Hitzeinsel-Effekts kann somit erzielt werden. Bei einer quantitativen Erweiterung der Begrünungsflächen an den Fassaden könnte auch das Mesoklima eine Verbesserung erfahren (vgl. Kruse et al. 2017, S. 102).

Auch die Luftqualität kann durch Fassadenbegrünung verbessert werden. Ebenso wie die Bildung von Hitzeinseln in der Stadt ist auch die aktuelle Luftqualität beunruhigend. Emissionen und Feinstaub verschlechtern die Luftqualität immer weiter, hier könnte die fassadengebundene Begrünung Abhilfe schaffen. Die Blätter der Pflanzen haben die Fähigkeit, Stäube und Schadstoffe aus der Luft herauszufiltern (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 15). Zur Thematik der Luftqualität im Zusammenhang mit der Fassadenbegrünung gibt es bereits viele Untersuchungen, welche vor allem in Straßenschluchten gezeigt haben, dass eine deutliche Reduktion des Feinstaubanteils zu verzeichnen ist. Die Ergebnisse einer dieser Untersuchungen werden in dem Artikel „green walls Could cut street-canyon air pollution“ von Rebecca Kessler vorgestellt. In dieser Untersuchung wurde erkannt, dass zwei der gefährlichsten Luftschadstoffe (Stickstoffdioxid (NO₂) und grober Feinstaub der Partikelgröße PM₁₀), durch Fassadenbegrünungen zu 40 – 60% aus der Luft gefiltert werden können (vgl. Kessler 2013, S. 1). Außerdem trägt auch die kühlende Wirkung auf die Umgebungsluft und die Absorption der Sonnenstrahlung zum Klimaschutz bei. Durch diese Wirkung kann es zu einer geringeren Erwärmung des Quartiers kommen. Übertragen auf eine gesamte Stadt, können Fassadenbegrünungen und andere Grünstrukturen diese herunterkühlen, wodurch der Klimaerwärmung entgegen gewirkt werden kann.

Die Luftqualität ist eng mit dem Faktor des Klimaschutzes verbunden. Durch die Bindung und Filtrierung von Feinstaub trägt Fassadenbegrünung einen großen Teil zum Klimaschutz bei. Die Problematik bei Feinstaub ist, dass er neben CO₂ ebenfalls die Klimaerwärmung stark beeinflusst und daher eine Verminderung besonders wichtig ist. Überdies hinaus kann Feinstaub gesundheitsgefährdend für Menschen werden, wenn dieser in einer hohen Konzentration über einen langen Zeitraum auftritt (Umweltbundesamt 2017).

Als weiterer Faktor der Umfeldverbesserung wird die Lärminderung durch fassadengebundene Begrünung genannt. Auch der hohe Lärmpegel sorgt mehr und mehr dafür, dass Städte an Attraktivität als Lebensort verlieren. Fassadenbegrünung kann jedoch auch hier ein wichtiges Element zur Reduktion des Lärms sein. Der Schall, welcher im Stadt- raum durch Verkehrslärm und andere Lärmquellen entsteht, wird ohne eine Fassadenbegrünung von den Fassaden der Gebäude zurück in den urbanen Raum gegeben und dabei noch verstärkt. Bei Quartieren mit hoher und dichter Bebauung kann dieser Effekt dazu führen, dass der Schall immer und immer wieder reflektiert wird und so extreme Lautstärken entstehen. Lärm kann sogar gesundheitsgefährdend sein, besonders dann wenn ein erhöhter Lärmpegel dauerhaft vorhanden ist. Dies ist bspw. an stark befahrenen Straßen der Fall. Ein Schallpegel von 55 db(A) kann bereits als störend empfunden werden (vgl. Stroh et al. 2017, S. 2-3). Durch die Fassadenbegrünung wird jedoch die Reflexion des Schalls gemindert. Wie stark die Reflexion gemindert werden kann, hängt von folgenden Faktoren im System ab: der Frequenz des Schalls, dem Begrünungsaufbau, dem Belaubungszustand und der Substratstärke (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 15). Nach Dettmar et al. (2016) konnte eine Minderung der Schallabsorption und -diffusion um 5 db(A) am Musée Quai Branly in Paris festgestellt werden. Auch bei diesem Objekt wurde eine fassadengebundene Begrünung installiert.

Der Faktor Wasser spielt neben den Gebäudeoptimierungspotenzialen auch in der Umfeldverbesserung eine Rolle. Durch die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche der Pflanzen wird dieses dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt

(vgl. Dettmar et al. 2016, S.15).

Die fassadengebundene Begrünung bietet nicht nur Pflanzen einen Lebensraum sondern auch Tieren und Kleinstlebewesen. Durch die Fassadenbegrünung kann die städtische Biodiversität erhalten und erweitert werden (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 15). Vor allem heimische Tiere können so neue Lebensräume finden, wodurch ein „positiver Beitrag für den Artenschutz entsteht“ (Preiss et al. 2013, S.9). Besonders Tot- und Altholz bietet Tieren Lebensraum, dies ist jedoch eher wenig bis selten in der fassadengebundenen Begrünung zu finden (vgl. Hancvencl 2013, S. 13). Dennoch konnte auch in den Interviews mit den Gebäudebetreibern der Untersuchungsobjekte festgestellt werden, dass die Fassadenbegrünung als Lebensraum für Käfer, Insekten und auch Vögel dient.

Den letzten Faktor bildet die Akzeptanz im Hinblick auf die Umfeldverbesserung. Durch eine Fassadenbegrünung und vor allem fassadengebundene Begrünung ist eine Aufwertung des Quartiers möglich. Die Qualität des Wohn- und Arbeitsumfeldes wird verbessert (vgl. Dettmar et al. 2016, S. 15), wodurch auch die Lebensqualität an diesen Orten gesteigert wird. Dies führt zu einer Steigerung der Akzeptanz. Im Zusammenhang der Quartiersaufwertung ist auch auf soziale Aspekte einzugehen. Durch eine Aufwertung des Quartieres mithilfe von fassadengebundener Begrünung kann es zu einer Steigerung der Aufenthaltsqualität kommen, wodurch eine Verbesserung der Lebensqualität ebenfalls eintreten kann. Als Gesundheitsaspekt führt eine verbesserte Lebensqualität auch zu einem größeren Wohlbefinden, wodurch die Gesundheit der einzelnen Person gesteigert werden kann. Eine gesteigerte Aufenthaltsqualität wirkt sich außerdem positiv auf den urbanen Raum aus und kann eine qualitative Verbesserung der lokalen Ökonomie bewirken (vgl. Preiss et al. 2013, S 7). Somit können Fassadenbegrünungen der Anstoß für eine positive Quartiersentwicklung sein.

Alle soeben genannten Effekte sind eng miteinander verwoben und bilden untereinander Synergieeffekte. All diese Potenziale gilt es nun zu überprüfen. Daher folgt der Einstieg in die Untersuchung der Beispielobjekte.

Die Untersuchungsobjekte

4. Aufbau der fassadengebundenen Begrünung der Inseleparkhalle, Wilhelmsburg

Für den Einstieg in den zweiten Teil dieser Bachelorarbeit ist es zunächst wichtig, die Untersuchungsobjekte/ Beispielobjekte vorzustellen. Dabei soll auf das Gebäude und auf das System der fassadengebundenen Begrünung mit seinen einzelnen Bestandteilen eingegangen werden. Das Hauptuntersuchungsobjekt (die Fassadenbegrünung der Inseleparkhalle in Wilhelmsburg) wird zuerst vorgestellt. Anschließend folgt die Vorstellung des Vergleichsbeispiels der Fassadenbegrünung in Wien am Gebäude der MA 48.

4.1 Vorstellung des Gebäudes

Um den Aufbau und später auch die Auswirkungen der Fassadenbegrünung verstehen zu können, folgt zunächst eine kurze Vorstellung des Gebäudes und der räumlichen Umgebung.

Die Inseleparkhalle in Hamburg, Wilhelmsburg wurde 2013 im Rahmen der IBA (Internationale Bauausstellung) fertiggestellt. Die Inseleparkhalle liegt in der neu entstandenen Wilhelmsburger Mitte und prägt die Eingangssituation in den angrenzenden Inselepark (vgl. Vitt et al. 2011, S. 10).

Das Gebäude beinhaltet zwei Nutzungen, im nördlichen Teil ist heute eine Basketballhalle untergebracht, welche auch für Bundesligaspiele geeignet ist und eine Bruttogeschossfläche von 4500 qm aufweist. Während der IBA und IGS (Internationale Gartenschau) wurde dieser Teil für die Ausstellung von Pflanzen genutzt. Im südlichen Teil der Halle befindet sich eine Schwimmhalle mit einer Bruttogeschossfläche von 6000 qm. Dieser Teil wurde auch während der IBA als Schwimmhalle genutzt (vgl. IBA Hamburg).



Abbildung 18: Verortung der Untersuchungsobjekte
Quelle: eigene Darstellung

Um der zentralen Lage und den gestalterischen Ansprüchen gerecht zu werden, wurde ein separater Fassadenwettbewerb ausgeschrieben, nachdem die Architektur des Gebäudes feststand. Vorgaben für die Fassadengestaltung waren dabei; Dem bereits vorhandenen Grundriss zu entsprechen, einen Bezug zur inneren Funktion herzustellen, offene und geschlossene Fassadenelemente zu kombinieren und bei der Wahl der Materialien auf Nachhaltigkeit zu achten (vgl. Vitt et al. 2011, S. 10).

Diesen Vorgaben entsprach der Entwurf der Architekten von „ALLMANN SATTLER WAPPNER ARCHITEKTEN“ am besten. Die Fassade geht durch den Einsatz unterschiedlichster Materialien auf alle Gegebenheiten der vier Seiten individuell ein. In nordöstlicher Richtung trifft die Fassade auf das Waldhaus, bei dem die Fassade ausschließlich aus Holz besteht. Die Fassade der Inselparkhalle reagiert daher ebenfalls mit einer Holzfassade. Die Südfassade dient als Wärmepuffer und ist eine hin-

terlüftete Fassade bestehend aus Polycarbonat. Die südöstliche Fassade hingegen passt sich den Weiten des Inselparks an und ermöglicht es, durch eine besondere Konstruktion das Hallenbad zu einem Freibad zu öffnen. Die Funktion der abschließenden Eingangsfassade wird durch die Installation eines fassadengebundenen Begrünungssystems, welches als „Living Wall“ betitelt wird, besonders betont. Im ersten Entwurf des „Gewinnerbüros“ wurde eine vollflächige Begrünung der gesamten Fassade angestrebt, aus kostentechnischen Gründen werden nun vier große Flächen mit Modulen und vereinzelt Pflanzkübeln begrünt. Als Projektpartner der IBA traten das „Bäderland“ für die Schwimmhalle und die „Inselakademie“ für den Basketballkomplex ein (Informationen aus dem Gespräch mit Herrn Wappner). In der Abb. 19 ist der Entwurf der Eingangsfassade zu sehen. Die Projektkosten belaufen sich insgesamt auf 27 Mio.€.

Abbildung 19: Erster Entwurf der Architekten
Quelle: IBA Hamburg



Abbildung 20: Die heutige Fassadenbegrünung
Quelle: Eigenes Foto



4.2 Bautechnische Konstruktion der Fassadenbegrünung

Die fassadengebundene Begrünung der Inseelparkhalle begrünt, wie eben bereits erwähnt, vier große Flächen der Eingangsfassade. Die Anbringung der Begrünungselemente an den heutigen Positionen erfolgte aus ästhetischen und statischen Gründen. Alle Begrünungselemente sind vorgehängt oder vorgestellt, d.h. die Fassade wurde fertiggestellt (Dämmschicht, Vließ als Schutz der Dämmschicht, Blech als Sichtschutz) und erst dann wurden die Begrünungselemente montiert. Dabei begrünen vier modulare Systeme den größten Teil der Fassade. Die Trägerkonstruktion der vier modularen Systeme besteht jeweils aus sechs vertikal und nebeneinander verlaufenden Stahlträgern, die so fünf „Rahmen“ bilden. In diese „Rahmen“, welche die Funktion von Schienen erfüllen, sind einzelnen Module eingesetzt. An den Seitenenden wurden außerdem Module mit der Hälfte der Länge angebracht. Bei den Modulen handelt es sich um Blechkästen / Blechkassetten, welche mit einem speziellen Substrat befüllt sind. Damit das Substrat nicht aus den Kassetten herausfällt, ist ein Vließ vorgesetzt, in welches Löcher eingearbeitet wurden, durch die die Pflanzen wachsen können. Drei der vier Systeme werden durch ein Fenster unterbrochen. Die Länge der Systemelemente beträgt jeweils 6,50 m

abzüglich der Fenster (Fläche 5,66 m²), wenn vorhanden. Die Breite der Systeme beträgt ca. 6 m. Neben diesen vier großen Systemelementen wurden Pflanzkübel in den Zwischenräumen montiert. Die Pflanzkübel stehen auf einem Gebäudeabsatz und sind somit auf derselben Höhe wie das Ende der modularen Systeme. Ca. zwölf Pflanzkästen erweitern so die Begrünung. Die Pflanzkästen bestehen ebenfalls aus Blech, sind 1 m lang, 40 cm hoch und 50 cm breit und sind mit einem Substrat befüllt. Dieselben Pflanzkästen sind noch einmal auf dem Dach der Halle installiert. Hier wurde jedoch zusätzlich eine Kletterhilfe aus Stahlseilen angebracht, die den Pflanzen helfen soll, nach unten zu wachsen. So sollen hängende Gärten entstehen. Die Pflanzkästen gehören anders als die modularen Elemente zu den Regalsystemen und haben eine horizontale Wuchsfläche. Der systematische Aufbau der beiden verwendeten Begrünungsvarianten ist in Abb. 21 und 22 dargestellt. Hier ist ein Schnitt durch das Gebäude zu erkennen, welcher zum einen das modulare System, als vorgehängtes Element vor der Fassade zeigt und zum anderen einen Pflanzkasten, der als „Hängender Garten“ fungieren soll. In Abb. 23 sind alle Begrünungselemente in der Draufsicht zu sehen. Bei dem Systemhersteller handelt es sich

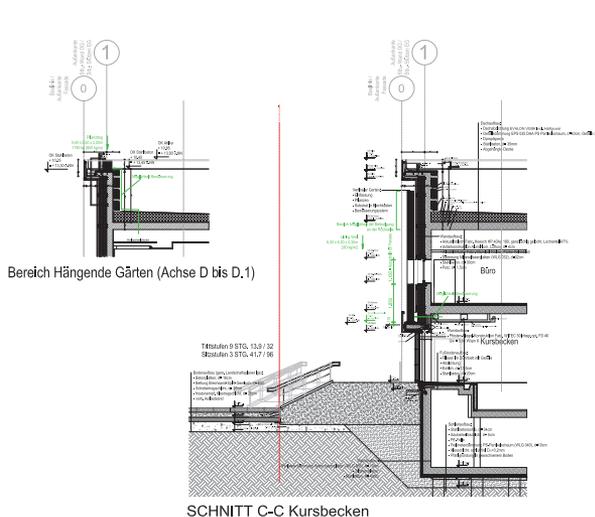


Abbildung 21: Schnitt der Fassadenbegrünung im Bereich der „Hängenden Gärten“
Quelle: angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland

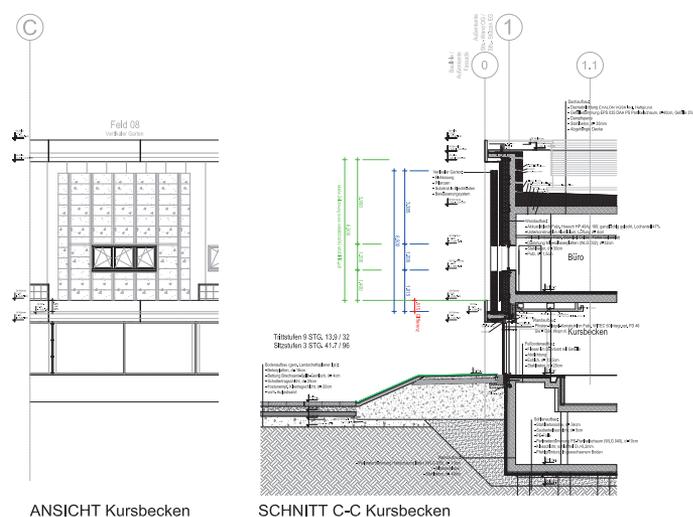


Abbildung 22: Schnitt der Fassadenbegrünung im Bereich des Kursbeckens
Quelle: angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland

um die Firma Schadenberg aus den Niederlanden. Mithilfe einer Entscheidungsmatrix wurde sich schlussendlich für diesen Systemhersteller entschieden, (Die Entscheidungsmatrix ist im Anhang auf Seite 103 zu finden). Ausschlaggebend waren vor allem der Preis und die Bepflanzung, da hier kein Efeu verwendet wird, was so vom Gebäudebetreiber gewünscht wurde. (Alle Angaben aus den Materialien und dem Gespräch mit Herrn Schmidt)

fand keine weitere Kontaktaufnahme zur Inselakademie statt. Da die bereitgestellten Informationen und Materialien sich mit allen Elementen des Begrünungssystems befassen und Planung sowie Installation des Systems in Kooperation der beiden Gebäudebetreiber mit der IBA erfolgten.

Die Informationen für die Untersuchung an der Inselparkhalle stammen aus einem Gespräch und einer Führung durch den Schwimmbadkomplex mit Herrn Schmidt (Abteilung Engineering, Bäderland) und erhaltenem Materialien, sowie aus dem Gespräch mit dem Architekturbüro, das die Fassadengestaltung übernommen hat. Obwohl die jeweiligen Abschnitte der Fassadenbegrünung vom jeweiligen Gebäudeinhaber betreut werden, fand die Bereitstellung der Informationen ausschließlich durch das Bäderland statt. Aufgrund der umfangreichen Informationsweitergabe durch das Bäderland,

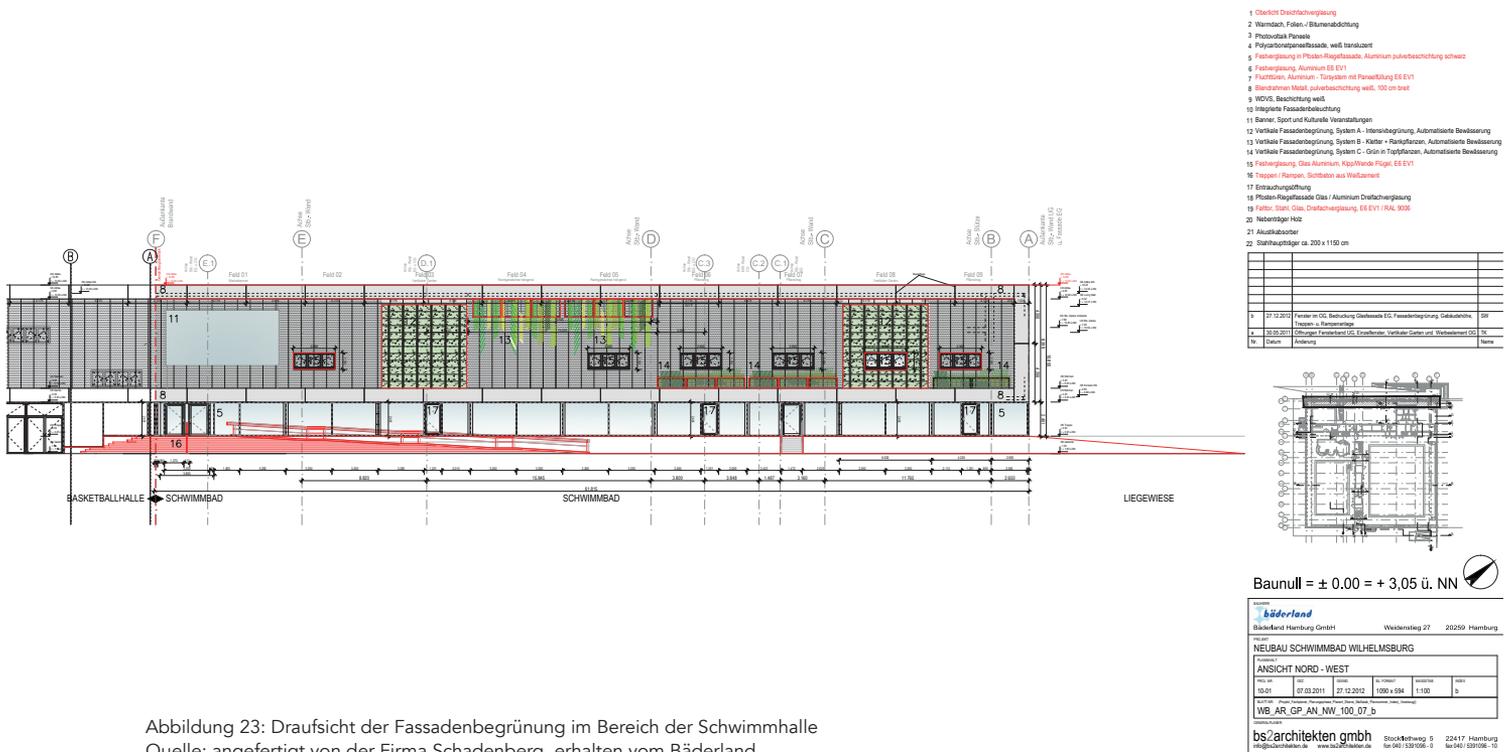


Abbildung 23: Draufsicht der Fassadenbegrünung im Bereich der Schwimmhalle
 Quelle: angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland

4.3 Bewässerung, Nährstoffzufuhr

Die Bewässerung des Systems erfolgt über eine Tröpfchenbewässerung. Die aus PE (Polyethylen) bestehenden Bewässerungsschläuche/ Bewässerungsrohre laufen am oberen Ende der modularen Systeme und an den Pflanzkübeln entlang. Durch eine entsprechende Lochung der Schläuche wird Wasser an das Substrat abgegeben und versorgt die Fassadenbegrünung so großflächig. Dabei versorgt ein Bewässerungssystem das modulare System, die Pflanzkübel und die „Hängenden Gärten“. Da es sich bei der Bewässerung nicht um einen Kreislauf handelt, fließt das Wasser durch einen Auslauf an drei Stellen an der Fassade wieder herab in das Oberflächenwasser (siehe Abb. 26). In das Bewässerungssystem kann auch Dünger zur Nährstoffzufuhr eingebracht werden. Eine Düngung wird jedoch bereits seit der Installation nicht benötigt, da die Pflanzen auch ohne eine zusätzliche Nährstoffzufuhr, nach Angaben von Herrn Schmidt, gut wachsen.

Hinter dem Gebäude ist eine Zisterne installiert,

welche das Regenwasser speichert. Diese Zisterne befindet sich jedoch auf öffentlichem Boden und wurde während der igs zur Bewässerung der Pflanzen genutzt. Die Zisterne wird durch Netzwassernachspeisung über den Tag aufgefüllt. Dabei puffert die Zisterne das Regenwasser des Gebäudes ab, damit dieses bei starken Regenereignissen langsam in die Vorflut abgelassen werden kann. Eine Nutzung der Zisterne durch die Inselfarkhalle wurde angedacht, jedoch bisher nicht realisiert, da die Zisterne Eigentum der igs ist. Daher wird hauptsächlich mit Trinkwasser bewässert, außerdem wird so keine zusätzliche Reinigung benötigt und die Gefahr einer Verstopfung der Schläuche wird verringert. Über eine Zeitschaltuhr wird die Bewässerung gesteuert. Während meiner Besichtigung ist diese Schaltzeituhr jedoch ausgefallen, wodurch die Bewässerung manuell bedient werden musste. Ein Umstieg von der computergesteuerten Bewässerung auf eine manuelle ist somit möglich. Der Wasserverbrauch liegt im Sommer nach Schätzungen des Systemherstellers Schadenberg bei 4-5 Liter/m²



Abbildung 24: Zuleitung der Bewässerung
Eigenes Foto



Abbildung 25: Mögliche Zuleitung für Dünger
Eigenes Foto

am Tag. Insgesamt liegt der Wasserverbrauch daher ungefähr bei 500 Liter am Tag für die gesamte Fläche. Im Frühjahr und im Herbst kann der Wasserverbrauch je nach Witterung reduziert werden.

Probleme bei der Bewässerung sind bisher eher selten aufgetreten. Hauptproblem, welches im Frühjahr dieses Jahres und zu Beginn der Inbetriebnahme auftrat, war ein Wasserausfall, wodurch die Vertrocknung der Pflanzen sehr schnell einsetzte. Bei Wasserausfällen wird das Problem schnellstmöglich behoben und in der Zwischenzeit manuell bewässert. Ein Bewässerungsausfall des gesamten Systems ist noch nicht vorgekommen, bei den Ausfällen waren bisher nur einzelne Bereiche betroffen. Um Frostschäden vorzubeugen, ist die Bewässerungsanlage ab Mitte November bis frühestens Anfang März ausgeschaltet und entlüftet. (Alle Angaben aus dem Gespräch mit Herrn Schmidt)



Abbildung 26: Abflussrohr des überschüssigen Wassers nach der Bewässerung
Eigenes Foto

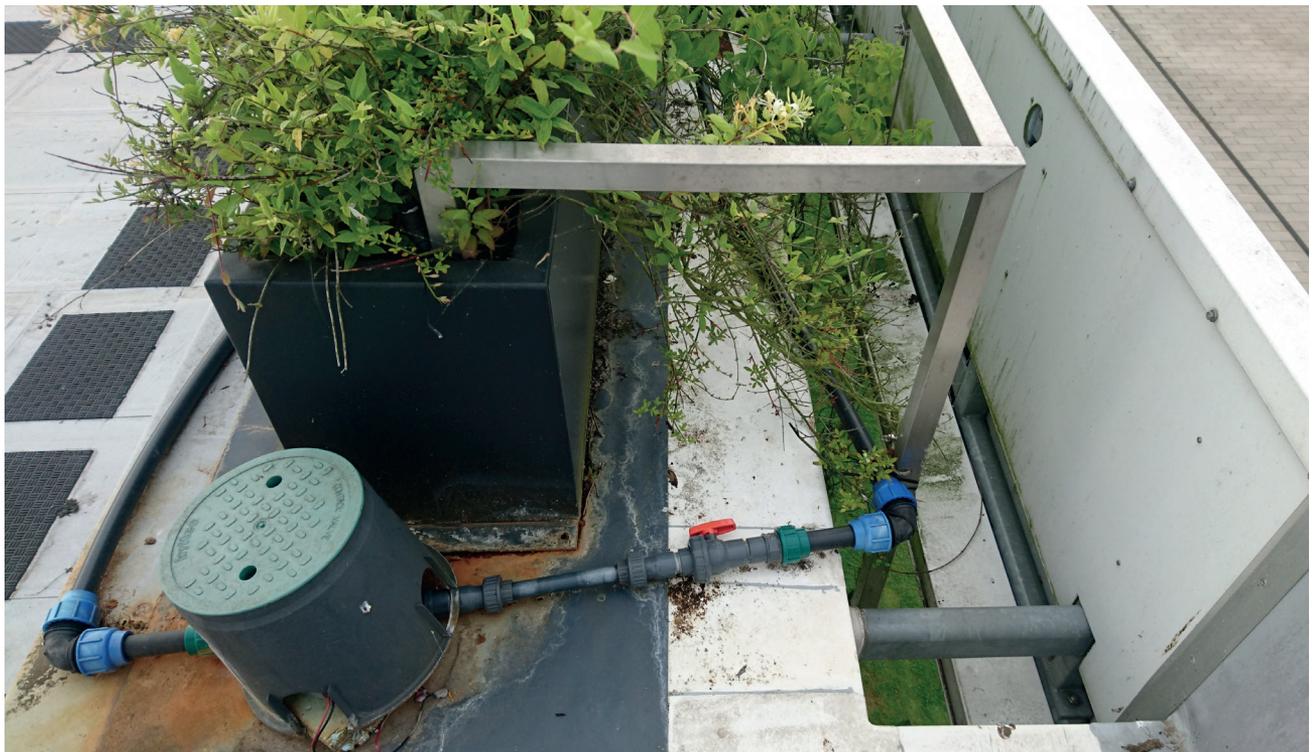


Abbildung 27: Zufluss des Wassers in die Kübel der „Hängenden Gärten“
Eigenes Foto

4.4 Substrat

Bei dem Substrat der Fassadenbegrünung an der Inselfarkhalle handelt es sich um ein speziell angefertigtes Substrat der Firma Schadenberg, welches hauptsächlich aus vulkansteinähnlichem Material besteht. Dieses Substrat wird in den modularen Elementen und auch in den Pflanzkästen verwendet. Bereits vor der Montage wurde das Substrat in die Blechkassetten gefüllt. Weitere Informationen über das verwendete Substrat konnten nicht generiert werden, da der Systemhersteller nicht auf die Interview Anfragereagierte.

In den Abbildungen 28 und 29 ist das Substrat im Modul zu erkennen. Die Abbildung 30 zeigt ausgewaschenes Substrat im Fensterbereich.



Abbildung 28: Systemmodul, Volumen des Substrates ist zu erahnen
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 29: Pflanzloch im Modul
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 30: Blick durch das Begrünungssystem,
Substrat ist zu erkennen
Eigenes Foto

4.5 Bepflanzung

Für die Begrünung der Inseleparkhalle wurden verschiedenste Pflanzen gewählt. Die gewählten Pflanzenfamilien variieren aufgrund der unterschiedlichen Systemelemente entsprechend. Für die vertikalen Gärten (modulares System) wurden folgende Pflanzen gewählt:

- Clematis armandii
(Familie der Hahnenfuß gewächse)
- Carex pendula
(Familie der Sauergrasgewächse)
- Carex morowii (Familie der Gräser)
- Heuchera „Palace Purple“ (Stauden)
- Contoneaster dammerii
(Strauch aus der Gruppe der Kernobstgewächse)
- Bergenia cordifunei „Coloratus“
(Familie der Steinbrechgewächse)
- Berberis thunbergii „Red Chief“
(Familie der Berberitzengewächse)
- Berberis verruculosa
(Familie der Berberitzengewächse)
- Euonymus fortunei „Radicans“
(Kletterpflanze)
- Prunus laurocerasus „Mount Vernon“
(Familie der Rosengewächse)
- Viburnum davidii (Familie der Sträucher)
- Vinca major
(Immergrün, aus der Familie der Hundsgewächse)

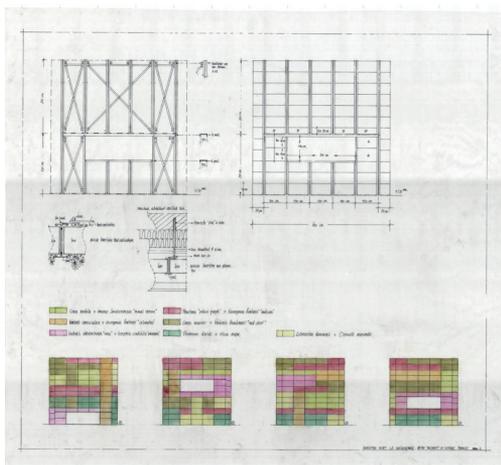


Abbildung 31: Schematische Zusammensetzung der Pflanzenauswahl
Quelle: Angefertigt von Schadenberg, erhalten vom Bäderland

Die Pflanzen gehören zu unterschiedlichsten Gattungen und Pflanzenfamilien und variieren daher auch in Ihrer Färbung und im Wuchsverhalten. Einige Pflanzen sind immergrüne Pflanzen und auch Kletterpflanzen sind in der Pflanzenauswahl zu finden. Viele der Pflanzen sind heimisch. Für das Bepflanzungskonzept der vertikalen Gärten wurden immer zwei Pflanzenarten zusammen in ein Modul gesetzt und anschließend nach ästhetischen Überlegungen und aufgrund der Verträglichkeit oder Unverträglichkeit der Pflanzen untereinander in das System eingesetzt. (Dies ist in Abb. 31 und 32 zu erkennen) Zum Auswahlkonzept der Bepflanzung können leider keine Angaben gemacht werden aufgrund der fehlenden Informationen des Systemherstellers Schadenberg.

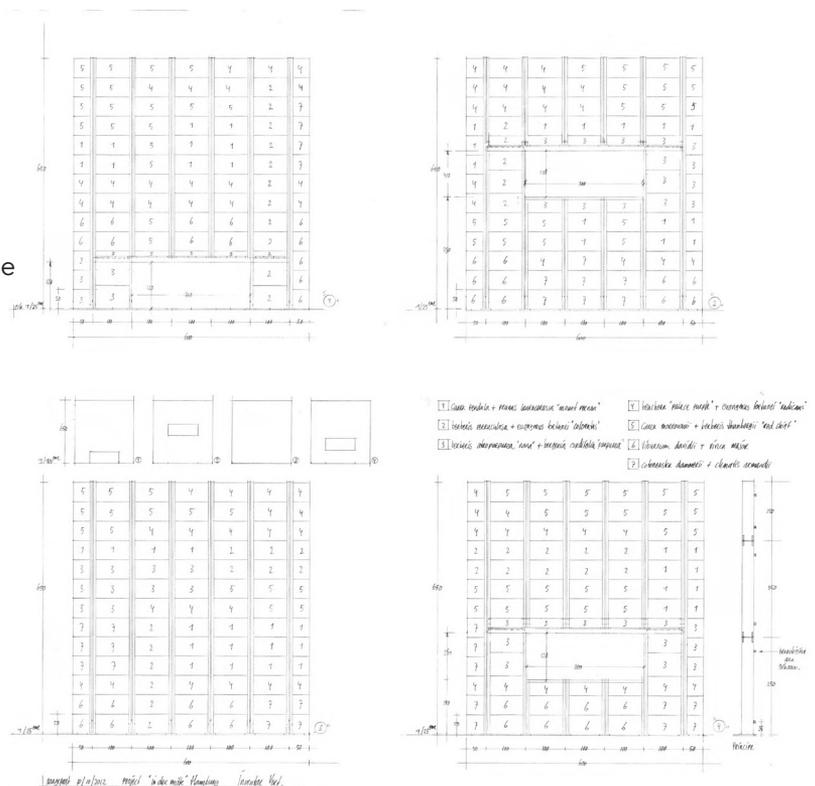


Abbildung 32: Schematische Zusammensetzung der Pflanzenauswahl in allen vier Elementen
Quelle: Angefertigt von Schadenberg, erhalten vom Bäderland

Zu erwähnen ist jedoch, dass zunächst ein Muster mit der Bepflanzung erstellt wurde (zu sehen in Abb. 33). Nach Abnahme durch den Gebäudebetreiber wurden dann alle Elemente in den Niederlanden vorkultiviert. Aufgrund zeitlicher Verzögerung in der Abstimmung über einen Systemhersteller konnten die Pflanzen nicht die gewünschte Zeit vorkultiviert werden, wodurch die Pflanzen bei der Montage nicht die gewünschte Wuchshöhe erreicht hatten.

Für die Pflanzkübel wurden andere Pflanzen ausgewählt. Die ausgewählten Pflanzen gehören zur Familie der Heckenpflanzen und sind:

- Pinus mugo „Colonoris“ oder „mops“
(Zwerg-Kegel-Kiefer)
- Cornus alba „Sibirica“
(Tatarischer Hartriegel)

Diese Pflanzen wachsen aufgrund ihrer horizontalen Wuchsfläche in die Höhe.

Den dritten Teil der Fassadenbegrünung bilden die Pflanzkübel der „Hängenden Gärten“. In den „Hängenden Gärten“ wurden Kletterpflanzen eingesetzt, die an Rankseilen herunter wachsen sollen. Bei den verwendeten Pflanzen handelt es sich um:

- Hedera helix (Gemeiner Efeu)
- Parthenocissus quiquefolia „Engelmannii“
(Selbstkletternde Jungfernebe)
- Euonymus fortunei „Radicans“
(Kletter-Spindelstrauch)

Der erhoffte Effekt der herunterwachsenden Pflanzen funktioniert bedauerlicherweise nicht wie gewünscht. Anders als gedacht, wachsen die Pflanzen nicht nach unten und an der Kletterhilfe entlang, sondern in die Höhe oder auf dem Dach. Bei den „Hängenden Gärten“ handelte es sich nach Herrn Schmidt, wie bei allen anderen Begrünungselementen auch um einen Versuch, welcher in diesem Fall nicht funktioniert hat. Obwohl dieses Element nicht das gewünschte Aussehen erreicht, bleiben die Pflanzkübel weiterhin auf dem Dach installiert, um Tieren und Kleinstlebewesen einen Lebensraum zu bieten.

Die Montage aller Begrünungselemente erfolgte im Frühjahr 2013 bei sehr kalten Temperaturen, weshalb die Pflanzen zunächst mit einem Vlies zum

Schutz vor Kälte umwickelt wurden (zu sehen in Abb. 34) Die Farbe der Pflanzenblätter und Blüten wechselt in Abhängigkeit zur Jahreszeit, neben immergrünen Pflanzen gibt es auch Pflanzen im System, die im Herbst und Winter ihre Blätter abwerfen oder eine bräunliche Färbung annehmen. In den Sommermonaten ist jedoch ein üppiger Bewuchs zu verzeichnen. Auf die Entwicklung des Bewuchses wird vertiefend in Kapitel 8 eingegangen.



Abbildung 33: Musterbepflanzung
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 34: Pflanzelemente kurz nach der Montage im Frühjahr
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt

4.6 Pflege

Die Pflege der Fassadenbegrünung erfolgt zweimal im Jahr (im Frühjahr und im Herbst). Dabei werden die Pflanzen und das Substrat mithilfe eines Hubsteigers kontrolliert. Vor allem das Zurückschneiden der Pflanzen steht im Vordergrund, da diese im Sommer extrem gut wachsen und für den Winter zurückgeschnitten werden müssen. Die Pflegemaßnahmen werden von Mitarbeitern der Firma Schadenberg durchgeführt, also vom Systemhersteller selbst.

Die Anforderung des Bäderlandes als Gebäudebetreiber war es, eine pflegeleichte und „robuste“ Fassadenbegrünung zu erhalten, da der Aufgaben- und Wissensbereich des Bäderlandes nicht im Bereich der Botanik liegt. Diese Ansprüche konnten durchweg erfüllt werden, große Pflegemaßnahmen fanden bisher nicht statt. Weitere Angaben zum Thema Pflege können nicht gemacht werden aufgrund fehlender Informationen der Firma Schadenberg.

Die Abbildung 35 zeigt die erste Kontrolle der Pflanzsysteme.

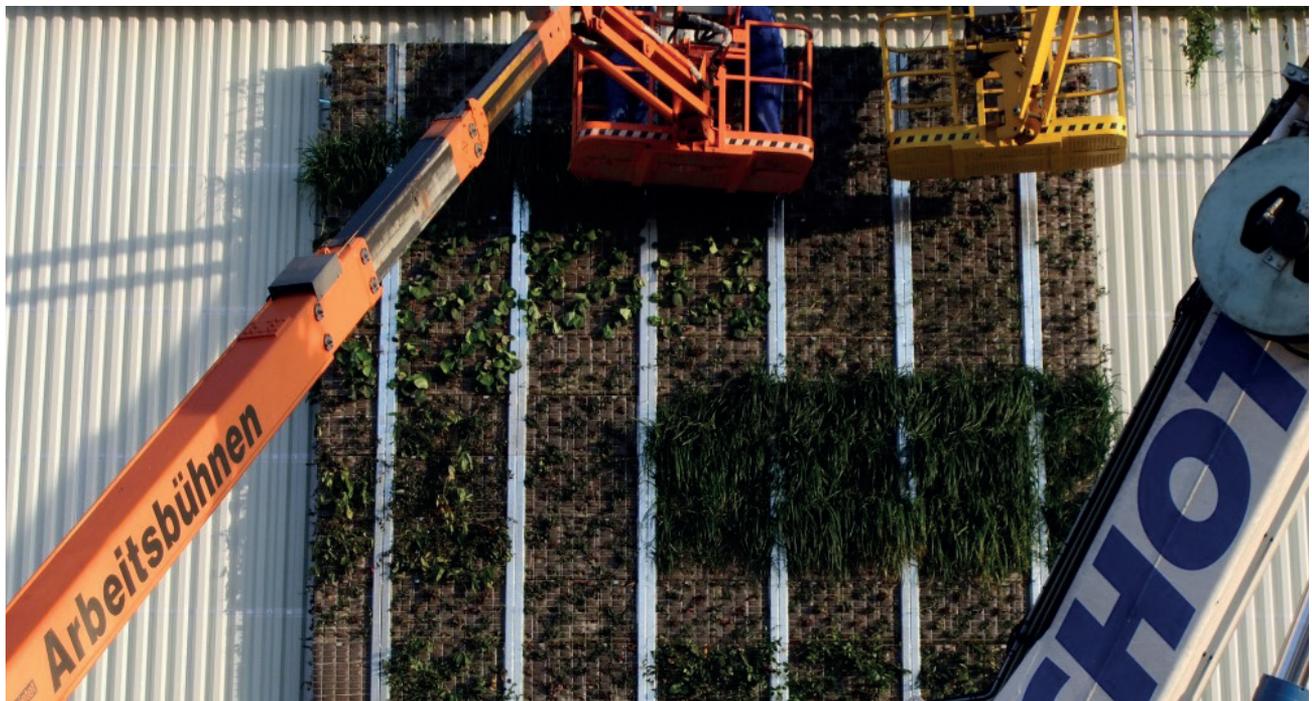


Abbildung 35: Installation der Pflanzelemente
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt

4.7 Kosten

Die reinen Anschaffungskosten des fassadengebundenen Systems (modulares System + Pflanzkübel) liegen bei einem niedrigen sechsstelligen Betrag, hinzu kommen jedoch noch die Planungskosten und die Instandhaltungskosten. Die Instandhaltungs- / Pflegekosten liegen im mittleren vierstelligen Betrag im Jahr. Inbegriffen sind drei Pflegegänge pro Jahr, eine entsprechende Wartung des Systems und das Zurückschneiden der Pflanzen. Von den angebotenen drei Pflegegängen finden tatsächlich jedoch nur zwei Pflegegänge pro Jahr statt. Gründe für die Reduktion der Pflegegänge werden im guten Wachstum der Pflanzen und der Funktionsfähigkeit des Systems gesehen. Die Anschaffungskosten dieses Systems liegen im Kostendurchschnitt für fassadengebundene Begrünungssysteme. Die durchschnittlichen Kosten für fassadengebundene Begrünungssysteme wurden in diesem Fall durch die Angaben der Systemhersteller errechnet und mit den Informationen der Literaturrecherche abgeglichen. Für die Anschaffung eines fassadengebundenen Begrünungssystems sind durchschnittlich Kosten von 800 – 1200 € pro m² aufzubringen. Die Anschaffungskosten des untersuchten Systems liegen somit im Durchschnitt, da der Quadratmeter Preis deutlich unter 1200 € liegt. Auch die Pflegekosten liegen im Durchschnitt bei 30-50 €/ m². Zur Gesamtkostenrechnung kommen nun noch die Wasserkosten mit ca. 925 Euro pro Tag hinzu. Die Kosten für den täglichen Wasserbedarf berechnen sich wie folgt: 500 Liter pro Tag x 1,85 € pro Liter Wasser.

4.8 Probleme

Vorab ist zu sagen, dass die Fassadenbegrünung an der Inselfarkhalle entgegen der Erwartung sehr gut funktioniert, somit sind bisher auch nur wenige Probleme aufgetreten.

Wie bereits erwähnt, stellt auch bei diesem Objekt die Bewässerung eines der größten Probleme dar. Sobald die Bewässerung ausfällt, beginnen auch hier sehr schnell Vertrocknungsprozesse. Dies ist bisher jedoch nur zweimal vorgekommen. Nicht nur der Ausfall des Bewässerungssystems an einigen Stellen kann zum Problem werden, sondern auch das Ausfallen der Zeitschaltuhr, durch welche die Bewässerung gesteuert wird. In diesem aktuellen Fall wurde der Ausfall jedoch schnell bemerkt und konnte manuell behoben werden.

Als ein weiteres Problem, welches gleichzeitig jedoch auch Grund zur Freude ist, wurde das kräftige Wachsen der Pflanzen genannt. Durch das starke und schnelle Wachsen der Pflanzen müssen große Mengen zurückgeschnitten werden, da einige Pflanzen weit über das System hinausragen.

Den einzig wirklich prägnanten Verlust stellt der Ausfall oder das nicht funktionieren der „Hängenden Gärten“ dar. Die „Hängenden Gärten“ sollten die Bepflanzung des modularen Systems und die der Pflanzkästen erweitern. Der Versuch, die Fassade durch dieses System weiter zu begrünen, scheiterte jedoch an diesem Standort.

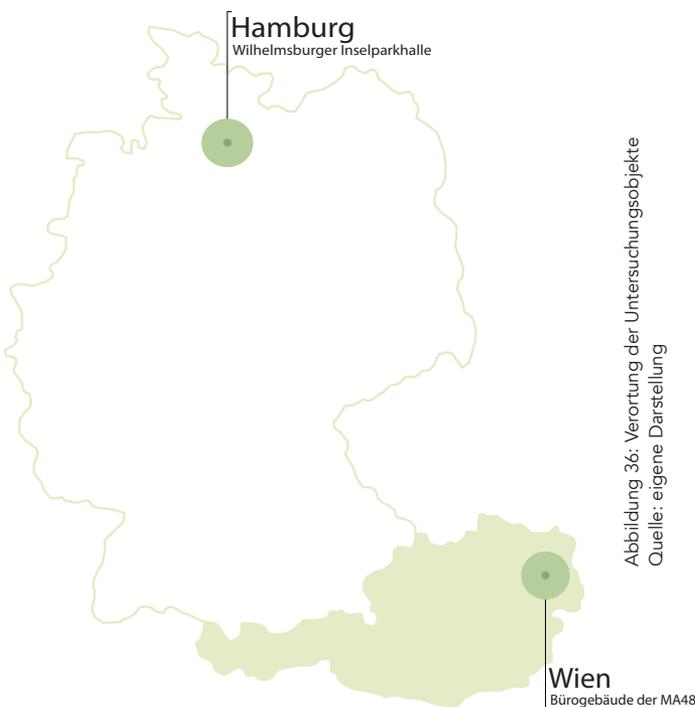
4.9 Veränderungen und Nachsteuerungsmaßnahmen

Die Installation einer fassadengebundenen Begrünung wurde für den Gebäudebetreiber als Versuch gesehen. Daher wurden auch nur wenige bis keine Erwartungen an die Fassadenbegrünung gestellt. Keiner der Beteiligten hatte große Vorstellungen, weshalb die Entwicklung durch den Gebäudebetreiber äußerst positiv bewertet wird. Obwohl es statisch möglich wäre, die Begrünung zu erweitern und die Fassade komplett zu begrünen, sind keine Veränderungen angestrebt, da die Kosten für eine Erweiterung zu hoch wären und das System so wie es ist, gut funktioniert. Auch Nachsteuerungsmaßnahmen sind aus den eben genannten Gründen nicht geplant. Die nicht funktionierenden „Hängenden Gärten“ stellen für den Gebäudebetreiber ebenfalls keinen Grund dar, Nachsteuerungsmaßnahmen durchzuführen, da die Pflanzen in den Pflanztrögen wachsen, nur eben nicht nach unten, was jedoch kein weiteres Problem darstellt.

5. Aufbau der fassadengebundenen Begrünung am Gebäude der MA 48, Wien

Mit Abschluss der Vorstellung der „Living Wall“ in Wilhelmsburg an der Inselfarkhalle folgt nun die Darstellung der Fassadenbegrünung des Gebäudes der Magistratsabteilung 48 in Wien. Dies ist das zweite Untersuchungsobjekt und soll als Vergleichsbeispiel dienen.

5.1 Vorstellung des Gebäudes



Die zu untersuchende Begrünung befindet sich am Gebäude der Magistratsabteilung der MA 48 in der Einsiedlergasse in Wien, Österreich im 5. Bezirk (Margareten). Die MA 48 ist zuständig für die Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark in Wien. Bei dem Gebäude handelt es sich um ein

Bürogebäude, welches in den 60er Jahren entstanden ist (vgl. Tiefbau- und Entsorgungsdepartment 2017). Die Fassade besteht aus Vollziegeln (vgl. Preiss et al. 2017. S.120) und aufgrund einer fehlenden Dämmung des Gebäudes wurde überlegt, welche Materialien für eine effiziente und nachhaltige Dämmung in Betracht gezogen werden können. Daraufhin wurde der Entschluss gefasst, durch eine Komplettbegrünung des Gebäudes eine Wärmedämmung herzustellen. Mitte Juli im Jahr 2010 begann die Installation des Systems und nach einer kurzen Bauphase wurde die Begrünung im September desselben Jahres abgeschlossen. Ziel dieser Fassadenbegrünung war es, einerseits eine entsprechende Dämmung des Gebäudes zu erzielen und andererseits die Quantität und Qualität von Grünflächen im Bezirk zu steigern.

Anders als an der Inselfarkhalle in Wilhelmsburg handelt es sich in Wien nicht um eine Sporthalle, sondern um ein Bürogebäude, wodurch die Begrünung andere Anforderungen zu erfüllen hat. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass es sich hierbei um eine nachträgliche Begrünung handelt, wodurch zunächst die Prüfung der Statik des Gebäudes wichtig war. Diese war jedoch ausreichend, wodurch keine zusätzlichen Stützinstallationen angebracht werden mussten.

Die Fassadenbegrünung dient der Boku (Universität für Bodenkultur Wien) als Untersuchungsobjekt und

konnte bereits viele Aussagen über die Wirkung von Fassadengebundener Begrünung im Hinblick auf Gebäudeoptimierungspotenziale und Verbesserung des Mikroklimas bestätigen. In Kapitel 8 wird dieser Aspekt weiter vertieft.

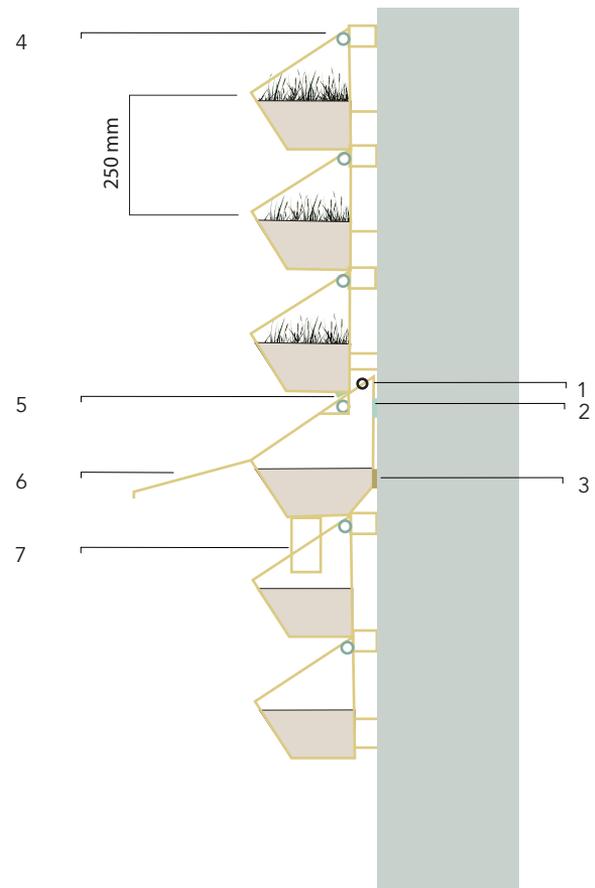
5.2 Bautechnische Konstruktion

Wie eben bereits erwähnt, handelt es sich bei der Fassadenbegrünung des Bürogebäudes der MA 48 um eine Komplettbegrünung der Fassade, welche bereits im Erdgeschoss beginnt. Nur die Fenster (insgesamt 80) und ein bereits vorhandenes Stein gemälde wurden ausgespart.

Bei dem verwendeten Begrünungssystem handelt es sich um ein Regalsystem mit Pflanztrögen (zu sehen in Abb. 37). Die Längen der Tröge variieren von 1 m bis zu 6 m, diese sind mit einem Multifunktionsvlies ausgelegt und mit einem speziell für den Standort entwickelten Substrat der Firma „Dachgrün GmbH“ befüllt. Dabei wird ein Füllvolumen von ca. 14 Liter/m erreicht. Das Gewicht beträgt so ca. 22 Kg/m (Vgl. Dachgrün 2017). Die Aluminium-Pflanztröge laufen horizontal und im einheitlichen Abstand um das Gebäude herum, dabei sind die Tröge an Metallschienen befestigt. Die Metallschienen wirken als Verbindungselement zwischen den Pflanztrögen und der Fassade. Der Abstand der Metallschienen zur Hausfassade beträgt in diesem Fall 6 cm (vgl. Tudiwer et al. 2015, S.8) und bietet die Möglichkeit zur Entstehung einer Luftpolsterschicht. Die Tröge sind ineinandergesteckt, wodurch eine vorgehängte Fassade entsteht (Vgl. Tudiwer et al. 2015, S.8). Insgesamt wird eine Fläche von 850 m² durch 2850 Pflanztröge begrünt (vgl. Preiss et al. 2017, S. 120). Die Fassadenbegrünung dient bei diesem Gebäude, wie bereits erwähnt, als Dämmschicht, und bildet somit den Abschluss der Fassade. Dieses fassadengebundene Begrünungssystem zählt aufgrund der Maße zu einem der größten Europas (vgl. Tiefbau- und Entsorgungsdepartment 2017).

Bei dem Systemhersteller handelt es sich um die Firma „Techmetall“ mit Sitz in Wien. Für „Techmetall“ wurde sich zum einen aufgrund des praktischen Sys-

temaufbaues, welches ideal zum Gebäudetyp passt und zum anderen aus Kostengründen und zeitlichen Aspekten, entschieden. Ausschlaggebend war, dass die Begrünung bis zur Gemeinde- und Landtagswahl im Jahr 2010 fertig gestellt werden sollte. Andere Systeme und Systemhersteller hätten in dieser kurzen Zeit einen solchen Begrünungsgrad nicht erreichen können (Informationen durch das Interview mit Herrn Preiss, MA 22).



- 1 Löcher für Hinterlüftung direkt im Trog: \varnothing 5mm
- 2 Kunststoffplatte aus PP; Materialstärke 2-10 mm
- 3 Brandsicheres Quillband
- 4 Tropfschlauch \varnothing 19mm; aus PE
- 5 Quillband zur Aufnahme des Spalts
- 6 Edelstahltrög mit Brandschutzschürze
- 7 Edelstahlrohr \varnothing 50 mm mit dem Trog verschweißt; Material: Edelstahl

Abbildung 37: Schematische Konstruktion des Systems
Quelle: Endbericht-Technische Universität Wien, eigene Anpassung

5.3 Bewässerung, Nährstoffzufuhr

Durch das Interview mit Herrn Preiss von der MA 22 (Umweltschutz) konnte in Erfahrung gebracht werden, dass es sich bei der Bewässerung des Begrünungssystems, wie auch bei der Fassadenbegrünung in Wilhelmsburg, um eine Tröpfchenbewässerung handelt. Die UV-geschützten Tropfschläuche verlaufen um das Gebäude herum. Insgesamt wurden 3000 Meter Tropfschlauch verlegt (vgl. Tiefbau- und Entsorgungsdepartment 2017). Dabei liegen die Bewässerungsschläuche in 12 Gießkreisläufen, wovon jeweils 6 Kreisläufe auf der Süd- und 6 Kreisläufe auf der Westfassade zu finden sind. Kaskadenähnlich läuft das Wasser von Pflanztrog zu Pflanztrog herunter. Daher ist es wichtig, die Bewässerungsdurchgänge genau abzustimmen, um nicht eine Über- oder Unterbewässerung zu erreichen. Hierfür wurden 12 individuell steuerbare Zuleitungen gelegt, die eine ausreichende Bewässerung in den Sommermonaten ermöglichen (vgl. Tiefbau- und Entsorgungsdepartment 2017). Außerdem ist das verwendete Programm ein lernendes System, d.h. das System erkennt, ab wann ein Überlauf stattfindet und berechnet die Überlauftrate. Die Überlaufzeit wird somit zurück gerechnet und beim nächsten Bewässerungsdurchgang wird die Bewässerung entsprechend früher gestoppt. Auch der Nachlauf (Wasser welches von oben nachläuft) wird berechnet, dadurch wird sichergestellt, dass bei ausreichend feuchtem Substrat kein Wasser nachläuft. Dies berechnen Messfühler im Substrat (Informationen aus dem Interview mit Herrn Preiss). Bei dem System handelt es sich jedoch nicht um einen geschlossenen Kreislauf, außerdem wird hier, wie auch in Wilhelmsburg mit Trinkwasser bewässert. Als Grund hierfür wird zum einen der extrem günstige Wasserpreis in Wien genannt und zum anderen die höheren Infrastrukturkosten für Zisternen, Pumpen und Filteranlagen, die bei der Bewässerung mit Grauwasser anfallen würden. Der Wasserpreis in Wien beträgt pro Kubikmeter etwa 1,31 € (vgl. tga.at, 2017), in Hamburg liegt der Wasserpreis pro Kubikmeter hingegen bei 1,85 € (Hamburg Wasser, 2017). Aufgrund der günstigen Wasserpreise würde sich der Gebrauch von Grauwasser daher nicht lohnen. Die Aufbereitungskosten, um eine Verstopfung der Schläuche zu verhindern, wären höher als

die jetzigen Wasserkosten. Dennoch wurde über eine Zisterne auf dem Dach zur Regenwasserspeicherung nachgedacht, statisch war dies jedoch nicht möglich, weshalb ausschließlich mit Trinkwasser bewässert wird. Da es sich bei dem System nicht um einen Kreislauf handelt, fließt das Wasser in die Kanalisation ab. Nach Herrn Preiss dauert ein Gießvorgang in der Regel 10 Minuten, dabei beträgt der Wasserverbrauch an heißen Tagen bis zu 3500 Liter am Tag. In den Sommermonaten finden ca. 4-6 Bewässerungsdurchgänge pro Woche statt (vgl. Enzi et al. 2012, S. 15).

Die Bewässerung läuft vollautomatisch ab, dank der bereits genannten Sensoren im Substrat und einer Zeitschaltuhr, welche die Bewässerungsdurchgänge taktet. Nur im Winter wird auf eine automatische Bewässerung verzichtet und auf eine manuelle Bewässerung umgestellt, da die Gefahr von Frostschäden an den Schläuchen und Wasserleitungen zu groß. Im Winter ist vor allem darauf zu achten, dass die Feuchtigkeit des Substrats immer ungefähr 8% beträgt, um die Pflanzen vor Vertrocknung zu schützen (vgl. Tiefbau- und Entsorgungsdepartment 2017). Auch der Wasserverbrauch sinkt in den Wintermonaten stark im Vergleich zum Sommerverbrauch. Probleme mit der Bewässerung sind bisher selten aufgetreten. Einzig nennenswert ist die Bewässerungsproblematik zu Beginn der Inbetriebnahme der Fassadenbegrünung. Die automatische Bewässerung funktionierte im ersten Jahr nicht ideal, weshalb nachgesteuert werden musste. Trotz dieser Bewässerungsschwierigkeiten wurden keine schweren Pflanzenschäden festgestellt.

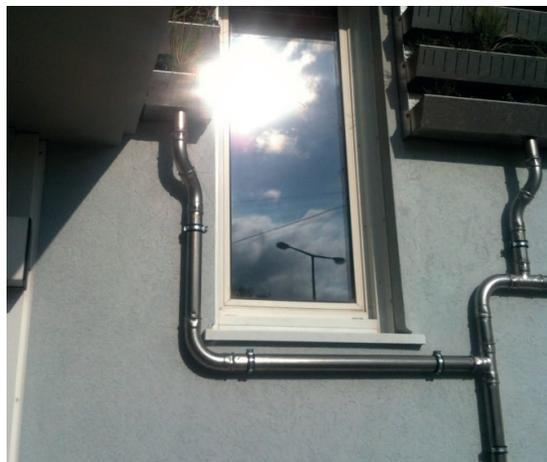


Abbildung 38: Ablauf des Wassers aus den Pflanzkästen
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss

5.4 Substrat

Bei dem verwendeten Substrat des Beispielobjekts handelt es sich um ein speziell für den Standort angefertigtes Substrat der Firma „Dachgrün“. Wie im Gespräch mit Herrn Preiss erfahren, ähnelt das Substrat den Substratzusammensetzungen, die für Dachbegrünungen verwendet werden. Aufgrund der Pflanzkübel, die hier als Substratträger fungieren, ist es möglich, ein recht schweres und dickes Substrat einzusetzen, ähnlich wie bei der Dachbegrünung. Weitere Informationen zum Substrat können leider nicht genannt werden, da es sich bei dem Substrat um eine spezielle Mischung handelt, über welche nicht viel bekannt ist, da es sich hierbei um ein Firmengeheimnis handelt.

Die Abbildungen 40 und 41 zeigen das Substrat, kurz nachdem es in die Pflanzkübel gegeben wurde. Das Substrat mit den ersten eingesetzten Pflanzen ist in Abbildung 39 zu erkennen.



Abbildung 39: Pflanzkübel mit Substrat und Bepflanzung
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss



Abbildung 40

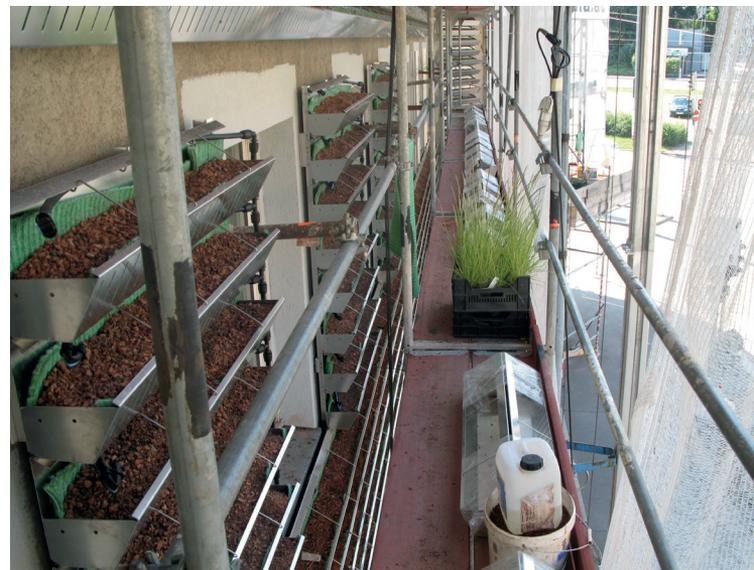


Abbildung 40 und 41: Pflanzkübel mit Substrat vor der Bepflanzung
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss

5.5 Bepflanzung

Für die Pflanzenauswahl wurden die BOKU und die Wiener Stadtgärten gemeinsam mit dem Pflegeunternehmen beauftragt, für den Standort geeignete Pflanzen auszuwählen. Hierbei wurden 60 Arten gewählt, welche in Frage kommen würden. Letztendlich entschied man sich für sechs Pflanzentypen (vgl. Wien.at 217). Insgesamt wurden 17.000 Pflanzen eingesetzt (vgl. Preiss et al. 2017, S.120), vor allem Stauden, Gräser, Kräuter und immergrüne Pflanzen. Bei diesem Pflanzsystem handelt es sich um eine extensive Wandbegrünung.

Zu den sechs ausgewählten Pflanzentypen zählen:

- *Iberis sempervirens* (Immergrüne Schliefenblume)
- *Sesleria caerulea/Sesleria heuffleriana* (Blaugräser)
- *Nepeta faassenii* (Katzenminze)
- *Dianthus plumarius* (Federnelke)
- *Achillea millefolium* (Gemeine Schafgarbe)
- *Thymus vulgaris* (Echter Thymian)

Bei den Pflanzen handelt es sich somit um unterschiedlichste Arten. Die Blütezeit beginnt bei fast allen Pflanzen im Juni, außer bei der *Iberis sempervirens* und der *Sesleria caerulea/Sesleria heuffleriana*, hier beginnt die Blütezeit bereits im April bzw. im Juni. Einige der Pflanzen weisen bunte Blüten auf, während andere als Gräser einfarbig bleiben. Auch die Wuchshöhen variieren von 10 cm beim *Thymus vulgaris* bis zu 70 cm bei der *Achillea millefolium*. Dadurch ergibt sich eine bunte und dichte Pflanzenwand (vgl. Dachgrün Objektbegrünung 2017, S.1-6). Der Vorteil des hier verwendeten Fassadenbegrünungs-Systems liegt vor allem darin, dass die Pflanzen recht schnell wachsen können. Hierzu trägt die Verwendung des dicken Substrats bei, welches es den Pflanzen ermöglicht, ihre Wurzeln tief zu graben, um möglichst viele Nährstoffe aufnehmen zu können und somit erreichen diese schnell ihre reguläre Wuchshöhe.

Die Abbildung 42 zeigt die Pflanzen kurz nach der Montage, in Abbildung 43 und 44 ist der Bewuchs im Sommer und Winter zu sehen.

Abb. 42



Abb. 43



Abb. 44



Abbildung 42, 43, 44: Veränderung der Bepflanzung im Verlauf der Jahreszeiten
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss

5.6 Pflege

Mit einer der wichtigsten Ansprüche an das Begrünungssystem war ein möglichst geringer Pflegeaufwand. Diese Voraussetzung kann das angebrachte System erfüllen. Im Gegensatz zur Fassadenbegrünung in Wilhelmsburg findet am Gebäude der MA 48 nur einmal jährlich ein Pflegedurchgang statt. Zugesendete Unterlagen der Firma „Dachgrün GmbH“ schlüsseln die Pflegemaßnahmen am Begrünungssystem der MA 48 wie folgt auf: Bei der Pflege werden grundsätzlich aus vegetationstechnischer Sicht Rückschneidemaßnahmen durchgeführt, Fremdbewuchs entfernt und Kahlstellen nachgesät. Je nach Bedarf werden auch Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt und Nachpflanzungen getätigt, diese Maßnahmen geschehen meist aus Gestaltungszwecken. Im Hinblick auf die Bewässerungstechnik wird die Bewässerungssteuerung kontrolliert und eine Sichtung der Bewässerungs- und Düngeeinheiten wird durchgeführt. Ebenso wird auch die Bautechnik einer Kontrolle unterzogen. Hierbei wird eine Sichtkontrolle der Bau- und Bewässerungstechnik durchgeführt, sowie eine Verortung und Meldung von sichtbaren Schäden. Die Pflege-/Kontrollgänge werden mittels eines Hubsteigers, welcher an der Fassade hochfährt, durchgeführt.

Vor allem die Bewässerungsanlagen sind wartungsaufwändig. Schläuche und Pumpen gilt es, gründlich zu kontrollieren, um auftretende Probleme zu vermeiden (Informationen aus dem Gespräch mit Herrn Preiss).

Die Pflege wird von der Firma „Dachgrün“ durchgeführt, ebenso werden auch die Pflanzen und das Substrat von dieser Firma gestellt. Die Firma „Techmetall“ ist hingegen ausschließlich für den Aufbau und die Baukonstruktion des Systems zuständig. Jedoch haben sich die Firmen für die Entwicklung und den Verkauf der Fassadenbegrünungssysteme zusammengeschlossen, um die Expertise beider Unternehmen zu verbinden.

5.7 Kosten

Die Anschaffungskosten des Systems lagen bei dieser Fassadenbegrünung bei 400 € pro m², inklusive der Bewässerungstechnik. Insgesamt wurden somit bei einer Fläche von 850 m² 34.000 € ausgegeben. Im Vergleich mit anderen Systemen liegen die Anschaffungskosten jedoch deutlich unter dem Durchschnitt, der, wie bereits erwähnt, bei 800-1200 €/m² liegt. Auch die Instandhaltungs- und Pflegekosten liegen deutlich unter dem Durchschnitt. Insgesamt belaufen sich die Pflegekosten auf 9000 € im Jahr (inklusive der Kosten für den Hubsteiger). Pro Quadratmeter ergeben sich somit 10,60 €/m²/Jahr, deutlich weniger als der Durchschnitt von 30 – 50 € pro m². Durch die extensive Begrünung und nur einen jährlichen Pflegedurchgang können die Pflegekosten gering gehalten werden. Im Gespräch mit Herrn Preiss wurde deutlich, dass ein preisgünstiges System gewünscht wurde und die Lösung von „Techmetall“ diesen Anspruch erfüllt hat.

Neben den Anschaffungs- und Instandhaltungskosten müssen auch die Wasserkosten betrachtet werden. Diese liegen an heißen Tagen ungefähr bei 4585 € (Rechnung: 3500 Liter pro Tag x 1,31 € pro Liter Wasser). Im Vergleich zur Bewässerung an der Inselfparkhalle ist dies eine enorm hohe Summe, jedoch muss auch bedacht werden, dass in diesem Fall eine fast doppelt so große Fläche bewässert werden muss.

5.8 Probleme

Probleme der Fassadenbegrünung an der MA 48 sind ähnlich wie bei der Fassadenbegrünung der Insemparkhalle bisher recht gering ausgefallen. Im Interview mit Herrn Preiss erzählte dieser, dass die einzig nennenswerten Probleme auf die Bewässerung zurück zu führen sind. Wie bereits erwähnt, musste das Bewässerungssystem im ersten Jahr der Inbetriebnahme häufig angepasst und nachgesteuert werden. Große Pflanzenausfälle und ähnliches sind jedoch nicht bekannt.

5.9 Veränderungen und Nachsteuerungsmaßnahmen

Auch bei der Frage nach Veränderungen und Nachsteuerungsmaßnahmen in nächster Zeit, wurden im Gespräch mit Herrn Preiss keinerlei Veränderungswünsche genannt. Nach Herrn Preiss ist die Fassadenbegrünung „so wie sie zur Zeit funktioniert ideal“. Die Fassadenbegrünung wurde von Anfang an als eine Komplettbegrünung geplant, weshalb keinerlei Erweiterungsmaßnahmen stattfinden müssen.

Für den Fall, dass die Fassadenbegrünung nicht die gewünschten Effekte erzielt oder nicht funktioniert hätte, d.h. das Wachstum der Pflanzen wäre eingeschränkt gewesen oder Bewässerungsprobleme hätten die Funktionsfähigkeit des Begrünungssystems zu sehr eingeschränkt, wurde die Installation des Systems mit Forschungen der BOKU gekoppelt. Somit hätte auch eine nicht funktionsfähige Fassadenbegrünung einen Zweck als Forschungsobjekt erfüllt und Aufschluss darüber gegeben, worauf bei einem fassadengebundenen Begrünungssystem zu achten ist.

Im Gegensatz zur Fassadenbegrünung an der Insemparkhalle hat diese Begrünung jedoch auch die klare Funktion als Klimaschutz und Klimaanpassungsmaßnahme zu agieren. Auch die Gebäudeoptimierung stand anders als an der Insemparkhalle im Vordergrund, denn bei dieser ging es in erster Linie um eine innovative Fassadengestaltung.

Um die Thematik der Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung durch die hier vorgestellten Fassadenbegrünungen zu vertiefen, soll nun in Kapitel 8 auf diese Aspekte im Detail eingegangen werden.

6. Untersuchungsergebnisse - Effekte der fassadengebundenen Begrünung - Versuch einer quantitativen Analyse

Nach der Einführung in die allgemeinen Aussagen über den Aufbau, Effekte und Wirkungen von fassadengebundenen Systemen und einer anschließenden Vorstellung der Analyseobjekte sollen nun die Untersuchungsergebnisse folgen. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Beispielobjekte und sollen Aufschluss über festgestellte Effekte der Systeme geben. Im Anschluss sollen die Ergebnisse mit in die Nutzungsstrategie für fassadengebundene Begrünungssysteme einfließen. Zunächst folgen die Ergebnisse des Hauptuntersuchungsobjektes an der Inseiparkhalle in Wilhelmsburg. Anschließend werden mithilfe der Begrünung am Bürogebäude der MA 48 Vergleiche und Rückschlüsse gezogen.

6.1 Gebäudeoptimierung der Inseiparkhalle durch die „Living Wall“

Die Inseiparkhalle ist, wie bereits erwähnt, eine Sporthalle, die zwei Nutzungen beinhaltet. Dabei weist die Nutzung als Schwimmhalle einen enormen Energieverbrauch für die Heizung des gesamten Komplexes, des Wassers und für den Betrieb der Schwimmbadtechnik auf. Auch die Basketballhalle muss aufgrund ihrer Größe mit einem hohen Energieverbrauch umgehen. Daher sind besonders für Gebäude mit Nutzungen wie diesen, Optimierungsmaßnahmen sinnvoll. Vorweg ist jedoch zu sagen, dass bisher keinerlei wissenschaftliche Untersuchungen oder Messungen an der Fassadenbegrünung der Inseiparkhalle durchgeführt worden sind. Eine Messung innerhalb dieser Bachelorarbeit ist aus zeittechnischen Gründen nicht möglich, weshalb sich alle Angaben auf die Aussagen von Herrn Schmidt (Engineering Team Bäderland) und eine visuelle Schätzung des Deckungsgrades der Pflanzen stützen.

Zu einer verbesserten Kühlung des Gebäudes und einer veränderten Dämmwirkung durch die Fassa-

denbegrünung sind aufgrund fehlender Messungen keine quantitativen Aussagen zu treffen. Nach Heiko Schmidt ist jedoch zu sagen, dass die Fassadenbegrünung auch nicht mit dem Wunsch oder dem Ziel der Gebäudeoptimierung installiert wurde. Außerdem fallen in der Bilanz des Energieverbrauchs eventuelle Einsparungen im Hinblick auf die Kühlleistung nicht auf, da der Energieverbrauch überdurchschnittlich hoch ist. Hier spielen auch die Maße der Begrünung mit rein. Nach einer anfänglich geplanten Vollbegrünung der Fassade wurde sich aus kostentechnischen Gründen für die Begrünung einzelner Teile der Fassade entschieden, wodurch die Effektivität der Energieeinsparung und Kühlung des Gebäudes wahrscheinlich geringer ausfällt als bei einer Vollbegrünung. Zum Aspekt der Einsparung von Kosten, die bei der Kühlung oder durch Wärmeverluste entstehen, sind somit nur die Aussagen von Herrn Schmidt heranzuziehen, nachdem bisher keine Einsparungspotenziale in der Gesamtbilanz festgestellt werden konnten. Somit wird auch die Frage, ob der Energieverbrauch durch die Fas-

sadenbegrünung verringert werden konnte, beantwortet. Aufgrund der Nutzungen in der Halle ist ein extrem hoher Energieverbrauch und Wärmeverlust von vornherein miteinzuplanen. Im Schwimmbad müssen außerdem Lüftungs- und Entfeuchtungsanlagen wichtige Aufgaben erfüllen, welche die Fassadenbegrünung nicht übernehmen kann. Beim Energieverbrauch des Gebäudes konnten somit auch keine Einsparungen festgestellt werden.

Beim Aspekt des Materialschutzes durch die Fassadenbegrünung können ebenfalls keine quantitativen Aussagen getroffen werden, da das Gebäude und die „Living Wall“ erst 2013 fertig gestellt wurden und somit erst seit vier Jahren existieren. Ein eventueller langfristiger Schutz kann wohl erst nach weiteren Jahren festgestellt werden. Dennoch ist zu sagen, dass ein Schutz der Fassade an den Stellen, an denen die Fassadenbegrünung vorgehängt ist, vermutet wird. Die Fassadenbegrünung wurde erst nach Fertigstellung der kompletten Fassade vorgehängt, somit besteht automatisch ein Schutz vor Sonneneinstrahlung, Regen, Wind und anderen Witterungsverhältnissen. Quantitative Aussagen können jedoch erst in mehreren Jahren getroffen werden. Allgemein ist hier jedoch die Anmerkung von Herrn Lichtblau (interviewter Systemhersteller) zu erwähnen, dass herkömmliche Fassaden ab dem Zeitpunkt der Montage anfangen zu altern, Fassadenbegrünungen und allen voran fassadengebundene Begrünungen fangen ab dem Zeitpunkt der Installation mit der Regenerierung an. Eine Pflanzenfassade altert somit nur geringfügig und trägt zum Schutz der Gebäudefassade bei.

Aufgrund der installierten Zisterne hinter dem Gebäude wäre eine Wassereinsparung möglich. Das aufgefangene Regenwasser wird jedoch nicht für die Bewässerung des Begrünungssystems genutzt wegen der Verstopfungsgefahr durch Verunreinigungen und eine fehlende Genehmigung seitens der igs zur Nutzung des Wassers. Dennoch bringt die Installation der Zisterne im Zuge der Anbringung der „Living Wall“ positive Effekte durch die Regenrückhaltefunktion mit sich.

Auch in puncto Akzeptanz oder Wertsteigerung des Gebäudes lassen sich nur wenige Aussagen treffen. Das Gebäude hat aufgrund seiner Gesamtkonzeption und seines architektonischen Erscheinungsbilds

einen recht hohen Wert. Inwieweit es zu einer Preis-/Wertsteigerung durch die Fassadenbegrünung kommt, konnte jedoch nicht beantwortet werden. Zumal die Begrünung von Beginn an vorhanden war und sie somit keine zusätzliche oder spätere Wertsteigerung beinhaltet. Dennoch kann die Fassadenbegrünung als ein „Highlight“ der Inseleparkhalle die Attraktivität des Gebäudes steigern und dadurch die Popularität der Halle erhöhen. Dies ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht messbar.

6.2 Verbesserung des nahen Umfeldes durch die „Living Wall“

Auch die umfeldbeeinflussenden Faktoren wurden noch keiner wissenschaftlichen Überprüfung / Messung unterzogen, daher beruhen auch diese Aussagen nur auf den Angaben von Herrn Schmidt.

Da die IBA sich unter anderem dem Leitbild „Stadt im Klimawandel – Schritte ins postfossile Zeitalter“ widmete, entspricht auch dieses Gebäude hohen energetischen Standards. Jede der vier Fassaden geht dabei auf unterschiedliche Weise mit der Klimaanpassung um und erfüllt eine andere Funktion. Die „Living Wall“ erfüllt nach Herrn Schmidt die Funktion, das Mikroklima positiv zu beeinflussen. Untersuchungen in Bezug auf diese Funktion fanden jedoch, wie erwähnt, noch nicht statt.

Ein Faktor der Umfeldverbesserung ist zunächst die Kühlung der Umgebungsluft (siehe Kapitel 5.8). Obwohl bisher keine Untersuchungen stattgefunden haben, ist in diesem speziellen Beispiel noch einmal auf die Lage des Gebäudes einzugehen. Die Inselparkhalle liegt am Eingang des Inselparks, welcher eine Fläche von 100 Hektar umfasst und eine Frischluftzufuhr für den Raum um die Inselparkhalle ermöglicht. In diesem Fall ist der Standort somit nicht unmittelbar vom Hitzeinsel-Effekt betroffen und die Auswirkungen auf die Luftkühlung durch die Fassadenbegrünung sind wahrscheinlich dementsprechend geringer.

Bereits zu Beginn der Bachelorarbeit wurde vermutet, dass bisher keine Untersuchungen an diesem Objekt durchgeführt worden sind, weshalb sich früh dafür entschieden wurde, eine visuelle Schätzung des Deckungsgrades der Fassadenbegrünung mit Hilfe einer Fotodokumentation durchzuführen. Die visuelle Schätzung soll durchgeführt werden, um einen Trend der Pflanzenentwicklung zu erkennen und die Aussagen über das Wuchsverhalten zu überprüfen. Abgeleitet vom Deckungsgrad und der Dichte der Bepflanzung können Aussagen über die Intensität des Kühlungseffektes getätigt werden (vgl. Kruse et al. 2017, S. 30). Die Dokumentation des Deckungsgrades der vier Pflanzelemente sowie der Pflanzkübel wurde an fünf Dokumentationstagen durchgeführt, jeweils in einem Abstand von zwei oder drei Wochen. Bei den Dokumentationstagen handelt es sich um die folgenden Tage:

26.04.2017
10.05.2017
31.05.2017
21.06.2017
05.07.2017

Bei allen fünf Terminen wurden die vier Pflanzelemente, die Pflanzkübel und die „Hängenden Gärten“, sowie die zusammenhängende Fassadenbegrünung als Ganzes fotografisch dokumentiert. Im Anhang auf Seite 105 bis 108 wurden mittels einer Tabelle durch unterschiedliche Parameter/Faktoren die einzelnen Bepflanzungselemente hinsichtlich der Dichte, des Deckungsgrades und der Färbung eingeordnet.

Bei allen vier Elementen und den Pflanzkübeln ist ein Wachstum und eine Steigerung der Dichte des Bewuchses zu erkennen. Besonders das Pflanzelement „rechts-mitte“ ist hervorzuheben, da hier die Bepflanzung bereits von Anbeginn der Untersuchung sehr dicht war. Hier entwickelte sich die Begrünung zu einem vollständigen Pflanzenteppich, welcher nur an der oberen linken Ecke einen geringeren Bewuchs aufwies. Das „rechte“ Pflanzelement hingegen wies die geringste Wuchsdichte am Ende der Untersuchung auf. Hier konnten nur die unteren beiden Drittel des Pflanzelements einen dichten Bewuchs aufweisen. Der Bewuchs der Pflanzkübel entwickelte sich hingegen im Beobachtungszeitraum bei allen Kübeln von einem geringen, zu einem sehr dichten Bewuchs. Viele der Pflanzen wuchsen sehr hoch und rankten über den Gebäudevorsprung hinaus. An den „Hängenden Gärten“ konnte ein geringes Pflanzenwachstum beobachtet werden, jedoch wuchsen die Pflanzen nicht an dem

dafür vorgesehenen Drahtkonstrukt hinunter, wie es Herr Schmidt im Interview bereits erzählt hatte. Die Pflanzen in den Pflanzkübeln der „Hängenden Gärten“ erreichten erst im Zeitraum vom 21.06. – 05.07.2017 eine Wuchshöhe, die über das Dach der Inseelparkhalle hinaus ging und ein Wachstum dieser Pflanzen erkennen ließ.

Die Fotoanalyse zeigt somit deutlich, dass eine positive Entwicklung der Begrünung im Laufe des Frühjahres bis zum Sommer zu beobachten ist. Da die Intensität der Kühlleistung nach Kruse (2017) abhängig von der Dichte der Pflanzen ist, kann die Erhöhung einer Kühlleistung in den Sommermonaten bestätigt werden. Wie hoch diese Kühlleistung ist, ist jedoch aufgrund von fehlenden Messergebnissen nicht zu sagen. Die Abbildungen 45 bis 54 zeigen beispielhaft die Entwicklung des Bewuchses. Im Anhang ist die Fotodokumentation hinsichtlich der Pflanzendichte genauer dargestellt.

Über die Verbesserung der Luftqualität und der Lärminderung ist nur wenig zu sagen, da im Gespräch mit Herrn Schmidt hierzu keine Aussagen getroffen werden konnten. Anders sieht es bei den Aussagen zur Biodiversität der Fassadenbegrünung aus. In der Fassadenbegrünung konnten bisher mehrere Tierarten entdeckt werden, vor allem Hummeln, Bienen und Insekten wurden beobachtet. Im Hinblick auf eine Erhöhung der Biodiversität durch Fassadenbegrünung lässt sich somit bestätigen, dass in diesem Fall die Biodiversität im Quartier durch die Bereitstellung eines weiteren Lebensraums gesteigert wird. Vögel und größere Tiere wurden jedoch noch nicht gesichtet. Bei der Frage, warum größere Tiere wie Vögel noch nicht gesichtet wurden, muss der angrenzende Park mit einbezogen werden, da dieser vor allem Vögeln ganz andere und qualitativ hochwertigere Lebensräume bietet. Außerdem wird die Fassadenbegrünung Abends und Nachts aus ästhetischen Gründen beleuchtet, wodurch sich Vögel und andere Tiere beim Nisten gestört fühlen könnten. Als eine Verbesserungsoption der „Living Wall“ könnte daher eine Verkürzung oder komplettes Abschalten der Beleuchtung in den Abendstunden genannt werden.

Der Aspekt eines erhöhten Wasserverbrauchs und der damit verbundenen Rückgabe in den natürlichen Kreislauf spielt bei dieser Fassadenbegrünung keine direkte Rolle. Eine gesteigerte Bewässerung, um eine Verstärkung der Verdunstungskühlung oder Rückgabe des Wassers in den natürlichen Kreislauf zu ermöglichen, wird hier nicht durchgeführt, weshalb diesbezüglich keinerlei Aussagen getroffen werden können.

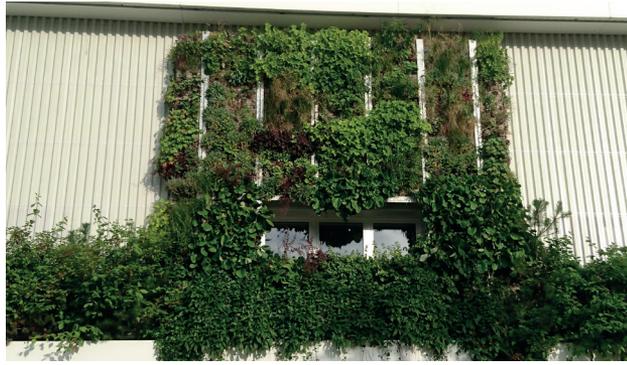
Die soeben getroffenen Aussagen bestätigen nur geringfügig, dass Fassadenbegrünungen zum Klimaschutz beitragen. Am Analyseobjekt konnte gezeigt werden, dass der Kühleffekt der Umgebungsluft im Sommer durch eine Erhöhung der Pflanzendichte erzielt werden kann. Weitere Aussagen können aufgrund fehlender Messergebnisse nicht getätigt werden. Der Beitrag von fassadengebundenen Begrünungssystemen zum Klimaschutz ist daher am Vergleichsobjekt der Begrünung des Gebäudes der MA 48 genauer zu überprüfen.

Nach Angaben von Heiko Schmidt wurde der „Living Wall“ vor allem während der IBA und der IBA 2013 besonders viel Aufmerksamkeit geschenkt. Während dieser Zeit konnten viele Interessierte, die sich die Begrünung anschauen, beobachtet werden. Auch heute noch kommen vor allem Architektengruppen zur Inseelparkhalle. Diese kommen hauptsächlich wegen der Architektur des Gebäudes, dennoch wird dabei auch zwangsläufig die „Living Wall“ begutachtet, welche dann oftmals mit positiver Kritik bedacht wird. Von Anwohnern wurden bisher ebenfalls durchweg positive Meinungen laut. Einige Bewohner der Waterhouses haben sich jedoch negativ über die Beleuchtung der Fassade in den Abendstunden geäußert, aufgrund des stark reflektierenden Fassadenmaterials. Allgemein ist die Akzeptanz der Fassadenbegrünung an der Inseelparkhalle jedoch sehr gut. Eine direkte Aufwertung des Quartiers durch die „Living Wall“ konnte jedoch nicht festgestellt werden, da der Bekanntheitsgrad zu gering ist und andere Gebäude oder Elemente der IBA stärker im Fokus stehen. Eine Steigerung der Gesundheit der Bewohner im Wohnumfeld ist ebenfalls nicht direkt zu erkennen, da der Inseelpark bereits eine hohe Qualität als Naherholungsort für das Quartier erfüllt und zur Steigerung des Wohlbefindens beiträgt.

Abbildung 45 bis 49: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links außen)
Eigene Fotos



Abbildung 50 bis 54: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts außen)
Fotos



6.3 Gebäudeoptimierung des Bürogebäudes der MA 48 durch die vorhandene Fassadenbegrünung

Im Gegensatz zur Fassadenbegrünung der Inseelparkhalle wurden an der Begrünung des Bürogebäudes der MA 48, welche auch gern „Der Grüne Pelz“ genannt wird, viele Untersuchungen durchgeführt. Die BOKU (Universität für Bodenkultur Wien) führt hier seit Fertigstellung der Begrünung Messungen und Untersuchungen durch. Daher stützen sich die folgenden Aussagen auf die unterschiedlichen Untersuchungen und Ergebnisse, die persönlich zugesendet oder recherchiert wurden.

Beginnend mit der Kühlwirkung der Fassadenbegrünung auf das Gebäude ist die Untersuchung der Oberflächentemperatur am Gebäude zu nennen. Bei dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Fassade der MA 48 dank der Begrünung in den Sommermonaten ca. 15°C kühler ist, als eine unbegrünte Fassade des direkten Nachbargebäudes (vgl. Preiss et al. 2017, S.22). Über dieses Ergebnis ist darauf zu schließen, dass sich die Innenraumtemperatur des Gebäudes ebenfalls in den Sommermonaten nicht so stark aufheizt. Dadurch kann auf zusätzliche Kühlmaßnahmen verzichtet werden. Im Gespräch mit Herrn Preiss wurde dieser Effekt bestätigt. Die Angestellten sind seit der Installation der Fassadenbegrünung länger und gern im Büro aufgrund des verbesserten Innenraumklimas. Eine zusätzliche Kühlung durch Klimaanlage konnte um bis zu 50% reduziert werden, wodurch wiederum Kosten eingespart werden können.

Auch eine dämmende Wirkung durch die Fassadenbegrünung konnte an diesem Analyseobjekt bestätigt werden. Hierfür wird die Messung des U-Wertes (Wärmedurchgangskoeffizient) an der Fassade herangezogen. Diese Untersuchung wurde 2015 von der Technischen Universität Wien im Zusammenhang mit der Untersuchung der „wärmedämmenden Wirkung mittels flächigen Wärmeflussmessungen“ durchgeführt. Für diese Messungen wurden drei Untersuchungsobjekte ausgewählt, welche sich alle in Wien oder der näheren Umgebung Wiens befinden. Unter diesen Untersuchungsobjekten ist auch das Bürogebäude der MA 48. Für den Untersuchungsaufbau wurden Messinstrumente und Sensoren an der Fassade im Bereich der Begrünung und am unteren Ende der Fassade, wo keine Begrünung installiert ist, angebracht (zu sehen in Abb. 55). Außerdem wurden weitere Instrumente im Innenraum installiert. Damit wurde die Oberflächen-

temperatur (innen und außen), Wärmeströme und die Lufttemperatur im Innen- und Außenbereich gemessen (vgl. Tudiwer et al. 2015, S. 15). Aufbauend auf den Erkenntnissen über den U-Wert konnten Erkenntnisse zu Transmissionswärmeverlusten und dem Heizwärmebedarf (HWB) des Gebäudes gewonnen werden. Die Untersuchungen ergaben, dass der begrünte Teil der Fassade eine verbesserte Wärmedämmung um bis zu 21% aufweist. Der Wärmedurchgangskoeffizient (Maß für den Wärmedurchgang eines Materials, hier Wärmeverlust) liegt in der Nacht am begrünten Teil der Fassade bei 0,54 W/(m²K), an den unbegrünten Stellen hingegen bei 0,65 W/(m²K). Der U-Wert der Fassade, die mit der Fassadenbegrünung bedeckt ist, ist vergleichbar mit dem U-Wert eines Fensters im Passivhausstandard, dieser U-Wert liegt bei 0,5 - 0,8 W/(m²K). Der Vergleich verdeutlicht die Dämmwirkung noch einmal. Die Innenraumwärme wird durch die Fassadenbegrünung somit stärker im Gebäude gehalten und der Wärmedurchgang wird verringert. Als Überprüfung dieser Leistung können die Werte des Wärmeübergangswiderstandes herangezogen werden. Dieser ist der Kehrwert des Wärmedurchgangskoeffizienten. Für den begrünten Teil der Fassade ergibt sich ein Wert von 0,13 m²K/W, für den unbegrünten Teil hingegen ein Wert von 0,57 m²K/W. Hier wird die Wirkung der Fassadenbegrünung als Übergangswiderstand deutlich. Dank der Messungen lässt sich auch eine Verringerung des Transmissionswärmeverlustes bestätigen, daher können die Energieverluste durch die Fassadenbegrünung verringert werden. Angaben zum Transmissionswärmeverlust sind möglich, da sich dieser im selben Verhältnis zum U-Wert verringert oder steigert.

Grund für die gute Dämmleistung sind nicht nur die Pflanzen, vielmehr ist es der gesamte Systemaufbau und das Zusammenspiel von Baukonstruktion,

Substrat, Pflanzen und der Feuchtigkeit im Substrat. Außerdem wirkt das Fassadengebundene Begrünungssystem durch die Bildung eines Luftpolsters zwischen System und Fassade wie eine vorgehängte hinterlüftete Fassade, welche speziell zur Energieeinsparung bei Gebäuden genutzt wird.

Auch die Bedenken, dass die Fassadenbegrünung die Sonneneinstrahlung im Winter zu stark abweist und es in Folge dessen zu einem erhöhten Heizbedarf kommt, ist somit unbegründet. Die Messung des U-Wertes zeigt, dass kein zusätzlicher Heizbedarf entsteht, sondern eine Reduktion aufgrund der guten Wärmedämmung. Dies bestätigen auch Messungen, welche in einem Artikel der „Architektur Journal/Wettbewerbe“ genannt wurden. Demnach werden die Wärmeverluste im Winter um bis zu 50% reduziert (vgl. Enzi et al, 2012 S. 16). Der Energiebedarf für die Heizung der Räume wird somit verringert. Im Allgemeinen zeigt dieses Untersuchungsobjekt, dass durch die Fassadenbegrünung Energie im Bereich der Gebäudekühlung und Heizung eingespart werden kann. Aufgrund der Gebäudekühlung durch die vorgehängte Fassadenbegrünung kann außerdem auf einen Sonnenschutz vor den Fenstern und zusätzliche Klimaanlage verzichtet werden, welche ebenfalls einen hohen Energieverbrauch hätten bzw. ein zusätzlicher Kostenfaktor wären.

Auch ein Material-/Fassadenschutz konnte im Zuge dieser Untersuchung nachgewiesen werden. Entgegen häufiger Vermutungen wird die Feuchtigkeit an der Fassade durch die Fassadenbegrünung nicht erhöht, sondern sogar verringert. Genauer betrachtet, bedeutet dies, dass durch die Fassadenbegrünung die Feuchtigkeit im Hinterlüftungsspalt zwischen der Fassade und dem System verringert wird. Am unbegrünzten Teil der Fassade steigt die Feuchtigkeit der Außenluft, vor allem bei niedrigen Temperaturen auf bis zu 100% an, die Feuchtigkeit im Spalt zwischen der Fassade und dem Begrünungssystem (Hinterlüftungsspalt) überschreitet hingegen so gut wie nie eine Luftfeuchtigkeit von 90% (vgl. Tudiwer et al. 2015, S. 27). Dadurch wird das Material der Fassade weniger angegriffen. Zudem kommt es im Hinterlüftungsspalt zu geringeren Temperaturschwankungen. Nach den Messungen durch Oberarzbacher (2011) sanken in den Nacht-

stunden im Februar 2011 die Temperaturen hinter der Fassadenbegrünung um bis zu 6-7°C weniger als vor dem System. Im Sommer ist die Entwicklung anders herum, hier steigt die Temperatur hinter der Fassadenbegrünung um bis zu 7°C weniger an als vor der Begrünung. Geringere Temperaturschwankungen sind für die „Haltbarkeit“ der Fassade von Vorteil, da es bei starken Temperaturschwankungen zu Feuchtigkeitseinlagerungen in der Fassade kommen kann. Außerdem bietet die Vollbegrünung zusätzlichen Schutz vor Regen, Wind und Sonneneinstrahlung. Ein Schutz der Fassade konnte hier somit festgestellt werden, Dennoch ist, wie auch in Wilhelmsburg an der Inseelparkhalle zu erwähnen, dass aussagekräftigere Ergebnisse erst in mehreren Jahren erzielt werden können, wenn die Fassade weiter „gealtert“ ist.



Abbildung 55: Eines der installierten Messgeräte im Außenbereich
Quelle: Endbericht-Technische Universität Wien

Ein nachhaltiger Wasserverbrauch, welcher einen weiteren Aspekt der Gebäudeoptimierung darstellen kann, wird auch in diesem Fall nicht durchgeführt. Zum einen ist es aus statischen Gründen, wie bereits erwähnt, nicht möglich, eine Zisterne auf dem Dach zu installieren, zum anderen ist das Trinkwasser in Wien sehr günstig, wodurch nach Angaben von Herrn Preiss eine Bewässerung mit Grauwasser sich nicht rechnen würde. Untersuchungen oder Messungen, um die Ersparnisse im Bereich des Wasserverbrauchs zu ermitteln, können somit nicht durchgeführt werden.

Allerdings konnte eine deutliche Wertsteigerung des Gebäudes durch die Fassadenbegrünung erreicht werden. Da das Gebäude in den 60er Jahren entstand, entsprach es nicht mehr den heutigen energetischen-, architektonischen- und ästhetischen Standards. Eine Sanierung des Gebäudes wäre daher unumgänglich gewesen. Bei einer rein energetischen Sanierung würde das Gebäude in diesem Punkt den heutigen Standards entsprechen und auch die Aufwertung und Erneuerung der Fassade hätten den Wert bereits gesteigert. Durch die Fassadenbegrünung erlangt das Gebäude jedoch eine vollkommen neue Präsenz im öffentlichen Raum. Und auch die Mitarbeiter fühlen sich wohler im auch äußerlich durch die Fassadenbegrünung veränderten Gebäude. Somit hat sich nicht nur das Erscheinungsbild und der Energiestandard verbessert, sondern auch der Nutzraum (im Inneren) erhielt eine Wertsteigerung.

6.4 Verbesserung des nahen Umfeldes durch den „Grünen Pelz“ des Gebäudes der MA 48

Im Gegensatz zum Untersuchungsobjekt „Inselparkhalle“, wurden an der Fassadenbegrünung der MA 48 auch Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Umfeldverbesserungen durch das Begrünungssystem durchgeführt. Die Fassadenbegrünung der MA 48 wurde nicht von vornherein als Klimaanpassungsmaßnahme gebaut, dieser Aspekt rückte erst später in den Fokus. Nach Preiss hätte bei der Planung mit dem heutigen Wissen, ein noch stärkerer Fokus auf diesen Aspekt gelegt werden können. Dennoch konnten viele Potenziale für die Umfeldverbesserung, vor allem in Hinblick auf die Verbesserung des Mikroklimas festgestellt werden.

Zunächst ist der Fokus auf die Kühlleistung der Fassadenbegrünung für die Umgebungsluft zu legen. Messungen zufolge erzielt die Fassadenbegrünung der MA 48 eine Kühlleistung von ca. 712 kWh/ m². Das entspricht einer Kühlleistung von 45 Klimageräten mit 3000 Watt Kühlleistung, die acht Stunden kühlen würden (vgl. Enzi et al. 2012 S. 16). Diese Verdunstungsleistung entspricht somit der von vier 100-jährigen Buchen (vgl. Enzi et al. 2012 S. 16). Im Unterschied zu diesen Buchen benötigt die Fassadenbegrünung jedoch eine viel geringere Fläche, die Effektivität im Hinblick auf die effektiv nutzbare Fläche wird somit deutlich. Zu diesem hohen Kühlungseffekt trägt vor allem die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit durch die Bewässerung und Bepflanzung bei. Bei der Verdunstung, die durch die erhöhte Feuchtigkeit steigt, wird der Umgebungsluft Energie in Form von Wärme entzogen, wodurch die Temperatur der Umgebung gesenkt wird (vgl. Pitha et al. 2012 S. 15). Außerdem wird die Solarstrahlung geringer in die Umgebung reflektiert. Ein verringerter Reflexionsgrad der Sonneneinstrahlung wurde durch die Messungen von Stefanie Oberarzbacher festgestellt. Abhängig von der Bewölkung und dem Sonnenstand weist die begrünte Fassade eine verringerte Reflexion der Sonnenstrahlung um bis zu 20% auf (vgl. Oberarzbacher 2011, S. 141). Die Kühlung der Umgebungsluft und die geringere Wärmeabgabe kann so zu einer Verringerung des „Hitzeinsel-Effektes“ führen.

Auch eine Verbesserung der Luftqualität durch den „Grünen Pelz“ konnte nachgewiesen werden. Messungen ergaben, dass eine zusätzliche Sauerstoffproduktion für 40 Menschen erzielt wird. Somit ist darauf zu schließen, dass es zu einer erhöhten Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid durch die Photosynthese der Pflanzen kommt. Bei der Photosyn-

these wird vereinfacht gesprochen, Kohlenstoffdioxid und Wasser in Sauerstoff und Kohlenhydrate umgewandelt. Dieser Sauerstoff wird dann in die Umgebung abgegeben. Die Luftqualität wird daher maßgeblich durch die Quantität von Pflanzen beeinflusst. Leider liegen keine Untersuchungen und Messergebnisse im Hinblick auf die Feinstaubbindung der Begrünung der MA 48 vor, daher kann über diese mögliche Wirkung keine Aussage getroffen werden. Ebenso sieht die Ergebnislage im Hinblick auf die Lärminderung aus. Das Gebäude liegt recht nah am Zentrum, was darauf schließen lässt, dass dort ein erhöhter Lärmpegel herrschen könnte, welcher durch die Fassadenbegrünung wahrscheinlich abgedämpft werden kann. Dies sind jedoch reine Vermutungen.

Zum Klimaschutz trägt die Fassadenbegrünung der MA 48 bewiesenermaßen bei. Zum einen aufgrund des Kühl(ungs)effektes und der verringerten Wärmeabgabe, wodurch das Mikroklima entscheidend verbessert wird, sowie durch eine verringerte Reflexion der Solarstrahlung. Zum anderen aufgrund der erhöhten Sauerstoffproduktion, welche wie oben beschrieben, die Luftqualität verbessert. Anhand dieses Untersuchungsobjektes wird die Nutzungsfähigkeit fassadengebundener Begrünungssysteme als Klimaschutzmaßnahme daher bestätigt.

Auch eine Steigerung der Biodiversität konnte durch Beobachtungen nachgewiesen werden. Im Gegensatz zur Begrünung an der Inselparkhalle konnte hier eine größere Vielfalt an Tieren festgestellt werden. Schmetterlinge, Hummeln, Wespen, Wildbienen und Honigbienen wurden neben Amseln und Rotkehlchen entdeckt. Außerdem wurden Nester in der Begrünung gesichtet, was darauf hin-

weist, dass die Fassadenbegrünung als Lebensraum von vielen Tieren angenommen wird. Im Gegensatz zur Fassadenbegrünung an der Inselfarkhalle wird diese nachts nicht beleuchtet.

Da es sich bei dem fassadengebundenen System um eine Extensivbegrünung handelt, wird den Pflanzen auch nur so viel Wasser, Nährstoff und Pflege gegeben, wie sie gerade benötigen. Ein erhöhter Wasserverbrauch, um die Verdunstungsleistung zu steigern, ist daher nicht angestrebt. Dadurch verdunstet jedoch auch nur ein geringer Wasseranteil. Eine Rückführung des Wassers durch Verdunstung in den natürlichen Wasserkreislauf ist somit nur im geringen Maß möglich.

Die Fassadenbegrünung der MA 48 konnte seit der Fertigstellung nationale und auch internationale Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Die Begrünung eines gesamten Gebäudes stellt zurzeit noch eine Ausnahme dar. Nach Angaben von Herrn Preiss ist das Gebäude aufgrund des Begrünungssystems häufige Anlaufstelle für Exkursionen von Planern, Architekten und Ziviltechnikern. Außerdem kommen häufig auch Naturschutzvereine und andere Fachleute zum Gebäude. Oftmals sind diese Exkursionen geführte Touren, bei denen die Begrünung des Bürogebäudes der MA 48 im Vordergrund steht und diese im Zusammenhang mit der grünen Infrastruktur im urbanen Kontext betrachtet wird. Außerdem wird das Begrünungssystem oftmals in Artikeln, Leitfäden und anderen Arbeiten als „best practice“ Beispiel genannt.

Auch von den Bewohnern des Quartiers wird die Fassadenbegrünung positiv bewertet. Einige wenige Stimmen sehen die Fassadenbegrünung jedoch als „Geldverschwendung“. Der Nachhaltigkeits-Aspekt wird daher nicht von allen Kritikern in dieser Fassadenbegrünung gesehen. Außerdem bemängeln nach Preiss einige Personen, dass die Fassadenbegrünung als Einzelmaßnahme nur geringe Effekte erzielen kann. Die Mitarbeiter im Bürogebäude äußerten sich hingegen bisher nur positiv über die Veränderung aufgrund des verbesserten Gebäudeklimas.

Außerdem konnte der Grünanteil des Bezirks um 0,85% durch die Fassadenbegrünung gesteigert

werden und das Vegetationsdefizit somit hier weitgehend ausgeglichen werden.

Über eine direkte Aufwertung des Quartiers im Zusammenhang mit der Fassadenbegrünung gibt es bisher keine Analysen. Eine gestalterische Aufwertung ist die Fassadenbegrünung jedoch allemal. Ob die lokale Ökonomie durch die Fassadenbegrünung positiv beeinflusst wurde, ist nicht zu sagen. Es ist jedoch noch einmal darauf hinzuweisen, dass die erhöhte Sauerstoffproduktion und die Kühlung der Umgebungsluft zu einer Verbesserung des Umfeldes führen, wodurch auch auf eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität zu schließen ist. Eine Verbesserung der Gesundheit von Anwohnern ist jedoch nur zu vermuten und bedarf einer genauen Überprüfung.

Die Darstellung der quantitativ festgestellten Auswirkungen auf das Gebäude und das direkte Umfeld zeigen vor allem am Beispiel der Fassadenbegrünung der MA 48, dass die qualitativen Aussagen zur Fassadenbegrünung fast alle durch Messungen noch zu bestätigen sind. Für eine bessere Übersicht dieser gemessenen Effekte soll nun noch ein kurzer Vergleich und eine Auswertung der Ergebnisse folgen. Dabei wird auch gezeigt, wie sich die Effekte in Relation zum Gebäudetypus verhalten.

7. Vergleich der Beispielobjekte als Zwischenfazit

Durch Interviews und Forschungsarbeiten sowie Datenmessungen konnten die häufig genannten Effekte von fassadengebundenen Begrünungssystemen fast vollständig bestätigt werden. Bei der Qualität dieser Aussagen liegt die Problematik darin, dass Messungen und Untersuchungen bisher nur an der Fassadenbegrünung des Bürogebäudes der MA 48 durchgeführt worden sind. Daher sind Messungen an der Fassadenbegrünung der Inseleparkhalle wichtig, um qualitative Aussagen über die Wirkung einer fassadengebundenen Begrünung in Hamburg treffen zu können. Trotz dieser geringen Wissensbasis seitens der Fassadenbegrünung der Inseleparkhalle soll nun versucht werden, allgemeine Aussagen über die Effektivität der fassadengebundenen Systematik als Klimaanpassungs- und Gebäudeoptimierungsmaßnahme zu treffen.

Nachfolgend werden in einer Tabelle die festgestellten Effekte beider Untersuchungsobjekte gegenübergestellt. Zunächst ist auf die unterschiedlichen Arten der Fassadenbegrünungssysteme einzugehen. Bei der Inseleparkhalle handelt es sich vor allem um ein modulares System, welches durch den Einsatz von Pflanzkübeln erweitert wird. Die Fassadenbegrünung der MA 48 hingegen besteht ausschließlich aus Pflanzkübeln und ist somit ein Regalsystem. Dies ist der erste Unterschied, welcher auch zu verschiedenen Ergebnissen hinsichtlich der Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung führt. Zudem ist auf die unterschiedlichen Systemausmaße hinzuweisen. Die Begrünung der MA 48 deckt fast die gesamte Fassade ab, die Begrünung der Inseleparkhalle deckt hingegen nur ungefähr die Hälfte einer Fassade des Gebäudes ab. Von der Relation her kann die Fassadenbegrünung der MA 48 daher viel höhere Effekte, vor allem im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung erreichen, als die der Inseleparkhalle. Des Weiteren ist die Nutzung des Gebäudes stark mit der möglichen Effektivität der Fassadenbegrünung als Gebäudeoptimierungsmaßnahme verbunden. Würde man also beispielhaft den gemessenen Wert der Kühlleistung auf die Fassadenbegrünung der Inseleparkhalle übertragen, so würden sich folgende Wert ergeben:

Berechnung der begrünten Fläche:

Fenstergröße = $5,66 \text{ m}^2$

Begrünte Fläche Inseleparkhalle = $(6 \text{ m}^2 \times 6,50 \text{ m}^2) - 5,66 \text{ m}^2 = 33,34 \text{ m}^2 / 33,34 \text{ m}^2 \times 4 = 133,36 \text{ m}^2$

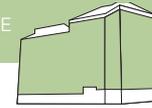
Vergleich begrünte Fläche der MA 48: 850 m^2

$133,36 \times 100 / 850 = 15,68$

Aus der Berechnung ergibt sich, dass die Fläche des modularen Systems der Inseleparkhalle nur zu 15% der Fläche der Fassadenbegrünung des Bürogebäudes der MA 48 entspricht. Würde man nun die gemessene Kühlleistung auf die Fassadenbegrünung der Inseleparkhalle anwenden, so würde sich eine Kühlleistung von $111,70 \text{ kWh/m}^2$ ergeben. Dieser Wert ist jedoch rein hypothetisch und vernachlässigt andere Parameter, wie eine abweichende Kühlleistung bei modularen Systemen. Dennoch soll diese Rechnung verdeutlichen, dass die Leistung der Fassadenbegrünung viel mit der Größe des Systems zu tun hat. Im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung ist es noch schwieriger, gemessene Daten der Begrünung an der MA 48 auf die Begrünung der Inseleparkhalle zu übertragen, da es sich bei den Gebäuden um unterschiedliche Gebäudetypen handelt, welche verschiedene energetische Standards aufweisen. Die Inseleparkhalle wurde von Beginn an mit hohen Standards für die Sport- und Schwimmhalle gebaut, um möglichst geringe Energie- und Wärmeverluste zu erzielen.



BÜROGEBÄUDE
DER MA48



ART DER
FASSADENBEGRÜNUNG

MODULARES SYSTEM +
PFLANZKÜBEL

REGALSYSTEM MIT
PFLANZKÜBELN

GEBÄUDEOPTIMIERUNG

KÜHLUNG	bisher keine Kosteneinsparungen in der Gesamtbilanz	Oberflächentemperatur ca. 15°C kälter als unbegrünte Fassade, hieraus ist zu schließen, dass sich auch die Innenraumtemperatur geringer erhöht (Gespräch mit Herrn Preiss konnte dies bestätigen)
	bisher keine Kosteneinsparungen in der Gesamtbilanz	Messungen des U-Wertes ergaben: 0,54 W/(m²K) bei begrünter Fassade, 0,65 W/(m²K) bei unbegrünter Fassade, das ergibt eine verbesserte Dämmung um bis zu 21%
MATERIALSCHUTZ	vermuteter Materialschutz aufgrund der vorgehängten Systemfassade (Schutz vor Sonneneinstrahlung, Regen und Wind), langfristiger Schutz kann erst in einigen Jahren überprüft werden	Schutz des Materials durch verringerte Feuchtigkeit im Hinterlüftungsspalt (90% Feuchtigkeit anstatt 100%) + geringere Temperaturschwankungen hinter der Fassadenbegrünung + vermuteter Schutz der Fassade vor Sonneneinstrahlung, Regen, Wind
WASSERSCHUTZ	Grauwassernutzung durch Zisterne möglich, wird jedoch nicht für die Bewässerung verwendet, ein nachhaltiger Wasserverbrauch ist daher eingeschränkt	vermuteter Materialschutz aufgrund der vorgehängten Systemfassade (Schutz vor Sonneneinstrahlung, Regen und Wind), langfristiger Schutz kann erst in einigen Jahren überprüft werden
ENERGIE	keine Energieeinsparung möglich aufgrund des enorm hohen Energieverbrauchs durch Nutzung eines Schwimmbades/Sporthalle	Verringerung des Energiebedarfs für Heizung der Räume im Winter und Kühlung der Räume im Sommer, es sind keine zusätzlichen Klimageräte und kein automatischer Sonnenschutz notwendig
AKZEPTANZ	keine direkte Wertsteigerung des Gebäudes messbar, jedoch Erhöhung der Popularität durch die Fassadenbegrünung zu erkennen	deutliche Wertsteigerung des Gebäudes, ästhetische- und energetische Aufwertung und damit verbundene Wertsteigerung

UMFELDEREBESSERUNG

KÜHLUNG	bisher keine Messergebnisse vorhanden, aufgrund der Lage wird aber nur eine geringe Luftkühlung vermutet	Kühlleistung von ca. 712 kWh/m², entspricht der Kühlleistung von vier 100-jährigen Eichen
LUFTQUALITÄT	keine Messergebnisse vorhanden, daher auch keine Aussagen möglich	Sauerstoffproduktion für 40 Menschen, keine Messungen zur Luftreinigung durch Feinstaubbindung
LÄRMMINDERUNG	keine Messergebnisse vorhanden, daher auch keine Aussage möglich	keine Messergebnisse vorhanden, eine Lärm-minderung wird jedoch vermutet
KLIMASCHUTZ	keine Messergebnisse vorhanden, daher auch keine Aussage möglich	Klimaschutz durch Kühlleistung, verringerte Sonnenstrahlung und erhöhte Sauerstoffproduktion, daraus schließt sich eine Verringerung des Kohlenstoffgehaltes
BIODIVERSITÄT	Erhöhung der Biodiversität, unterschiedlichste Tiere konnten in der Fassadenbegrünung entdeckt werden, vor allem Insekten -> Beleuchtung der „LivingWall“ könnte Biodiversität verringern	Erhöhung der Biodiversität: Gesehen wurden, Schmetterlinge, Wildbienen, Honigbienen, Wespen, Hummeln, Amseln, Rotkehlchen + Nester im System
WASSER	Erhöhung der Verdunstungskälte ist nicht angestrebt, daher auch keine Rückbringung von Wasser in den natürlichen Kreislauf	Extensivbegrünung, daher nur minimaler Verbrauch von Wasser, nur geringe Rückgabe von Wasser in den natürlichen Kreislauf
AKZEPTANZ	hohe Akzeptanz vor allem während der IBA/IGS, direkte Aufwertung des Quartiers ist nicht festzustellen. Gebäude befinden sich in einem bereits sehr grünen Quartier, die Aufwertung durch „grün“ ist hier also eher nebensächlich	hohe Akzeptanz bei Fachleuten und Mitarbeitern, einige Bewohner sehen die Fassadenbegrünung als „Geldverschwendung“. Ausgleich des Vegetationsdefizites um 0,85%, gestalterische Aufwertung (nicht unbedingt eine direkte Aufwertung des Quartiers)

Abbildung 56: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Untersuchungsobjekte
Quelle: Eigene Darstellung

Das Gebäude der MA 48 hat hingegen erst durch die Sanierung und Installation der Fassadenbegrünung einen ähnlichen energetischen Standard erfahren.

Trotz der nicht vorhandenen Mess- und Untersuchungsergebnisse an der Inselfarkhalle ist es dennoch möglich, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden fassadengebundenen Systeme zu erkennen. In der Gebäudeoptimierung ist der Fokus noch einmal auf die Gebäudenutzung zu legen. Zu erkennen ist, dass die Inselfarkhalle durch die Fassadenbegrünung keinerlei Einsparungen erzielen wollte. Für Herrn Schmidt sind große Einsparungen beim Energiebedarf oder Kühlungsaspekt der Halle so gut wie unmöglich, bei einer Nutzung und Größe wie sie dort zu finden ist. Die Fassadenbegrünung der MA 48 hingegen erzielt sehr wohl Einsparungen und wurde vor allem zum Zweck der Gebäudedämmung (Gebäudeoptimierung) angebracht. Festzuhalten ist somit, dass die Größe und die Nutzung eines Gebäudes die Wirkung der Fassadenbegrünung im Hinblick auf Gebäudeoptimierungspotenziale bestimmt. Außerdem spielen die Ausmaße der Fassadenbegrünung im Hinblick auf die Effektivität dieser Einsparungsmaßnahmen eine große Rolle. Für die Fassadenbegrünung der Inselfarkhalle ist daher anzunehmen, dass erst eine Ausdehnung des Begrünungssystems messbare Einsparungen bei den Wärmeleistungen, der Kühlleistung und den Energieverbräuchen erzielen würde. Dies zeigt in gewisser Weise auch der „Endbericht - Erforschung von Grünfassaden hinsichtlich deren wärmedämmender Wirkung mittels flächigen Wärmeflussmessungen“. Hierbei wird unter anderem auch eine modulare Fassadenbegrünung untersucht, welche jedoch eine recht geringe Fläche aufweist. Eine Dämmwirkung durch diese Fassadenbegrünung ist vorhanden, jedoch ist diese geringer als die der MA 48.

Die Gedanken und Erwartungen hinter der Anbringung einer fassadengebundenen Begrünung müssen dabei immer mit einbezogen werden. In Wilhelmsburg beispielsweise wurden keine Erwartungen gestellt und die Fassadenbegrünung dient eher als ästhetisches Mittel und zur Verbesserung des Mikroklimas.

Bei der Planung einer Fassadenbegrünung ist somit von Anfang an zu überlegen, welchen Zweck die Fassadenbegrünung erfüllen soll.

Im Hinblick auf die Wertsteigerung eines Gebäudes durch eine Fassadenbegrünung zeigt vor allem das Beispiel der Begrünung des Bürogebäudes der MA 48 eine deutliche Aufwertung, welche durch eine herkömmliche Sanierung in dieser Form nicht eingetreten wäre. Auch die Präsenz eines Gebäudes in den nationalen und internationalen Medien und als Stadtgespräch kann so gesteigert werden. Eine Wertsteigerung der Inselfarkhalle durch die Begrünung ist nicht unbedingt messbar, da die Begrünung von Beginn an angebracht wurde. Außerdem ist die Begrünung hier eher dezent, da nicht die gesamte Fassade begrünt ist.

Zwei Dinge sind daher festzuhalten, zum einen hängt auch die Popularität und der Bekanntheitsgrad eines begrünten Gebäudes stark von der Größe und den Ausmaßen der Begrünung ab und zum anderen kann eine deutlich messbare Wertsteigerung des Gebäudes vor allem bei älteren Gebäuden durch eine Sanierung eintreten. Dennoch muss beachtet werden, dass vor allem bei der Neuplanung eines Gebäudes der ideale Zeitpunkt für die Planung einer Fassadenbegrünung ist, da diese dann entsprechend bei der Statikberechnung berücksichtigt werden kann.

Hinsichtlich der Bewässerung wird mit beiden Fassadenbegrünungen ähnlich umgegangen. In beiden Fällen wird mit Trinkwasser bewässert. Wie von den Gebäudebetreibern erfahren, sind die Kosten für die Bewässerung im Vergleich zu den Gesamtkosten nicht nennenswert, dies gilt vor allem für das Schwimmbad, welches als Abnehmer großer Wassermengen von der Stadt Rabatte erhält. Dennoch stellt sich die Frage, ob eine Bewässerung mit Grauwasser sinnvoller ist. In Hamburg und Wien gibt es keine Wasserknappheit und auch die Wasserpreise sind recht günstig, weshalb es verständlich ist, den „einfacheren“ Weg über die Bewässerung mit Trinkwasser zu gehen. Hierbei besteht eine geringere Verstopfungsgefahr der Bewässerungsschläuche. Im Hinblick auf eine Bewässerung, welche ausschließlich den Zweck der Bewässerung der Pflanzen erfüllt, ist diese Methode somit auch sinnvoll, um

möglichst geringe Wartungskosten zu erzielen. Sobald jedoch die Bewässerung erhöht werden soll, um die Verdunstung und somit die Kühlung der Umgebungsluft zu erhöhen, ist die Nutzung von Grauwasser sinnvoller. Zum einen würden weniger Wasserkosten anfallen und zum anderen könnte eine erhöhte Bewässerung (Maximalbewässerung für die Pflanzen) ohne Probleme durchgeführt werden. Im Hinblick auf Elemente der Fassadengebundenen Begrünung, die einer Weiterentwicklung bedürfen, ist somit auch die Bewässerung mit Grauwasser zu optimieren, um Verschlickungs- oder Verstopfungsgefahren von vorne herein zu vermeiden. Somit könnte der Anreiz vergrößert werden, mit Grauwasser zu bewässern. (Im Falle der Fassadenbegrünung der MA 48 ist jedoch noch zu beachten, dass aus statischen Gründen hier keine Zisterne anzubringen ist und somit keine Bewässerung mit Grauwasser erfolgen kann.)

Auch der Aspekt der Umfeldverbesserung spielt bei beiden Untersuchungsobjekten eine wichtige Rolle, muss jedoch differenziert betrachtet werden. Zunächst ist wieder bei der Planung zu klären, ob und in welchem Maß eine Umfeldverbesserung angestrebt wird. Im Gegensatz zur Effektivität einer Fassadenbegrünung im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung werden unabhängig von den Maßen dieser Fassadenbegrünung immer auch Umfeldverbesserungen erzielt. Dies ist vor allem in der Steigerung der Biodiversität zu sehen. Durch Beobachtungen konnten an beiden Untersuchungsobjekten Tiere und Kleinstlebewesen entdeckt werden. Der Nutzen einer Fassadenbegrünung als Lebensraum für Tiere kann somit in beiden Fällen bestätigt werden. Auch die Kühlung der Umgebungsluft und eine erhöhte Sauerstoffproduktion konnte am Beispiel der Begrünung der MA 48 überprüft werden. Ein positives Einwirken auf das Mikroklima ist also möglich. Inwieweit dies in Wilhelmsburg an der Inseleparkhalle möglich ist, wurde zu Beginn des Kapitels dargestellt, wie hoch die Leistung tatsächlich ist, ist jedoch nicht zu sagen. Dennoch ist eine positive Auswirkung zu erwarten, da jede Pflanze bei der Photosynthese Sauerstoff produziert und die Blätter Feinstaub bündeln. Trotz der nicht vorhandenen Messergebnisse an der Inseleparkhalle können somit diese positiven Effekte ebenfalls bestätigt werden. Zudem müsste die Reflexion der Sonnenstrahlung

von der Gebäudefassade in den Stadtraum an den begrünten Stellen der Fassade der Inseleparkhalle geringer sein als an dem Gebäude der MA 48. An dieser Fassade ist die Reflexion bereits geringer als an einer unbegrünten Fassade, dennoch bewirken die Pflanztröge aus Blech immer noch eine Reflexion. Bei der Begrünung der Inseleparkhalle könnte die Intensität der Reflexion geringer sein, da hier Module verwendet werden, die eine vertikale Vegetationsfläche entstehen lassen. Die Sonnenstrahlung trifft so direkt auf die Pflanzen, was eine geringere Reflexion vermuten lässt. Die Vermutung einer geringeren Intensität der Reflexion trifft auch Stefanie Oberarzbach in ihrer Masterarbeit „Fassadengebundene Begrünung – Untersuchung der vegetationstechnischen und mikroklimatischen Eigenschaften am Verwaltungsgebäude der Wiener Magistratsabteilung MA 48“.

Beide Systeme werden nach den Angaben der Gebäudebetreiber von Bewohnern, Mitarbeitern und Fachleuten gelobt und gut angenommen. Vor allem die Begrünung an der MA 48 wird von den Mitarbeitern und Bewohnern des Quartiers sehr geschätzt, da sie einerseits eine Verbesserung des Innenraumklimas bewirkt und zum anderen den Grünanteil des Quartiers deutlich erhöht hat. Die Akzeptanz von Fassadenbegrünung kann daher deutlich gesteigert werden, wenn sie für Besucher, Mitarbeiter und Bewohner deutlich spürbare Vorteile und/oder eine positive Entwicklung mit sich bringt. In der neu entstandenen „Wilhelmsburger Mitte“ ist eine Quartiersaufwertung durch die Fassadenbegrünung nicht unbedingt spürbar, da die Fassadenbegrünung in einem innovativen und neuen Gebiet entstanden ist, welches zudem durch den Inselepark sehr grün ist. Die Fassadenbegrünung als Aufwertungselement wird hier nur wenig wahrgenommen. Festzuhalten ist in diesem Fall daher, dass Fassadenbegrünungen zum einen von der Bevölkerung immer dann als positiv bewertet werden, wenn diese einen deutlichen Vorteil oder Nutzen durch die Fassadenbegrünung verspürt und zum anderen wenn in einem Quartier wenig Grün vorhanden ist und die Fassadenbegrünung zu einer deutlichen Steigerung der grünen Infrastruktur beiträgt.

Können fassadengebundene Begrünungssysteme Klimaanpassungsmaßnahme und Gebäudeoptimierung zugleich sein?

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Beispielobjekte zeigt, dass fassadengebundene Begrünungssysteme positiv auf das Mikroklima und das allgemeine Umfeld, durch: Kühlleistung, Verbesserung der Luftqualität und Verringerung der Wärmeabgabe und Sonnenstrahlung in den Stadtraum einwirken. Als Klimaanpassungsmaßnahme, vor allem im urbanen Raum, sind fassadengebundene Begrünungssysteme daher wichtige und wegweisende Elemente einer grünen Infrastruktur. Die Optimierung des Gebäudes hängt jedoch, wie bereits erwähnt, zu einem großen Teil von der Größe der Fassadenbegrünung in Relation zum Gebäude ab. Eine Optimierung des Bürogebäudes der MA 48 konnte, wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, erzielt werden. Vor allem die erhöhte Dämmwirkung und Kühlung des Gebäudes und die damit verbundene Energieeinsparung sind besonders hervor zu heben. Die Fassadenbegrünung der Inselfarkhalle bewirkt in Relation zur Größe und Nutzung des Gebäudes bisher jedoch noch keine feststellbaren positiven Effekte, die in der Gesamtrechnung aufgefallen wären.

Daher ist vor der Installation eines fassadengebundenen Begrünungssystems zu klären, welcher Nutzen erzielt werden soll. Ist eine Gebäudedäm-

mung und Energieeinsparung durch die Begrünung gewünscht, so muss ein Großteil der Fassade begrünt werden, um entsprechende Effekte zu erzielen. Hierbei stellt sich somit die Frage, ob eine herkömmliche Gebäudedämmung nicht effektiver und kostengünstiger wäre. Zurzeit ist dies tatsächlich der Fall, jedoch sollte bedacht werden, dass eine Fassadenbegrünung nicht nur den Zweck der Dämmung und Energieeinsparung erfüllt, sondern einen zweiten und wichtigen Effekt hat, nämlich den der Klimaverbesserung. Dies gilt auch für eine Fassadenbegrünung, die zusätzlich zur Gebäudedämmung installiert wird. Fassadengebundene Begrünungssysteme erfüllen somit zwei unterschiedliche Zwecke, wobei eine Umfeldverbesserung und die damit verbundene positive Beeinflussung des Mikroklimas bereits bei einer geringen Größe der Fassadenbegrünung zu erzielen ist.

Durch den Vergleich der beiden Beispielobjekte konnten einige allgemeine Aussagen für die Nutzung von fassadengebundenen Begrünungssystemen generiert werden, welche hier noch einmal aufgeführt werden. Diese generierten Leitsätze sind rein aus der Betrachtung der beiden Vergleichsbeispiele entstanden, eine Überprüfung dieser Aussagen durch den Vergleich weiterer Begrünungssysteme müsste stattfinden. Im Anschluss sollen diese „Leitsätze“ gemeinsam mit den Informationen aus den geführten Interviews mit in die Fassadenbegrünungs-Strategie für Hamburg einfließen.

- Die Größe und die Nutzung eines Gebäudes bestimmen die Wirkung der Fassadenbegrünung im Hinblick auf Gebäudeoptimierungspotenziale.
- Je mehr Fassade (in Relation zum Gebäude) durch eine Fassadenbegrünung bedeckt ist, desto stärker wirken die Effekte der Fassadenbegrünung auf die Gebäudeoptimierung.
- Vor allem Hallen eignen sich aufgrund ihrer Größe und der homogenen Fassaden für die Anbringung von fassadengebundenen Begrünungssystemen. Aufgrund ihres hohen Energiebedarfs sind jedoch nur geringe Einsparungspotenziale zu erzielen. Die Umfeldverbesserung steht im Vordergrund.
- Bei der Planung einer Fassadenbegrünung ist von Anfang an zu überlegen, welchen Zweck die Fassadenbegrünung erfüllen soll: Ästhetik, Gebäudeoptimierung, Umfeldverbesserung, Kombination
- Eine deutlich messbare Wertsteigerung des Gebäudes durch eine fassadengebundene Begrünung kann vor allem bei älteren Gebäuden im Zuge einer Sanierungsmaßnahme erzielt werden.
- Fassadengebundene Begrünungen werden von der Bevölkerung/Anwohnern/Mitarbeitern immer dann positiv bewertet, wenn diese einen deutlichen Vorteil durch die Fassadenbegrünung spüren.
- In einem Quartier, in dem wenig Grün vorhanden ist, führt die Fassadenbegrünung zu einer deutlichen Steigerung der grünen Infrastruktur, wodurch das Quartier eine allgemeine Aufwertung erfährt.
- Die Bewässerung mit Regenwasser sollte weiterentwickelt und gefördert werden.

Eine Fassadenbegrünungs- Strategie für Hamburg

8. Die Nutzungsstrategie

Im abschließenden Kapitel soll nun eine Nutzungsstrategie für fassadengebundene Begrünungssysteme in Hamburg entwickelt werden. Eine Strategie für fassadengebundene Begrünungssysteme in Hamburg ist wichtig, um beispielsweise die Ziele des Hamburger „Klimaplan 2050“ zu erreichen. Daher folgt nun eine Einführung hinsichtlich der Wichtigkeit einer Strategie zur Förderung von Fassadenbegrünungssystemen als Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahme. Anschließend sollen die Inhalte und Ziele der Nutzungsstrategie vorgestellt und darauf eingegangen werden, wo Potenziale in Hamburg liegen. Dabei wird die aktuelle Problematik der verdichteten Quartiere, der Hitzeinselbildung und der Verlust von Grünflächen mit in die Überlegungen einer solchen Strategie einfließen.

8.1 Warum benötigt Hamburg eine „Fassadenbegrünungs-Strategie“?

Wie bereits zu Beginn dieser Bachelorarbeit dargestellt, sind Städte und Metropolen häufig von hohen Feinstaub- und Lärmbelastungen sowie von einer erhöhten Hitzeinselbildung betroffen. Die Städte sind in den meisten Fällen selbst Verursacher dieser Probleme durch hohe Verkehrsbelastungen und industrielle sowie gewerbliche Produktion. Außerdem erhöht sich der Flächendruck in den Städten und vor allem in den innerstädtischen Quartieren immer weiter. Zum einen werden Flächen als Arbeitsstätte zur Produktion und vor allem zum Wohnen mehr denn je benötigt, auf der anderen Seite bewirkt die Reduktion von Grünflächen eine Steigerung der bisherigen Probleme. Der Verlust von Grünflächen ist auch in Hamburg zu beobachten. Hier sank der Anteil der Erholungsflächen, zu denen auch Grünanlagen zählen, seit 1993 bis 2015 von 6000 ha auf 5607 ha (vgl. Statistik Amt Nord 2016, S. 6). Diesen Widerspruch zwischen der Vorbereitung von Flächen für eine Bebauung und demgegenüber Grün- und Brachflächen so zu belassen, wie sie sind, um das Stadtklima nicht weiter zu gefährden, gilt es daher in Einklang zu bringen.

Dennoch bieten Städte auch große Potenziale, um Grünflächen auszugleichen und die Folgen des Klimawandels zu verringern. Daher hat Hamburg im Jahr 2015 den Beschluss zum „Klimaplan 2050“ gefasst. Dieser soll durch Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen eine nachhaltige und zu-

kunftsfähige Stadt gestalten. Der „Klimaplan 2050“ wurde aufbauend auf das internationale Klimaabkommen von Paris (2015) entwickelt. Das Klimaabkommen verpflichtet die Mitgliedsstaaten, die Folgen des Klimawandels zu bekämpfen und sieht daher als Hauptaufgabe, die Treibhausgase zu reduzieren und die Klimaerwärmung zu stoppen (vgl. Behörde für Umwelt und Energie 2016, S. 2-3). Auf Landesebene hat Hamburg daher den „Klimaplan 2050“ entwickelt. Konkretes Ziel dieses Plans ist die Reduktion der CO₂-Emissionen um mindestens 80% im Vergleich zu den Co₂-Emissionen 1990. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden unterschiedliche Strategien und Maßnahmen entwickelt.

Eine weitere Maßnahme, um eine Verringerung der Co₂-Emissionen zu erzielen und eine zukunftsfähige Stadt zu gestalten, kann dabei eine „Nutzungsstrategie für fassadengebundene Begrünungssysteme“ sein. Nach Pitha et al (2015) besitzen Städte „etwa 2- bis 3-mal so viel Fassadenfläche wie bebaute Grundfläche“ und genau daher befindet sich in den Städten und auch in Hamburg großes Potenzial für „vertikale Grünflächen“ an Gebäudefassaden. In Hamburg wurde dieses Potenzial jedoch bisher nicht ausgeschöpft. Das einzig bekannte fassadengebundene Begrünungssystem befindet sich in Wilhelmsburg an der Inseleparkhalle. In den stark verdichteten Stadtteilen, wie z.B. Altona und St. Pauli, aber auch in der Innenstadt, wo

Büro- und Gewerbegebäude das Erscheinungsbild dominieren, werden Grünflächen immer knapper. Hier können systematisch eingesetzte Fassadenbegrünungssysteme den Bewohnern und Besuchern ein „Stück Grün“ zurückgeben. Die in Kapitel 8 zu großen Teilen bestätigten positiven Effekte der fassadengebundenen Systeme auf das direkte Umfeld und auf die Gebäudeoptimierung stellen Anreize für Firmen, Unternehmen und Investoren dar, eine Fassadenbegrünung zu installieren.

8.2 Inhalt der Fassadenbegrünungs-Strategie

Die Fassadenbegrünungs-Strategie beinhaltet ausschließlich die Nutzung von **fassadengebundenen Begrünungssystemen**, da sich diese wie bereits in Kapitel 1 erklärt, besonders für den urbanen Raum eignen. Außerdem konnten eine Reihe von positiven Effekten bestätigt werden, welche so nicht mit einer bodengebundenen Begrünung zu erzielen sind. Neben den positiven Auswirkungen wirken fassadengebundene Begrünungssysteme sehr ästhetisch, modern und innovativ. Ein Unternehmen oder die Stadt kann durch diese systematische Fassadenbegrünung eine zukunftsorientierte Ausrichtung vermitteln.

Da die „Gründachstrategie“, eine von Hamburg entwickelte Strategie zur Förderung der Begrünung von Dächern, bereits starken Anklang gefunden hat, diente diese Strategie als Vorlage bei der Entwicklung der „Fassadenbegrünungs-Strategie“.

Die Strategie soll Aufschluss darüber geben, welche Potenziale sich wo in Hamburg befinden, daher ist genauer auf die Gebäude, Stadtteile und Quartiere einzugehen, die sich für eine fassadengebundene Begrünung eignen. Anschließend ist zu klären, wie eine Förderung für fassadengebundene Begrünungssysteme aussehen und eine Akzeptanzsteigerung erzielt werden kann.

Welche Gebäude eignen sich für fassadengebundene Begrünungssysteme?

Als Wissensgrundlage für die Erarbeitung von Potenzialgebäuden und -flächen dienen die Informationen aus den Interviews und die Literaturrecherche. Während der Interviews wurde klar, dass fassadengebundene Begrünungssysteme so gut wie an jeder Fassade angebracht werden können, solange diese aus statischer Sicht das Gewicht des Systems halten kann und eine ausreichende Quadratmeterzahl vorhanden ist (Aussage 90Degreen). Außerdem muss nach den Aussagen von Frau Seckinger (Vertiko) „die Erreichbarkeit des Systems für Pflegemaßnahmen und eine entsprechende Versorgung gewährleistet sein“. Doch selbst wenn eine Fassade das Gewicht nicht tragen kann, ist es möglich, durch „Stützpfiler“ ein System anzubringen (Information durch Gespräch mit Herrn Preiss). Die Vielseitigkeit der fassadengebundenen Begrünungssysteme lässt zunächst somit fast jedes Gebäude zu einer Potenzialfläche für vertikale Gärten werden. Von den Systemherstellern werden außerdem Neubauten als ideale Gebäude genannt, da hier bereits während der Planung des Gebäudes über eine entsprechende Fassadenbegrünung nachgedacht werden kann. Statische Hindernisse können so von Beginn an vermieden werden. Aber auch eine nachträgliche Installation an einem älteren Gebäude ist möglich, wie es das Beispiel der Begrünung des Bürogebäudes der MA 48 zeigt. Dennoch eignen sich einige Gebäude besser als andere.

Vor allem **Gewerbegebäude und Hallen** weisen ein großes Potenzial auf, aufgrund ihrer oftmals großen Fassadenflächen ohne Fenster. Hier können die Fassadenbegrünungen besonders effektiv auf das direkte Umfeld einwirken, da ein System mit „großer“ Fläche installiert werden kann. Außerdem fallen keine zusätzlichen Kosten für spezielle und außergewöhnliche Anfertigungen an, da Hallenkomplexe oftmals eine recht einheitliche Fassade aufweisen. Im gewissen Maße kann auch eine Gebäudeoptimierung erzielt werden, wie hoch Einsparungspotenziale im Energie- und Wärmebereich sind, hängt jedoch von der Nutzung und der Größe der Halle ab. Aber auch für **Bürogebäude** und vor allem für **öffentliche Gebäude** sollten fassadengebundene Begrünungssysteme verstärkt in den

Fokus rücken. Der Vorteil bei Bürogebäuden liegt darin, dass diese oftmals nicht einer Privatperson gehören, sondern großen Konzernen, Immobilienunternehmen oder einem Zusammenschluss von Firmen. Die zurzeit noch hohen Investitionskosten können so von mehreren Investoren getragen werden. Außerdem erfahren diese Gebäude eine deutliche Wertsteigerung, was besonders für Immobilienunternehmen und Firmen von Interesse sein kann. Vor allem in der Innenstadt, wo es oft eine Vielzahl an Bürogebäuden gibt, wird so die grüne Infrastruktur erweitert. Öffentliche Gebäude hingegen eignen sich aufgrund ihrer Symbolik besonders gut. Öffentliche Gebäude sind in der Regel für jedermann zugänglich und erfüllen unterschiedliche Aufgaben für die Gesellschaft, daher kann mit der Begrünung dieser Gebäude eine Vorbildfunktion übernommen werden. Die Übernahme der Kosten erfolgt wiederum nicht durch eine Privatperson sondern durch die öffentliche Hand. Jedoch ist die Akzeptanz der Bürger teilweise gering, da sie nicht verstehen, weshalb Steuergelder für die Begrünung eines Gebäudes ausgegeben werden. Sie sehen nicht den Aspekt der Nachhaltigkeit, sondern empfinden es als „Geldverschwendung“. Dies wurde auch in den Interviews deutlich. Daher gilt es, den Nutzen der Fassadenbegrünung für Mensch und Umwelt deutlich zu machen.

In den Interviews wurde außerdem die Installation von Begrünungssystemen an **Parkhäusern** genannt. Viele der Parkhäuser sind identisch oder ähneln sich hinsichtlich der verwendeten Materialien und Bauweise. Daher könnten standardisierte Systeme angefertigt werden, die aufgrund der Standardisierung preisgünstiger wären. Außerdem sind Parkhäuser oftmals nicht besonders ansehnlich, wodurch eine Fassadenbegrünung den Wert aus ästhetischer Sicht steigern kann. Neben Gebäuden lassen sich auch andere bauliche Elemente begrünen. Dies zeigt das Projekt „Vía Verde“ in Mexico Stadt. Hier wurden bisher einige **Betonpfeiler**, die eine Hochstraße stützen, begrünt. Insgesamt sollen mit den Begrünungssystemen 700 dieser Pfeiler begrünt werden. Ziel ist es, die schlechte Luftqualität durch die Filterwirkung der Pflanzen zu verbessern (vgl. GEO 2017). Hochstraßen und Bahngleise werden auch in Hamburg und Deutschland häufig von solchen Betonpfeilern gestützt.

In diesem Fall erfüllt die Begrünung jedoch nur den Zweck der Umfeldverbesserung. Die Gebäudeoptimierung und Energieeinsparung fällt weg und wird ausschließlich durch die Funktion der Umfeldverbesserung ersetzt. Inwieweit diese Maßnahme auch in Hamburg anzuwenden ist und welche Stützpfeiler sich an welchen Straßen oder Bahngleisen eignen würden, ist noch zu klären, dennoch bietet diese Begrünungsmethode eine Erweiterung des Flächenpotenzials und wird daher mit in die Nutzungsstrategie aufgenommen.

Zusammenfassend ist daher festzuhalten dass sich so gut wie jedes Gebäude für ein fassadengebundenes Begrünungssystem eignet, daher ist das Flächenpotenzial für fassadengebundene Begrünungssysteme enorm hoch. Besonders die folgenden Gebäude sollten in Hamburg hinsichtlich einer fassadengebundenen Begrünung genauer betrachtet werden:

- Gewerbegebäude
- Hallen
- Bürogebäude
- Öffentliche Gebäude
- Parkhäuser
- Stützpfeiler von Hochstraßen und Bahnschienen

Zu unterscheiden ist das Flächenpotenzial überdies hinaus in **Bestandsflächen** und **Neubaufflächen**. Vor allem Gewerbe- und Bürogebäude bieten im Hinblick auf Bestandsflächen ein großes Potenzial, da diese in den innerstädtischen Quartieren einen Großteil der Bebauung ausmachen. Auch beim Neubau bilden vor allem Bürogebäude ein großes Potenzial. Für die Entwicklung des Hamburger Büromarktes wird zurzeit eine weitere Steigerung vorausgesehen, wodurch es auch zu einer Erhöhung dieser Fassadenflächen kommt. Sowohl die Bestandsflächen als auch die Neubaufflächen sind wichtige Potenziale für die Fassadenbegrünung und sollten nicht unterschiedlich gewichtet werden. Wie hoch die jeweiligen Flächenpotenziale sind, gilt es zu berechnen, um die Argumentation für Fassadenbegrünungen zu stärken. Hierfür muss zunächst geklärt werden, wie viel Fläche effektiv für eine Fassadenbegrünung, anteilig an der Gesamtfläche genutzt werden kann. Diese Größe ist dann

auf alle Bestandsgebäude der eben genannten Typen anzuwenden. Dies muss getrennt sowohl für den Bestand als auch für den Neubau durchgeführt werden. Eine solche Berechnung ist im Rahmen dieser Bachelorarbeit aufgrund fehlender Ressourcen leider nicht möglich.

Auch die Begrünung von Wohngebäuden ist möglich, dieser Gebäudetyp wurde jedoch nicht explizit genannt, da diese häufig eine geringere Fläche als Büro- oder Gewerbegebäude aufweisen und recht stark individualisiert sind, durch Fenster, Fassadenmaterial und andere bauliche Gegebenheiten. Die Kosten für eine Begrünung an diesen Gebäuden sind daher noch recht hoch. Mehrstöckige Wohngebäude können dennoch in verdichteten Wohnquartieren in den kommenden Jahren zu Potenzialflächen ausgeweitet werden. Installationen von fassadengebundenen Begrünungssystemen wurden bisher nicht an Einfamilien-, Reihenhäusern und Doppelhaushälften gefunden. Dies ist vor allem durch die hohen Kosten und die geringe Fläche zu begründen. Diese Haustypen werden somit nicht unbedingt als Potenzialfläche angesehen, da sie zudem häufig nicht im direkten innerstädtischen Kontext zu finden sind.

In welchen Stadtteilen sollten fassadengebundene Begrünungen vornehmlich angestrebt werden?

Die Gebäudepotenziale in Hamburg wurden nun festgestellt, aber auch die Prüfung der einzelnen Stadtteile und Quartiere hinsichtlich ihrer Eignung für fassadengebundene Begrünungssysteme wird bei dieser Fassadenbegrünungs-Strategie festgestellt. Neben der Eignung von Stadtteilen ist auch zu prüfen, welche Quartiere einen besonders geringen Grünanteil aufweisen und daher die Fassadenbegrünungs-Strategie dort verstärkt kommuniziert werden müsste.

Als Grundlage für eine Auswertung der Stadtteile, in denen Fassadenbegrünungssysteme zu empfehlen sind, dient zum einen die Darstellung aller öffentlichen Grünflächen in Hamburg und der damit verbundene Grünflächenanteil im Verhältnis zur Größe des Stadtteils und zum anderen zur Einwohnerdichte. Bei den betrachteten Stadtteilen handelt es sich

ausschließlich um **innerstädtische Stadtteile**, da diese besonders von den Folgen des Klimawandels betroffen sind. Quartiere am Stadtrand und stadtrandnahe Stadtteile weisen außerdem schon jetzt einen recht hohen Grünanteil in Form von Weiden, Wiesen oder Wäldern auf. Hierbei handelt es sich zwar nicht um öffentliche Grünflächen, dennoch tragen sie in diesen Quartieren stark zu den dortigen mikroklimatischen Bedingungen bei, weshalb hier die Luftqualität, Kühlung an heißen Tagen und die damit verbundene Aufenthaltsqualität bereits recht hoch ist.

In der nachfolgenden Grafik auf der kommenden Seite ist der prozentuale Anteil der Grünflächen im Verhältnis zur Stadtteilgröße dargestellt. Die Grafik beinhaltet keine Wälder, Wiesen und Weideflächen, weshalb einige Stadtteile, die eigentlich besonders grün sind, hier keine bis geringe Grünflächenanteile aufweisen. Berechnet man die Grünfläche prozentual zur Größe des Stadtteils, so zeigt sich, dass beispielsweise Hammerbrook, die Altstadt und Uhlenhorst nur wenig Grünflächen aufweisen. Bei den Stadtteilen mit geringen Grünflächenanteilen handelt es sich oftmals auch um Stadtteile mit einer besonders hohen Bevölkerungsdichte (siehe Abb. 58), dies ist auch bei den Stadtteilen Altstadt und Uhlenhorst der Fall. Daher ist besonders in Stadtteilen mit einer **hohen Bevölkerungsdichte** und **geringen Grünflächenanteilen** die Installation von fassadengebundenen Begrünungssystemen voran zu bringen und zu fördern.

ANTEIL DER ÖFFENTLICHEN GRÜNFLÄCHEN

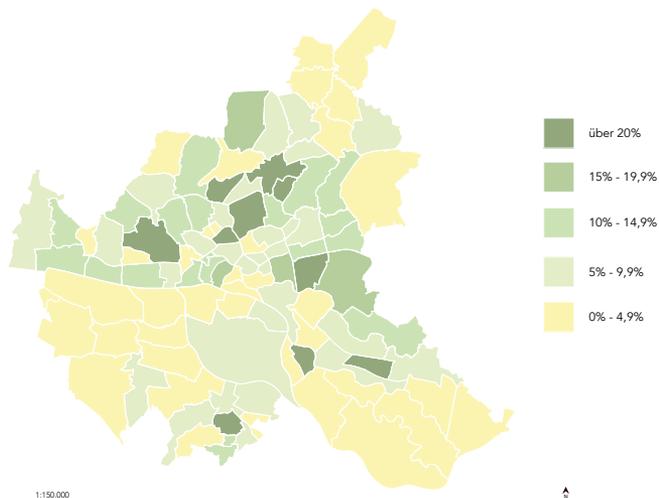


Abbildung 57: Anteil der öffentlichen Grünflächen
Quelle: Ivan Dochev (Hcu), eigene Anpassung

BEVÖLKERUNGSDICHTE HAMBURG 2015

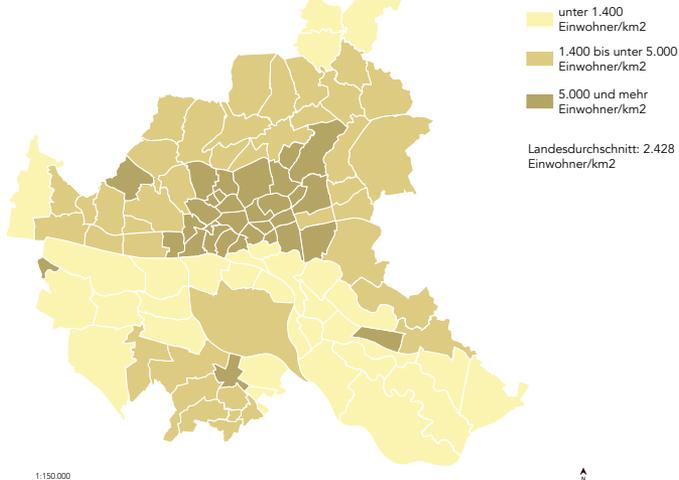


Abbildung 58: Bevölkerungsdichte Hamburg 2015
Quelle: Statistisches Amt, eigene Anpassung

Positive Effekte hat dies zum einen für die Bewohner der Quartiere, da ein erhöhter Grünanteil die Aufenthaltsqualität verbessert. Zum anderen spielt wieder der Aspekt der Kühlwirkung eine wichtige Rolle. Die zu Beginn der Arbeit gezeigte Karte auf Seite 4 bezüglich der Hitzebildung in Hamburg verdeutlicht, dass es vor allem in den innerstädtischen verdichteten Quartieren mit geringem Grünanteil zur „Hitzeinsel-Bildung“ kommt. Daher ist es besonders wichtig, in diesen Quartieren unter anderem mit Fassadenbegrünung gegen eine verstärkte Hitzebildung zu arbeiten. Bei diesen Stadtteilen handelt es sich daher vor allem um:

- Hamburg Altstadt
- Hammerbrook
- Uhlenhorst
- Hohe-Luft Ost
- Hohe-Luft West
- Altona Nord

Stadtteile, die sich besonders gut eignen für fassadengebundene Begrünungssysteme sind überdies hinaus Stadtteile, die einen hohen Anteil an Büro-, Gewerbe-, und öffentlichen Gebäuden aufweisen. Hierbei sind vor allem die Stadtteile Hafencity, Hamburg-Altstadt, Hamburg-Neustadt und Hammerbrook zu nennen.

Für beide Aspekte (Stadtteile, die eine Erhöhung des Grünanteils benötigen und Stadtteile, die sich aufgrund ihrer Bebauung gut für die fassadengebundene Begrünung eignen) gilt, dass nicht immer in einem gesamten Stadtteil versucht werden muss, den Begrünungsanteil zu erhöhen, sondern auch die Konzentration auf einzelne Quartiere sinnvoll ist. Stadtteile können so in Quartiere untergliedert werden, die je nach vorhandenem Grünanteil und Art der Bebauung eine entsprechende Erhöhung des Grünanteils durch fassadengebundene Systeme erfahren sollten.

Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass in den genannten Quartieren nicht alle Gebäude begrünt werden sollten. **Gebäude mit einem ästhetischen Wert** im einzelnen, im Ensemble oder Fassaden unter Denkmalschutz sollten **keine Fassadenbegrünung** durch ein System erhalten.

Handlungsfelder der Fassadenbegrünungs-Strategie

Die entsprechenden Potenzialflächen und Quartiere sind bereits genannt, weiterhin liegt jedoch eine Problematik von fassadengebundenen Begrünungssystemen in den hohen Anschaffungs- und Pflegekosten. Um eine Verringerung der Kosten zu erzielen, sollten die individuellen Lösungen in eine **standardisierte Produktion** umgewandelt werden. Viele Systeme sind jedoch sehr individuell und passen sich den Gegebenheiten des jeweiligen Gebäudes an. Wie schnell eine standardisierte Fertigung von fassadengebundenen Systemen möglich ist, ist schwer zu sagen. Um die Kosten dennoch gering zu halten und Anreize für Investoren und Eigentümer zu schaffen, sind **Fördermaßnahmen** ein wichtiger Bestandteil der Fassadenbegrünungs-Strategie. Ähnlich wie bei der „Gründach-Strategie“ können durch finanzielle Anreize, Investoren dazu bewegt werden, ihr Gebäude im Nachhinein oder während des Neubaus, zu begrünen und dadurch eine Wertsteigerung des Gebäudes zu erzielen, Energie einzusparen und das direkte Umfeld und Mikroklima positiv zu beeinflussen.

Auch eine Förderung der Entwicklung von standardisierten Begrünungssystemen ist denkbar, (damit die Installation eines fassadengebundenen Begrünungssystems auch für Privatleute in Frage kommt). Systemhersteller beklagten sich darüber, dass die Forschung an fassadengebundenen Begrünungssystemen nur wenig Unterstützung erfährt. Eine finanzielle Förderung aber auch eine **wissenschaftliche Unterstützung** durch staatlich geförderte Forschungen wären hilfreich. Eine Standardisierung der Fassadenbegrünungssysteme mit einer gewissen individuellen Anpassungsfähigkeit könnte so voran gebracht werden. Diese standardisierten Systeme eignen sich vor allem für Gebäude, welche sich vom Material und Aufbau ähneln. Wie bereits erwähnt, rücken daher Parkhäuser in den Fokus. Bei Parkhäusern wird jedoch hauptsächlich der Zweck der Umfeldverbesserung erfüllt, ähnlich wie bei der Begrünung von Stützpfeilern, da das Gebäude an sich sehr geringe Energiekosten verzeichnet und eine Gebäudeoptimierung somit kaum möglich ist.

Durch eine finanzielle Förderung der Forschung an fassadengebundenen Begrünungssystemen könnten auch die Pflegekosten verringert werden. Die Pflege und Instandhaltungskosten werden meist pro m² berechnet, wodurch die Kosten mit der Größe der Fassadenbegrünung steigen. Zurzeit sind vor allem Probleme bei der Bewässerung und technische Probleme bei der Fernüberwachung ausschlaggebend für Pflanzenausfälle und Schäden an den vertikalen Gärten, wodurch die recht hohen Kosten entstehen. Durch die Weiterentwicklung der Bewässerungstechnik (bevorzugt Grauwasserbewässerung) und der Fernwartung könnten diese Kosten verringert werden.

Neben einer finanziellen Förderung soll die Fassadenbegrünungs-Strategie auf weiteren Handlungsfeldern wirken. Bei den Handlungsfeldern handelt es sich um:

- **Förderung**
 - finanzielle Förderung bei Neubauten und bei einer Sanierung durch fassadengebundene Begrünungssysteme
 - wissenschaftliche Förderung (Forschungsprojekte werden vom Bund oder den Ländern unterstützt)
- **Kommunikation**
 - Vermittlung der „Fassadenbegrünungsstrategie“
 - Aufklärung über positive Effekte
 - Akzeptanzsteigerung von Fassadenbegrünungen in der Bevölkerung und Wirtschaft
- **Hamburg als „Wegweiser“**
 - Unterstützung der fassadengebundenen Begrünung durch rechtliche Vorgaben

FÖRDERUNG



Die Förderung durch die Fassadenbegrünungs-Strategie beinhaltet zum einen eine finanzielle Förderung. Diese finanzielle Förderung ist in Fördermaßnahmen für den Neubau und für den Bestand zu untergliedern. In beiden Fällen ist die Höhe der Förderung von den Ausmaßen und einer Extensivität oder Intensivität des Begrünungssystems abhängig zu machen. Dabei muss auch darauf geachtet werden, mit welchem Wasser bewässert wird und ob eine Wasserspeicherung oder Wasserrückhalt (in der Regel durch eine Zisterne) mit dem Begrünungssystem verbunden ist. Welche prozentualen Anteile zu fördern sind und welche Höhe die Fördersummen betragen, ist im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht zu klären. Neben einer finanziellen Förderung sollte außerdem eine Förderung der Forschung hinsichtlich der Systemverbesserung von fassadengebundener Begrünung stattfinden, um Anschaffungs- und Pflegekosten zu verringern.

Außerdem sollte auch eine Förderung von Forschungsarbeiten inbegriffen sein, welche sich mit der Überprüfung der Effekte der Umfeldverbesserung und Gebäudeoptimierung beschäftigen, um die Fassadenbegrünung weiter optimieren zu können und Investoren zu zeigen, welche Möglichkeiten die fassadengebundene Begrünung bietet. Dadurch können die Anreize, fassadengebundene Begrünungssysteme zu installieren, gesteigert werden.

Auch die Akzeptanz der Bevölkerung kann durch weitere Forschungsergebnisse gesteigert werden. Der kritischen Bevölkerung kann somit gezeigt werden, warum Fassadenbegrünungen sinnvoll sind.

KOMMUNIKATION



Die Kommunikation ist ein weiteres wichtiges Handlungsfeld, welches in der Fassadenbegrünungs-Strategie Beachtung findet. Zum einen muss über die Strategie im Allgemeinen informiert werden und zum anderen, welche konkreten Möglichkeiten diese bietet, wie Fördermittel zu erhalten sind und welche Ziele durch die Strategie erfüllt werden sollen. Einen weiteren Punkt stellt die Aufklärung über die Fassadenbegrünung und ihre positiven Effekte dar. Hierbei geht es vor allem darum, zu zeigen, welche Vorteile durch eine Investition in ein Fassadenbegrünungssystem für den Investor aber auch für die Gesellschaft und den Klimaschutz entstehen. Vor allem aber soll die Akzeptanz in der Bevölkerung gegenüber der Fassadenbegrünung gesteigert werden. Hierbei muss kommuniziert werden, dass es sich bei fassadengebundenen Begrünungssystemen nicht um eine Efeubewucherte Fassade handelt, die dann „große Schäden durch die Begrünung erleidet“, sondern es sich um moderne, hoch attraktive Systeme handelt, die vielseitig und in vielerlei Hinsicht effektiv sind. Aber auch die aktuellen Grenzen der Effektivität von Fassadenbegrünungen vor allem im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung sollten nicht verschwiegen werden. Eine Kommunikationsstrategie sollte daher entwickelt werden, welche unterschiedliche Interessengruppen anspricht und eine positive Entwicklung von Quartieren beispielhaft aufzeigt. Eine Akzeptanzsteigerung kann immer dann erzielt werden, wenn sich für den Einzelnen positive Effekte ergeben (In Kapitel 9 bereits detailliert beschrieben). Daher gilt es, bei einer Kommunikationsstrategie auf folgende Dinge zu achten:

- positive Effekte durch die Fassadenbegrünung durch Untersuchungen und Forschungsergebnisse anschaulich darstellen
- Fördermaßnahmen und -mittel kommunizieren
- an Veranstaltungen wie „Langer Tag der Stadtnatur Hamburg“ verstärkt auf die Fassadenbegrünung, ihre Wirkung und Fördermöglichkeiten eingehen.
- Gesonderte Veranstaltungen wie „Tag der Fassadenbegrünung“ anbieten.
- gezielt Immobilienunternehmen, Firmen, Gewerbe- und Sporthallen Betreiber ansprechen
- die Wirkung von fassadengebundenen Begrünungssystemen als „Dämmmaterial“ sollte stärker bekannt gemacht werden, aufgrund der nachhaltigen Wirkung ohne den Einsatz von fossilen Ressourcen.

HAMBURG ALS „WEGWEISER“



Im letzten Handlungsfeld nimmt Hamburg selbst eine wichtige Rolle als „Wegweiser“ ein. Die Aufgabe des Wegweisers kann für viele Dinge gelten. Jedoch sind in diesem Fall vor allem rechtliche Vorgaben durch das Land Hamburg gemeint. Hierbei handelt es sich um Festsetzungen, die bspw. im B-Plan festgelegt werden können. Als Beispiel könnte eine Festlegung genannt werden, die fordert, dass bei Neubauten in stark verdichteten Quartieren immer eine oder mehrere Fassaden mit einer Fassadenbegrünung zu versehen sind. Somit kann das Installieren von fassadengebundenen Systemen gesteuert werden und als verpflichtendes Element bei Neubauten die Bauherren binden. Bei Bestandsgebäuden könnte eine Prüfung der Statik im Zuge von Sanierungsmaßnahmen festgelegt werden, welche zeigen soll, ob ein fassadengebundenes Begrünungssystem hier möglich wäre.

Besonders bei diesem Aspekt spielt die Stadtplanung, wie bereits in Kapitel 3 dargestellt, eine wichtige Rolle. Durch die Aufstellung von B-Plänen und den entsprechenden Festsetzungen kann die Stadtplanung aktiv die Verbreitung von fassadengebundenen Begrünungssystemen steuern.

Außerdem können fassadengebundene Begrünungssysteme, wie bereits beschrieben, identitätsstiftend wirken und eine Aufwertung des Quartiers bewirken. Hier kann die Stadtplanung und die Stadt selbst durch Image-Kampagnen aktiv werden, um auf die Möglichkeiten durch Fassadenbegrünung aufmerksam zu machen.

Diese drei Handlungsfelder der Fassadenbegrünungs-Strategie sollen die Entwicklung der Nutzung von Fassadenflächen durch Fassadenbegrünung anstoßen und so die Klimaanpassung der Stadt Hamburg fördern.

Abschließend sollen nun noch die Zielsetzungen und Leitsätze, die die Fassadenbegrünungs-Strategie bestimmen, vorgestellt werden.

HAMBURGS FASSADENBEGRÜNUNGS-STRATEGIE

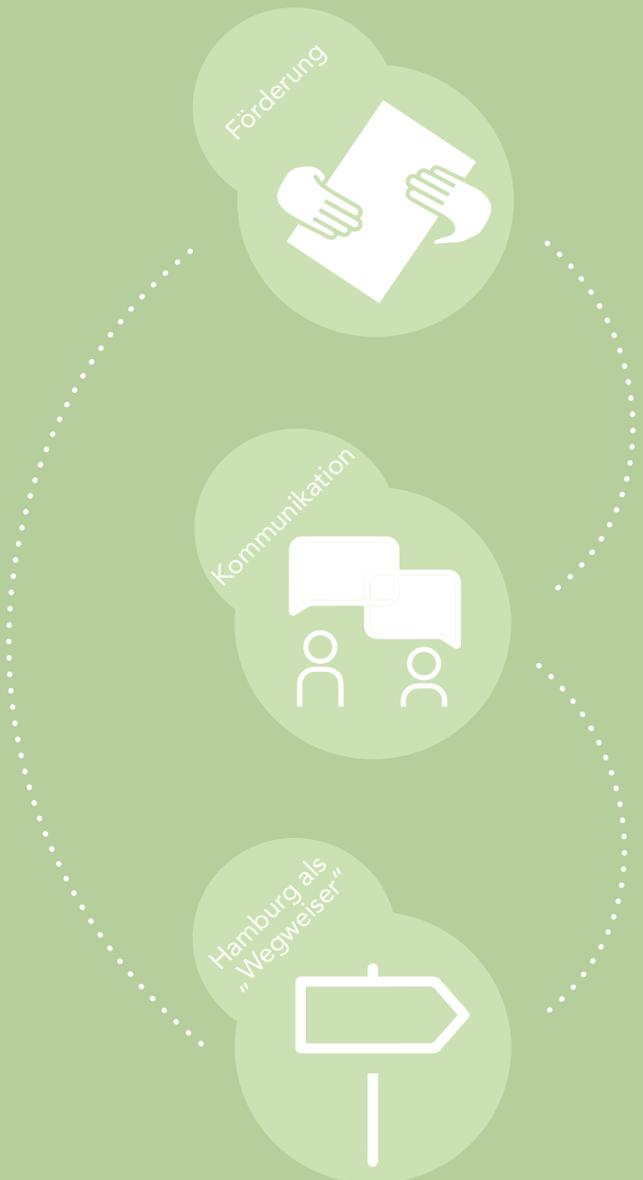


Abbildung 59: Fassadenbegrünungs-Strategie Hamburg
Quelle: Eigene Darstellung

Zielsetzungen und Leitsätze der „Fassadenbegrünungs-Strategie:

Die Fassadenbegrünungs-Strategie hat zum Ziel, eine **Steigerung des Grünanteils** in den Hamburger Stadtteilen zu erreichen. Dabei stehen vor allem die innerstädtischen Quartiere im Fokus, die besonders stark durch einen geringeren Anteil an Grünflächen geprägt sind. Die vertikalen Gärten oder fassadengebundenen Begrünungssysteme werden dabei zu Bestandteilen der grünen Infrastruktur, wodurch ein dichteres Netz aus begrünten Flächen entsteht. Eine Erweiterung der grünen Infrastruktur steigert die Aufenthaltsqualität und fördert die Biodiversität in der Stadt. Die Strategie verbindet, wie auch andere Maßnahmen die klimapolitischen Ziele zum Schutz und zur Anpassung des Klimas, mit den Bedürfnissen einer wachsenden Stadt und deren urbanem Umfeld. Um zu zeigen, was Fassadenbegrünung bewirken kann und welchen Nutzen diese Systeme haben können, wurden folgende Leitsätze entwickelt:

Durch die entwickelte „Fassadenbegrünungs-Strategie“ können Gebäude noch stärker selbst zu einer **Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahme** werden. Das sehr große Flächenpotenzial der Fassaden kann so effektiv genutzt werden und die positiven Effekte durch Fassadenbegrünung können der Bevölkerung bestmöglich kommuniziert werden. Zu hoffen ist daher, dass in den kommenden Jahren somit nicht nur die Inselparkhalle in Wilhelmsburg das einzige Gebäude in Hamburg mit einem fassadengebundenen Begrünungssystem bleibt.

Zusammengefasst gesagt, untersucht die Fassadenbegrünungs-Strategie somit zunächst die Potenzialflächen und –quartiere, klärt über die Effekte von fassadengebundenen Begrünungssystemen auf, leitet Fördermöglichkeiten und spannt Hamburg als „Wegweiser“ für eine grünere Entwicklung der Stadt mit ein.

- Die fassadengebundene Begrünung erhöht den Grünflächenanteil im Quartier und stärkt die grüne Infrastruktur, wodurch das zusammenhängende „grüne Netz“ erweitert wird.
- Durch eine Erhöhung des Grünanteils in den Quartieren resultiert eine Verbesserung der Aufenthalts- und Lebensqualität.
- Die Fassadenbegrünung dient zur Aufwertung einzelner Gebäude und einer ganzheitlichen Verbesserung des Erscheinungsbildes der Stadt. Auch eine Imagesteigerung als zukunftsorientierte und nachhaltige Stadt kann bewirkt werden.
- Begrünte Fassaden bieten einen Lebensraum für Tiere und Kleinstlebewesen, der Erhalt und die Steigerung der Biodiversität kann so erreicht werden.
- Durch eine fassadengebundene Begrünung werden Gebäude im Hinblick auf den Energieverbrauch und Wärmeverlust optimiert.
- Fassadengebundene Begrünungssysteme eignen sich besonders in innerstädtischen Quartieren, da sie autark funktionieren und nicht auf unbelastete und freie Wuchsfächen angewiesen sind.
- Fassadengebundene Begrünungssysteme reduzieren die Reflexion der Sonneneinstrahlung von Gebäuden in den Stadtraum und verringern die Wärmeabgabe der Gebäude.
- Fassadengebundene Begrünungssysteme tragen erheblich zur Kühlung der Umgebungsluft bei und können so die Bildung von Hitzeinseln verringern.
- Durch die Nutzung von Zisternen ermöglichen fassadengebundene Begrünungssysteme einen Rückhalt von Regenwasser und eine damit verbundene Entlastung der Kanalisation. Außerdem kann Grauwasser effektiv genutzt werden.

9. Fazit

Fassadengebundene Begrünungen, Wegweiser für eine Nachhaltige Stadt?

Einleitend wurden die Auswirkungen des Klimawandels in Bezug auf Städte genannt und auf die steigende Bevölkerungsentwicklung im urbanen Raum eingegangen. Diese Entwicklungen führen dazu, dass Städte, Metropolen und dicht besiedelte Ballungsräume Anpassungs- und Klimaschutzstrategien entwickeln müssen. Die Bachelorarbeit versucht diesbezüglich einen Ansatz hinsichtlich der Steigerung der Lebensqualität in Städten in Verbindung mit einer nachhaltigen und zukunftsorientierten Entwicklung der urbanen Strukturen aufzuzeigen. Dabei sind fassadengebundene Begrünungssysteme das zentrale Element der Überlegungen.

Anhand zweier Analyseobjekte, welche unterschiedliche Gebäudetypen und Begrünungssysteme abdecken, wurde sich der Beantwortung der Forschungsfragen genähert. Dadurch konnten viele Ergebnisse und Aussagen zur Systematik der fassadengebundenen Begrünung getroffen werden. Zunächst ist festzuhalten, dass fassadengebundene Begrünungssysteme auch in unserem Breitengrad mit einem gemäßigten Klima installiert werden können. Dies zeigt vor allem die Auswertung des Deckungsgrades und der Pflanzendichte am Beispielobjekt der Fassadenbegrünung der Inselparkhalle. Hier konnte eine deutliche Steigerung des Bewuchses festgestellt werden, was darauf hinweist, dass Pflanzen trotz semi-optimaler Wetterbedingungen auch hier am Extremstandort einer Fassade wachsen. Außerdem konnten viele der häufig genannten positiven Wirkungen von fassadengebundenen Begrünungssystemen auf das Gebäude und das Umfeld bestätigt werden. Um diese Effekte bestätigen zu können, war vor allem die Analyse der Fassadenbegrünung der MA 48 hilfreich, da an ihr bereits viele Untersuchungen stattgefunden haben. Ohne diese Untersuchungen hätten keine quantitativen Aussagen getroffen werden können.

Die Wirkung der fassadengebundenen Begrünung als Umfeldverbesserungsmaßnahme ist dank der Begrünung der MA 48 fast durchweg zu bestätigen. Einzige Ausnahme bildet hierbei die Lärm- und Feinstaubminderung, welche noch nicht durch eine Untersuchung bestätigt wurde. Außerdem können nur wenige Aussagen über die Gesundheitsförderung der Bewohner in einem Quartier durch die Fassadenbegrünung getroffen werden. Fest steht jedoch, dass diese eine Verbesserung der Qualität und Kühlung der Umgebungsluft bewirkt. Im Allgemeinen kann Stress durch grüne Strukturen abgebaut werden, inwieweit die Fassadenbegrünung jedoch tatsächlich die Gesundheit jedes einzelnen Bewohners beeinflusst, ist in Langzeitstudien zu klären, die aufbauend auf diese Arbeit getätigt werden könnten.

Im Hinblick auf die Gebäudeoptimierung durch fassadengebundene Begrünungssysteme verhalten sich die Ergebnisse etwas anders. Ebenfalls sind positive Auswirkungen zu bestätigen, diese sind jedoch zu differenzieren nach Gebäudetyp und Nutzung. Die Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich der Wirkung von fassadengebundenen Begrünungssystemen beantworten somit auch die Forschungsfrage, welche positiven Effekte für die Gebäudeoptimierung und die Umfeldverbesserung in der Realität eintreten.

Auch die zweite Forschungsfrage, ob fassadengebundene Begrünungssysteme trotz der hohen Kosten im urbanen Raum sinnvoll sind, lässt sich durch die Ergebnisse der Analyse beantworten. Hierbei ist noch einmal auf den technischen Stand der aktuellen Systeme auf dem Markt einzugehen. Durch die Interviews und die Literaturrecherche wurde klar, dass die technischen Standards bereits recht gut ausgereift sind. Nach eigenen Angaben einiger

Systemhersteller sind die Systeme sogar bereits zum Teil standardisiert, wodurch eine schnelle und kostengünstigere Produktion erfolgen könnte. Die Kosten der Systeme sind dementsprechend zurzeit noch recht hoch und können abschreckend auf Investoren und Interessenten wirken. Dennoch sind Fassadengebundene Begrünungssysteme aufgrund der tatsächlich eintretenden positiven Effekte sinnvoll. Um die Anschaffungs- und Wartungskosten in Relation zum Nutzen zu sehen, ist es wichtig, zu verstehen, dass durch die Fassadenbegrünung Kosten seitens des Energie- und Wärmeverbrauchs eingespart werden können, wodurch langfristig nicht mit hohen Mehrkosten zu rechnen ist. Erkenntnisse einer Langzeitstudie zu den Kosteneinsparungen im Verhältnis zu den Ausgaben wären wichtige Ergebnisse gewesen, die in die Aussagen über die Effektivität der Systeme mit einfließen hätten können. Eine solche Studie ist in der Zeit dieser Bachelorarbeit natürlich nicht möglich gewesen, wäre aber ein wichtiger Forschungsaspekt für die Zukunft.

Grundsätzlich ist jedoch zu sagen, dass Fassadengebundene Begrünungssysteme sinnvoll sind vor allem im urbanen Raum. Die Kosten werden durch weitere Forschungen und eine hoffentlich baldige Standardisierung der Systeme verringert werden können.

Durch die Entwicklung der „Strategie für Fassadengebundene Begrünungssysteme“ wurden die Erkenntnisse über die Fassadengebundenen Begrünungssysteme auf eine größere, städtische Ebene gebracht. Als Einzelmaßnahme ist auch dieser Ansatz nur „ein Tropfen auf den heißen Stein“. Durch einen gezielten Einsatz dieser Systeme und die Motivation der Bevölkerung, vor allem der Investoren und Unternehmen, könnte es dazu führen, dass die Akzeptanz steigt und Systeme vermehrt eingesetzt werden. Somit kann das gezielte Installieren und Fördern dieser Gebäudebegrünungsvariante eine Verbesserung des städtischen Klimas bewirken. Dabei ist deutlich zu sagen, dass Fassadengebundene Begrünungssysteme nicht die Lösung des Klimawandels sind, vielmehr können diese Systeme gemeinsam mit anderen Maßnahmen, den Städten wieder eine höhere Lebensqualität verschaffen und das Mikroklima sowie auf gesamtstädtischer Ebene das Mesoklima positiv beeinflussen. Ein Zusam-

menspiel von unterschiedlichen Maßnahmen zum Klimaschutz ist daher essentiell. Fassadengebundene Begrünungssysteme können somit gemeinsam mit der Dachbegrünung eine einheitliche Gebäudebegrünung erzielen und die Nachhaltigkeit von Gebäuden auf eine neue Ebene bringen. Dennoch können Gebäudebegrünungen als künstliches „Grün“ niemals natürlich gewachsene Grünstrukturen ersetzen. Deshalb ist darauf hinzuweisen, dass Fassadengebundene Begrünungssysteme (und Gebäudebegrünung im Allgemeinen) nicht als Ersatz bei Verringerung der Grünflächen gesehen werden kann und darf. Um die Stadtentwicklung weiterhin nachhaltig zu gestalten, müssen trotz des großen Flächendrucks, Grünflächen erhalten werden. Die zusätzliche Anbringung von Fassaden- und Gebäudebegrünung unterstützt nur die städtischen Grünflächen und damit den Erhalt einer lebenswerten Stadt.

Auch die Begrünungsstrategie ist in gewisser Weise kritisch zu betrachten. Die Strategie beruht auf Überlegungen, die durch die Analyse zweier vorgestellter Untersuchungsobjekte und Gesprächen mit Fachleuten zur Thematik Fassadenbegrünung entstanden sind. Um diese Strategie weiter auszuarbeiten und zu vertiefen, sind nachfolgende Gespräche mit weiteren Akteuren der Fassadenbegrünungsthematik, der Stadt und der Bauleitplanung notwendig. Dies konnte in dieser Form in der Bachelorarbeit nicht erfolgen. Daher dient die entwickelte Strategie als Anstoß, die Fassadengebundene Begrünung und ihre positiven Effekte auf die Gebäudeoptimierung und Umwelt und die damit einhergehende Verbesserung der Aufenthalts- und Lebensqualität verstärkt in die städtische Entwicklung einzubeziehen. Als Weiterentwicklung der Strategie ist auch eine Übertragung dieser auf andere Städte denkbar.

Die Strategie ist dabei nicht die Lösung zum Erreichen der Hamburger Klimaschutzziele, aber sie ist ein weiteres Element, um gemeinsam mit anderen Maßnahmen und Strategien die Zukunft Hamburgs nachhaltig zu gestalten.

Bei den Ergebnissen dieser Arbeit handelt es sich vermehrt um Analyseergebnisse, die von anderen Forschungsarbeiten abgeleitet wurden. Daher sind nicht alle Ergebnisse als vollkommen neue Erkenntnisse zu werten, da auch die Effektivität von Fassadengebundenen Begrünungssystemen bereits vereinzelt bestätigt wurde. Um vollständig unabhängige Aussagen treffen zu können, hätte eine eigenständige Untersuchung der Fassadenbegrünung der Inseelparkhalle durchgeführt werden müssen. Leider konnten jedoch Messungen aus zeitlichen und ressourcetechnischen Gründen nicht durchgeführt werden. Für eine Überprüfung der Aussagen wären Messungen somit unumgänglich. Dennoch konnte eine Analyse der Fassadenbegrünung der Inseelparkhalle durchgeführt werden, was so in dieser Form in Hamburg noch nicht geschehen ist.

Das methodische Vorgehen während des Bearbeitungszeitraums war für diesen Rahmen passend. Im Hinblick auf die geführten Interviews hätten jedoch weitere Interviews mit anderen Systemherstellern zu einem breiteren und überprüfbareren Ergebnis geführt. Insgesamt wurden acht Systemhersteller angefragt, von denen sich jedoch nur vier Anbieter zurück meldeten. Einige der Systemhersteller gaben an, generell keine konkreten Auskünfte zu geben, andere Systemhersteller meldeten sich auch nach wiederholter Anfrage nicht zurück. Außerdem ist hierbei zu erwähnen, dass die Anzahl der Systemhersteller recht begrenzt ist, auch dieser Aspekt führte dazu, dass nicht mehr Systemhersteller interviewt werden konnten. Leider konnte auch kein Interview mit dem Systemhersteller des Analyseobjektes Inseelparkhalle geführt werden, da dieser sich ebenfalls nicht zurückmeldete. Am Begrünungssystem der MA 48 wurde bereits eine Vielzahl von Untersuchungen und Dokumentationen durchgeführt, wodurch viele Informationen bezüglich der Pflege und Kosten abgeleitet werden konnten.

Trotz einiger nicht stattgefundener Interviews, konnte die Bachelorarbeit mit den Informationen aus den Interviews sehr gut angereichert werden und Aspekte vertiefen. Außerdem erwies sich der methodische Schritt der Fotodokumentation, um den Deckungsgrad und die Entwicklung der Bepflanzung an der Inseelparkhalle zu ermitteln, ebenfalls als sinnvoll. Diese Erkenntnisse hätten jedoch mehr

Aussagekraft, wenn sie mit Messergebnissen hätten abgeglichen werden können.

Eine Frage, die während des Bearbeitungszeitraums nicht geklärt werden konnte, ist, ab welcher Größe eines Systems im Verhältnis zum Gebäude, die Auswirkungen der Fassadenbegrünung auf die Gebäudeoptimierung optimal sind. Diese Frage konnte nicht vollständig beantwortet werden, da nur eines der Untersuchungsobjekte qualifizierte Aussagen über die Gebäudeoptimierung zuließ. Dennoch ist zu sagen, dass je mehr Fläche des Gebäudes oder der Fassade durch eine Fassadengebundene Begrünung bedeckt ist, desto höher ist auch die Effektivität des Systems auf die Gebäudeoptimierung. Um die offene Frage klären zu können, wäre eine Analyse vieler Begrünungssysteme sinnvoll.

Ob Living Walls, Vertikale Gärten, Pflanzfassaden oder Grüne Wände, eines verbindet all diese verschiedenen Begrünungsmöglichkeiten, und zwar das vertikale Wachsen von Pflanzen an Gebäudefassaden. Fassaden bieten eines der größten Flächenpotenziale, weshalb eine Weiterentwicklung, Förderung und Kommunikation mit und über die Fassadengebundene Begrünung in den nächsten Jahren immer wichtiger werden sollte. Daher hat diese Bachelorarbeit auf unterschiedliche Weise, die Wirkung und Effektivität von Fassadengebundenen Begrünungssystemen bestätigen können. Die „Strategie für Fassadengebundene Begrünungssysteme“ stellt dabei die Entwicklung einer Methode für Städte und insbesondere für Hamburg dar, um eine zukunftsfähige und nachhaltige Stadt zu gestalten.

Um schlussendlich noch einmal auf den Titel dieser Arbeit einzugehen, ist festzustellen, dass Fassadengebundene Begrünungssysteme sowohl eine Klimaanpassungs- als auch eine Gebäudeoptimierungsmaßnahme darstellen und daraus Vorteile für den Eigentümer, die Gesellschaft und das Klima resultieren. Nun gilt es, dieses Potenzial zu nutzen.

10. Verzeichnisse

10.1 Literaturverzeichnis

Literatur

Blanc, Patrick (2009): Die Natur in der Stadt - Vertikale Gärten. Stuttgart, Ulmer KG

Dettmar, Jörg; Pfoser, Nicole; Sieber, Sandra (2016): Gutachten Fassadenbegrünung. Darmstadt, Technische Universität Darmstadt

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung E.V. (FBB): Grüne Innovation Fassadenbegrünung. Saarbrücken

Florineth, Florin (2012): Pflanzen statt Beton - Sichern und gestalten mit Pflanzen. Berlin-Hannover, Patzer Verlag

Gorbachevskaya, Olga; Herfort, Susanne (2012): Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünungen typischen Pflanzen. Berlin, iASP

Hancvencl, Georg (2013): Fassadengebundene Vertikalbegrünung - Untersuchungen des Mikroklimas fassadengebundener Begrünungssysteme. Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau Universität für Bodenkultur Wien

Kappis, Christel; Gorbachevskaya, Olga; Kappis, Christel; Valbuena, Rafael; Schreiter, Hendrikje; Bergsträßer, Anne; Riedel, Heidi; Waschke, Babett (2007): Studie zum wissenschaftlichen Erkenntnisstand über das Feinstaubfilterungspotential (Qualitativ und Quantitativ) von Pflanzen. Berlin, A.S.P

Köhler, Manfred (1993): Fassaden- und Dachbegrünung. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co.

Köhler, Manfred (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung / Planung-Konstruktion-Ausführung. Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG

Köhler, Manfred; Schmidt, Marco (1997): Hof-, Fassaden- und Dachbegrünung - Zentraler Baustein der Stadtökologie - Zwölfjährige Erfahrung mit einer Begrünungsutopie-. Berlin, Technische Universität Berlin

Mann, Gunter (2015) : Jahrbuch Bauwerksbegrünung. Saarbrücken, Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB)

Manson, M.; Castro-Gomes, J.P. (2016): Thermal analysis of a new modular system for green walls

Oberarzbacher, Stefanie (2011): Fassadengebundene Begrünung - Untersuchung der vegetationstechnischen und mikroklimatischen Eigenschaften am Verwaltungsgebäude der Wiener Magistratsabteilung MA 48. Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau Department für Bautechnik und Naturgefahren der Universität für Bodenkultur Wien

Pfoser, Nicole (2016): Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Darmstadt, TU Darmstadt

Rasehorn, Anja (2012): Urbane Hitzeinseln- Maßnahmen zum Schutz und zur Anpassung an das Stadtklima und den Klimawandel. Hamburg, Hafencity Universität

Roth-Klyer, Stephan; Gunkel, Susanne (2014): Vertikaler Garten am Palmengarten Frankfurt/Main – Teil 1 Ergebnisse der Machbarkeitsstudie. Geisenheim, Dach+ Grün

Traxler, Andreas (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings - Methoden, Praxis, angewandte Projekte Teil A: Methoden. Wien, Umweltbundesamt

Tudiwer, David; Hinterseer, Simon; Korenic Azra (2015): Endbericht - Erforschung von Grünfassaden hinsichtlich deren wärmedämmenden Wirkung mittels flächigen Wärmeflussmessung. Wien, technische Universität Wien

Material

Behörde für Umwelt und Energie (2016): Der Hamburger Klimaplan - Ein kurzer Überblick. Hamburg, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE) - Leitstelle Klimaschutz. <http://www.hamburg.de/contentblob/7977206/b04bee1cdfe16fa483048dae706f5c/data/d-hamburger-klimaplan-handout.pdf> (Aufruf: 02.08.2017)

Bundesamt für Naturschutz, Bundeskonzept Grüne Infrastruktur. <https://www.bfn.de/bkgi.html> (Aufruf: 24.07.2017)

Bundesumweltamt (2017): Feinstaub. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/feinstaub> (Aufruf: 16.07.2017)

Dachgrün (2017) Grünwand - Blühende Fassade. <http://dachgruen.at/w18012mw-gruenwand-bluehende-fassade/> (Aufruf :19.07.2017)

wien.at (2017) MA 48: pilotprojekt Grüne Fassade auf der Zentrale der MA 48. https://www.wien.gv.at/presse/suche?p_p_id=RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=-maximized&p_p_mode=view&p_p_resource_id=convertArticle&p_p_cacheability=cacheLevelPage&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_rkResourceAction=convert&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_groupId=27041&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_groupId=27041&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_targetExtension=pdf&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_articleId=8670547&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_articleId=8670547&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_showContent=true&_RKSearch_WAR_RKSearchWienAtCustomerportlet_jspPage=%2Fhtml%2FviewStart.jsp (Aufruf 19.07.2017)

ENZI, V., SCHARF, B. (2012): Das Haus im „Grünen Pelz“. Bürogebäude der MA 48, Einsiedlergasse 2, Wien5. Wettbewerbe Architekturjournal, 303, S. 14-19. Bohmann Druck und Verlag GmbH und Co. KG, Wien. http://www.wettbewerbe.cc/fileadmin/wettbewerbe.cc/Media/303/f_umweltundplanung.pdf (Aufruf: 20.07.2017)

Eyink, H.; Heck, B (2015): Grün in der Stadt - Für eine lebenswerte Zukunft Grünbuch Stadtgrün. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/gruenbuch_stadtgruen_broschuere_bf.pdf (Aufruf: 21.07.2017)

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung (2010): 3. FBB-Symposium Fassadenbegrünung 2010 - Vortragsreihe zu Themen der Fassadenbegrünung. Berlin. http://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbb-symposien/Fassadenbegruenungssymposium/3_FBB-Fassadenbegruenungssymposium_2010.pdf (Aufruf: 02.06.2017)

Geo, Vertikale Gärten - So kreativ kämpft Mexiko-Stadt gegen die Luftverschmutzung an. Heft Nr. 02/2017 <http://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/15674-rtkl-vertikale-gaerten-so-kreativ-kaempft-mexiko-stadt-gegen-die> (Aufruf: 24.07.2017)

Gödeke, Kerstin (2010): Vertikale Gärten. In Tec2. http://www.martinburger.ch/doc/TEC21_Nr9_100225.pdf (Aufruf: 02.06.2017)

Hamburg Wasser, Wasserpreis. <https://www.hamburgwasser.de/?id=677> (Aufruf: 19.07.2017)

Hartman, Frank (2016): Klimaaktives Bauen mit grünen Dächern und Fassaden. IKZ-Energy. http://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/publikationen/Klimaaktives_Bauen_Gebaeudegruen_F_Hartmann.pdf (Aufruf: 20.07.2017)

IBA Hamburg (Metrozonen - Inselparkhalle Wilehmsburg Freizeit- und Leistungssport unter einem Dach. Hamburg, IBA Hamburg. http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Mediathek/M10_wilhelmsburgmitte/130529_PF_Inselparkhalle_web.pdf (Aufruf: 17.07.2017)

Jomla (2017): In Jomla: Wärmeleitfähigkeit und Ü-Wert. http://www.ibpmueller.de/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=26&Itemid=26 (Aufruf 16.07. 2017)

Kaltenbach, Frank (2008): Lebende Wände, vertikale Gärten - vom Blumentopf zur grünen Systemfassade, detailplus. <http://www.aquaresintechnologies.com/mediaserve/1962> (Aufruf 02.06.2017)

Preiss, Jürgen; Pitha, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera; Oberarzbacher, Stefanie; Hancvencl, Georg; Wenk, Daniel; Steinbauer, Gerold; Oberbichler, Christian; Lichtblau, Andreas; Erker, Gunter; Fricke, Jörg; Haas, Sascha; Enzi, Vera (2013): Leitfaden Fassadenbegrünung. Wien, Magistrat der Stadt Wien, Programm für umweltgerechte Leistungen „ÖkoKauf Wien“. <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf> (Aufruf: 12.05.2017)

Kessler, Rebecca (2013): Green Walls could cut street-canyon air pollution. Environmental Health Perspective, Nr. 1. https://ehp.niehs.nih.gov/pdf-files/2013/Jan/ehp.121-a14_508.pdf (Aufruf: 28.07.2017)

Kruse, Elke; Rodríguez Castillejos, Zamna (2017): Wissensdokument - Überflutungs- und Hitzeversorgung in Hamburger Stadtquartieren. Hamburg, Tutech Verlag. http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2017/365/pdf/Wissensdokument_KLIQ_Ueberflutungs_und_Hitzevorsorge.pdf (Aufruf: 19.07.2017)

Miller, Franz; Niesing, Birgit; van Ackeren, Janine; Horn, Marion; Weiner, Monika; Schraivogel, Christa(2012): Die Zukunft der Stadt. München, Fraunhofer-Gesellschaft. https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/publikationen/Magazin/2012/4-2012/weitervorn_4-2012.pdf (Aufruf: 12.05.2017)

Pfoser, Nicole (2011): Erwartete „Systematik“ Fassadenbegrünung, In International Journal Biotop City 2011. <http://www.biotope-city.net/article/erweiterte-systematik-fassadenbegruenung> (Aufruf: 20.05.2017)

PITHA, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera (2012): Grüne Bauweise für Städte der Zukunft. Ergebnisse aus

dem Forschungsprojekt Grün Stadt Klima. Verband für Bauwerksbegrünung, Wien.
<http://www.fqp.at/sites/default/files/fqpupload/Grüne%20Bauweisen-Grünstadtklima-LEITFADEN-web.pdf>
(Aufruf: 24.07.2017)

Preis Jürgen, Magistratsabteilung 19, Magistratsabteilung 28, Magistratsabteilung 34, Magistratsabteilung 42, Magistratsabteilung 46,
BV 17 Bezirksentwicklungskommission, GB*, Wiener Umwelthanwaltschaft, Wiener Wohnen, Umweltberatung (2017): Leitfaden Fassadenbegrünung. Wien, Magistrat der Stadt Wien, Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22

Statista - Das Statistik Portal (2017): Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung in Deutschland und weltweit bis 2030. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152879/umfrage/in-staedten-lebende-bevoelkerung-in-deutschland-und-weltweit/> (Aufruf: 12.05.2017)

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016): Statistischer Bericht - Bodenflächen in Hamburg am 31.12.2015 nach Art der tatsächlichen Nutzung. Hamburg, Statistikamt Nord. https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/andere_statistiken/A_V_1_H_gebiet_flaeche/A_V_1_j15_HH.pdf (Aufruf: 01.08.2017)

Stroh, Ktharina; Gerke, Michael (2017): Lärm - Hören, messen und bewerten. Augsburg, Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU). https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_34_laerm_messen_bewerten.pdf
(Aufruf: 01.08.2017)

tga.at, Wie viel Wasser in Österreich kostet. <http://www.tga.at/fachbereiche/sanitaer/wieviel-wasser-in-oessterreich-kostet/71504/> (Aufruf: 19.07.2017)

Tiefbau- und Entsorgungsdepartment (2017) MA 48 Wien. https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/angebote_u_beratung/beratung/vertikalbegruenung/beispiele/ma-48--wien.html (Aufruf: 1.07.2017)

Vitt, Jost; Luchterhandt, Daniel (2011): Dokumentation Hallenkomplex zum Inselpark-Gutachterverfahren zur Gestaltung der Außenfassaden und des Dachs für eine Schwimm- und Sporthalle in Wilhelmsburg Mitte. Hamburg, IBA Hamburg. http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Mediathek/Wettbewerbsdokumentation/wettbewerb_doku_hallenkomplex_inselpark.pdf (Aufruf: 12.07.2017)

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hitzebildung in Hamburg. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Pro Stadtnatur. http://www.isebek-initiative.de/uploads/sn/120319_Poster_Entgruenung-Hamburgs.pdf S. 6

Abbildung 2.1: Zusammenfassung des Vorgehens (eigene Darstellung) S. 11

Abbildung 2.2: Veränderte Funktion der Fassadenbegrünung (eigene darstellung) S. 13

Abbildung 3: Darstellung der unterschiedlichen Begrünungsvarianten. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Pfoser, Nicole (2016): Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Darmstadt, TU Darmstadt S. 17

Abbildung 4: Schematische Darstellung eines flächigen Systems. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Köhler, Manfred (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung / Planung-Konstruktion-Ausführung. S. 18

Abbildung 5: Schematische Darstellung eines modularen Systems. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Köhler, Manfred (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung / Planung-Konstruktion-Ausführung. S. 18

Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Regalsystems. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Köhler, Manfred (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung / Planung-Konstruktion-Ausführung. S. 18

Abbildung 7: Bewässerungsvarianten (eigene Darstellung) S. 20

Abbildung 8: Ziegelsplit von Dachgrün: <http://dachgruen.at/dachbegruening/> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 9: Blähton <http://www.paulpundt.de/images/produkte/ID-165-Blaehnton-Blaehnton-Sackware--278.jpg> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 10: Sand <http://www.istockphoto.com/de/fotos/sand?excludenudity=true&sort=mostpopular&mediatype=photography&phrase=sand> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 11: Kompost <http://cdn.zmescience.com/wpcontent/uploads/2016/09/Compost-dirt.jpg> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 12: Steinwolle <https://benz24.de/media/textbaustein/kellerdaemmung-steinwolle.jpg> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 13: Vlies <http://www.istockphoto.com/de/fotos/sand?excludenudity=true&sort=mostpopular&mediatype=photography&phrase=sand> (Aufruf: 01.08.2017) S. 22

Abbildung 14: Pflanzenfamilien der unterschiedlichen Systeme. Eigenen Anpassung auf Grundlage von: Pfoser, Nicole (2016): Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Darmstadt, TU Darmstadt S. 24

Abbildung 15: Auflistung der Kosten und Einsparungspotenziale. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Dettmar, Jörg; Pfoser, Nicole; Sieber, Sandra (2016): Gutachten Fassadenbegrünung. Darmstadt, Technische Universität Darmstadt. S. 26

Abbildung 16: Kosten und Einsparungen des jeweiligen Systemtypus. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Dettmar, Jörg; Pfoser, Nicole; Sieber, Sandra (2016): Gutachten Fassadenbegrünung. Darmstadt, Technische Universität Darmstadt. S. 27

Abbildung 17: Schematische Darstellung der Energiebilanz. . Eigene Anpassung auf Grundlage von: Köhler, Manfred (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung / Planung-Konstruktion-Ausführung und Pfoser, Nicole (2016): Fassade und Pflanze - Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Darmstadt, TU Darmstadt. S. 29

Abbildung 18: Verortung der Untersuchungsobjekte (eigene Darstellung) Kartengrundlage: http://www.qabalah.de/images/pic_ritualgruppen_dach.gif S. 34

Abbildung 19: Erster Entwurf der Architekten. http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Mediathek/Wettbewerbsdokumentation/wettbewerb_doku_hallenkomplex_inselpark.pdf S. 35

Abbildung 20: Die heutige Fassadenbegrünung. (eigenes Foto) S. 35

Abbildung 21: Schnitt der Fassadenbegrünung im Bereich der „Hängenden Gärten“. Angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland S. 36

Abbildung 22: Schnitt der Fassadenbegrünung im Bereich des Kursbeckens. Angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland S. 36

Abbildung 23: Draufsicht der Fassadenbegrünung im Bereich der Schwimmhalle. Angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland S. 37

Abbildung 24: Zuleitung der Bewässerung (eigenes Foto) S. 38

Abbildung 25: Mögliche Zuleitung für Dünger (eigenes Foto) S. 38

Abbildung 26: Abflussrohr des überschüssigen Wassers nach der Bewässerung (eigenes Foto) S. 39

Abbildung 27: Zufluss des Wassers in die Kübel der „Hängenden Gärten“ (eigenes Foto) S. 39

Abbildung 28: Systemmodul, Volumen des Substrates ist zu erahnen. (Herr Schmidt) S. 40

Abbildung 29: Pflanzloch im Modul. Foto erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) S. 40

Abbildung 30: Blick durch das Begrünungssystem, Substrat ist zu erkennen. (eigenes Foto) S. 40

Abbildung 31: Schematische Zusammensetzung der Pflanzenauswahl. Angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland S. 41

Abbildung 32: Schematische Zusammensetzung der Pflanzenauswahl in allen vier Elementen. Angefertigt von der Firma Schadenberg, erhalten vom Bäderland S. 41

Abbildung 33: Musterbepflanzung. Foto erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) S. 42

Abbildung 34: Pflanzelemente kurz nach der Montage im Frühjahr. Foto erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) S. 42

Abbildung 35: Installation der Pflanzelemente. Foto erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) S. 43

Abbildung 36: Verortung der Untersuchungsobjekte (eigene Darstellung) Kartengrundlage: http://www.qabalah.de/images/pic_ritualgruppen_dach.gif. S. 46

Abbildung 37: Schematische Konstruktion des Systems. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Tudiwer, David; Hinterseer, Simon; Korenic Azra (2015): Endbericht - Erforschung von Grünfassaden hinsichtlich deren wärmedämmenden Wirkung mittels flächigen Wärmeflussmessung. Wien, technische Universität Wien. S. 47

Abbildung 38: Ablauf des Wassers aus den Pflanzkästen. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss. S. 48

Abbildung 39: Pflanzkübel mit Substrat und Bepflanzung. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss. S. 49

Abbildung 40 und 41: Pflanzkübel mit Substrat vor der Bepflanzung. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss. S. 49

Abbildung 42, 43, 44: Veränderung der Bepflanzung im Verlauf der Jahreszeiten. Fotos erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss. S. 50

Abbildung 45 bis 49: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links außen) (eigene Fotos) S. 57

Abbildung 50 bis 54: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts außen) (eigene Fotos) S. 57

Abbildung 55: Eines der installierten Messgeräte im Außenbereich. Tudiwer, David; Hinterseer, Simon; Korenic Azra (2015): Endbericht - Erforschung von Grünfassaden hinsichtlich deren wärmedämmenden Wirkung mittels flächigen Wärmeflussmessung. Wien, technische Universität Wien. S. 59

Abbildung 56: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Untersuchungsobjekte (eigene Darstellung). S. 64

Abbildung 57: Anteil der öffentlichen Grünflächen. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Ivan Dochev (2016): Grünflächen pro Stadtteil in Prozent, Team Member des Arbeitsgebiets Infrastrukturplanung und Stadttechnik der HCU. S. 74

Abbildung 58: Bevölkerungsdichte Hamburg 2105. Eigene Anpassung auf Grundlage von: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016): Hamburger Stadtteil-Profile 2016, S. 142f., 168f.

https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/NORD.regional/NR18_Statistik-Profile_HH_2016.pdf.

S. 74

Abbildung 59: Fassadenbegrünungs-Strategie Hamburg (eigene Darstellung) S. 77

Abbildung 60 bis 64: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links außen) (eigene Fotos) S. 107

Abbildung 65 bis 70: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links Mitte) (eigene Fotos) S. 107

Abbildung 71 bis 75: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts Mitte) (eigene Fotos)
S. 108

Abbildung 76 bis 80: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts außen) (eigene Fotos)
S. 108

Abbildung 81: Teil 1 der Entscheidungsmatrix des Systemherstellers für das Begrünungssystem. Erstellt durch Herrn Overberg (Allman Sattler Wappner Architekten) erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) S. 113

Abbildung 82: Teil 2 der Entscheidungsmatrix des Systemherstellers für das Begrünungssystem. Erstellt durch Herrn Overberg (Allman Sattler Wappner Architekten) erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt) . S. 114

Abbildung 83: Montage der Elementschienen. Foto erhalten durch Bäderland (Herr Schmidt.) S. 115

Abbildung 84: Montage Pflanzelemente. Foto erhalten durch Bäderland (Herr Schmidt) S. 115

Abbildung 85: Pflanzelement kurz nach der Montage. Foto erhalten durch Bäderland (Herr Schmidt).
S. 109

Abbildung 86: Beleuchtung der Begrünungselemente. Foto erhalten durch Bäderland (Herr Schmidt) S. 115

Abbildung 87: Aktuelle Begrünung (03.06.2017) (eigenes Foto) S. 115

Abbildung 88: Gebäude der MA 48 ohne Begrünung. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss S. 116

Abbildung 89: Gebäude während der Montage. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss S. 116

Abbildung 90: Gebäude nach der Montage. Foto erhalten durch: MA 22, Jürgen Preiss S. 116

Abbildung 91: Gebäudebegrünung im Sommer. Foto erhalten durch: MA 22 Jürgen Preiss S. 116

Abbildung 92: Nahaufnahme der Pflanzkästen. Foto erhalten durch: MA 22 Jürgen Preiss S. 116

11. Anhang

11.1 Interview Leitfaden Systemhersteller

Ziel der Gespräche:

Ziel ist es, Erkenntnisse über die Funktionsweise, mikroklimatische Auswirkungen, die Installation und Kosten zu erhalten. Außerdem wäre eine Einschätzung des heutigen Standes der Technik im Hinblick auf die Herstellung von fassadengebundenen Begrünungssystemen informativ.

1. Allgemeine Fragen zum Begrünungssystem:

1.1 An welchen Gebäude- und Fassadentypen würden Sie ihre Begrünung empfehlen?

1.2 Wurden bereits Studien mit ihren Systemen hinsichtlich des Energieeinsparungs- und Kosteneinsparungspotenzials durchgeführt?

1.3 Konnten bereits positive Effekte auf das Mikroklima des jeweiligen Standortes erkannt werden?

2. Aufbau des Systems

2.1 Welche Materialien werden für die Baukonstruktion ausgewählt und warum?

2.2 Welches Substrat wird in der Regel gewählt und warum?

2.3 Welche Bewässerungstechnik wird im System verwendet und warum?

2.4 Welche Pflanzen / Pflanzenarten werden gewählt und warum?

3. Bepflanzung

3.1 Wie sieht die individuelle Pflanzenauswahl hinsichtlich des entsprechenden Standortes aus?

3.2 Wie viele Pflanzen werden im Durchschnitt in einem Modul eingesetzt?

4. Pflege der Fassadenbegrünung

4.1 Wer führt die Pflegemaßnahmen an den vertikalen Gärten durch?

4.2 Welche Probleme werden am häufigsten bei den Pflegemaßnahmen entdeckt und ausgebessert?

4.3 Wie oft müssen Pflegemaßnahmen stattfinden?

4.4 Wie und wann müssen Pflanzen ausgewechselt werden?

5. Bewässerung

5.1 Wie hoch sind die Kosten für die Bewässerung der Module (im Durchschnitt)? / Wie viel Wasser wird im Schnitt für die Fassadenbegrünung verbraucht?

5.2 Welche Bewässerungsmethode ist ihrer Meinung nach die sinnvollste und effektivste im Hinblick auf einen geringen Wasserverbrauch und entsprechende Dosierung des Wassers?/ Welche Bewässerungsvariante wird verwendet?

5.3 Handelt es sich bei dem Bewässerungssystem / -systemen um einen Kreislauf (Wiederaufnahme des Wassers)?

6. Probleme

6.1 Welche Probleme treten am häufigsten bei der Entwicklung und der Montage auf?

6.2 Welche bauphysikalischen Schäden können durch fassadengebundene Begrünungssysteme auftreten?

7. Kosten

7.1 Wie schlüsseln sich die Kosten eines ihrer fassadengebundenen Begrünungssysteme auf?

7.2 Wie hoch sind die Instandhaltungskosten?

8. Stand der Technik / Wünsche für die Zukunft:

8.1 Welche technischen Veränderungen müssen ihrer Meinung nach getroffen werden, um die Fassadenbegrünung von einem individuell angefertigten Objekt in die Massenproduktion zu leiten?

8.2 Wo sehen sie Defizite im System?

8.3 Welche Entwicklung sehen Sie für die fassadengebundene Begrünung voraus?

11.2 Zusammenfassung der Interviews mit Systemherstellern

KERNAUSSAGEN

FRAGEN	Systemhersteller 1 (Helix - System EMRATE)	Systemhersteller 2 (90 degree)	Systemhersteller 3 (Optigrün)	Systemhersteller 4 (Vertiko)	ZUSAMMENFASSUNG DER AUSSAGEN
1.1 An welchen Gebäude- und Fassadentypen würden Sie ihre Begrünung empfehlen?	Neubauten/ Moderne Gebäuden eignen sich am besten, hauptsächlich Gewerbegebäude, aber auch Parkhäuser und Treppenhäuser - System wurde auch an einem älteren Gebäude in Stuttgart eingesetzt, das Gebäude stammt aus der Nachkriegszeit (Wohn/Gewerbebau)	überall dort, wo eine Trägersubstanz vorhanden ist und wo die entsprechende Quadratmeterzahl gewährleistet ist → Die Frage der Sinnhaftigkeit muss immer gestellt werden, wo und zu welchem Zweck soll die Fassadenbegrünung angebracht werden / Die Fassadenbegrünung ist eine "Eierlegende Wollmilchsaue" daher ist die Fassadenbegrünung an allen Gebäudetypen einsetzbar (vom Einfamilien- bis zum Hochhaus)	Die Module erreichen ein maximales Gewicht von 120 Kilo pro m ² , solange das Gewicht von der Fassade getragen werden kann, kann auch die Begrünung angebracht werden → "Eine Wand oder Unterkonstruktion wird immer benötigt, die 120 Kilo tragen kann"	An allen. Auch an Hochhäusern ist die Anbringung des Systems möglich, solange die Aerodynamik des Gebäudes stimmt, Pflegegänge möglich sind und die einzelnen Abschnitte versorgt werden können. (bei Fassaden: "An allen. Bei Posten-Riegel-Konstruktionen sind zusätzliche Maßnahmen für die Unterkonstruktion zu treffen")	So gut wie an jedem Gebäude können fassadengebundene Begrünungssysteme angebracht werden, solange die Fassade das Gewicht des Systems aus statischer Sicht tragen kann und ausreichend Fläche vorhanden ist. Als Gebäudetypen werden Neubauten empfohlen, aber auch Begrünungen im Nachhinein an älteren Gebäuden können durchgeführt werden.
1.2 Wurden bereits Studien mit ihren Systemen hinsichtlich des Energieeinsparungs- und Kosteneinsparungspotenzials durchgeführt?	Bisher keine Studien	Ja, eine Studie hat bereits stattgefunden (U-Wert Berechnung der TU Wien / 25% Verbesserung des U-Wertes) Vorstellung der Ergebnisse Dezember 2016 → Erstmalige Erkenntnisse über hypothetische Werte: Jede Fassade altert mit dem Tag der Installation, die begrünte Fassade hingegen regeneriert sich ab dem Tag der Installation → Daher ist die "wirtschaftlichste Fassade" für Gebäude und Betreiber die, die sich selbst regeneriert und die Umwelt schützt	Bisher keine Studien → allgemeine Aussage: Bis zu 2-3% Energieersparnis ist möglich. Grund für die fehlenden Messungen: Jede Fassade ist unterschiedlich aufgrund der Ausrichtung und des Aufbaus und weist dadurch verschiedene Einsparungspotenziale auf. "Energieeinsparung ist wahrscheinlich nur bei Fassaden mit einer Südausrichtung zu erkennen, bei anderen Ausrichtungen eher nicht"	Bei einem Systemvergleich in Nürnberg werden Messungen hinsichtlich Temperatur, Wasser-, Stromverbrauch etc. durchgeführt Das BV Glogauerstraße in Berlin wird wissenschaftlich begleitet und es werden derzeit Messungen für Temperatur, Feuchtigkeit und Schall durchgeführt. Die Auswertungen werden mit Spannung im Oktober erwartet.	Studien zur Gebäudeoptimierung und mikroklimatischen Auswirkungen durchgeführt. Entweder wurde bisher ein Grund für solche Messungen noch nicht gesehen oder es wird mit allgemeinen Aussagen gearbeitet. Hersteller verfolgen unterschiedliche Ansprüche, Fa. 90Degree Verbesserung des Klimas, den anderen Herstellern geht es vor allem um die Kundenwünsche und Ästhetik
1.3 Konnten bereits positive Effekte auf das Mikroklima des jeweiligen Standortes erkannt werden?	direkt für das System nicht; Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden hat vor 10 Jahren eine Untersuchung an der Hecke im laufenden Meter gemacht, mit Blick auf Fassadenbegrünung → Was kann Hecke am laufenden Meter leisten bei der Kühlung durch Verdunstung, bei der aktiven Verwertung von Regenwasser, Feinstaubreduktion, Co2 Bindung, O2 Produktion → war auch auf mikroklimatische Veränderungen bezogen	Bisher keine Untersuchungen an einem System, welches an einem Gebäude installiert ist. Hier können nur allgemeine Werte herangezogen werden, die wichtigsten behandelten Aspekte sind nach Herrn Lichtblau: Abwasserentlastung, Schallschutz (schallschluckendes Element ist die Gesamtkonstruktion selbst.) Hitzeverringern in der Stadt (85% der Sonneneinstrahlung werden in reine Verdunstungsenergie umgewandelt); Untersuchungen wurden durch die BOKU an einem schematischen Versuchsaufbau mit einem System der Firma 90Degree durchgeführt	Bisher keine Untersuchungen mit den eigenen Systemen. Aussage von Vertiko "Um Forschung zu betreiben, müsste sich die Fassadenbegrünung noch mehr etablieren und es bräuhete ein System, was wirklich hundertprozentig an allen Standorten funktioniert und mehr Rückhalt in allen Standorten erfährt. Noch nicht einmal die bodengebundene Begrünung hat es geschafft, in der Bevölkerung richtig anerkannt zu sein"	Bisher wurden keine Studien durchgeführt, jedoch können nach Angaben von Vertiko dennoch positive Effekte verzeichnet werden. Antwort von Vertiko: "Ja sicher. Die größte Leistung der Pflanzen ist die Verdunstungskühlung. Die Minderung der Wärmestrahlung ist definitiv fühlbar in Räumen hinter einer grünen Wand. Auch außen sind die positiven Auswirkungen auf das Mikroklima erkennbar".	Bisher ließ kein Systemhersteller Untersuchungen durchführen, bis auf die Firma 90 Degree (System wurde an einer Versuchswand im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Mikroklima getestet)
2.1 Welche Materialien werden für die Baukonstruktion ausgewählt und warum?	Verwendung von Stahl und Aluminium für die Konstruktion	Verwendung von Stahl und Aluminium für die Konstruktion, in die Trägerkonstruktion sind erdfeie Pflanzmatten eingesetzt, in dieser Pflanzmatte wachsen dann die Pflanzen	Aluminiumkassetten mit Substrat gefüllt, die vordere Ansicht bildet ein Korbgritter . Das Vlies ist vorgefertigt im Fassadenkorb integriert, es speichert und verteilt das Wasser gleichmäßig. Die Pflanzrisen sind aus Kunststoff .	Verwendet wird ein Vlies-Substrat-System. Die Pflanzen wachsen zunächst in das Vlies und bilden dadurch eine hypotonische Kultur. Später wachsen die Wurzeln bis ins Substrat und erhöhen so die Robustheit."	Unterschiedliche Materialien werden verwendet, da es sich bei den Systemen um unterschiedliche Typen handelt. Daher variieren die Materialien der Baukonstruktionen.
2.2 Welches Substrat wird in der Regel gewählt und warum?	inertes Substrat , Baumschlammsubstrat nach SLL1. Woher das Substrat kommt ist immer abhängig von regionalen Anbietern, aber Korngröße etc. ist definiert nach SLL1	Steinwolle/Mineralwolle , Grund hierfür: Normales Substrat schwindet mit der Zeit, (wird sukzessive ausgewaschen), Substrat fällt dadurch auf den Boden (nicht gewünscht + Ausrutschgefahr) + einfaches Substrat wäre zu schwer (Dichte des Minerals muss stimmen, damit Nährstoffe und Wasser aufgenommen werden können)	Substrat wurde speziell angefertigt und ist ein Firmengeheimnis (Optigrün Intensivsubstrat)	"Wir haben ein mineralisches inertes Substrat." Aus folgenden Gründen werden keine organischen Bestandteile im Substrat verwendet: organische Bestandteile quellen und schrumpfen, Pflanzen könnten es aus den Taschen gedrückt werden und Wurzeln verfaulen	3 x Substrat , 1 x Substratersatz
2.3 Welche Bewässerungstechnik wird im System verwendet und warum?	Tropfbewässerung die projektbezogen angepasst wird Steuerung: Vor allem bei großen Anlagen sind Sensoren im Substrat eingesetzt, ist jedoch optional	Klassische Tropfbewässerung wird eingesetzt, jedoch ist der Abstand der Löcher anders als bei anderen Systemen → Leitungen werden selbst hergestellt / Überwachung der Systematik durch Fernüberwachung und das vollautomatische System	Eine Tropfbewässerung wird verwendet, die vom Technikraum aus gesteuert wird oder über einen geschlossenen Kreislauf über einen Wassertank unterhalb der Fassade funktioniert. → Entweder automatische oder fernüberwachte Bewässerung. Im Innenraum ist ein einfacheres Steuerungssystem, welches im System eingebracht ist, möglich.	"Die Bewässerungstechnik wird von uns individuell geplant und gebaut. Welche Technik wir anwenden, richtet sich nach Gesamtgröße und Höhe der Begrünung. In nahezu allen Wänden verwenden wir jedoch druckkompensierende Tropfschläuche mit integrierten Micro-Tropfern mit Einwurzelschutz "	Tropfbewässerung wird von allen verwendet und als sinnvoll erachtet
2.4 Welche Pflanzen / Pflanzenarten werden gewählt und warum?	Pflanzen: - Hedera helix 'Wörner' - Eonymus fort. 'Coloratus' - Hedera helix 'Wörner' mit Clematis Emrata System ist ein Trogsystem, oftmals wird eine immergrüne Bepflanzung vom Kunden gewünscht → hauptsächlich wird daher Efeu verwendet , es können jedoch auch andere Kletterpflanzen verwendet werden, wenn ein Blüheffekt oder eine andere Winterfärbung gewünscht wird Auch Spreizklimmer sind möglich, Lichteinfall in das Gebäude aber Schattierung im Sommer - Flexibilität vom Hersteller ist vorhanden, doch bisher wurde immer eine „unigrüne Wand“ gefordert →Resümee: Individuelle Anpassung ist möglich aber hauptsächlich wird Efeu verwendet - Argumentation von Helix ist: Wenn im Winter Kletterpflanzen und andere Pflanzen braun werden und das Auge sich nach Grün sehnt, sind die immergrünen Wände eine sehr gute Alternative	Es gibt eine Art Pflanzenkatalog , hier werden Pflanzen aufgelistet, die sich gut eignen und bewährt haben, "im Gegensatz zu anderen Herstellern werden nicht über 100 Pflanzen gewählt, sondern die, die gut funktionieren" (weniger ist mehr). Die Pflanzliste ist separat im Anhang zu finden. - Hier wirft Herr Lichtblau die Frage auf, welcher Zweck soll erfüllt werden? Müssen wirklich viele Pflanzen eingesetzt werden oder reichen auch einige wenige, die dafür aber gut geeignet sind?	Stauden werden als übergeordnete Gruppe verwendet / - Wunsch nach immergrünen Pflanzen ist oftmals vorhanden, lässt sich jedoch nur bedingt realisieren - Eine Pflanzliste ist vorhanden, in der alle zu verwendenden Pflanzen aufgeführt sind. Die Pflanzliste ist separat im Anhang zu finden.	Es werden vorwiegend Stauden verwendet, weil hier der Wurzelraum überschaubar ist und die Pflanzen einen schnellen Zuwachs haben. Auch die Endgröße ist für das System gut zu tragen.	Vorwiegend werden Stauden verwendet, die Auswahl der Pflanzen ist jedoch wiederum abhängig vom Systemtyp. Daher wird im Helix System hauptsächlich mit Rankpflanzen gearbeitet, da dieses System aus Pflanzkübeln besteht.

FRAGEN	Systemhersteller 1 (Helix - System EMRATE)	Systemhersteller 2 (90 degreeen)	Systemhersteller 3 (Optigrün)	Systemhersteller 4 (Vertiko)	ZUSAMMENFASSUNG DER AUSSAGEN
3.1 Wie sieht die individuelle Pflanzenauswahl hinsichtlich des entsprechenden Standortes aus?	Standortanpassung ist nur gering vorhanden , da vom Auftraggeber in 99,9% der Fälle Efeu gewünscht wird	Pflanzekatalog , aus dem Pflanzen mit einer Anpassung an den Ort gewählt werden	Eine individuelle Auswahl ist möglich. Die Pflanzen der Pflanzliste sind vom Systemlieferanten ausgetestet	Aussagen über eine Anpassung der Pflanzen an den Standort wurden nicht getroffen, vielmehr wurde darauf hingewiesen, dass versucht wird, einen ganzjährigen Bewuchs zu erzielen. Daher werden Pflanzen gewählt, die gut miteinander harmonisieren. "Beispiel: Gräser wirken besonders im Winter auffällig, im Sommer treten sie zurück."	Hauptsächlich wird mit Pflanzlisten oder Katalogen gearbeitet, aus dem Katalog werden die standortangepassten Pflanzen gewählt
3.2 Wie viele Pflanzen werden im Durchschnitt in einem Modul eingesetzt?	ungefähr 8 - 10 Pflanzen pro Meter /bei Efeu-Einsatz (genaue Einschätzung ist nicht möglich) - bei anderen Pflanzen wie Kletterhortensie oder Klettertreppe ist es nur eine Pflanze pro m ² (sehr spezifische Anzahl bei unterschiedlichen Pflanzen)	21 Pflanzen pro m² → vollflächige Begrünung / andere Systeme haben auch mehr oder weniger Pflanzen pro m ² (hier spielt aber auch die Kostenfrage eine Rolle, Vorkultivierung der Pflanzen etc. ist kostspielig) / Pflanzen von 90Degreeen sind beim Einsetzen recht groß, daher ist nach 2-3 Monaten eine Komplettbegrünung vorhanden → Stückzahl pro m ² ist daher nicht so ausschlaggebend sondern eher die Dichte und die Stärke der Bepflanzung	18 Pflanzen pro Modul 30 Pflanzen pro m² → Module sind 60 cm breit x 100 cm hoch	20 - 25 Pflanzen pro m² werden eingesetzt	Die Anzahl der eingesetzten Pflanzen in den Modulen variiert, liegt im Durchschnitt jedoch bei ungefähr 20 Pflanzen pro m ² . Das System Helix hat hier eine andere Angabe, da es sich nicht um ein modulares System handelt.
4.1 Wer führt die Pflegemaßnahmen an den vertikalen Gärten durch?	Sowohl als auch, entweder hauseigene Gärtner oder Partnerunternehmen abhängig von der Entfernung - administrative Aufgaben laufen jedoch über Helix (tägliches Monitoring über Fernwartung)	90Degreeen kann die Pflegemaßnahmen übernehmen, aber in der Regel ist ein hauseigener Betreuer für die Anlage zuständig	Nur das System wird von der Firma verkauft, für die Installation sind Partner zuständig (meist GalaBauer). - Die Pflege übernehmen oft die Firmen, die die Wand aufgebaut haben oder der Hausmeister, meistens sind es öffentliche Bauten, diese werden von den Mitarbeitern vor Ort oder der Gemeinde betreut, immer sehr verschieden - Um die Bewässerung zu betreiben, braucht man sehr viel Fachwissen.	Pflegemaßnahmen werden sowohl von Vertiko selbst durchgeführt, als auch von Partnern (Gartenbaufirmen)	Hauptsächlich wird die Pflege durch Partnerunternehmen durchgeführt, alle administrativen Aufgaben und auch die Fernwartung erfolgen jedoch firmenintern.
4.2 Welche Probleme werden am häufigsten bei den Pflegemaßnahmen entdeckt und ausgebessert?	häufig Probleme bei der Fernwartung, Probleme liegen bei den Auftraggebern. →Zu 90% sind es keine systemimmanente Fehler, sondern menschliches Versagen, Schlamperei, Nachlässigkeit und sogar Sabotage - Probleme bei Pflanzen: Probleme treten häufig aufgrund des extremen Standortes an der Fassade auf: → extremer Wind → extreme Sonneneinstrahlung → die Bewässerung stellt eher kein Problem dar und läuft sehr gut → manchmal stellen die Wünsche der Kunden Probleme dar, da diese andere Größen der Tröge fordern.	Fehlende Bewässerung oder Schädlings-Krankheitsbefall , zu spätes Eingreifen durch den Menschen / Durchführung der Kontrolle und Überprüfung: - Kontrolle der Parameter (Grundwerte) Nährstoffe und Wasser, wenn hier etwas nicht stimmt, muss nachgesteuert werden → Das schaffen Sensoren oftmals nicht, daher keine Sensoren im Substrat, sondern reine Überprüfung der Grundwerte, Probleme hängen sich nur an diesen Grundwerten auf / Erfahrungswerte werden kombiniert mit Überwachung, Nachjustierung kann auf Grundlage der Überprüfung stattfinden / Pflege ist notwendig, da es sich bei der Fassadenbegrünung um künstliche Begrünung handelt	am häufigsten Probleme durch die Bewässerung →Die Bewässerung muss gut beobachtet werden, daher wird auch eine Fernüberwachung empfohlen	In den Outdoor Systemen werden häufig Probleme mit dem Dickmaulrüssler, bzw. dessen Larven festgestellt. Die Larve frisst den Winter über an den Wurzeln, das verursacht große Schäden / Ausfälle	Fehlende Bewässerung und Schädlingsbefall sind die häufigsten Probleme, weitere Probleme sind jedoch auch menschliches Versagen und Probleme bei der Fernwartung (Technische Probleme) →Der Dickmaulrüssler ist der häufigste Schädling
4.3 Wie oft müssen Pflegemaßnahmen stattfinden?	ständiges Monitoring nötig (aufgrund des extremen Standortes) →Hierfür ist eine gute technische Versorgungsanlage enorm wichtig → Kontrolle kann so aus der Ferne erfolgen + Monitoring alle 14 Tage vor Ort (im Wachstumszeitraum von April bis September) → gartenbauliche Entwicklung ist noch nicht so weit fortgeschritten, daher ist eine reine Überwachung aus der Ferne und nur 2 mal im Jahr vor Ort noch nicht möglich	im Regelfall zweimal pro Jahr	2 Durchgänge sind mindestens notwendig, um auch die Umstellung von Sommer- auf Winterbetrieb bei der Bewässerung zu ändern → Rückschnitt der Stauden im Frühjahr und im Herbst ein leichter Rückschnitt Pflege wird 5 mal im Jahr empfohlen (hier aber auch wieder abhängig von den Wünschen des Kunden)	In der Regel werden 2 Pflegegänge zuzüglich der Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt	Wartungsempfehlungen variieren von Hersteller zu Hersteller (von 2 mal wöchentlich bis 2 mal im Jahr ist alles dabei)
4.4 Wie und wann müssen Pflanzen ausgewechselt werden?	Keine Angaben	Bei Bewässerungsproblemen und Schädlingsbefall werden neue Pflanzen in das alte Pflanzloch eingesetzt	Bei Bedarf im Zuge der Pflege	Pflanzen werden, wenn sie den Winter durch Frost- oder Schädlingsbefall nicht überstanden haben, im Frühjahr ausgewechselt. Ausgefallene Pflanzen lassen sich ganz leicht ziehen. Die neuen Pflanzen können problemlos auch schon in größerem Zustand in das System eingesetzt werden.	Vor allem Bewässerungsprobleme und Schädlingsbefall führen dazu, dass Pflanzen ausgewechselt werden müssen. Aber auch Frost kann dazu führen, dass Pflanzen aus dem System genommen werden müssen. Die Pflanzen werden dann beim folgenden Pflegegang aus dem System genommen und durch neue ersetzt.
5.1 Wie hoch sind die Kosten für die Bewässerung der Module (im Durchschnitt)? / Wie viel Wasser wird im Schnitt für die Fassadenbegrünung verbraucht?	1000 Kubikmeter Wasser pro Jahr pro m² (Bei hohem Verbrauch (Kühlung durch Verdunstung), sonst nur 600 Kubikmeter pro m² pro Jahr)	1 Kubikmeter Wasser pro m² im Jahr (1000 Liter Wasser) / Veränderung der Werte durch die Ausrichtung der Fassade und der Sonneneinstrahlung	2,5 - 3 Liter im Jahresdurchschnitt pro m² Bei regelmäßiger Überwachung der Bewässerung bei Fernüberwachung ungefähr zusätzliche 100 Euro im Monat (Reinigung der Filter etc.)	Die Bewässerungskosten liegen im Schnitt unter 10 Euro/qm. Jedoch sind die Kosten für die Technik und die Zuleitungen mit einzurechnen. Die Anforderungen an die Technik sind: - Wassertrennung nach DIN EN 1717 - wintertauglich, bzw. Winterautomatik - Düngerautomatik - sichere Funktion Weitere Erwägungen sind situationsbedingt: - Osmoseanlage bei zu hartem Wasser - Fernwartung - „Feuerwehr vor Ort“ – temperaturabhängige Automatik - offenes oder geschlossenes System"	Wasserverbrauch variiert sehr stark, ist jedoch abhängig von der Ausrichtung und dem verfolgten Ziel mit dem Begrünungssystem
5.2 Welche Bewässerungsmethode ist ihrer Meinung nach die sinnvollste und effektivste im Hinblick auf einen geringen Wasserverbrauch und entsprechende Dosierung des Wassers? / Welche Bewässerungsvariante wird verwendet?	Tröpfchenbewässerung	Tröpfchenbewässerung (nachhaltigste Form, nur geringe Wassermengen fließen raus)	Tröpfchenbewässerung	Tröpfchenbewässerung / Zusatz: " Die Dosierung des Wassers ergibt sich aus der zeitgesteuerten Bewässerung, ebenso bei einer sogenannten bedarfsgerechten Bewässerung, bei der diese über Feuchtsensoren gesteuert wird. Letztere ist teuer und lohnt sich nur bei größeren Anlagen. In beiden Fällen ist die Anlage während der ersten Monate nach Inbetriebnahme zu kalibrieren."	Tröpfchenbewässerung

FRAGEN	Systemhersteller 1 (Helix - System EMRATE)	Systemhersteller 2 (90 degree)	Systemhersteller 3 (Optigrün)	Systemhersteller 4 (Vertiko)	ZUSAMMENFASSUNG DER AUSSAGEN
5.3 Handelt es sich bei dem Bewässerungssystem / -systemen um einen Kreislauf (Wiederaufnahme des Wassers)?	Nein kein Kreislauf , da es immer wieder Probleme mit der Sammlung von Wasser gibt, außerdem ist die Pufferung und Speicherung von Wasser durch das Wurzelvolumen gut	Kein direkter Kreislauf aber Rückführung des Wassers in den natürlichen Kreislauf → Wasserverbrauch ist positiv, „ein hoher Wasserverbrauch ist gut“, um die Hitzebelastung durch Verdunstung in den Städten zu verringern - am sinnvollsten ist eine bereichsweise Bewässerung → unterschiedliche Bewässerungswege können in zwei Gruppen angesteuert werden Grauwasser wird meistens nicht verwendet, Möglichkeit besteht jedoch, ein Grauwassersystem anzuschließen oder sich an ein vorhandenes zu koppeln, Problem ist jedoch, dass die meisten Gebäude keines haben, und die Bewässerung mit Trinkwasser so preisgünstiger ist (Situation ist so jedoch nur in Österreich, in Deutschland wird mehr mit Regenrückhaltebecken etc. gearbeitet) → nachhaltiger ist definitiv das Arbeiten mit Grauwasser, Wien hat jedoch extrem günstiges Trinkwasser) → Bewässerung wird gestoppt bei geringen Temperaturen und erhöht bei hohen Temperaturen (alles läuft vollautomatisch)	Optigrün ist für alle Möglichkeiten offen , „wir empfehlen natürlich einen geschlossenen Kreislauf über eine Zisterne mit einem ausreichenden Wasservorrat. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass das überschüssige Wasser in die Kanalisation abgeleitet wird. Immer wie es der Kunde wünscht und was die Gegebenheiten hergeben.“ Eine individuelle Anpassung und ein geschlossenes System über einen kleinen Tank werden häufig gefordert	Beide Varianten sind möglich, daher muss abgewägt werden, was der Kunde möchte. Vorteile bei einem geschlossenen System: Wasser wird eingespart. Bei Befall durch schädliche Mikro- Organismen (wie z.B Pilzen) kann ein geschlossenes System nachteiliger sein. Nachteile: Die Filterung ist logischerweise etwas aufwändiger.	Nur sehr selten wird ein Wasserkreislauf verwendet. Oftmals ist dieser Prozess zu aufwendig und Wasser recht günstig. Grauwasser wird ebenfalls selten verwendet wegen der günstigen Trinkwasserpreise und Versorpungsgefahr
6.1 Welche Probleme treten am häufigsten bei der Entwicklung und der Montage auf?	siehe 4.2	Bewässerungsprobleme, Schädlingsprobleme → bei beiden Problemsachen tritt dann ein ähnliches Schadensbild auf → größte Problematik ist der Befall durch den Dickmaulrüssler , dieser kann jedoch durch das Einarbeiten eines bestimmten Materials verringert werden → Bekämpfung der Schädlinge und die Pflege muss immer auf die Bedürfnisse der Fassade abgestimmt werden, mal mehr Dünger und Pflege, mal weniger Pflege notwendig	Hauptsächlich Bewässerungsprobleme →Bewässerung fällt aus oder Dünger wird vergessen (Düngefehler können gravierend sein, da die Pflanzen sehr stark darauf angewiesen sind. Da das Substrat so dünn ist, kann hier kaum etwas gespeichert werden. → Technische Probleme: Ventil leckt , hat dann aber auch wieder Auswirkungen auf die Bewässerung	Probleme treten vor allem durch Falschangaben durch den Kunden oder Architekten auf. "Beispiel: Wenn eine Stahlbetonwand angegeben wurde und statt dessen Kalksandstein oder ein Stein noch geringerer Dichte gefordert wurde, muss die Statik neu berechnet werden und ggf. nachgefordert werden. Noch schlimmer ist es, wenn ein frostfreier Technikraum angegeben wurde und dieser nicht vorhanden ist und die Technik im Freien gebaut werden muss. Das ist zwar alles möglich, bedarf jedoch eines höheren Aufwandes."	Siehe Pflegeprobleme
6.2 Welche bauphysischen Schäden können durch Fassadengebundene Begrünungssysteme auftreten?	keine Schäden	Noch nie sind Schäden mit dem System verursacht worden → "man muss den Normen als „Fassadenbegrüner“ entsprechen, wenn man diese Normen nicht erfüllt und Schäden verursachen könnte, darf man auch nicht die Fassade begrünen"	keine negativen Erfahrungen	"Bei unserem System gibt es nur bauphysische Vorteile und keine Schäden." Ausnahme: Bei einer Havarie der Bewässerung könnte es zu Bauschäden kommen	keine Schäden aufgetreten (Aussagen der Systemhersteller, würden nicht eigene Schwächen zugeben)
7.1 Wie schlüsseln sich die Kosten eines ihrer Fassadengebundene Begrünungssysteme auf?	Kosten sind unterschiedlich und abhängig davon, ob man das System mit oder ohne Gerüst wählt → mit Gerüst ca. 800-1220 Euro pro m² + Versorgungsanlage mit X Kosten (Kosten entstehen durch die Größe der Fassadenbegrünung) Preis berechnet sich aus Grundpreis + Quadratmeterpreis (bei größerer Fläche wird der Grundpreis im Verhältnis kleiner)	Nettokosten ca. 800,- bis 1.200 Euro pro m² (das günstigste Angebot wies einen Preis von 650 Euro pro m² auf Aufgeschlüsselte Preise: Montage rund 150,- bis 220,- / m². Das Bewässerungsmodul/-einheit kostet einmalig pro Projekt rund 4.000,- bis 5.000,- Euro. Zusatz: „Ich unterstelle uns als „Fassadenbegrüner“, dass wir in den nächsten Jahren die Kosten um bis zu 50% reduzieren können“→ Menge und Größe der Systeme werden sich erhöhen	Richtwert: 800 – 1000 Euro pro m² fertig eingebaut, bepflanzt und mit Bewässerungssystem aufgeschlüsselt werden die Preise in den Quadratmeterpreis für die Fassadenbegrünung → extra angegeben werden Sondergrößen für Module, Rahmen, Rinnen oder Abdeckbleche, ebenso werden die Kosten für die Unterkonstruktion und Bewässerung extra aufgezeigt → Angebot wird an Partnerfirmen geschickt, welche dann die Montagekosten zusätzlich kalkulieren	Die Kosten setzen sich zusammen aus: - System Vertiko inkl. Pflanzen (350 €/m²) - der Unterkonstruktion (je nach Wandbildner zwischen 70 und 90 €/m²) - dem Wasserleitprofil, Rinne/Rahmen aus Edelstahl (98 bis 103 €/lrm) - der Bewässerungstechnik/-steuerung. Die hier einzurechnenden Kosten variieren sehr stark. "Man kann hier von ganz einfach (ab 800 €) bis zu fernüberwachten High-End-Lösungen im 4-stelligen Bereich alles bauen. Es sollte zur Größe und Erreichbarkeit der Wand passen."	800 - 1200 Euro m²
7.2 Wie hoch sind die Instandhaltungskosten?	30 - 50 Euro pro m²	Die Pflegekosten liegen bei 50 Euro pro m², Kosten sind jedoch abhängig von unterschiedlichen Fragen: Wo befindet sich das System? Um welche Bauart und Bauweise handelt es sich? Problem Selbstklimner: Geringe Anschaffungskosten aber hohe Pflegekosten (Pflanzenüberhang, Seilverschleiß etc.)	35 – 45 Euro pro m² jährliche Pflegekosten	Pflege: Zwischen 6 und 12 €/m², mindestens jedoch 600 € im Jahr Wartung: Zwischen 200 und 1200 € im Jahr Zuzüglich Pflanzenschutz Zuzüglich Austausch von Verschleißteilen bei der Bewässerungsanlage	im Bereich von 30 - 50 Euro
8.1 Welche technischen Veränderungen müssen ihrer Meinung nach getroffen werden, um die Fassadenbegrünung von einem individuell angefertigten Objekt in die Massenproduktion zu leiten?	Bei den Systemen handelt es sich um individuell angepasste Modelle, da jedes Gebäude anders ist - es besteht jedoch bei manchen Gebäudetypen Potenzial für eine Massenfertigung z.B.: Parkhäuser könnten Objekte für in Masse gefertigte Fassadenbegrünungen werden, dieser Gebäudetyp ist sich sehr ähnlich, die Betreiber der Parkhäuser sind jedoch sehr resistent was Gebäudebegrünung angeht (Hauptaussage: Massenfertigung nur für bestimmte Gebäudetypen möglich)	Absolut massenproduktionstauglich, keine individuellen Lösungen sondern allgemein anwendbare Modelle	Massenproduktion ist nicht möglich. Individuelle Anpassung für jedes einzelne Objekt notwendig. Hier wird aber immer weiter versucht, Alternativsysteme zu entwickeln. „Wir sind gerade dabei, kostengünstigere Modelle zu entwickeln, aber es dauert noch eine Weile, bis diese marktreif sind. Die erste Euphorie gegenüber Fassadenbegrünung ist abgeebbt und nun muss geschaut werden, was daraus gemacht wird und wohin sich die Fassadenbegrünung entwickeln wird.“	Eine ständige Weiterentwicklung der Systeme wurde angegeben	90Degree weist schon heute eine standardisierte Produktion auf, die anderen Systemhersteller bieten eher Individuallösungen an, finden dies aber auch gut, dennoch sehen sie auch die Zukunft in der standardisierten Produktion
8.2 Wo sehen sie Defizite im System?	Defizite werden vor allem in der Pflege gesehen, hier muss es Verbesserungen geben →Pflegekosten sind jedoch im Vergleich zu den Anschaffungskosten recht gering	Defizite nicht im System: Systeme sind ausgereift, es müsste nur angefangen werden, die Menge und Anzahl zu erhöhen, um positive Effekte zu erzielen Defizite in der Akzeptanz und dem Verständnis der Bevölkerung	System recht starr, Rundungen und Schrägen sind nur schwer realisierbar	Das System wird als eines der leichtesten und preisgünstigsten am Markt beschrieben. "Der Nachteil unseres Systems ist, dass es kein „Plug and Play-System“ ist, sondern in handwerklicher Qualität vor Ort hergestellt wird. Somit ist es kein gut verkaufbares „Produkt“ sondern eine Dienstleistung."	Defizite nicht unbedingt im System sondern in der Pflege und der Akzeptanz
8.3 Welche Entwicklung sehen Sie für die Fassadengebundene Begrünung voraus?	ziemlich zufrieden mit dem System. Dimensionierung etc. ist bereits sehr gut → jedoch wird die Steuerung immer weiter entwickelt	Fassadenbegrünung ist eine der wichtigsten Zukunftslösungen , da die Fläche am Boden immer mehr verschwindet, Fassadenbegrünung und Dachbegrünung kann einfach oben drauf gesetzt werden und so die vorhandene Fläche nutzen → muss als Fassadenbauelement betrachtet werden und nicht als Kunst. Nur eine hohe Anzahl an Fassadenbegrünungselementen hat auch eine Auswirkung, geringe Flächen an Fassadenbegrünung haben auch nur eine geringe Wirkung für die Umwelt (für menschliches Wohlbefinden bringt aber auch schon ein wenig "Grün" etwas)	Positive Entwicklung, da die Bevölkerung in den Städten stärker wächst, Fassadenbegrünung wird ein immer wichtigeres Thema - Systeme werden sich immer weiter verbessern, aufgrund der täglichen Anwendung, gerade die Kosteneffizienz muss bei der Entwicklung berücksichtigt werden - Anerkennung wird und muss sich verbessern → "Wie genau diese positive Entwicklung aussieht und welche Auswirkungen das hat, ist noch unklar, klar ist jedoch, die Toleranz muss wachsen" → "Der Wunsch nach Fassadenbegrünung ist da, aber andererseits ist eine Unwissenheit davor vorhanden" → Diese Angst und Grundskepsis müsste den Kunden genommen werden	Die größte technische Entwicklung wird in der Fernüberwachung gesehen. Hier werden die größten Kosteneinsparungspotenziale in naher Zukunft gesehen	Mit dem System sind die meisten Hersteller zufrieden, die Entwicklung wird durchweg positiv gesehen. Preisgünstigere Gestaltung können zu einer preisgünstigeren Gestaltung beitragen und so eine breitere Masse ansprechen.

11.3 Interview Leitfäden und Gesprächsnotizen

11.3.1 Interview Bäderland

Interviewpartner: Herr Schmidt
(Abteilung Engineering)
Datum: 22.06.2017

Ziel des Interviews:

Im Interview sollten die Auswirkungen der Fassadengebundenen Begrünung auf Klima, Besucher und Gebäude geklärt werden. Außerdem wurde versucht einen Einblick in die Funktionsweise sowie Pflege und Kosten zu erhalten.

Allgemeine Fragen zur Fassadenbegrünung der Inselfarkhalle:

1. Welche Aspekte spielten bei der Wahl des Systemherstellers und des Fassadenbegrünungssystems eine wichtige Rolle?

Es war wichtig unterschiedlichste Anbieter zu kontaktieren (auch internationale) um ein breites Angebot abzufragen und das beste Angebot zu finden. Im Hinblick auf die Kosten haben sich die Angebote der Hersteller nicht groß unterschieden. Jedoch haben einige Anbieter ihre Konzepte besser dargestellt.

Am Ende hat die Firma Schadenberg den besten Preis und auch das beste Konzept angeboten. Ausschlaggebend war unter anderem beim Konzept, dass bei der Bepflanzung nicht nur mit Efeu gearbeitet wurde.

Wichtige Aspekte waren somit:

- Preis
- Konzept

2. Wie lang ist die Laufzeit der Fassadenbegrünung angelegt? (sofern es eine Begrenzung der Laufzeit gibt)

Die Laufzeit der Fassadenbegrünung ist nicht begrenzt, solange die Pflanzenfassade lebt und funktioniert, bleibt sie auch so bestehen.

- positiver Effekt der Begrünung ist unter anderem, da die Fassade sehr hell ist, dass durch

das Grün diese „Helle“ ein wenig abgedämpft wird

3. Wie wird die Fassadenbegrünung der Inselfarkhalle angenommen und wahrgenommen von Anwohnern und „spontanen“ Besuchern?

Während der IBA wurde die Fassadenbegrünung sehr gut angenommen und es konnten viele Interessierte beobachtet werden. Die Fassade war damals vor allem ein „eye catcher“.

Auch heute kommen noch Gruppen, die sich gezielt die Projekte der IBA anschauen. Von Architektengruppen wird daher auch häufig die Inselfarkhalle besucht, aber vor allem wegen der Architektur. Nebeneffekt: Auch die Begrünung wird betrachtet und rückt in den Fokus.

Bisher wurde von Anwohnern und anderen Besuchern durchweg positive Kritik geäußert. Einige Bewohner der Waterhouses haben sich jedoch negativ über die Beleuchtung der Fassade in den Abendstunden geäußert.

Zur Erklärung: es wird die gesamte Fassade beleuchtet, also auch das helle und somit stark reflektierende Blech, welches zu einer deutlich Abstrahlung führt.

4.1 Aufgrund welcher Entscheidungskriterien wurden die Pflanzkästen an den jetzigen Fassadenabschnitten angebracht?

- Kostengründe
- Entwurf des Architekten
- Anpassung an die Fenster und die Fassade

Die Entscheidung wo und wie viel bepflanzt wird, war eine Entscheidung des Geldes. Ein bestimmter Betrag sollte für die Fassadenbegrünung ausgegeben werden, daher musste überlegt werden, wie viele Elemente wo kostentechnisch zu realisieren sind.

Wie viele Begrünungselemente und Pflanzkästen angebracht werden sollen, wurde daher frühzeitig mit der IBA und der Inselakademie besprochen. Die Anbringung der Elemente erfolgte dann dort, wo diese aus ästhetischer und statischer Sicht am besten passten.

4.2 Aus welchen Gründen wurde sich für die jetzige Größe der Pflanzelemente entschieden?

- Zusammenspiel vom Entwurf der praktischen Umsetzung und den Kosten

Die Größe der Pflanzelemente war vor allem abhängig von der Statik, die Vertikalbegrünung ist statisch anspruchsvoller, daher musste die Fassade an den entsprechenden Stellen verstärkt sein.

Der Statiker hat die Vorgaben gemacht, wie hoch die Last der Pflanzkübel sein darf und Schadenberg hat diese dementsprechend ausgewählt.

Bei der Vertikalbegrünung war es anders herum, hier hat Schadenberg das System bereitgestellt und dem Statiker vermittelt, welche Last getragen werden muss.

5. Welche Erwartungen und Wünsche wurden an die Fassadenbegrünung gestellt?

5.1 Konnten diese Erwartungen erfüllt werden?

Es wurden keine Erwartungen gestellt, die Fassadenbegrünung wurde eher als Versuch angesehen, daher funktioniert die Fassadenbegrünung besser als gedacht.

6. Welche Idee steckt hinter der Fassadenbegrünung und welchen Stellenwert hat hier die Klimaanpassung und die Gebäudeoptimierung?

Die einzelnen Fassaden stellen jeweils unterschiedliche Klimaanpassungsmaßnahmen dar. Die Fassadenbegrünung hat dabei die Funktion der Verbesserung des Mikroklimas.

Effekte der Fassadenbegrünung:

7. Welche positiven Effekte sind für das Gebäude im Hinblick auf den Energieverbrauch, die Wärmedämmung, Kühlung und Schutz der Fassade aufgetreten?

7.1 Sind nennenswerte positive Aspekte im Hinblick auf das Gebäudeklima aufgetreten?

7.2. Gibt es nennenswerte Einsparungspotenziale?

Bisher wurden keine positiven Effekte für die Gebäudeoptimierung festgestellt.

Eine Gebäudeoptimierung durch die Fassadenbegrünung wurde in dieser Form jedoch auch noch nicht betrachtet und gemessen.

Die Fassadenbegrünung ist daher eher keine Optimierung sondern ein zusätzlicher Aufwand

- in der Energiebilanz eines Schwimmbades fällt die Begrünung in dieser Form und Größe nicht auf und bringt daher wenig Einsparungseffekte mit sich.

Ein Schwimmbad hat immer die Problematik, dass viel Wärme und Energie gebraucht wird, um ein Bade- bzw. Schwimmbad zu schaffen zu können. Eine Fassadenbegrünung kann zur Energieeinsparung nur schwer beitragen.

8. Welche Veränderungen der Fassadenbegrünung sind vom Winter zum Sommer zu beobachten?

Bei den Pflanzen sind folgende Veränderungen zu beobachten:

- Veränderung der Färbung der Blätter (nicht komplett braun)

Die Bewässerung muss im Herbst komplett entleert werden, damit es im Winter nicht zu Frostschäden kommen kann.

9. Welche Tiere oder Kleinstlebewesen konnten an der Fassadenbegrünung entdeckt werden?

In der Vertikalbegrünung haben es Vögel eher schwer zu nisten, außerdem wird diese Nachts beleuchtet, wodurch Vögel wohl eher vertrieben werden.

Der Kontext mit dem Inseelpark darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Im Inseelpark ist viel Grünfläche vorhanden, wodurch sich Vögel und andere Tiere wohl eher dort andere Lebensräume suchen.

Insekten wie Bienen und Spinne konnten jedoch entdeckt werden.

Zu Beginn wurden Probleme durch Insekten vermutet. Vermutung war, dass diese hinter das Lochblech gehen und dort Nester bauen. Bisher trat eine solche Problematik jedoch noch nicht auf.

Ein Vlies vor der Dämmung schützt auch zusätzlich vor Insekten.

Bepflanzung:

10. Die Bepflanzung der vertikalen Gärten ist ein entscheidendes Element bei der Installation des Systems, daher stellen sich folgende Fragen:

10.1 Wie viele Pflanzen sind im Durchschnitt in den Pflanzkübeln eingesetzt?

10.2 Welches Substrat wurde gewählt?

10.1 Wie viele Pflanzen pro Element eingesetzt wurden, konnte nicht geklärt werden.

Zusatzinformation: Für die Bepflanzung wurde zunächst ein Muster bepflanzt, daraufhin wurden die Elemente in Holland vorkultiviert, durch Probleme bei der Abstimmung, welcher Hersteller gewählt werden soll, verzögerte sich die Vorkultivierungszeit, wodurch die Module nicht ganz so bewachsen waren wie gewünscht (Vorkultivierungszeit betrug ein halbes Jahr).

10.2 Das Substrat ist vulkansteinähnlich, ist aber eine spezielle Zusammensetzung der Firma Schadenberg.

Pflege der Fassadenbegrünung:

11. Wer führt die Pflegemaßnahmen an den vertikalen Gärten durch?

Gärtner der Firma Schadenberg

12. Welche Probleme werden am häufigsten bei den Pflegemaßnahmen entdeckt und ausgebessert?

Probleme werden kaum festgestellt, hauptsächlich werden die Pflanzen aufgrund des starken Wachstums während der Pflegegänge zurückgeschnitten.

Die Fassadenbegrünung ist recht pflegeleicht, dies ist für den Nutzer „Bäderland“ von Vorteil, da die eigentlichen Stärken nicht in der Fassadenbegrünung liegen, sondern im Schwimmbadbereich, daher muss die Fassade „funktionieren“ und robust sein.

13. Wie oft müssen Pflegemaßnahmen stattfinden?

Die Pflegemaßnahmen finden 2 mal jährlich im Frühling und im Herbst statt.

Bewässerung:

14. Wie hoch sind die Kosten für die Bewässerung (im Durchschnitt pro Monat)?

- Welche Wassermenge wird täglich oder monatlich verbraucht?

Die Bewässerungsmenge liegt bei ungefähr 500 Liter pro Tag, das entspricht ca. 4-5 Liter Wasser pro m².

- zu viel Wasser ist für die Pflanzen und das System nicht schädlich, da dieses nach unten abläuft

- es gibt eine Zisterne hinter dem Hallenkomplex, das Wasser aus dieser Zisterne wurde während der IBA für die Pflanzen des gesamten Areals verwendet, eine Nutzung durch die Halle war angedacht, ist bisher jedoch noch nicht realisiert worden.

15. Handelt es sich bei dem Bewässerungssystem um einen Kreislauf (Wiederaufnahme des Wassers)?

Bei der Bewässerungsanlage handelt es sich nicht um einen Kreislauf. Für die Bewässerung wird Trinkwasser verwendet, welches durch Tröpfchenbewässerung eingespeist wird und an drei Außläufen an das Oberflächenwasser übergeben wird. Über eine Zeitschaltuhr wird die Bewässerung gesteuert.

Oberhalb jedes Pflanzkastens läuft ein PE Rohr, welches entsprechend gelocht ist und Wasser an das Substrat abgibt, so wird die gesamte Fassade großflächig mit Wasser versorgt.

Die Fassade trocknet recht schnell aus, da aufgrund der Schwerkraft das Wasser nach unten fließt. Hierbei entstehen beim Ausfall der Bewässerungsanlage auch schnell Probleme (Während des ersten Ausfalls wurde manuell bewässert).

Bei der Bewässerung gibt es verschiedene Punkte von denen aus bewässert wird.

Pflanztröge, hängende Gärten und Pflanzmodule sind jedoch in einem System mit einer gemeinsamen Einspeisung zusammengefasst.

Kosten:

16. Wie hoch waren die Anschaffungskosten des verwendeten Systems?

Die reinen Anschaffungskosten lagen bei einem niedrigen sechsstelligen Betrag zzgl. Planungskosten und eigene Bäderlandkosten.

Die Kosten sind immer auch abhängig davon, wie einfach das System angebracht werden kann und wie es zu erreichen ist. Außerdem sinken die Anschaffungskosten im Verhältnis, je mehr Fläche realisiert wird (1000 m² sind günstiger als 1m²).

17. Wie hoch sind die Unterhaltungskosten des Systems?

Zu den Unterhaltungskosten zählen die Wartungskosten und liegen bei einem mittleren vierstelligen Betrag für 3 Kontrollen im Jahr + entsprechende Wartung, Rückschneidung etc.

(3 Pflegegänge werden im Vertrag angeboten, letztendlich werden 2 durchgeführt)

18. Ist das Verhältnis von Einsparung und Kostenausgaben der Fassadenbegrünung ausgeglichen? (Ausgleich von Zusatzkosten durch Energieeinsparung)

Es bestehen hohe Anfangsausgaben und kaum oder nur geringe Einsparungseffekte für das Gebäude, dennoch lohnt sich die Fassadenbegrünung, da diese eine gewisse Aufmerksamkeit für das Bad und den Standort mit sich bringt.

Probleme:

19. Sind Probleme oder negative Veränderungen an der Gebäudefassade oder an der Pflanzenwand aufgetreten? Welcher Art waren diese Problem?

- Pflanzenausfälle sind bisher nur sehr selten aufgetreten
- Bewässerungsprobleme nur zu Beginn der Installation
- die Bepflanzung wächst teilweise zu gut
- Fremdbewuchs (vor allem durch Brennesseln)
- teilweise wurde nachgepflanzt; kein besonders auffällige Nachpflanzungsmenge
- Ausfälle sind bei der Dichte nicht gerade auffällig

Am Anfang ist die Bewässerung der Module an der Basketballhalle ausgefallen, wodurch Pflanzenausfälle entstanden und nachgepflanzt werden musste.

Aktuelle Problematik: Die Automatik der Bewässerungsanlage ist im Frühjahr diesen Jahres auf der Seite der Schwimmhalle ausgefallen und wurde zur Zeit des Interviews manuell bedient.

Stand der Technik / Wünsche für die Zukunft:

20. Wo sehen sie Vorteile der fassadengebundenen Begrünung im Vergleich zur herkömmlichen Fassadenbegrünung und zu anderen Fassadenmaterialien?

Die Betrachtung sollte immer aus unterschiedlichen Richtungen erfolgen:

Ein Kaufmann braucht die Fassadenbegrünung für ein Schwimmbad eher nicht, dieser sieht nur die ökonomischen Ausgaben und den Zweck der Fassadenbegrünung

Bei dieser Fassadenbegrünung ist der Anspruch jedoch ein anderer, die Halle erhält durch die Begrünung ein Alleinstellungsmerkmal und das Interesse kann geweckt werden.

21. Wo bestehen zur Zeit Ihrer Meinung nach noch Schwächen der Systeme (oder des hier verwendeten Systems)?

Für die „Hängenden Gärten“ bedarf es einer genaueren und besseren Technik, wenn die Problematik vorher bekannt gewesen wäre, hätte man andere Pflanzkästen gewählt.

- die „Hängenden Gärten“ waren eher nur ein Versuch

22. Welche Anreize gibt es ihrer Meinung nach für Privatleute und Unternehmen, eine fassadengebundene Begrünung zu installieren?

- Ausgleich (von Bäumen durch Fassadenbegrünung)
- finanzielle Anreize
- in B-Plänen wird die Dachbegrünung fest gesetzt, so etwas könnte man auch für Fassadenbegrünung machen

23. Welche Veränderungen sind am Fassadenbegrünungssystem in nächster Zeit geplant und vorgesehen?

Bisher sind keine Veränderungen, Ausbau- oder Rückbaumaßnahmen geplant.

- die Vertikalbegrünung funktioniert, auch wenn statisch eine Erweiterung möglich ist, bleibt dies so wie sie ist, da die Kosten doch sehr hoch sind

- Bäderland ist ein eigenständiges Unternehmen, gehört aber zur HGV. Die Stadt gleicht jedes Jahr das Defizit der Bäderland Hamburg GmbH aus. Bei solchen Projekten ist es daher schwierig, viel Geld für Gestaltung der Hallen auszugeben, denn es könnte der Vorwurf aufkommen, dass für so etwas, wie eine Fassadenbegrünung Steuergelder ausgegeben werden, was bei einigen Bürgern Unmut erzeugen könnte.

Zusatzinformationen

Aufbau

Zunächst folgt nach der Dämmung ein Vließ um diese zu schützen, danach folgt das Blech und anschließend ist die Fassadenbegrünung vorgehängt.

- Verzinkte Bereiche, die die Hauptträger abdecken, in die Schienen sind die einzelnen Pflanzkörbe eingelassen

Montage

Zuerst erfolgte die Fertigstellung der Gesamten Fassade mit Dämmung und Außenhaut, erst dann wurden die Module und Kübel vorgehängt, dies passierte im Frühjahr.

-

11.3.2 Interview Allmann Sattler Wappner Architekten

Interviewpartner: Herr Wappner

Datum: 20.06.2017

1. Welche Materialien spielen zusätzlich zur Pflanzenwand eine wichtige Rolle?

Die Thematik der unterschiedlichen Fassaden war Thema der Ausschreibung und des Wettbewerbs. Bei der Ausschreibung handelte es sich eigentlich um einen Fassadenwettbewerb.

Die Ausschreibung der Schwimmhalle/Sporthalle wurde im Rahmen der IBA durchgeführt, hier wurden auf dem gesamten Gelände innovative Fassaden in Echtzeit ausprobiert.

Die Fragestellung der Ausschreibung beinhaltete den Umgang mit einem solch großen Gebäude und wie man mit verschiedenen Fassaden und Materialien in unterschiedlichsten Himmelsrichtungen umgeht.

Die Materialien der Fassaden setzen sich wie folgt zusammen:

1. Hauptfassade = Living Wall (zu dieser Zeit war die Fassadenbegrünung sehr „salonfähig“ durch Patrick Blanc)

Aufgabe dieser Fassade: Die versiegelte Fläche wird durch die Dachflächen und die Fassadenbegrünung relativiert und aufgebrochen. Außerdem ist diese Fassade die „Entre Fassade“ und hat durch die Eingangsfunktion einen bestimmten Stellenwert.

2. Fassade = Fassade aus Holz

Die eigentliche Idee dieser Fassade war es, die Fassade mit Holzpaletten aus dem Hafen zu gestalten (ästhetisch interessant und Lebensraum für Kleinstlebewesen, außerdem kann Holz sich zersetzen und ist somit nachhaltig).

- Die Idee wurde so leider nicht umgesetzt, heute ist die Fassade eine „normale“ Holzfassade (diese reagiert auf den gegenüberliegenden „Wood Cube“)

3. Fassade (Südfassade) = Wärmepuffer (Kombination aus Polycarbonat/Kunststoff und hinterlüfteter Fassade)

Diese Fassade wird als Wärmespeicher genutzt

4. Fassade= Öffnung der Halle durch Hallentore
Diese Fassade besteht aus einer Fensterfront und verwandelt das Hallenschwimmbad in ein Freibad, indem die Fassade zur Seite geschoben wird.

Nachdem der Wettbewerb gewonnen wurde, fand eine intensivere Betrachtung des Ortes statt, über den Fassadenwettbewerb hinaus wurde auch die Gebäudetechnik etc. betrachtet und entworfen.

2. Welche Überlegungen waren bei der Entwicklung des Gebäudes ausschlaggebend?

Hier war die umliegende Bebauung ausschlaggebend, auf die der Sportkomplex reagiert (Holz zur Holzfassade, Eingangsbereich ist begrünt, um auf den Park zu reagieren, die Öffnung des Schwimmbades soll auf die Weite des Parks reagieren).

3. Welche Vorstellungen und Wünsche sollten mit der Installation der „Living Wall“ erfüllt werden?

Wünsche:

- Eine Klimaanpassung sollte stattfinden, außerdem sollte ein Ausgleich von versiegelten Flächen durch Fassaden- und Dachbegrünung geschaffen werden.

- Eine Klimaverbesserung durch Benetzung und Wasserdampf, wodurch eine frischere Luft entsteht (in Südeuropa wird diese Technik häufig genutzt, (hoher Kühlungseffekt/effizient durch Nebelbildung))

- Einsparungspotenziale sollten vor allem durch die Südfassade und ihr Wärmepolster entstehen.

- Die Fassadenbegrünung trägt durch ihre Dichte (60 cm Dicke/tiefe Körbe) zu einer eigenen Dämmung bei. Durch die Kombination der Elemente (Substrat und Pflanzen) entsteht ein „dichter Pelz“, der auch im Sommer hilft, die Wärme abzuhalten.

Die IBA ist immer auch ein Forschungsraum, darum gab es hier die Möglichkeit die Systematik der „Living Wall“ zu testen.

4. Welche Rolle spielt die Größe der Begrünung? Sollen Vergrößerungsmaßnahmen der vertikalen Flächen durchgeführt werden?

Die Wand wurde sehr groß geplant, die Bepflanzung sollte auf der gesamten Wand angebracht werden, außerdem sollte die Wand eigenständig wachsen.

- Mit der Stadt und der IBA wurde vereinbart, dass zunächst die ersten Kästen angebracht werden und anschließend weitere folgen (Wirtschaftlichkeit und Kapital spielen hier immer eine wichtige Rolle, wodurch es bei den jetzigen Bepflanzungselementen blieb).

Eigentlich sollte eine wachsende und sich komplett schließende Fläche entstehen. Die Pflanztröge und vertikalen Flächen sind arbeitende und wachsende Flächen, bei denen eine Vergrößerung mit einbezogen werden muss (mit den Materialien muss gearbeitet werden)

5. Warum sind die Elemente der „Living Wall“ an den jetzigen Stellen montiert?

Die Fassade sollte eigentlich komplett begrünt werden, erst wenige Pflanztröge und anschließend sollten weitere folgen. Hier fehlt jedoch die Finanzierung.

- „Wie oftmals bei IBA Projekten ist zunächst eine große Euphorie da, die dann aber abflacht“

6.1 Bei der Wilhelmsburger Inselparkhalle handelt es sich um ein öffentliches Gebäude. Sind öffentliche Gebäude ihrer Meinung nach ideale Gebäude für fassadengebundene Begrünungssysteme?

Öffentliche Gebäude und die öffentliche Hand wären der ideale Partner für fassadengebundene Begrünungssysteme, aber die Problematik der öffentlichen Hand besteht darin, dass dieser oftmals das Kapital fehlt.

Daher sind private Investoren und Gebäudebetreiber oftmals diejenigen, die eine Fassadenbegrünung wählen und wünschen und die Pflege ernst nehmen.

6.2 An welchen Gebäudetypen sehen Sie über dies hinaus weitere Potentiale?

Gebäudetypen:

Um diese Frage zu beantworten, ist es immer wich-

tig den Kontext zu beachten (in der Innenstadt von Hamburg kann und sollte nicht alles begrünt werden / Klinker bspw. sollte gezeigt werden).

In Wilhelmsburg hingegen sind weite Flächen vorhanden, hier steht das Gebäude im Kontext mit seiner Umgebung dem Park (Kontext mit Park und Wasseranlagen), so entsteht eine Verbindung und die Fassadenbegrünung steht in einem sinnvollen Kontext.

7. Hamburg weist anders als Wien oder München recht wenig Sonnenstunden auf, dennoch haben Sie sich für eine „Living Wall“ entschieden, in wie weit sind die Standortbedingungen für Pflanzen in ihre Entscheidung eingeflossen?

Die Pflanzen und Gegebenheiten der „Living Wall“ müssen immer ausprobiert und getestet werden im Hinblick auf Beschattung/Verschattung. Ein Austausch von Pflanzen und Trögen hat stattgefunden, hier wurden also auch Veränderungsmaßnahmen durchgeführt.

Es ist wichtig eine den Standortbedingungen entsprechende Bepflanzung zu wählen. In Bayern werden andere Pflanzen als in Hamburg gewählt (bayrische Pflanzen kommen auch mit Höhen zurecht, die in Hamburg nicht vorhanden sind).

In der nördlichen Hemisphäre und Deutschland kann wohl alles begrünt werden, die Frage ist nur wie und mit welchen Pflanzen.

Die Fassadenbegrünung ist ähnlich wie die Dachbegrünung künstlich angelegt, das bedeutet auch, dass diese Strukturen natürlich gewachsene Flächen und Strukturen nur in einem bestimmten Umfang und Maß ersetzen.

- Pflege muss stattfinden
- Fläche kann man nicht sich selbst überlassen

8. Haben Sie bereits vorher mit dem Element der „Living Wall“ gearbeitet?

Erstes Arbeiten mit Fassadenbegrünung:

Feldversuch in Tübingen im Jahr 2004 mit einer Großsporthalle an der mit vier unterschiedlichen Fassaden gearbeitet wurde

- grüne Fassade
- Photovoltaik

- Kletterwand
- Halfpipe
- Streetball
- Städtische Eingangsfassade

Die Stadt erhielt so ein Gebäude mit vier unterschiedlichen Fassaden, welche gesellschaftstauglich sind

- Bespielung und Nutzung ist möglich

Auf dieser Basis wurde der Wettbewerb in Hamburg angegangen, der Ansatz der Nachhaltigkeit spielte somit eine wichtige Rolle.

Zukunftsausblick:

9. Inwiefern denken Sie, könnte die „Living Wall“ eine positive Auswirkung auf das Quartier haben?

Ein Versuch, was die „Living Wall“ und die Fassade bewirken könnten, wurde im Rahmen der IBA durchgeführt. Hierbei wurde versucht, eine Bildungsstruktur zu vermitteln: Auf was bei einer „Living Wall“ geachtet werden muss, wie diese gepflegt wird und welche Vorteile sie bringt, hierzu wurden Falblätter verteilt, um mit diesen auf die Thematik der Klimaanpassungsmaßnahmen hinzuweisen

10. Welche Zukunft sehen sie für diese Art der Fassadenbegrünung und Gestaltung in der Architektur und Stadtplanung?

Gründerzeitlich werden Gebäude eher nicht mit Fassadenbegrünung verkleidet.

Die Hafencity und andere Neubaugebiete zeigen jedoch immer wieder Versuche, in diese Richtung zu gehen. In der Stadt gilt es jedoch, so viel Grünfläche wie möglich zu schaffen, Parks und Bäume haben dabei aber ein größeres Potenzial. Das Beispiel des Olympiadorfs in München zeigt jedoch eine positive Entwicklung. Hier wurde mit sehr viel Beton gearbeitet, wobei aber versucht wurde, diese Fassadenansicht wurde aber mit viel Begrünung durchbrochen (vor allem an den Fassaden)

- (verdichtete Städte aus Beton bieten so vor allem für die Gebäudebegrünung Potentiale)

Es gibt somit eine architektonische Herangehensweise zu diesem Thema und eine natürliche Herangehensweise

- über Sinnhaftigkeit muss man jedoch nicht diskutieren, da Fassadenbegrünung durchweg positiv ist.

11. Welche Nachteile sehen sie bei den „Living Walls“?

- Pflege muss betrieben werden

- mit der Bepflanzung muss gearbeitet werden

- Fassadenbegrünung lebt, somit sind auch Tiere und Lebewesen hier vorhanden, mit diesen muss umgegangen werden

- Gebäude muss robust sein

12. Welche Vorteile sehen Sie trotz hoher Anschaffungs- und Instandhaltungskosten bei fassadengebundenen Begrünungssystemen?

Wenn Pflege- und Unterhaltungskosten nicht aufzubringen sind, dann sollte man Selbstklimmer wie Wein und Efeu wählen.

Die fassadengebundene Begrünung wie, sie von Patrick Blanc entwickelt, wurde eine Zeit lang gehypt, mittlerweile ist eine gewisse Ruhe wieder eingekehrt, die Resignation ist vor allem auf die hohen Wasser- und Instandhaltungskosten zurück zu führen.

Bei der Systematik der fassadengebundenen Begrünung bestehen noch Konflikte und Probleme, so z.B. bei der Bewässerung. Bewässert werden sollte eigentlich mit Brauchwasser oder Regenwasser, dadurch verstopfen die Filter jedoch. Diskrepanzen bestehen so zwischen der Nachhaltigkeit und den Kosten.

Die fassadengebundene Begrünung unterstützt ähnlich wie die Kletterpflanzenfassade einen ästhetischen Aspekt und bringt eine Verbesserung des Mikroklimas mit sich. Fassadenbegrünung sollte dennoch immer in Relation gesehen werden, auch wenn diese den Feinstaubanteil senken kann, ist es dennoch sinnvoller, das Autofahren einzuschränken. Solange jedoch keine drastischen Maßnahmen stattfinden, ist die Fassadenbegrünung ein sehr guter Weg, um das Klima und die Lebensqualität in den Städten nachhaltig zu verbessern.

11.3.3 Interview Magistratsabteilung 22, Wien

Interviewpartner: Jürgen Preiss
(Magistratsabteilung 22 Umweltschutz Wien)

Datum: 13.06.17

Ziel des Interviews:

Im Interview sollten die Auswirkungen der fassadengebundenen Begrünung auf Klima, Besucher und Gebäude geklärt werden. Außerdem wurde versucht, einen Einblick in die Funktionsweise sowie Pflege und Kosten zu erhalten.

Allgemeine Fragen zur Fassadenbegrünung der Magistratsabteilung MA 48:

1. Welcher Systemhersteller wurde für die Fassadenbegrünung der Magistratsabteilung MA 48 gewählt?

Der Systemhersteller der Begrünung der MA 48 ist die Firma „Techmetall“ (Tochtergesellschaft der Firma Haas)

Material und Aufbau des Systems: Die Konstruktion besteht vorwiegend aus Aluminium.

Die Pflanzkästen sind mit einem Substrat der Firma Dachgrün befüllt, anders als andere Systeme, welche vollkommen ohne Substrat auskommen, wird hier ein recht „dickes“ Substrat verwendet. (Hier wird ein ähnliches Substrat wie bei der Dachbegrünung verwendet, auch das Pflegeunternehmen kommt aus der Dachbegrünungsbranche.)

2. Welche Aspekte spielten bei der Wahl des Fassadenbegrünungssystems eine wichtige Rolle?

Allgemeine Gründe sind:

- eine bodengebundenen System ist rein technisch nicht möglich, weil keine Möglichkeit besteht vom Boden aus zu begrünen
- die Gliederung und der Aufbau einer Fassade spielt eine wichtige Rolle bei der Eignung für eine fassadengebundene Begrünung
- die zeitliche Ebene spielte eine Rolle

Gründe bei der Wahl des Systems an der MA 48:

- eine fassadengebundene Begrünung war aus statischer Sicht am Gebäude der MA 48 möglich und sinnvoll

- eine politische Entscheidung war in diesem Fall ausschlaggebend, die Begrünung sollte bis zur Gemeinde- und Landtagswahl im Jahr 2010 fertig gestellt werden, eine bodengebundene Begrünung hätte diese schnelle und dichte Grünstufe nicht erreichen können

- wichtig war es, eine großflächige Begrünung zu schaffen, die auch eine Auswirkung auf das Gebäude hat

- ein Scheitern des Projektes wurde mit eingeplant (Risiko wurde eingegangen), daher wurde das Projekt aber an ein Forschungsprojekt geknüpft. Beim Scheitern der Fassadenbegrünung hätten so wenigstens Erkenntnisse gezogen werden können.

- Kosten spielten eine wichtige Rolle. Die fassadengebundenen Systeme sind recht teuer, dieses System ist hingegen noch vergleichsweise preisgünstig.

- Eine Gesamtkostenrechnung ist sehr schwer zu erstellen, denn die Pflege und Unterhaltungskosten müssen immer als Ganzes betrachtet werden und mit in die Kostenrechnung einfließen. (Je größer die zu begründende Fassade ist, desto eher bietet sich daher ein automatisiertes System an, welches automatisch bewässert wird und nur einmal im Jahr gepflegt werden muss)

- Die Pflege und Erhaltung spielte eine Rolle (bei bodengebundenen Systemen ist die Pflege und Erhaltung oftmals aufwendiger (Rückschnitt etc. muss 2 mal jährlich oder intervallartig durchgeführt werden und Seile hängen schnell durch aufgrund der Belastung, welche dann nachgespannt oder gewechselt werden müssen) bei den fassadengebundenen Systemen kann die Pflege einfacher sein und einmal jährlich stattfinden, Erhaltungsarbeiten fallen über viel Jahre kaum an bzw gab es bei der MA 48 bisher gar nicht. Die Pflege an der MA 48 findet nur einmal im Jahr statt (Rückschnitt).

3. Welche Aspekte spielten bei der Wahl des Herstellers eine Rolle?

- zeitliche Ebene, wer kann schnell mit welcher Qualität ein System erstellen
- Kosten
- Pflege (wer übernimmt die Pflege, wer führt sie durch, wie teuer ist die Pflege)

4. Wie lang ist die Laufzeit der Fassadenbegrünung angelegt? (sofern es eine Begrenzung der Laufzeit gibt)

Bei der Fassadenbegrünung der MA 48 wird eine sehr hohe Lebensdauer angestrebt, hier besteht keine Begrenzung. Es wurde jedoch nicht berechnet, inwieweit die Begrünung die Fassade selbst schützt und die Lebensdauer des Gebäudes verlängert.

Bei vielen Fassadenbegrünungen konnte jedoch beobachtet werden, dass die Fassaden durch die Begrünung (Kletterpflanzen) länger „leben“, da der Niederschlag und die Sonneneinstrahlung abgehalten werden und die Temperaturschwankungen verringert werden.

- Angaben beruhen jedoch nur auf Beobachtungen und Vermutungen)

Es ist jedoch bewiesen, dass die Luftfeuchtigkeit hinter den Fassadenbegrünungen (vor allem bei der fassadengebundenen Begrünung) niedriger ist.

- Die Feuchtigkeit steigt an der MA 48 nie über 90% (an unbegrüntem Fassaden steigt die Luftfeuchtigkeit auch über diese 90%)

5. Wie wird die Fassadenbegrünung der MA 48 angenommen und wahrgenommen von Anwohnern und „spontanen“ Besuchern?

Annahme der Fassade von Mitarbeitern und Anwohnern:

Die Fassadenbegrünung wird von den Mitarbeitern gut angenommen, diese bleiben länger und gern im Büro, aufgrund der Kühle im Sommer und des angenehmen Gebäudeklimas.

Insekten oder Wassereinträge im Gebäude sind bisher noch nicht aufgetreten, dies war oftmals eine Befürchtung der Angestellten.

Fachleute:

Sehr gute Annahme auch in Fachkreisen. Exkursionen von Planern, Architekten, Ziviltechnikern, Bundesamt für Naturschutz und Fachleuten werden zum Gebäude gemacht. Internationale Teilnehmer betrachten während Touren so die Fassadenbegrünung.

- Das Fallbeispiel der MA 48 wird oft thematisiert und als „best practice“ Beispiel gewählt.

Annahme durch die Bevölkerung:

Auch aus der Bevölkerung kommen durchweg positive Stimmen, einige wenige Personen meinen jedoch, dass die Begrünung recht teuer sei und verstehen nicht, warum dieses Geld nicht in andere „wichtigere“ Dinge fließt.

Das System kann eher nicht im sozialen oder einfachen Wohnungsbau realisiert werden, da das Kostennutzen-Verhältnis noch stärker angepasst werden muss. In diesem Bereich müsste versucht werden, eine andere Lösung zu finden.

6. War eine vollständige Begrünung des Gebäudes von Beginn an geplant oder entwickelte sich diese Begrünungsweite im Planungsverlauf?

- vollständige Begrünung war so von Beginn an vorgesehen

7. Welche Erwartungen und Wünsche wurden an die Fassadenbegrünung gestellt?

7.1 Konnten diese Erwartungen erfüllt werden?

- die Begrünung „wie sie heute zu finden ist, ist so abgeschlossen und funktioniert gut, daraus ist abzuleiten, dass die Erwartungen erfüllt worden sind

- außerdem wurde auch das Scheitern dieses Projektes mit einbezogen, woraus zu schließen ist, dass die Erwartungen nicht allzu hoch waren.

8. Welche Idee steckt hinter der Fassadenbegrünung?

8.1 Welchen Stellenwert hat hier die Klimaanpassung von Gebäuden und die Klimaanpassungsstrategie der Stadt Wien?

8.2 Welchen Stellenwert hat die Gebäudeoptimierung durch die Fassadenbegrünung?

8.1

- in der Entstehungszeit hat die Klimaanpassung nur eine Nebenrolle gespielt, im Laufe der Zeit wurde diese jedoch verstärkt thematisiert

- die Klimaanpassung und der Klimaschutz spielen heute die größte Rolle, wenn heute die Planung durchgeführt werden würde, würde man noch mehr Wert auf die Klimaanpassung legen (und die zu erzielenden Effekte)

- Der Klimaschutz und die Klimaanpassung sind heute gleich stark vertreten

8.2 Die Gebäudeoptimierung ist eher nicht so stark verfolgt worden, auch in den Untersuchungen zeigt sich, dass die Fassadenbegrünung für die Gebäudeoptimierung in Bezug auf die Wärmedämmleistung im Winter nicht so viel bringt.

Effekte der Fassadenbegrünung:

9. Welche positiven Effekte sind für das Gebäude im Hinblick auf den Energieverbrauch, die Wärmedämmung, Kühlung und Schutz der Fassade aufgetreten?

9.1 Sind nennenswerte positive Aspekte im Hinblick auf das Gebäudeklima aufgetreten?

9.2 Sind auch negative Effekte aufgetreten?

9.1 Wie oben bereits erwähnt, hat die Gebäudeoptimierung einen geringen Stellenwert in Bezug auf die Dämmleistung im Winter. Im Sommer hingegen konnte ein wirkungsvoller Kühleffekt erzielt werden. Zusätzlich gibt es den positiven Effekt der Feuchtigkeitsreduzierung hinter der Grünfassade, wodurch die Fassade an sich geschützt wird, außerdem heizt sich die Außenfassade nicht auf.

9.2 Negative Effekte wurden noch nicht festgestellt

10. Gibt es nennenswerte Einsparungspotenziale?

10.1 In welchem Bereich sind diese Einsparungspotenziale vermehrt zu verzeichnen?

- Einsparungspotenziale sind vor allem beim Verzicht auf eine Klimaanlage zu sehen, die durch die Begrünung bzw durch die Reduktion des Wärmedurchlässigkeitskoeffizienten um 50% eingespart werden kann. Die Ergebnisse der Messungen sind dem zugesandten „Endbericht“ zu entnehmen.

11. Welche Veränderungen der Fassadenbegrünung sind im Winter gegenüber dem Sommer zu beobachten?

- äußere Veränderungen (Pflanzenfärbung, Verblühen von Pflanzen ist sichtbar)
- Einsparungspotentiale verändern sich
- Bewässerung muss den Jahreszeiten angepasst werden (Veränderung der Bewässerung im Sommer und Winter)
- Pflege

12. Welche Tiere oder Kleinstlebewesen konnten an der Fassadenbegrünung entdeckt werden?

12.1 Stellen diese Tiere eher Probleme oder Potenziale dar?

Entdeckt wurden:

- Schmetterlinge
 - Hummeln, Wespen, Wildbienen, Honigbienen
 - Amseln, Rotkehlchen
 - oftmals wurden Vogelnester entdeckt
 - Die Tiere stellen aber keine Probleme dar (Das Artenspektrum der fassadengebundenen Begrünung ist anders als das der bodengebundenen Begrünung)
- Dies sind alles keine Forschungsergebnisse sondern nur Beobachtungen.

Bepflanzung:

13. Die Bepflanzung der vertikalen Gärten ist ein entscheidendes Element bei der Installation des Systems, daher stellen sich die Fragen:

13.1 Welche Pflanzen und Pflanzenfamilien wurden gewählt und warum?

13.2 Wie viele Pflanzen sind im Durchschnitt in einem Edelstahltrug eingesetzt?

13.3 Welches Substrat wurde gewählt?

Informationen wurden dem zugesandten Material entnommen.

Pflege der Fassadenbegrünung:

14. Wer führt die Pflegemaßnahmen an den vertikalen Gärten durch?

Die Pflegemaßnahmen werden nicht vom Systemhersteller sondern von einem externen Pflegeunternehmen („Dachgrün“) durchgeführt. Techmetal und Dachgrün arbeiten jedoch zusammen.

15. Wie oft müssen Pflegemaßnahmen stattfinden?

Die Pflegemaßnahmen finden einmal im Jahr statt.

Bewässerung:

16. Wie hoch sind die Kosten für die Bewässerung (im Durchschnitt pro Monat)?

An heißen Tagen werden ca. 3500 Liter pro Tag verbraucht. Das Wiener Wasser ist jedoch sehr günstig (1,31€ je Kubikmeter), darum wird kein Brauchwasser verwendet, da dieses mehr Kosten verursachen würde, va durch höhere Infrastrukturkosten wie Zisternen, Pumpen, Filteranlagen und durch Verstop-

fungsprobleme der Leitungen und Löcher.

Eine andere Option wäre eine Zisterne im Dachbereich, dies wurde auch geprüft, ist statisch gesehen jedoch nicht möglich. Hier würde jedoch auch wieder ein höherer Wartungsaufwand für die Schläuche anfallen.

17. Handelt es sich bei dem Bewässerungssystem um einen Kreislauf (Wiederaufnahme des Wassers)?

Das System ist kein Kreislauf (läuft nur durch den Leitungsdruck, kein zusätzlicher Energieaufwand notwendig).

Es gibt eine Steuerung von 12 verschiedenen Kreisläufen, die Steuerung ist ein lernendes System. Das Programm weiß, wann der Überlauf anspringt und berechnet die Überlaufzeit. Die Überlaufzeit wird zurückgerechnet und bei der nächsten Phase somit früher gestoppt. Ein Messfühler im Substrat stoppt die Bewässerung bei zu großer Feuchtigkeit.

Das Programm berechnet auch den Moment, an dem der Nachlauf endet, damit nicht zu viel Wasser nachläuft.

- Das System ist somit kein geschlossenes System (aber auch nicht ganz offen), es versucht dennoch, den Wasserverbrauch so gering wie möglich zu halten.

Kosten:

18. Wie hoch waren die Anschaffungskosten des verwendeten Systems?

- 400 Euro pro m²
- 360 Euro pro m² ohne Bewässerung
- Variante von „Techmetal“ ist kostengünstig

Die hohen Kosten entstehen oftmals auch durch die Zusatzinstallationen für die Statik, wenn die Fassade die Module oder die Kästen nicht halten kann. Diese zusätzlichen Installationen sind recht teuer.

19. Wie hoch sind die Unterhaltungskosten des Systems?

-Die Pflegekosten belaufen sich auf:
€ 7.500,-- exkl = € 9.000,-- inkl. somit 10,60 € / m² / Jahr (inklusive Hubsteiger)

20. Ist das Verhältnis von Einsparung und Kostenausgaben der Fassadenbegrünung ausgeglichen?

Eine gesamtwirtschaftliche Studie ist nicht vorhanden, im Interview werden jedoch Angaben von Nicole Pfoser genannt.

Bei der Kosten/Nutzen-Frage muss sehr integrativ gedacht werden. Die Fassadenbegrünung sollte im Kontext der gesamten grünen Infrastruktur betrachtet werden. In diesem Zusammenhang wären Fassadenbegrünungen nicht mehr zu teuer, denn auch bei der Pflanzung eines Baumes wird nicht so stark über die Kosten diskutiert.

Die Frage nach der Finanzierung von sozialen Grünstrukturen kommt hierbei auf

- wer finanziert und welche Struktur soll überhaupt finanziert werden?

In Wien gibt es pro abgeholztem Baum eine Ersatzpflanzung, die rechtlich festgesetzt ist (Wiener Baumschutzgesetz). Diese Methodik ist bei der Fassadenbegrünung noch lange nicht vorhanden, sollte jedoch auch in eine solche Richtung gehen.

Eine Gesamtkosten-Nutzen-Analyse muss für jede Stadt einzeln berechnet werden, da die Rahmenbedingungen überall anders sind. Die Dachbegrünung ist in diesem Punkt bereits weiter. Anreize können durch Abgaben aber auch durch Förderung geschaffen werden. (Abwassergebühren in Deutschland sinken, je mehr Fläche zum Verdunsten von Wasser vorhanden ist.)

- Die Leistung von grüner Infrastruktur muss als Gesamtes betrachtet, bewertet und volkswirtschaftlich eingeordnet werden. Dabei spielt nicht nur der Quadratmeter „Grün“ pro Einwohner sondern auch die Qualität dieser Kennzahl eine wichtige Rolle.

Probleme:

21. Sind Probleme oder negative Veränderungen an der Gebäudefassade oder an der Pflanzenwand aufgetreten?

- Probleme sind bisher kaum aufgetreten
- anfänglich war das Bewässerungssystem nicht ideal, hier musste nachgesteuert werden, sonst sind keine weitere Probleme aufgetreten

22. Welcher Art waren diese Problem?

Vor allem Bewässerungsprobleme zu Anfang bis ca. Ende des 1. Jahres

Stand der Technik / Wünsche für die Zukunft:

24. Wo sehen sie Vorteile der fassadengebundenen Begrünung im Vergleich zur herkömmlichen Fassadenbegrünung und zu anderen Fassadenmaterialien?

- Die bodengebundene Begrünung wird weiterhin Vorrang haben. Wo immer es möglich ist, wird eher die Variante der bodengebundenen Begrünung gewählt. Oftmals ist diese Variante jedoch kompliziert, weil öffentliche und private Eigentümer aufeinander treffen (hier muss vermittelt werden). Hauptvorteil der bodengebundenen Begrünung liegt jedoch darin, dass die Kosten geringer sind.

Bei der Fassadenbegrünung fehlt oftmals die Absprache zwischen den unterschiedlichen Akteuren (Systemhersteller, Architekt, Gebäudebetreiber), dies ist das eigentliche Problem. Aber es bestehen viele Potenziale und Einsparungsmöglichkeiten durch die Fassadenbegrünung. Vor allem in der fassadengebundenen Begrünung gilt es, diese weiter zu untersuchen. Neue Systeme müssen weiter entwickelt werden, die leistungsfähiger sind.

25. Wo bestehen zurzeit ihrer Meinung nach noch Schwächen der Systeme?

Die größte Schwäche ist der Planungsprozess, da es kaum Büros gibt, die die Planung und Realisierung gemeinsam abdecken.

Außerdem ist auch der Durchführungsprozess problematisch, beim Neubau kann die Fassadenbegrünung mit eingeplant werden, im Bestand müssen hingegen die Eigentümer aktiv werden, was oftmals nicht passiert.

Sinnvoll wäre auch eine standardisierte Fertigung oder modulare Systeme, die für verschiedene Gebäudetypen nutzbar sind. Ein gewisses Maß an Individualität muss jedoch gewahrt bleiben.

26. Welche Aspekte der Begrünung der MA 48 müssen stärker untersucht und verbessert werden?

- Keine Angaben, da die Systeme soweit recht gut ausgereift sind

27. In welcher Größenordnung denken Sie, ist eine fassadengebundene Begrünung effektiv?

- Die Effektivität ist situativ abhängig, in einem Hinterhof kann auch eine kleine Fassadenbegrünung effektiv sein. Bei einem großen Gebäudekomplex, welcher falsch geplant wurde, kann man jedoch auch durch Fassadenbegrünung keine positiven Effekte erzielen.

28. Welche Veränderungen sind an dem Fassadenbegrünungssystem in nächster Zeit geplant und vorgesehen?

Die Fassadenbegrünung der MA 48 hat von Anfang an sehr gut funktioniert

- zu Beginn hat nur die Steuerung der Bewässerung nicht so gut funktioniert, nun funktioniert jedoch auch diese gut

- Veränderungen sind nicht mehr vorgesehen, so wie die Fassadenbegrünung ist, ist sie ausgereift.

11.4 Fotodokumentation der Pflanzelemente der Inseelparkhalle

26.04.2017

Abb. 11.4.1



26.04.2017

Abb. 11.4.6



10.05.2017

Abb. 11.4.2



10.05.2017 Abb.

11.4.7



Element links außen

Element links Mitte

31.05.2017 Abb.

11.4.3



31.05.2017 Abb.

11.4.8



21.05.2017

Abb. 11.4.4



21.06.2017 Abb.

11.4.9



05.07.2017

Abb. 11.4.5



05.07.2017

Abb. 11.4.10



Abbildung 60 bis 64: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links außen)
Quelle: Eigene Fotos

Abbildung 65 bis 70: Fotodokumentation des Bewuchses (Element links Mitte)
Quelle: Eigene Fotos

26.04.2017 Abb.

11.4.11



26.04.2017

Abb. 11.4.16



10.05.2017

Abb. 11.4.12



10.05.2017

Abb. 11.4.17



Element rechts Mitte

Element rechts außen

31.05.2017

Abb. 11.4.13



31.05.2017

Abb. 11.4.18



21.05.2017

Abb. 11.4.14



21.06.2017

Abb. 11.4.19



05.07.2017

Abb. 11.4.15



05.07.2017

Abb. 11.4.20



Abbildung 71 bis 75: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts Mitte)
Quelle: Eigene Fotos

Abbildung 76 bis 80: Fotodokumentation des Bewuchses (Element rechts außen)
Quelle: Eigene Fotos

11.5 Auswertung der Fotodokumentation

Begrünungselement links

	Sind die Pflanztaschen zu erkennen?	Dichte des Bewuchses?	Bedeckungsgrad der Module	Färbung	Bewuchs der Pflanzkübel	Anmerkungen
26. Apr	Pflanztaschen sind am oberen Ende und an der rechten Seite des Pflanzelements zu erkennen	Im unteren Teil des Elementes sind die Pflanzen bereits sehr dicht und bilden mit ihren Blättern einen starken Bewuchs / an der rechten Seite ist der Bewuchs noch recht gering	Einzelne Schienen sind noch zu erkennen	grün mit wenig rotbraunen Tönen in Fensternähe	Lücken im Bewuchs	Sonne kommt aus Südwesten
10. Mai	Pflanztaschen sind am oberen Ende und an der rechten Seite des Pflanzelements zu erkennen	Dichter Bewuchs auch im oberen Teil des Begrünungselementes, auch die rechte Seite hat sich dem Bewuchs angepasst	Einzelne Schienen sind noch zu erkennen , weniger als am 26.04	Grüne Töne überdecken die roten optisch		Bewuchs im unteren Teil geht nun auch über die Hauskante rüber
31. Mai	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	Bewuchs ist recht homogen in der Dichte, im linken Teil wachsen die Pflanzen jedoch stärker	geringe Teile der Schienen sind im oberen Teil leicht zu erkennen	Verstärkung der grünen Töne	hoher und dichter Bewuchs in den Pflanzkübeln	
21. Juni	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	Bewuchs hat sich weiter angeglichen, der gesamte untere Teil wächst nun über die Hauskante	Keine Schienen mehr zu erkennen	grün überwiegt	weiteres Wachstum, Verstärkung der Dichte	außerhalb der Pflanzkübel wachsen nun auch auf dem Fassadenüberstand Pflanzen
05. Juli	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	homogene Dichte	Keine Schienen mehr zu erkennen	grün überwiegt deutlich, braun-rot ist aber weiterhin vorhanden	weiteres Wachstum, verstärkung der Dichte, Pflanzen wachsen nun auch über die Hauskante	Pflanzen auf der linken Seite weisen größere Blätter auf, weshalb diese Seite dichter aussieht

Begrünungselement links-Mitte

	Sind die Pflanztaschen zu erkennen?	Dichte des Bewuchses?	Bedeckungsgrad der Module	Färbung	Bewuchs der Hängenden Gärten	Anmerkungen
26. Apr	Pflanztaschen sind im oberen und rechten Teil des Pflanzelementes zu erkennen	höhere Dichte auf der linken Seite sowie links unten	im unteren mittleren Bereich und links sind keine Schienen zu erkennen, auf der rechten Seite und im oberen Teil sind die Schienen deutlich zu erkennen, Bewuchs bedeckt hier nicht vollkommen die Module	Rotbraun- und Grüntöne sind zu gleichen Teilen vorhanden	an den Vorrichtungen für die "Hängenden Gärten" sind keine Pflanzen zu erkennen	
10. Mai	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	starkes Wachstum der Pflanzen auf der linken Seite, hier besonders hohe Dichte, Bewuchs auf der rechten Seite gleicht sich langsam an	Schienen sind weiterhin an den selben Stellen zu erkennen	geringe Veränderung im Vergleich zum 26.04. Grünfärbung überwiegt gering	an den Vorrichtungen für die "Hängenden Gärten" sind keine Pflanzen zu erkennen	
31. Mai	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	homogener Bewuchs, außer im oberen Teil, hier ist der Bewuchs noch nicht so stark ausgeprägt	ausschließlich im oberen Teil der Pflanzelemente sind zwei Schienen zu erkennen	Grün überwiegt, wenig Rotbrauntöne vorhanden	an den Vorrichtungen für die "Hängenden Gärten" sind keine Pflanzen zu erkennen	neben dem modularen System wachsen Pflanzen nun dem Fassadenüberstand
21. Juni	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	sehr dichter und homogener Bewuchs, nur noch das rechteobere Modul weist einen geringeren Bewuchs auf	eine Schiene in der oberen rechten Seite ist zu erkennen	rote Blüten im unteren Teil des Bepflanzungssystems	an den Vorrichtungen für die "Hängenden Gärten" sind keine Pflanzen zu erkennen	Bewuchs im unteren Teil geht nun auch über die Hauskante hinaus
05. Juli	Pflanztaschen sind nicht mehr zu erkennen	optisch homogener und dichter Bewuchs im gesamten Pflanzelement, auch das Modul rechts oben ist nun angepasst	eine Schiene in der oberen rechten Seite ist zu erkennen	Blüten sind verblüht, Grünton überwiegt, vereinzelt Rotbrauntöne vorhanden	Pflanzen auf dem Dach sind zu erkennen, wachsen jedoch nicht an den Vorrichtungen der "Hängenden Gärten" hinunter	Bewuchs im unteren Teil geht nun auch über die Hauskante hinaus + Bewuchs ragt über das Fenster hinaus und Pflanzen neben dem modularen System sind stärker gewachsen

Begrünungselement rechts-mitte

	Sind die Pflanztaschen zu erkennen?	Dichte des Bewuchses?	Bedeckungsgrad der Module	Färbung	Bewuchs der Hängenden Gärten	Anmerkungen
26. Apr	Pflanztaschen sind zu erkennen, jedoch unregelmäßig (vor allem recht mittig im Pflanzelement)	bereits jetzt dichter Bewuchs im Mittelteil des Pflanzelements, die unteren Pflanzen ranken über den Fassadenüberstand hinaus	Schienen sind in der oberen linken Ecke und unten rechts im Pflanzelement noch zu erkennen	grüne Färbung	an den Vorrichtungen für die "Hängenden Gärten" sind keine Pflanzen zu erkennen	
10. Mai	Pflanztaschen sind nur noch an zwei Modulen links oben zu erkennen.	dichter Bewuchs, außer in zwei Modulen links oben > Pflanzen im unteren Teil wachsen weiter über die Hauskante hinaus	Schienen nur noch links oben zu erkennen	grüne Färbung mit Blüten im oberen und mittleren Bereich	kleine Pflanzen in den Pflanzkästen der "Hängenden Gärten" zu sehen, wachsen jedoch nicht runter	
31. Mai	Pflanztaschen sind nur noch an zwei Modulen links oben zu erkennen.	homogener Bewuchs, sehr dicht, Pflanzen wachsen hoch nach oben, über das Gebäudedach hinaus + weiteres Wachstum der Pflanzen nach unten	Schienen nur noch links oben zu erkennen	grüne Färbung mit Blüten im oberen und mittleren Bereich	kleine Pflanzen in den Pflanzkästen der "Hängenden Gärten" zu sehen, wachsen jedoch nicht runter	von Beginn der Fotodokumentation an sehr dicht, im Laufe der Zeit keine großen Veränderungen, Pflanzmodul (links oben) kein dichter Bewuchs
21. Juni	Pflanztaschen sind noch in einem Modul links oben zu erkennen	homogener Bewuchs, sehr dicht, Pflanzen wachsen hoch nach oben, über das Gebäudedach hinaus + weiteres Wachstum der Pflanzen nach unten	Schienen nur noch links oben zu erkennen	ausschließlich grüne Färbung, keine Blüten mehr vorhanden	kleine Pflanzen in den Pflanzkästen der "Hängenden Gärten" zu sehen, wachsen jedoch nicht runter	
05. Juli	Pflanztaschen sind noch in einem Modul links oben zu erkennen	homogene Bewuchs, sehr dicht, Pflanzen wachsen hoch nach oben, über das Gebäudedach hinaus + weiteres Wachstum der Pflanzen nach unten	Schienen nur noch links oben zu erkennen	ausschließlich grüne Färbung, keine Blüten mehr vorhanden	kleine Pflanzen in den Pflanzkästen der "Hängenden Gärten" zu sehen, wachsen jedoch nicht runter	

Begrünungselement rechts

	Sind die Pflanztaschen zu erkennen?	Dichte des Bewuchses?	Bedeckungsgrad der Module	Färbung	Bewuchs Pflanzkästen	Anmerkungen	Wetterlage und Sonneneinstrahlung
26. Apr	Pflanztaschen in jedem Modul gut zu erkennen, außer im unteren Bereich	sehr geringer Bewuchs, nur im unteren Bereich des Pflanzelements bilden die Pflanzen bereits ein dichtes Pflanzen Netz	Schienen sind durchgehend zu erkennen (ausschließlich unterer Bereich)	grün + vereinzelt rotbraun	kein dichter Bewuchs, an den vorhandenen Pflanzen sind nur wenige Blätter		Sonniger Tag ; Sonneneinstrahlung kommt aus Südwesten
10. Mai	Pflanztaschen in jedem Modul stark zu erkennen, außer im unteren Bereich	weiterhin geringe Dichte, nur im unteren Bereich wachsen Pflanzen weiterhin auch über den Modulrand hinaus	Schienen sind durchgehend zu erkennen (ausschließlich unterer Bereich)	grün + vereinzelt rotbraun	Bewuchs verdichtet sich		Bewölkter Tag; keine direkte Sonneneinstrahlung
31. Mai	Pflanztaschen sind weiterhin zu erkennen, jedoch nur noch in vereinzelt Modulen	Dichte im unteren Bereich erhöht sich weiter, Wachstum hier besonders gut. Einzelne Module sind nun dicht bewachsen, jedoch unregelmäßig, geringer Bewuchs vereinzelter Module überwiegt	Schienen sind weiterhin zu erkennen, jedoch nicht mehr so gut wie an den ersten Dokumentations-Tagen (ausschließlich unterer Bereich)	grün + vereinzelt rotbraun	Bewuchs in den Pflanzkübeln dehnt sich nun auch über den Gebäudevorsprung aus, enorm starkes Wachstum	In diesem Pflanzelement ist der Bewuchs am schwächsten, die Pflanzmodule des oberen Drittels erlangen keinen flächigen Bewuchs, dafür ist der Bewuchs in den Pflanzkübeln sehr stark	Bewölkter Tag; keine direkte Sonneneinstrahlung
21. Juni	Pflanztaschen nur noch im oberen Drittel zu erkennen	Bewuchs im unteren Teil, sowie mittig sehr dicht. Im oberen Drittel passt sich der Bewuchs langsam an, hier jedoch noch lange nicht so dicht.	Schienen sind weiterhin zu erkennen, jedoch nicht mehr so gut und nur noch im oberen Drittel	grün, sehr wenig rotbraune Stellen	Bewuchs wächst weiterhin stark über die Kübel hinaus (nach unten und nach oben)		An diesem Tag wurden die Bilder zu unterschiedlichen Uhrzeiten gemacht, während dieser Zeit wechselte das Wetter. Das Element "links" wurde bei Sonne fotografiert; Sonneneinstrahlung kommt aus Südwesten. Als die anderen Elemente dokumentiert wurden war es bewölkt; keine direkte Sonneneinstrahlung
05. Juli	Pflanztaschen nur noch im oberen Drittel zu erkennen	Bewuchs im unteren Teil, sowie mittig starker Bewuchs und sehr dicht. Im oberen Drittel passt sich der Bewuchs langsam an, hier jedoch noch lange nicht so dicht.	Schienen sind weiterhin zu erkennen, jedoch nicht mehr so gut und nur noch im oberen Drittel	grün, sehr wenig rotbraune Stellen	Bewuchs wächst weiterhin stark über die Kübel hinaus (nach unten und nach oben)		leicht bewölkter Tag; diffuses Licht

11.6 Materialien

11.6.1 Entscheidungsmatrix Inseleparkhalle

Entscheidungsmatrix Teil 1

ALLMANNSÄTTLERWAPPNER GMBH
TOPOTEK LANDSCHAFTSPLANUNG

KRITERIENMATRIX FASSADENBEGRÜNUNG STAND 1 JUNI 2011

	Vertico GmbH	90° de green	Schadenberg Combi Groen B.V.	ZinCo GmbH	Optigrün international AG	Helix Pflanzensysteme GmbH	Patrick Blanc
Stabilität Pflanzenwachstum (Living Wall)	stabil: Alle Pflanzen auf Frosthöhe und Gesundheit in der Wand getestet. Auch im Winter ansehnlich (laut Fa.).	stabil: durch ausgewogene Mischung/Auswahl möglich (laut Fa.)	robustes, ausgewogenes Pflanzensystem (laut Fa.), ökologischer Aspekt hervorgehoben (s.u.)	stabil laut Fa.: langfristiger Begrünungserfolg bei geringem Pflegeaufwand, (Nachteil: Systemlösung evtl unflexibel bei Pflanzenauswahl)	Systemlösung 'Fassadengarten' laut Fa. stabil dank Substrat, schnell geschlossene Begrünung nach wenigen Monaten (siehe Broschüre)	Helix 'Elegans' Living-Wall-System Efeu sehr robust	keine Aussage
Stabilität Pflanzenwachstum (Ranckerüst mit Kletterern und Rankern)	scheint robust, aber Angaben nur von Fa. -> für alle Firmen gilt: sinnvoll wäre Referenzobjekte (mind. 2 - 3 Jahre alt) besichtigen (s.u.) Aristolochia und Akebia: alle drei Kletterpflanzen robust, oft an Fassaden eingesetzt und anspruchslos	alle drei Kletterpflanzen robust, oft an Fassaden eingesetzt und recht anspruchslos	Efeu und Wilder Wein: robust und anspruchslos; wächst in Fugen		keine Art benannt ("Auswahl erfolgt nach Absprache mit dem Bauherrn")	Wisteria und Hydrangea werden gern an Fassaden eingesetzt, Hydrangea jedoch sehr empfindlich gegen Staunässe und Trockenheit - daher auf ausgewogene Bewässerung wert legen	
Stabilität Pflanzenwachstum (Fassadenbegrünung in Trögen)	Carpinus betulus 'Fastigiata Monument': langsam wachsend, pflegeleicht	durch Vielzahl an Pflanzen wird ausgewogene Mischung erreicht, bei der ein Ausfall einzelner Pflanzen schnell durch nebenstehende verdeckt wird	keine Art benannt		keine Art benannt ("Auswahl erfolgt nach Absprache mit dem Bauherrn")	Efeu sehr robust, wächst in Fugen!; Eryonymus empfindlich gegenüber Mehltau, langsam aufsteigend wachsend, wächst in Fugen!	
Optik (Living Wall)	bunte Mischung aus Blüh- und Blattschmuckstauden, Gräser, Farne, olivgrüner Hintergrund durch Moos (Vlies mit Taschen, anfangs überwiegt Moos, man sieht wenig von Unterkonstruktion)	bunte Mischung aus Blüh- und Blattschmuckstauden, Gräser, Farne (Vlies mit Pflanzensparungen, anfangs karg, man sieht wenig von Unterkonstruktion)	optisch sehr ansprechende, üppige Mischung (allerdings sieht man vertikale Einhängung für Elemente sehr stark)	Mischung aus Stauden, Gräser und kleineren Gehölzen ('Ornamental'), Bsp. Sonniger Standort: Alchemilla, Geranium, Heuchera, Polygonum, Pennisetum (Randkonstruktion evtl. auffällig -> vertikale Gliederung der Fassade)	üppiges Grün , große Abstände zwischen den Pflanzlöchern -> anfangs karg + evtl. größere kahle Stellen bei Ausfall einzelner Pflanzen (Alu-Kassettenkonstruktion mit Pflanzensparungen)	sehr trist und langweilig scheidet aus optischen Gründen aus	keine Aussage
Wintergrün	wintergrün bzw. immergrün , zusätzlich Moos als olivgrüner Hintergrund	wintergrün	immergrün bzw. wintergrün	wintergrün bzw. immergrün wenn gewünscht	Vegetationsruhe, wintergrün bzw. immergrün möglich wenn gewünscht	wintergrün	
Jahreszeitenaspekte	ganzjährig vielfältig , sowohl Blühaspekt als auch Herbstaspekt	ganzjährig vielfältig , sowohl Blühaspekt als auch Herbstaspekt	ganzjährig vielfältig , sowohl Blühaspekt als auch Herbstaspekt	Blühaspekte einzelner Stauden (z.B. Polygonum rot-pink, Alchemilla gelb), insgesamt aber vermutlich über das Jahr weniger Wandel	ganzjährig vielfältig , sowohl Blühaspekt als auch Herbstaspekt	keine (kein Herbstaspekt, keine auffällige oder farbige Blüte etc.)	
Besonderheit	Besonderer Winteraspekt geplant: Funkien ziehen ein, übrig bleiben Bergenia, Heuchera, Tiarella, Gräser und Farne = grüne und rote Bänder auf Moos Hintergrund (leider kein Bild)			System 'Carpet' flächiges, teppichartiges Erscheinungsbild, System 'Ornamental' aus Stauden, Gräsern und kleineren Gehölzen	flexibel in Farbe der Konstruktion (alle RAL) und der Befüllung (weiß, braun, rot)		
Optik (Ranckerüst mit Kletterern und Rankern)	großblättrige Aristolochia und kleinblättrige Akebia - schönes Formspiel; laut Fa. sofortige Wirkung in 2013 durch Vorkultivieren der Elemente; Aristolochia sehr schöne dichte Begrünung, Akebia oft stark überhängend	dichte Begrünung durch großblättrige Aristolochia und mittelgroße Blätter des Wilden Weins mit schöner Herbstfärbung, Baumwürger stark wuchernd - wirkt oft sehr verwildert	Efeu immergrün und dichte Belaubung, Wilder Wein großblättrig und leuchtend rote Herbstfärbung		keine Art benannt	Wisteria sinensis (Blauregen): üppig überhängende Kletterpflanze mit großen blauen Blütenständen), Hydrangea petiolaris (Kletterhortensie): weiße Blüten, gelbe Herbstfärbung, im Winter kahle rote Triebe	
Optik (Fassadenbegrünung in Trögen)	Säulenform in Trögen, Laub haftet im Winter	vielfältige Mischung mit vielen schönen Farbaspekten (zB. Gelbe Blüte der Kerria, rotes Laub des Physocarpus, immergrüne Lonicera)	keine Art benannt		keine Art benannt	Hedera helix 'Woernerii' (Efeu, immergrün, jedoch dann zweimal Efeu...) und Eryonymus fortunei 'Coloratus' (Kletterspindel, langsam wachsend, sehr schöne leuchtend rote Herbstfärbung)	

Abbildung 81: Teil 1 der Entscheidungsmatrix der in Frage kommenden Systemhersteller für das Begrünungssystem

Quelle: Erstellt durch Herrn Overberg (Allmann Sattler Wappner Architekten) erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt)

Entscheidungsmatrix Teil 2

ALLMANNSÄTTLERWAPPNER GMBH
TOPOTEK LANDSCHAFTSPLANUNG

KRITERIENMATRIX FASSADENBEGRÜNUNG STAND 1 JUNI 2011

Pflanzenkonzept (Living Wall)	variabel (vertiko-Sortiment: sommergrüne Blattschmuckstauden (z.B. Funkien), Gräser und Farne, sowie Moose für wintergrünen Aspekt) (Pflanzenliste liegt vor)	variabel aus ca. 30 Pflanzen (gemischt aus Blüh- und Blattschmuckstauden, Gräser, Farne) (Pflanzenliste liegt vor)	variabel , große Bandbreite an Pflanzenarten laut Bildmaterial (Pflanzenliste liegt nicht vor)	2 Systemlösungen , Anpassung der Systemlösung auf jeweiligen Standort und Klima möglich, Beratung durch Zinco (gesamte Pflanzenliste liegt nicht vor)	variabel , Auswahl aus dem Optigrün-Pflanzensortiment je nach Standort (Pflanzenliste liegt nicht vor); Skizze für Pflanzschema liegt vor; demnach Vielzahl an Pflanzenarten, u.a. Hydrangea paniculata, Eryonimus, Pachysandra, Perowskia, Prunus laurocerasus, Viburnum davidii, Luzula.	nur Efeu	keine Aussage
Besonderheit			Ziel ökologische Vielfalt für gesundes Gleichgewicht (und um Verkahlen und damit Winderosion des Substrats im Winter zu vermeiden)	zwei festgelegte Systeme: System 'Ornamental' und System 'Carpet' aus Sukkulenten (zB Sedumarten)	Systemlösung "Fassadengarten" mit hohem Grad an Anpassungsmöglichkeiten	(Bepflanzung flächendeckend nur mit Hedera helix 'Woernerii')	
Pflanzenkonzept (Ranckerüst mit Kletterern und Rankern)	Aristolochia macrophylla (Pfeifenblume) und Akebia quinata (Akebie)	Aristolochia macrophylla (Pfeifenblume), Parthenocissus quinquefolia (Wilder Wein), Celastrus orbiculatus (Baumwürger)	Hedera (Efeu) und Parthenocissus quinquefolia (Wilder Wein) als Beispiel vorgeschlagen. Können auch andere zum Einsatz kommen		keine Art benannt	Wisteria sinensis (Blauregen), Hydrangea petiolaris (Kletterhortensie)	
Pflanzenkonzept (Fassadenbegrünung in Trögen)	Carpinus betulus 'Fastigiata Monument' (Säulenhainbuche)	Ilex aquifolium (Weiße Stechpalme), Kerria japonica (Ranunkelstrauch), Physocarpus opulifolius (Rotblättrige Blasenspiere), Spiraea vanhouttei (Prachtspierstrauch), Lonicera maackii und L. tatarica (Heckenkirsche), Salix rosmarinifolia (Rosmarinweide), Spiraea betulifolia (Spierstrauch), Syringa prestoniae (Juniflieder), Corylus maxima (Bluthasel)	keine Art benannt		keine Art benannt	Hedera helix 'Woernerii' (Efeu) und Eryonimus fortunei 'Coloratus' (Kletterspindel) als System 'Hecke am laufenden Meter'	
Wartungs- und Pflegeaufwand (Pflegegänge) -> Kosten s.u.	1 bis 2 Pflegegänge pro Jahr: Rückschnitt, Wartung.	im 1. Jahr 4 Pflegegänge, danach 2 Pflegegänge pro Jahr	Pflegeaufwand abhängig vom gewählten Pflanzenmix	geringer Pflegeaufwand durch Systemlösung	Rückschnitt, Austausch von Pflanzen; Wartung der Technik	Fertigstellungspflege umfasst 14 Arbeitsgänge (inkl. Wartung Technik und visuelle Kontrolle der Bepflanzung)	keine Aussage
Technik	für alle Firmen gilt: ganzjährig automatische Versorgung (Bewässerung, Düngung, Schädlingsbekämpfung) - zusätzlich zu Pflegegängen regelmäßige Sichtkontrolle Technik und Bewässerungsanlage durch hauseigenen Betreuer und regelmäßiges Nachfüllen des Düngers						
Produktsicherheit/ Erfahrungswerte (Referenzen)	wenig Bilder, evtl wenig große Referenzprojekte	junges System (Patent 2010), Referenzen: kleine Flächen an Bürogebäuden, Wand LGS Die Garten Tulln (Landesgartenschau Österreich)	gute Erfahrungswerte, viele umgesetzte Projekte (laut Bildmaterial welches mitgeschickt wurde)	Fachfirma für Dachbegrünung, Referenz Living Wall: Begrünung Bürogebäude, Spundwände in Holland	Fachfirma für Gebäudebegrünung, Referenzprojekte siehe Bilder Broschüre (keine näheren Angaben)	Choren Industries, Freiberg, als "Hecke am laufenden Meter" auch für Müllplatzeinhausung	zahlreiche Referenzen
	für alle Firmen gilt: um dies bewerten zu können müsste Referenzliste abgefordert werden, zusätzlich Besichtigung von Projekten die mind 2 - 3 Jahre alt sind						
Angebotsbreite	alle drei Systeme	alle drei Systeme	alle drei Systeme	Living Wall Angebote noch in Bearbeitung	alle drei Systeme	alle drei Systeme	Living Wall
			weiterer Nachlass wenn Kran zu Verfügung gestellt werden; Optimierung im Stahlbau möglich				
Pflegekosten pa	Pflanzen vorkultiviert	nur tlw vorkultiviert	Pflanzen vorkultiviert		Pflanzen vorkultiviert	Pflanzen vorkultiviert	
Wartungskosten pa							
Summe pa			über 5 Jahres Zeitraum			Fa. geht davon aus, dass Pflegeaufwand im Anschluss an FSP reduziert werden kann	
Anbieter	Vertiko	90°green	Schadenberg	Zinco	Optigrün	Helix	Patrick Blanc
Lastannahmen			1350kg/m ³ Substratgewicht				
Vertikalbegrünung	55kg/m ²	110kg/m ²	300kg/m ² bei 0,3m Tiefe	110kg/m ²	85kg/m ²	65kg/m ²	
Ranksystem	1,5t/m ¹	500kg/m ¹	500kg/m ¹ bei 0,6x0,6m	-	-	500kg/m ¹	
Topfpflanzung	1,65t/m ¹ ca. 0,8x0,8m	450kg/m ¹ ca 0,5x0,5m	500kg/m ¹ bei 0,6x0,6m	-	500kg/m ¹ ca 0,6x0,6m	450kg/m ¹ ca 0,5x0,5m	
Entwurfskriterium Tragwerksplanung			Gewichtsreduktionen durch Einlagematerial möglich	Aktualität der Lastangaben ist zu hinterfragen			
Vertikalbegrünung	0,55kN/m ²						
Rank/Topfpflanzung	13,5 kN/m ³						
Wasserverbrauch	4L/m ² am Tag (Sommer)	-	4-5L/m ² am Tag (Sommer)	5-7L/m ² am Tag (Sommer)	5L/m ² am Tag (Sommer)	nicht nachvollziehbare Aussage	

Abbildung 82: Teil 2 der Entscheidungsmatrix der in Frage kommenden Systemhersteller für das Begrünungssystem

Quelle: Erstellt durch Herrn Overberg (Allmann Sattler Wappner Architekten) erhalten durch: Bäderland (Herr Schmidt)

11.6.2 Fotomaterialien Inseleparkhalle



Abbildung 83: Montage der Elementschienen
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 85: Pflanzelement kurz nach der Montage
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 84: Montage Pflanzelemente
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 86: Beleuchtung der Begrünungselemente
Quelle: Bäderland, Herr Schmidt



Abbildung 87: Aktuelle Begrünung (03.06.2017) Quelle: Eigenes Foto

11.6.3 Fotomaterialien Gebäude der MA 48



Abbildung 88: Gebäude der MA 48 ohne Begrünung
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss



Abbildung 89: Gebäude während der Montage
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss



Abbildung 90: Gebäude nach der Montage
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss



Abbildung 91: Gebäudebegrünung im Sommer
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss



Abbildung 92: Nahaufnahme der Pflanzkästen
Quelle: MA 22, Jürgen Preiss

12. Impressum

Titel der Bachelorarbeit:

Gebäudeoptimierung zur Klimaanpassung –
Möglichkeiten und Grenzen von
Fassadenbegrünung
Die Fassaden der Städte -
Zukunft einer nachhaltigen und grünen Entwicklung?

Hafencity Universität Hamburg

Bachelorstudiengang Stadtplanung
Sommersemester 2017

Projektbetreuung

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut
Michael Richter

Erstellt durch:

Britt Reincke
Matrikel-Nr. 6030908

Druck

Scharlau GmbH

Hamburg den, 16. August 2017

