

Diplomarbeit

Gebäudebegrünung

Evaluierung von Praxisumsetzungen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

Diploma Thesis

Green Building

Evaluation of practical implementations

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

von

Julian Strahberger

Matr.Nr.: 01325410

unter der Anleitung von

Betreuung: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Azra Korjenic**
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. BSc. **Erich Streit**
Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie
Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/207, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Juni 2023

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meinem Studium jederzeit sowohl fachlich als auch persönlich unterstützt und motiviert haben. Es war mir wichtig, ein Thema zu wählen, das auch einen Einfluss auf andere haben und Verbesserungen bewirken kann.

Besonderer Dank gilt meinem Betreuer Univ.-Ass. Dipl.-Ing. BSc. Erich Streit und Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Azra Korjenic für die fachliche Unterstützung, ihre hilfreiche Betreuung und ihr Engagement.

Weiters möchte ich meinen Eltern und meinem Bruder danken, die mich immer motiviert haben. Herzlichen Dank für eure Unterstützung und Geduld, diese haben wesentlich zum Abschluss dieser Arbeit beigetragen!

Zuallerletzt möchte ich mich bei meiner gesamten Familie, meinen Freundinnen und Freunden sowie bei meinen Studienkolleginnen und -kollegen bedanken. Jede Hilfe, ob klein oder groß, hat zum Gelingen dieser Diplomarbeit und zum Abschluss meines Studiums geführt.

Kurzfassung

Gebäudebegrünung - Evaluierung von Praxisumsetzungen

Gebäudefassaden werden in Städten durch den hohen Anteil an wärmespeichernden Asphalt- und Betonflächen sowie der dichten Bebauung zu einem wichtigen Mittel, um diese nachhaltiger zu machen. Durch Fassadenbegrünungen wird nicht nur dem urbanen Hitzeinseleffekt entgegengewirkt, in dem die Umgebungsluft abgekühlt wird, sondern es werden auch Feinstaubpartikel und Schadstoffe aus der Luft gefiltert und Kohlendioxid gebunden. Diese Diplomarbeit recherchiert und analysiert bereits errichtete oder in Bau befindliche Projekte mit einer Fassadenbegrünung anhand eines erstellten Fragebogens. Es werden auch noch die Fördermöglichkeiten für Fassadenbegrünungen in Österreich analysiert und danach die Methode und der Aufbau dieser Arbeit dargelegt.

Ziel war es, anhand von realisierten Projekten eine Entscheidungsmatrix zu erstellen, die bei zukünftigen Bauplanungs- und Entscheidungsprozessen hilft. Für die Recherche wurde ein Fragebogen an zahlreiche Projekte ausgesandt und ausgewertet. Nach der Analyse des Fragebogens wurden die wichtigsten Kriterien für die Umsetzung der fünf verschiedenen Fassadenbegrünungstypen zusammengefasst und in eine gewichtete Entscheidungsmatrix eingepflegt.

Aus den Antworten der Umfrage war zu erkennen, dass der Großteil sich aus Überzeugung für eine Fassadenbegrünung entschieden hat. Anreize dabei waren die Aufwertung des Gebäudes und ökologische Aspekte, aber auch ein Nutzen angesichts besseren Wohlbefindens und eines geringeren CO₂ Ausstoßes waren den Projektbeteiligten wichtig. Kostentechnisch lagen die Kosten bei etwa 420 €/m² begrünter Fläche oder ungefähr 2,48 % der Gesamterrichtungskosten, unabhängig vom Begrünungstypen. Auch die Zufriedenheit mit der Fassadenbegrünung war bei allen Beteiligten grundsätzlich hoch.

Abstract

Green Building - Evaluation of practical implementations

Façades of buildings in cities are becoming an important means of making cities more sustainable due to the high proportion of heat-storing asphalt and concrete surfaces and dense development. Green building not only counteracts the urban heat island effect by cooling the ambient air, it also filters particulate matter and pollutants out of the air and binds carbon dioxide. This diploma thesis researches and analyzes projects with green façades which already exist or are under construction by using a questionnaire. The funding for green façades in Austria were also analyzed and then the method and structure of this work will be pointed out.

The aim was to create a decision matrix based on completed projects, which would serve as a decision-making aid for future projects and help with the construction planning and decision-making processes. For the research, a questionnaire was sent to numerous projects and the data was evaluated. After analyzing the answers of the questionnaire, the most important criteria for the implementation of the five different types of green façades were summarized and implemented into a weighted decision matrix.

The responses of the survey showed that most of the participants had decided in favor of façade greening out of conviction. Incentives were the upgrading of the building and ecological aspects, but also a benefit in terms of better well-being and lower carbon dioxide emissions were important to the participants. The costs of green façades were around 420 €/m² or about 2,48% of the total construction costs, regardless of the greening type. The satisfaction among all those involved was also generally high.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Motivation.....	1
1.3	Aufbau der Diplomarbeit	2
2	Grundlagen	3
2.1	Merkmale von Gebäudebegrünungen.....	3
2.2	Vor- und Nachteile	5
2.2.1	Vorteile	6
2.2.2	Nachteile	7
2.3	Bautechnische Grundlagen.....	8
2.3.1	Fassadentypen.....	8
2.3.2	Brandschutz	9
2.3.3	Statik	10
2.3.4	Baustoffe	11
2.3.5	Substrate.....	11
2.3.6	Bewässerung	12
2.3.7	Bauschäden	13
2.4	Systematik	14
2.4.1	Kategorie I: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern.....	16
2.4.2	Kategorie II: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen	17
2.4.3	Kategorie III: Troggebundene Vertikalbegrünung.....	18
2.4.4	Kategorie IV: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern	20
2.4.5	Kategorie V: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern	21
3	Förderungen.....	23
3.1	Wien.....	23
3.2	Linz	24
3.3	Graz	25
3.4	Restliches Österreich	25
4	Methodik.....	26
4.1	Vorgehensweise	26
4.2	Umsetzungsbeispiele.....	26
4.3	Empirische Arbeit.....	27
4.4	Auswertung	28
4.5	Fragebogen.....	28

5	Auswertung	30
5.1	Fragebogen.....	30
5.2	Bauplanungs- und Entscheidungsprozesse	48
5.3	Kosten und Finanzierung	50
5.4	Entscheidungsmatrix.....	51
6	Ausblick.....	56
7	Anhang.....	59
7.1	Fragebogen.....	59
7.2	Abbildungsverzeichnis	68
7.3	Tabellenverzeichnis	68
8	Literaturverzeichnis	69

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Durch die stetige Zunahme an Hitzetagen [1] rücken Grünflächen in Städten mehr und mehr in den Fokus um diesem Trend entgegenzuwirken. Die Schaffung von neuen Grünflächen ist dabei in Städten durch den allgemeinen Platzmangel, besonders schwierig. Eine zielführende Alternative sind hier Gebäudebegrünungen, denn Dächer und Fassaden der Häuser sind in den meisten Fällen ungenutzt und stehen somit theoretisch für eine Begrünung zur Verfügung. Derzeit fehlt es noch an Entscheidungshilfen für interessierte BauherrInnen, deshalb wurden in dieser Diplomarbeit bereits verwirklichte Umsetzungsbeispiele zum Thema Fassadenbegrünung recherchiert und anschließend analysiert. Ziel der Arbeit ist es, eine Übersicht vieler Beispiele aus ganz Österreich in Form einer Entscheidungsmatrix zu erstellen und daraus Empfehlungen für zukünftige Bauprojekte zu formulieren und Interessierten eine Art der Entscheidungshilfe an die Hand zu geben.

1.2 Motivation

Der durch den Klimawandel ausgelöste weltweite Temperaturanstieg ist vor allem in Gebieten mit dichter Bebauung, also größtenteils in Städten, deutlich zu spüren und bereits mehrfach nachgewiesen [2]. Laut einer Studie [3] werden die durchschnittlichen Temperaturen bis zum Jahr 2050 im Sommer und Winter um 3,5°C beziehungsweise 4,7°C steigen. Zusätzlich ist auch die Feinstaubbelastung in Städten höher als zum Beispiel am Land. Fassadenbegrünungen können diesen Effekten entgegenwirken. Sie führen weiters zu einem höheren Wärme- und Sonnenschutz, wodurch die Pflanzen in heißen Jahreszeiten den Kühlbedarf verringern können. Die Bepflanzung bewirkt eine Kühlung der Umgebungsluft und nimmt Feinstaub aus der Luft auf [4] [5]. Die Möglichkeiten um Gebäudefassaden in Wien auf eine begrünte Fassade umzustellen, wären vorhanden, da rund 12.000 Hektar Fassadenfläche zur Verfügung stehen. Dabei wären nach Schätzungen bei rund 60 Prozent eine technische Umsetzung möglich [6] [7]. Diese Arbeit soll EntscheidungsträgerInnen eine Hilfestellung geben, Fassadenbegrünungen nicht als hohe

Aufwendung zu sehen, die nur einem Eigennutzen dient, sondern auch als Investition in eine lebenswertere Nachbarschaft und Stadt.

1.3 Aufbau der Diplomarbeit

Das zweite Kapitel befasst sich mit den Grundlagen der Gebäudebegrünung und geht dann auf die verschiedenen Möglichkeiten einer Fassadenbegrünung ein. Es werden zudem auch die positiven und negativen Aspekte einer Begrünung auf den Menschen, seine Umgebung und die Umwelt dargelegt. Weiters wird in Kapitel 3 auf die Förderungen in Österreich eingegangen, um einen Überblick über finanziellen Fördermöglichkeiten zu schaffen.

In Kapitel 4 wird auf die Vorgehensweise, die Recherche der Umsetzungsbeispiele, die empirische Arbeit, die Auswertung und den Fragebogen eingegangen, der verwendet wurde, um die erforderlichen Daten zu erlangen.

In Kapitel 5 werden die Rückmeldungen aus den beantworteten Fragebögen ausgewertet, die Bauplaungs- und Entscheidungsprozesse und die Kosten und Finanzierung solcher Projekte eruiert. Mit Hilfe dieser Analyse wird die Entscheidungsmatrix erstellt, um damit eine Übersicht beziehungsweise eine Entscheidungshilfe für zukünftige Projekte zu schaffen.

Kapitel 6 gibt einen Ausblick auf die Thematik der Fassadenbegrünung mithilfe der Ergebnisse aus Kapitel 5.

2 Grundlagen

Die Gebäudebegrünung lässt sich in die zwei Kategorien Dachbegrünung und Fassadenbegrünung teilen. Bei Dachbegrünungen handelt es sich um die Bepflanzung von Gebäudedächern. Sie können mit allen Dachtypen kombiniert werden, deren Gefälle nicht zu groß ist und teilen sich in die zwei Arten, nämlich extensive und intensive Begrünung, auf. Die extensive Dachbegrünung kennzeichnet sich durch einen dünn-schichtigen Aufbau. Sie ist pflegeleicht und somit kostengünstig, jedoch nicht zur aktiven Nutzung geeignet. Es kommen vorwiegend Pflanzen zum Einsatz, die sich an Temperaturschwankungen und starken Unterschieden im Wasserangebot anpassen können. Bei der Intensivbegrünung ist eine Nutzung wie beispielweise die eines Dachgartens erwünscht. Für diesen Nutzungszweck sind jedoch durch dickere Vegetationsschichten und einer aufwendigen Wasser- und Nährstoffversorgung höhere Anforderungen an die Statik und Pflege nötig [8] [9].

Als Fassadenbegrünung wird die planmäßige Begrünung von vertikalen Gebäudeflächen mit Kletterpflanzen, Pflanzen in Modulsystemen und Trogpflanzen bezeichnet. Es gibt drei Arten der Fassadenbegrünung: die bodengebundene, die trogebundene und die wandgebundene Begrünung. Bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung wird die Kletterpflanze in gewachsenem Boden am Fuß der Fassade gepflanzt und entweder mit oder ohne Kletterhilfe ausgeführt. Die trogebundene Begrünung kann sowohl am Boden ausgeführt als auch in die Fassade integriert werden. Die wandgebundene oder auch fassadengebundene Begrünung zeichnet sich durch eine an der Fassade befestigte Konstruktion aus, an der Module, Regale und Flächensysteme für eine Begrünung sorgen [10].

2.1 Merkmale von Gebäudebegrünungen

Ziel der Dissertation „Fassade und Pflanze – Potenziale einer neuen Fassadenbegrünung“ war es *„eine Untersuchung zu Sachstand, Motivation und Zukunftseignung der weltweit zunehmenden Fassadenbestimmung als funktionale und ästhetische Fusion von Vegetation und vertikalen Bauteilen“* [5, p. 13] durchzuführen. Zunächst wurde durch eine Literaturstudie der allgemeine Forschungsstand geklärt, der dann die positiven Effekte einer

Fassadenbegrünung erläutert, die in dieser Arbeit in Kapitel 2.2.1 erklärt werden. Den Sachstand zu bau- und pflanzenbedingten Schadensverläufen aufzeigt und die Varianz der Systeme und Planzenauswahl erklärt. Zudem erfolgte eine Auswertung zu den Bauweisen wie boden- oder fassadengebundener Begrünung, die später in Kapitel 2.4 noch genauer beschrieben werden. Die zentrale Fragestellung, ob durch einen Informationsmangel oder Anwendungsfehler, die zu einer negativen Wirkkette führen können, überwunden wird, lässt sich durch den erreichten Forschungsstand positiv beantworten. Der Aufbau dieser Arbeit zu den behandelten Punkten trägt dazu bei, Gebäudebegrünungen in Zukunft als wichtigen und nachhaltigen Beitrag zu Stadtbild und Stadtklima aufzuzeigen [5].

Die Arbeit „Entwicklung eines Modells zur Bewertung der ökologischen, ökonomischen und energetischen Auswirkungen fassadengebundener Begrünungssysteme“ knüpft an eine bereits abgeschlossene Diplomarbeit an, die sich mit den ökologischen Auswirkungen von Vertikalbegrünung mittels einer Lebenszyklusanalyse befasst, diese bewertet und die ökonomischen Auswirkungen untersucht. Dabei werden bodengebundene und fassadengebundene Begrünungssysteme betrachtet und jeweils eine Lebenszyklusanalyse von der Herstellung bis zur Entsorgung durchgeführt. Das Ziel dieser Diplomarbeit ist die Entwicklung eines Modells, bei dem objektbezogen der ökonomische Aufwand, der ökologische Nutzen und die energetische Einsparung abgeschätzt werden können. In einer Kosten-Nutzen-Analyse werden die Auswirkungen in persönliche und soziale Effekte unterteilt, um diese besser bewerten zu können. Das Modell wird abschließend an vier Anwendungsfällen untersucht, um seine Möglichkeiten aufzuzeigen und sowohl die ökonomischen als auch ökologischen Auswirkungen zu erläutern. Die Arbeit verdeutlicht, dass die Mehrheit der Eignungen derzeit nur qualitativ bewertet werden können und deshalb im Modell nicht berücksichtigt werden. Dadurch kann zu den Begrünungssystemen keine wirtschaftliche Aussage getroffen werden und es bedarf daher weiterer Forschung und Entwicklung am Modell [6].

Einen Überblick über Fassadenbegrünungen in Österreich und deren zukünftige Chancen sowie deren innovatives Feld gibt die Arbeit „Fassadenbegrünung – Innovation und Chance“. Anhand von zwei

unterschiedlichen Systemen wurde ein „*planungstheoretischer Ansatz hinsichtlich Konstruktion, Pflanzen- und Materialwahl ausgearbeitet*“ [11, p. 5]. Diese Erhebung zeigt Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten der begrünten Systeme auf. Des Weiteren werden Aufbau und Argumentation verschiedener Fassadenbegrünungsarten erläutert und ein Kostenvergleich der Systeme beschrieben. Zusätzlich wurde der ökologische Fußabdruck mit einer CO₂ Bilanz ermittelt und eine Entscheidungshilfe für potenzielle BauherrInnen erstellt [11].

Die Masterarbeit „Gebäudebegrünungen als eine Strategie zum Entgegenwirken des urbanen Hitzeinseleffekts (UHI-Effekts)“ untersuchte, inwiefern Begrünungen von Fassaden, Dächern und Innenhöfen einen Beitrag leisten, das Mikroklima zu verbessern und das menschliche Wohlbefinden zu steigern. Außerdem soll ein Beitrag geschaffen werden, um die sommerliche Überhitzung von Städten zu minimieren und Maßnahmen für ihre Reduktion darzustellen. Mittels SWOT-Analyse wurden positive und negative Effekte sowie Möglichkeiten und Risiken dargestellt und dadurch strategische Konsequenzen abgeleitet. Anschließend wurden aktuelle Projekte aufgezeigt und mit Hilfe eines Fragebogens Eindrücke von GebäudenutzerInnen eruiert und ausgewertet. Die Literaturrecherche und ein Expertengespräch bestätigten, dass Gebäudebegrünungen geeignete Maßnahmen gegen den UHI-Effekt sind. In der Umfrage stufen auch die GebäudenutzerInnen die Auswirkung der Begrünung positiv ein.

2.2 Vor- und Nachteile

Eine Fassadenbegrünung bringt viele Vorteile, die sich nicht nur auf das angewendete Gebäude auswirken wie einen Wiedererkennungswert [12], sondern auch auf den Menschen und die nähere Umgebung. Es entstehen aber auch Nachteile, die einen Einfluss auf die Realisierung eines Bauprojektes haben können, unter anderem durch hohe Kosten [13]. Die genaueren Vor- und Nachteile werden nachfolgend aufgezeigt.

2.2.1 Vorteile

Menschliches Wohlbefinden

Für den Menschen bringt eine Begrünung viele Vorteile, die sich sowohl physisch als auch psychisch auswirken:

- **Verdunstung und Verdunstungskälte** führen zu einer Abkühlung der Umgebungsluft und minimieren somit städtische Hitzeinseln [14].
- Die **Luftqualität** wird durch die Produktion von Sauerstoff verbessert und es werden durch Filterwirkung Schadstoffe gebunden [4] [5].
- Der **Lärmschutz** wird durch die Reflektionsfähigkeit der Pflanzenblattmasse und der Absorptionsleistung des Substrats verringert [15].

Außerdem führt sie laut [16]:

- zu einer Verbesserung des **psychischen Wohlbefindens** und der Aufenthaltsqualität ,
- zum **Stressabbau** und
- zu besseren **Zufriedenheitswerten** der BewohnerInnen.

Biodiversität

- Begrünungen dienen Tieren als **Ersatzhabitat** [17] und
- erhöhen die **Artenvielfalt** von Pflanzen und Tieren [17].

Schutz der Bausubstanz

Ein praktischer Nebeneffekt von Fassadenbegrünungen ist der Schutz der Bausubstanz:

- Durch einen dichten Blattvorhang kann der **Schutz gegen mechanische Umwelteinflüsse** wie Wind oder Hagel gesteigert werden [10].
- Ebenfalls hilfreich sind Begrünungen gegen **Vandalismus und Graffiti** auf Fassaden [10] und
- sie helfen auch gegen Spechte und Spechtlöcher, da hier bereits unbegrünte engmaschige Ranksysteme reichen [18].

Entlastung des Kanalsystems

Durch die Fassadenbegrünungen kommt es zum **Rückhalt und zur Speicherung** von Regenwasser, was besonders bei Starkregenereignissen zur Entlastung des Kanalsystems und der Kläranlagen beiträgt [5]. Durch die Verdunstung kommt es dann, wie bereits beschrieben, zu einer Abkühlung der Umgebungsluft.

Städtebau

Durch die dichte Bebauung in Städten und einem Mangel an Grünflächen [19] werden **Restflächen** an der Fassade genutzt und so der Anteil an Vegetationsflächen erhöht. Die Bausubstanz wird durch eine begrünte Fassade auch aufgewertet und verbessert somit die **Ästhetik** und das Stadtbild.

Wärmedämmfunktion

Fassadengebundene Systeme können aufgrund ihres Schichtaufbaus als zusätzliche Wärmedämmung wirken. Es kommt zu einer Pufferwirkung, die temperaturbedingte Spitzenwerte mindert [10].

2.2.2 Nachteile

Kosten

Die Errichtungskosten eines vertikalen Begrünungssystems sind meist hoch, vor allem wenn etwa bei Bestandsgebäuden aufwendige Konstruktionen für die Fassade benötigt werden. Zusätzlich fallen dann auch noch jährliche Pflege- und Wartungskosten an, wenn diese nicht selbst durchgeführt werden.

Pflege

Fassadenbegrünungen benötigen mehrmals im Jahr eine **Wartung und Pflege**, um eine Verwilderung und in weiterer Folge Bauschäden zu verhindern. Das Ausmaß der Pflege und Instandhaltung wird von der Begrünungsform (fassadengebundenes System, Selbstklimmer, Gerüstkletterpflanzen etc.) und der Pflanzenauswahl vorgegeben. Bei bodengebundenen Systemen mit Kletterpflanzen sind halbjährlich Pflegemaßnahmen durchzuführen. Eine regelmäßige Sichtkontrolle führt zudem zum Erkennen von Maßnahmen.

Fassadengebundene Systeme hingegen müssen durch ihre technische Komplexität im Intervall gepflegt und gewartet werden, um einen Ausfall der Technik und weitergehende erhebliche Schäden zu verhindern [10].

Bausubstanz

Eine intakte Bausubstanz und Gebäudehülle sind eine Grundvoraussetzung für eine Begrünung. Die Fassade sollte vor der Errichtung auf Abplatzungen, Rissbildungen, ablösende Anstriche und Aussandungen genauestens kontrolliert werden. Insbesondere bei selbstklimmenden Pflanzen müssen etwaige Schäden zuerst behoben werden, da diese die Zerstörung der Substanz fördern. Bei außen angebrachten Wärmedämmverbundsystemen kann es außerdem durch die größer dimensionierten Befestigungspunkte möglicherweise zu Wärmebrücken kommen [10].

2.3 Bautechnische Grundlagen

Es sind einige Faktoren zu beachten, um Schäden an der Konstruktion zu vermeiden. Man muss wie bereits im Unterkapitel 2.2.2 erwähnt auf eine intakte Bausubstanz achten und ein geeignetes System für den Fassadentypen verwenden. Zudem sollte ausschließlich Fachpersonal bei der Planung, Errichtung und Pflege eingesetzt, sowie ein statischer Nachweis erbracht werden [10]. Die ÖNORM L 1136 legt dabei für Fassadenbegrünungen von Bauwerken die Grundsätze und Anforderungen fest.

2.3.1 Fassadentypen

Die Wahl des Begrünungssystems hängt auch vom jeweiligen Fassadentyp ab. Die in Österreich am häufigsten vorkommenden Typen sind das Außenwand-Wärmedämmverbundsystem (WDVS), die Massivwand und die vorgehängte, hinterlüftete Fassade. Diese 3 Typen werden näher erläutert:

Außenwand-Wärmedämmverbundsystem

Dieser Typ besteht aus Dämmplatten die auf einem tragfähigen Untergrund wie Ziegel, Beton oder etwa Kalksandstein befestigt werden. Die Befestigung erfolgt durch Kleben, Dübeln, eine Kombination von Kleben und Dübeln oder

durch Profile. Auf dem Wärmedämmstoff befindet sich noch ein Putz, der aus mehreren Schichten bestehen kann.

Eine Kombination von Wärmedämmverbundsystemen und Selbstklimmern ist nicht empfehlenswert, da der Putz im Normalfall nicht darauf ausgelegt ist. Ebenso wird diese Variante von den Putzherstellern nicht für Begrünungen angegeben.

Massivwand

Bei der Massivwand kommt am häufigsten das Ziegelmauerwerk in Verbund mit Mörtel oder die (Stahl-)Betonmauer vor. Sie eignen sich deshalb sehr gut für Fassadenbegrünungen, da keine zusätzlichen bautechnischen Vorkehrungen durchzuführen sind [10].

Vorgehängte, hinterlüftete Fassade

Dieser Fassadentyp ist eine mehrschichtige Außenwandkonstruktion und besteht aus Fassadenbekleidung, Hinterlüftungszone, Dämmschicht, Unterkonstruktion und einem tragfähigen Untergrund. Es muss jedenfalls darauf geachtet werden, dass die Hinterlüftung sowie der Be- und Entlüftungsbereich von Bewuchs freigehalten werden.

2.3.2 Brandschutz

Auch bei begrünten Fassaden muss auf den Brandschutz geachtet werden. Dabei kommt es auf das Brandverhalten der verwendeten Materialien und eine Einschränkung der Brandweiterleitung über die Fassade an. Vorgehängte Fassaden bekommen hier ein besonderes Augenmerk, da es im Brandfall durch den Hinterlüftungsraum zur Kaminwirkung kommen kann und somit die Brandweiterleitung beschleunigt wird.

Eine Regelung zum Brandschutz befindet sich in der OIB Richtlinie 2 unter Punkt 3.5. Für die Gebäudeklassen 1 bis 3 gibt es nur Anforderungen an das Brandverhalten für die Einzelkomponenten beziehungsweise die Gesamtkonstruktion. Bei den Gebäudeklassen 4 und 5 kommen zu den Anforderungen an das Brandverhalten zusätzlich noch Anforderungen bezüglich Brandweiterleitung und Herabfallen großer Fassadenteile hinzu [20]. So muss nachgewiesen werden, dass es zu einer wirksamen Einschränkung der Brandweiterleitung und zu keinem Herabfallen großer Teile kommt. So muss es

einen vertikalen Schutzabstand der Begrünung von mindestens 1,0 m zur brennbaren Dachkonstruktion geben. Die Ergebnisse von Klein- und Großbrandversuchen, durchgeführt durch die Universität für Bodenkultur und die MA39, gelten als Leitfaden einer brandschutztechnischen Einschätzung einer Fassadenbegrünung.

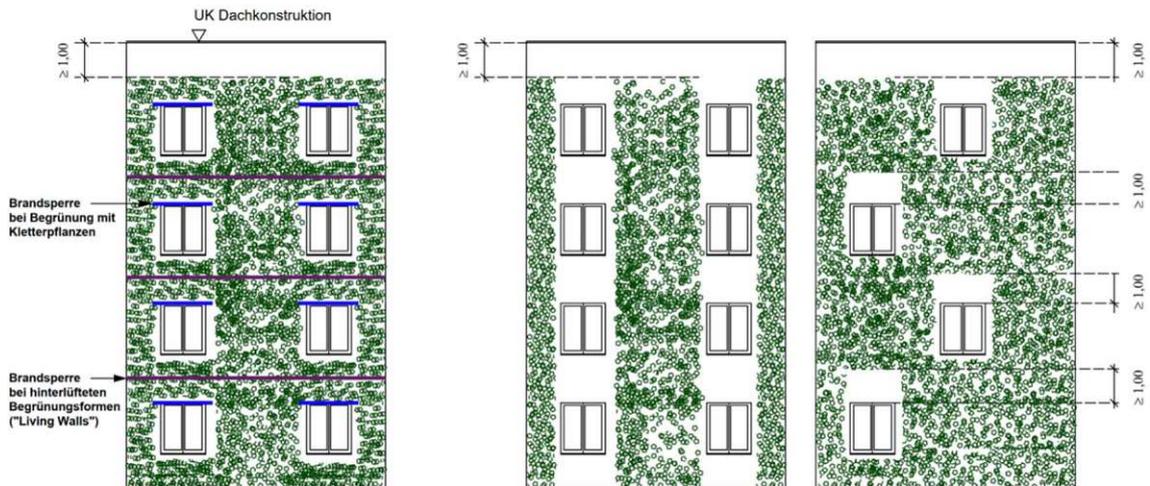


Abbildung 1: Nachweisfreie Varianten der Montage von Fassadenbegrünungen in den Gebäudeklassen 4 und 5 [10]

Sie befassen sich mit Punkten wie maximaler Geschoßanzahl, einer Brandschutzabschottung zwischen den Geschoßen und vertikalen und horizontalen Schutzabständen (siehe). Durch ihre Einhaltung können die Konstruktionen auch nachweisfrei ausgeführt werden [10].

2.3.3 Statik

Die statische Sicherheit der Bestandsfassade oder des neuen Projektes in Kombination mit der Fassadenbegrünung müssen nachgewiesen werden. Dabei kommt es zu einer Beurteilung der Konstruktion und der einwirkenden Lasten wie Schnee, Wind und Eis durch einen Statiker. Bei selbstklimmenden Pflanzen muss darauf geachtet werden, dass der Putz am Bestandsobjekt intakt ist und seine Qualität stimmt.

Selbstklimmer, also Pflanzen die ohne Mithilfe eines Ranksystems Wände erklimmen können, sind nach der Richtlinie für Planung, Bau und Instandhaltung

von begrünbaren Flächenbefestigungen 2018 an folgenden Oberflächen als geeignet oder ungeeignet, wie in Tabelle 1 ersichtlich, aufgezählt [21].

Tabelle 1: Oberflächeneignung für Selbstklimmer [21]

geeignet	ungeeignet
Betonuntergründe	Glas
Ziegeluntergründe	Kunststoff
Hohl- und Vollblocksteine	sandige Flächen
Holzuntergründe	stark reflektierende Flächen
Untergründe aus profilierten Blechen	dunkle Oberflächen
sonstiges Bestandsmauerwerk	

2.3.4 Baustoffe

Die am besten geeigneten Materialien für eine Fassadenbegrünung sind Metall, Holz und Kunststoff. Metall wird häufig zur Befestigung von Rankhilfen und für Behältnisse eingesetzt. Es weist bei entsprechender Behandlung (Korrosionsschutz) eine gute Dauerhaftigkeit auf. Um Kontaktkorrosion zu vermeiden, dürfen hochwertige Komponenten aus Edelstahl nicht mit minderen Metallen verbaut werden.

Bei Holz muss für die Nutzungsdauer die geeignete Holzart abgestimmt werden. Zudem ist Holz als Kletterhilfe nur bedingt einsetzbar. Kunststoffe müssen, wenn sie als Rankhilfe verwendet werden, bei direkter Sonneneinstrahlung auf ihre UV-Beständigkeit geprüft werden.

2.3.5 Substrate

Bei Substraten handelt es sich um Schüttstoffe, die in unterschiedlicher Zusammensetzung verschiedener Materialien vorkommen und deren Eigenschaften sich aus ihrer Zusammensetzung bilden. Es besteht ein Unterschied zwischen Substraten für bodengebundene, troggebundene und wandgebundene Begrünungssysteme. Während bei der bodengebundenen Begrünung Oberboden und Pflanzenerde verwendet werden kann, sind diese Erden für die wandgebundenen Systeme einerseits zu schwer und andererseits durch ihr ungünstiges Porenvolumen auch leichter zu verdichten und zu verschlämmen. Deshalb wird bei troggebundenen und wandgebundenen

Systemen auf Substrate gesetzt, die ein geringes Gewicht und dennoch eine gute Formstabilität aufweisen.

Zusätzliche Gewichtsersparnis erfolgt durch Verwendung von Substratersatzstoffen wie Vliese und Steinwolle. Diese Materialien sind vor allem aus dem Gemüseanbau bekannt und sollten in jedem Fall mit Nährstoff- und Wasserzuleitungsebenen eingesetzt werden, wenn sie als Pflanzenträgerebene dienen. Es ist aber darauf zu achten, dass manche Pflanzengesellschaften nicht oder sehr schlecht auf Vlies beziehungsweise Steinwolle wachsen [10].

2.3.6 Bewässerung

Bei der fassadengebundenen Begrünung ist die Planung einer Bewässerungsanlage je nach Objekt und System erforderlich. Der Trend geht in Richtung vollautomatisierter Anlagen die bedarfsgerecht anstatt zyklisch bewässert werden. Dadurch wird einem System nur so viel Wasser zugefügt, wie es verdunsten kann. In den Wintermonaten ist besonders darauf zu achten, dass alle Wasseranschlüsse und Leitungen vor Frosteinwirkung geschützt sind. Das kann durch Wartung oder mittels technischer Vorrüstung erfolgen, es sollte auch ermöglicht werden, dass sich die Verteilerleitungen automatisch entleeren [10].

Auch bei bodengebundenen Begrünungen wird eine automatische Bewässerung empfohlen. Durch ein höheres Substratvolumen ergibt sich, absolut gesehen, eine erhöhte Speicherfähigkeit, wodurch der Pflanze Wasser länger zur Verfügung steht.

Die am häufigsten eingesetzte Bewässerungsmethode ist das Niederdrucksystem. Es ist wartungsexensiv, hat einen geringen Wasserverbrauch und kann durch ein Kreislaufsystem mit Regenwasserverwendung zusätzlich Wasser einsparen. Für das fassadengebundene System wird die Tropfbewässerung bevorzugt. Diese kann ober- und unterirdisch erfolgen. Der Wirkungsgrad gegenüber anderen Bewässerungstypen ist bei beiden Varianten höher. Ein weiteres, womöglich zukunftsweisenderes System ist die Nebelanlage. Diese führt, neben der Bewässerung der Pflanzen, zur Temperatursenkung und Staubbindung und unterstützt somit die positiven Effekte einer Fassadenbegrünung [10].

2.3.7 Bauschäden

Die Ursachen von Schäden an einer Fassadenbegrünung können laut Pfoser [5] neben einer schlechten Bausubstanz in drei Kategorien eingeteilt werden:

- bautechnische Planungsfehler
- ungeeignete Begrünungsform beziehungsweise Pflanzenauswahl
- mangelhafte beziehungsweise ausbleibende Pflege und Wartung

Diese Fehler können sich auf die Bausubstanz der Fassade, die Sekundärkonstruktion und die Pflanzenentwicklung auswirken. Die Schadensursache einer ungeeigneten Planzenauswahl führt zum Beispiel dazu, dass Selbstklimmer die Wandoberfläche durch ihre Haftorgane beschädigen oder das Bauteilverfärbungen durch abgegebene beziehungsweise ausgewaschene Pflanzeninhaltsstoffe entstehen. Empfindliche Bauteile können überwachsen werden, sich lösen oder verformt und in weiterer Folge somit zerstört werden. Weitere Schadensbilder sind Pflanzen, die durch ihren Einwuchs in Risse und Fugen Feuchtigkeit in die Fassade transportieren, und mechanische Schäden infolge von unterschätztem Gesamtgewicht. Um Schadensbildern wie der Durchfeuchtung der Bausubstanz, der Zerstörung von Beschichtungen und Putz, Kondensatbildung in der Dämmungsebene und der Verstärkung von Rissen vorzubeugen, sollte eine gute interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Architekt, Landschaftsarchitekt und Botaniker bestehen.

2.4 Systematik

Mit Erscheinen der ÖNORM L 1136 werden Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle von Vertikalbegrünungen im Außenraum gestellt. Zudem unterteilt die Norm Fassadenbegrünungen in folgende fünf Kategorien:

- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmer,
- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen,
- Troggebundene Vertikalbegrünung,
- Wandgebundene Vertikalbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern und
- Wandgebundene Vertikalbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern [22].

Folgend werden die Begrünungskategorien näher erläutert „*sowie deren Aufbau, Funktionsweise und die eingebauten Materialien dargestellt und beschrieben*“ [6, p. 10].

Bodengebundene Vertikalbegrünung

Diese Art wird, wie der Name schon erklärt, im Boden vor der Fassade gepflanzt und benötigt im Normalfall keine zusätzliche Bewässerung [10]. Die Höhe der Begrünung hängt von der gewählten Kletterpflanze ab. Es sollte außerdem auf eine angemessene Dimensionierung der Pflanzgrube geachtet werden, damit genug Wurzelraum vorhanden ist und somit Folgeschäden an der Straßenbefestigung oder anderer Bauteile vermieden werden [10]. In der nachfolgenden Tabelle 2 werden Vor- und Nachteile der bodengebundenen Vertikalbegrünung erwähnt [10]:

Tabelle 2: Vor- und Nachteile einer bodengebundenen Vertikalbegrünung [10]

Vorteile	
	kostengünstig
	wenig Pflegeaufwand
Nachteile	
	geeignete Standorte nicht immer vorhanden (Stadt)
	großflächige Begrünung dauert länger

Die bodengebundene Vertikalbegrünung kann mit Selbstklimmern oder mit Rankhilfen und Kletterpflanzen ausgeführt werden.

Troggebundene Vertikalbegrünung

Dieses System kann sowohl am Boden mit der bodengebundenen Fassadenbegrünung, als auch mit den wandgebundenen Systemen kombiniert werden und ist somit universal einsetzbar.

Wandgebundene Vertikalbegrünung

Diese Begrünungsart wird an einer Konstruktion an der Fassade befestigt und es „besteht keine Verbindung zwischen Vegetationsträger und gewachsenem Boden“ [10, p. 79]. Dabei kommen wandgebundene Vertikalbegrünung mit teil- und vollflächigen Vegetationsträgern vor. In Tabelle 3 werden die Vor- und Nachteile der wandgebundenen Vertikalbegrünung aufgezeigt:

Tabelle 3: Vor- und Nachteile einer wandgebundenen Vertikalbegrünung [10]

Vorteile	
	Begrünung höherer Teile von Fassaden
	Begrünung von Fassaden ohne Bodenanschluss
	Viele Pflanzenarten können eingesetzt werden
	Sehr rasche Begrünung unbegrenzt großer Fläche
Nachteile	
	Herstellung ist kostenaufwändig (~300-2000€/m ²)
	Höherer Pflegeaufwand

2.4.1 Kategorie I: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern

Bei dieser Begrünung erfolgt ein direkter, vollflächiger Bewuchs ohne Hilfsmittel mit selbstkletternden Pflanzen (siehe Abbildung 2) wie etwa wildem Wein oder Efeu. Dabei muss wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben ein intakter Fassadenzustand vorhanden sein.

Die Vorteile der bodengebundenen Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern sind niedrige Kosten für die Errichtung, Pflege und Bewässerung nur bei Bedarf und größere Wartungsintervalle. Nachteilig ist eine eingeschränkte Gestaltung und Vielfalt sowie eine längere Dauer bis zum Erreichen des Begrünungsziels (Deckungsgrad) verglichen zu anderen Systemen [10] [22].

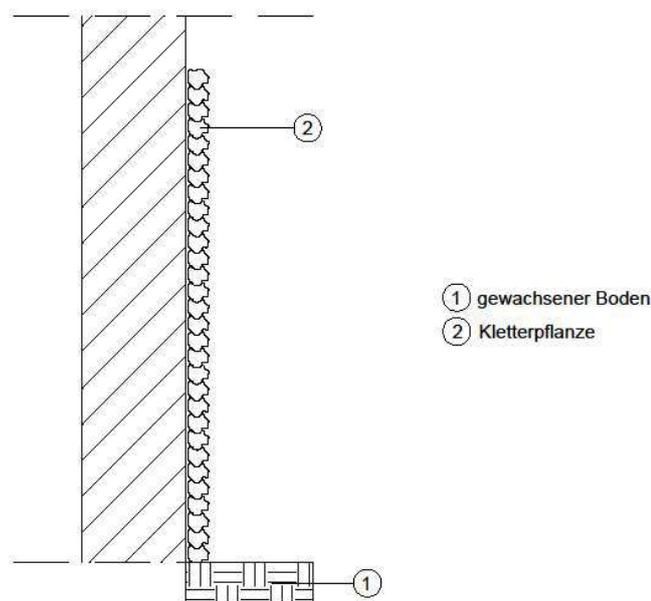


Abbildung 2: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern [6]

2.4.2 Kategorie II: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen

Die bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen ist besonders für Gerüstkletterpflanzen wie Schlinger, Winder, Blattranker Sprossanker und Spreizklimmer [10] geeignet. Diese wachsen mit Hilfe von technischen Konstruktionen an der Fassade emporkommen (siehe Abbildung 3). Die Konstruktion selbst ist an der Fassade verankert und besteht aus Holz, Metall oder Kunststoff.

Für Pflanzen mit hohem Dickenwachstum werden starre Konstruktionen verwendet, um Widerstand gegen etwaige hohe Spannungen zu leisten. Die Kletterhilfe kann durch einzelne Stäbe oder Säulen einen linearen Bewuchs fördern. Für eine vollflächige Begrünung wird ein gitterartiger Aufbau wie beispielsweise ein Spaliersystem verwendet. Bei Pflanzen mit geringem Dickenwachstum ist eine flexible Konstruktion geeignet. Ebenso wie bei der starren Konstruktion kann sie als flächig oder linear ausgeführt werden. Die Vor- und Nachteile sind fast die gleichen wie bei der Variante ohne Kletterhilfe, es kommt jedoch zu höheren Kosten und einem geringeren Wartungsintervall. Lediglich die Gestaltung und eine geringere Begrünungsdauer sind mit einer Kletterhilfe vorteilhaft zu bewerten [10].

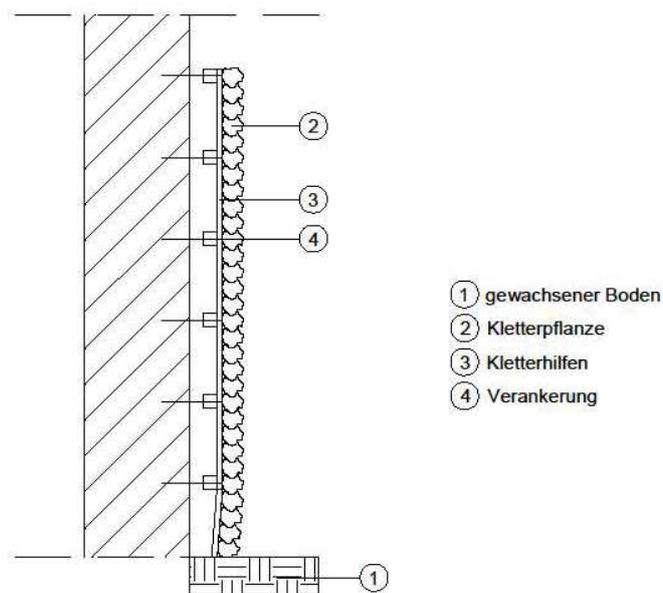


Abbildung 3: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfe und Kletterpflanzen [6]

2.4.3 Kategorie III: Troggebundene Vertikalbegrünung

Die troggebundene Vertikalbegrünung gleicht der bodengebundenen Vertikalbegrünung mit dem Unterschied, dass die Pflanzen in Trögen und nicht im festen Erdreich wurzeln und diese auch an der Fassade verwendet werden kann.

Eine zusätzliche Variante der Fassadenbegrünung ist der Pflanzentrog. Hierbei wird wie bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung Platz am Boden benötigt. Die Tröge werden vor die Fassade gesetzt und können dann mit oder ohne Rankhilfe verwendet werden. Ein Forschungsprojekt von „50 Grüne Häuser“ hat dabei „BeRTA“ (**B**egrünung **R**ankhilfe **T**rog **A**ll-In-One) entwickelt (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5). Das System ist im Vergleich zu den anderen Fassadenbegrünungsarten günstiger, es ist jederzeit erweiterbar und individuell an den Fassadentypen anpassbar, womit es flexibel einsetzbar ist. Natürlich können auch beide Varianten als Kombination am Boden und an der Fassade eingesetzt werden.

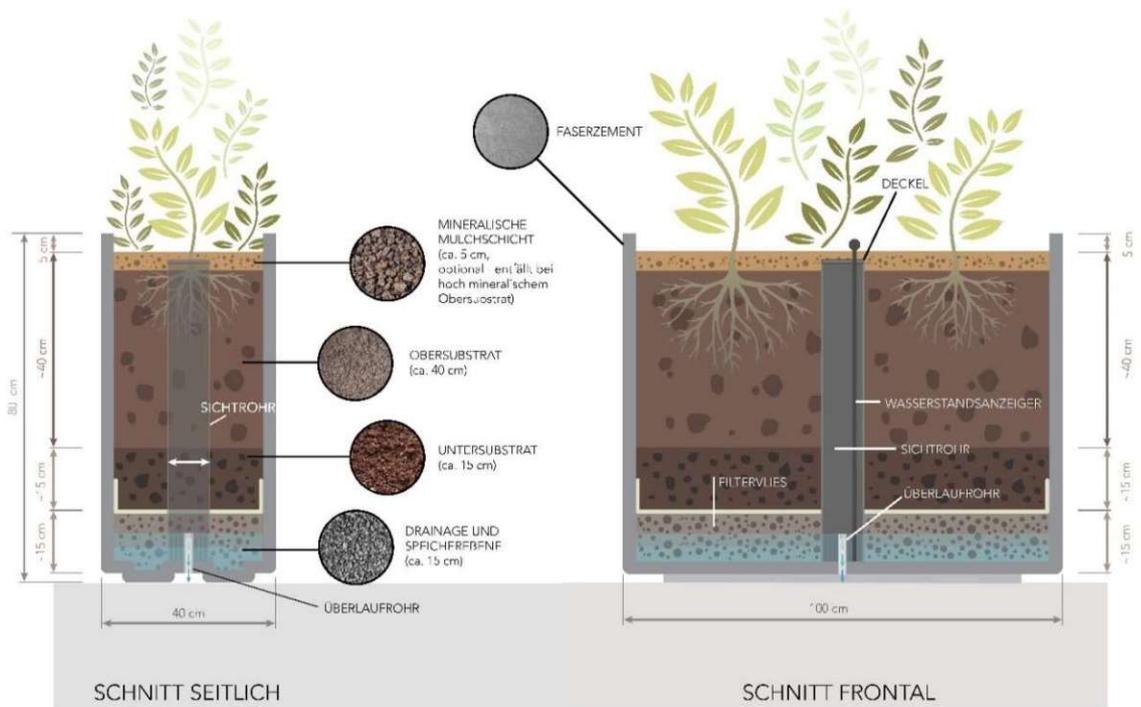


Abbildung 4: Schnitt BerTA System [23]



Abbildung 5: BerTA System mit Rankhilfe [23]
links: Rankhilfe mit Seil und rechts: GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) Gitter

2.4.4 Kategorie IV: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern

Regalsystem

Beim Regalsystem werden Teilflächen durch ein lineares System von Rinnen oder Trögen erstellt. Die Vertikalabstände zwischen den Trögen sind vom Hersteller abhängig. Die Basis dieses Systems sind trapezförmige Profile, die stufenförmig an der Unterkonstruktion befestigt werden (siehe Abbildung 6).

Vorteile sind die kurze Begrünungsdauer, lange Wartungsintervalle und die hohe Gestaltungsvielfalt. Nachteile sind hohe Kosten, ein höherer Pflegeaufwand und die tägliche Bewässerung, die am besten mit einem automatisierten Bewässerungssystem erfolgt [10].

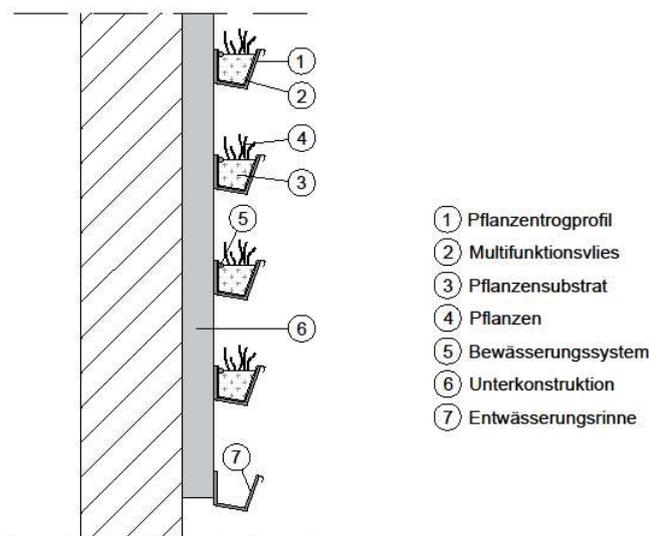


Abbildung 6: Fassadengebundene Vertikalbegrünung - Regalsystem [6]

Modulsystem

Das modulare System wird punktuell eingesetzt und besteht aus mehreren einsetzbaren Substratkörpern aus Aluminium in Sandwichbauweise. Diese Module werden mit einer Schiene auf der Unterkonstruktion eingehängt oder an der Fassade direkt befestigt und durch ein Versorgungssystem gekoppelt.

Dadurch entsteht eine Wirkung wie bei einer hinterlüfteten vorgehängten Fassade (siehe Abbildung 7).

Neben der kurzen Begrünungsdauer und einer hohen Gestaltungsvielfalt, sind die hohen Wartungsintervalle ein Vorteil des Modulsystems. Nachteilig sind die hohen Kosten und der große Pflege- und Bewässerungsaufwand [10].

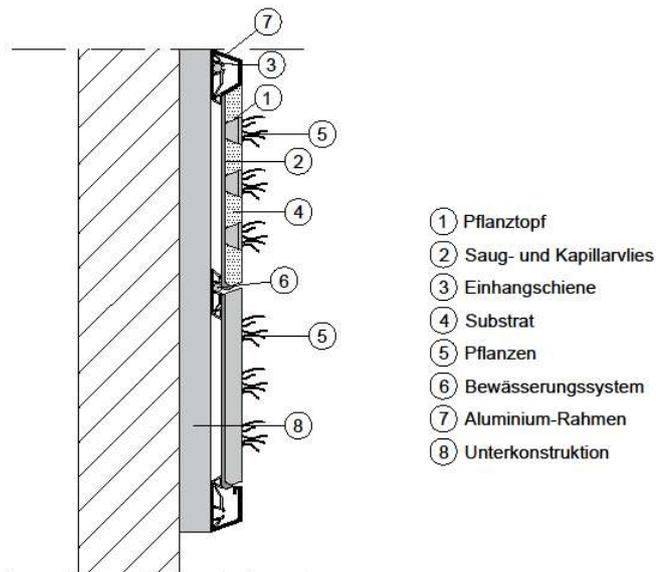


Abbildung 7: Fasadengebundene Vertikalbegrünung - modulares System [6]

2.4.5 Kategorie V: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern

Flächiges System

Das flächige Begrünungssystem wird ebenfalls vor eine Fassade gehängt und besitzt eine Hinterlüftung (siehe Abbildung 8). Es werden Fasermatten als Substratersatz anstatt Erde verwendet. Diese Fasermatten verbessern die Speicherung und Verteilung des Wassers durch ein automatisches Bewässerungssystem und haben keine Ausschwemmungen. Im Freiraum kann eine Wärmedämmung angebracht werden, um die Dämmung durch das Mattensystem weiter zu verbessern. Die Vor- und Nachteile sind ähnlich wie jene des Modulsystems [10].

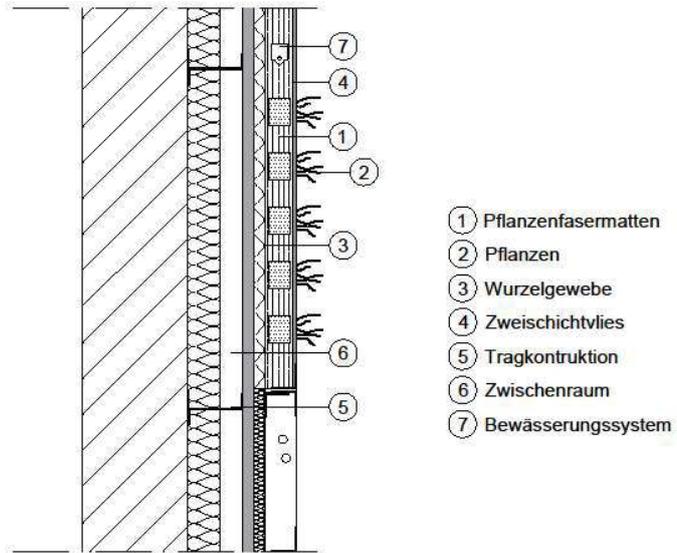


Abbildung 8: Fassadengebundene Vertikalbegrünung - flächiges System [6]

3 Förderungen

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, nehmen sogenannte Hitzetage, also Tage mit mehr als 30°C, stetig zu. Vor allem Städte mit hoher Baudichte können die Wärme, die tagsüber gespeichert wird, in der Nacht nicht so schnell wieder abgegeben. Das führt zu sogenannten Tropennächten, in denen die Temperatur 25°C nicht unterschreitet. Nimmt die Baudichte zu, verstärkt sich dieser Effekt auch noch. Dieses Phänomen betrifft aber nicht alle Stadtteile gleich. Es gibt sogenannte Hitzeinseln, die stärker betroffen sind. Dazu zählen vor allem versiegelte Flächen wie Straßen, aber auch Industrie- und Gewerbegebiete [24].

Gebäudebegrünungen im Allgemeinen helfen gegen den UHI-Effekt und verbessern das Umgebungsklima [2]. Daher fördern zunehmend immer mehr Städte jegliche Formen der Gebäudebegrünung. Die Stadt Wien geht hier sogar noch einen Schritt weiter und beschloss im Juni 2020, dass zukünftig bei bestimmten Voraussetzungen Neubauprojekte mit einer Gebäudehöhe von mehr als 7,5 m zu begrünen sind [25].

3.1 Wien

Derzeit gibt es in Wien sowohl Förderungen für straßenseitige Fassadenbegrünungen als auch für Begrünungen in Innenhöfen. Die Förderhöhe fällt für beide Varianten unterschiedlich hoch aus:

- Straßenseitige Fassadenbegrünung: bis maximal 5.200 €
- Innenhof Fassadenbegrünung: bis maximal 3.200 €

Bei Durchführung durch ein befugtes Unternehmen werden 100 % der gesamten Leistung beziehungsweise bei Eigenarbeiten bis zu 100 % der Materialkosten mit der jeweiligen maximalen Fördersumme erstattet. Für die Förderung muss ein Antrag gestellt werden und es müssen gewisse Bedingungen erfüllt werden. Bei der straßenseitigen Fassadenbegrünung muss zum Beispiel die Begrünung 15 Jahre erhalten bleiben. Sollte die Fassade entfernt werden (beispielsweise aufgrund einer Fassadensanierung), muss diese auf eigene Kosten wiederhergestellt werden. Es darf zudem kein Torf verwendet werden und alle Verpackungen und Systemkomponenten beziehungsweise Transporthilfen müssen frei von PVC sein.

Für Innenhöfe gelten dieselben Bedingungen. Es müssen zudem noch alle BewohnerInnen Zugang zur Liegenschaft haben und es darf sich nicht um eine Neu- oder Umgestaltung eines bereits begrünten Innenhofs handeln.

Der Verfahrensablauf sieht wie folgt aus:

- 1) Antrag auf Förderung mit sämtlichen Unterlagen bei der Wiener Umweltschutzabteilung
- 2) Entscheidung über eine Förderzusage oder Förderabsage
- 3) bewilligte Vorhaben beauftragen ein befugtes Unternehmen oder führen die Arbeiten in Eigenarbeit aus.
- 4) Die bezahlten Rechnungen werden mit Eingangsbestätigung und Fotodokumentation eingereicht.
- 5) Die Fassadenbegrünungen werden stichprobenartig durch das Wiener Umweltamt kontrolliert und
- 6) die Förderung wird schlussendlich ausbezahlt [26] [27].

3.2 Linz

In Linz wurde Ende 2019 mit dem Beschluss zum 1. Linzer Klimaprogramm ein Fahrplan für den Klimaschutz für die Zukunft gesetzt. Gefördert werden Fassaden- und Dachbegrünungen, die von Privatpersonen, Unternehmen und Organisationen im Stadtgebiet freiwillig ausgeführt werden, das heißt es werden keine behördlich vorgeschriebenen Begrünungen gefördert. Die Begrünung muss, wie es auch in Wien vorgeschrieben ist, von einer Fachfirma ausgeführt werden oder die ordnungsgemäße Abnahme wird durch eine Fachfirma bestätigt.

Die Förderhöhe hängt von der Begrünungsart ab. Bodengebundene beziehungsweise troggebundene Fassadenbegrünungen müssen eine Fläche von mindestens 30 m² aufweisen und werden mit 150 €/m² gefördert. Bei 30% der Gesamtkosten oder maximal 4.500 € erfolgt eine Deckelung. Die wandgebundene Fassadenbegrünung muss mindestens 20 m² groß sein und wird mit 550 €/m² gefördert. Hierbei erfolgt ebenfalls bei 30 % der Gesamtkosten oder maximal 15.000 € eine Deckelung [28].

3.3 Graz

Der Gemeinderat in Graz beschloss am 5. November 2020 die Errichtung von Dach- und Fassadenbegrünungen, die Beratung für Dach- und Fassadenbegrünungen, Gemeinschaftsgärten und die Stadtbaumbepflanzung zu fördern. Wie in den anderen Städten sind auch hier eine Planung und Ausführung von qualifizierten Unternehmen eine Bedingung. Eine fassadengebundene Begrünung muss mit mindestens 40 % Anteil an der betrachteten Fassade und mindestens 50 m² begrünt werden. Es ist zudem eine vollautomatische Bewässerungsanlage zwingend erforderlich. Gefördert werden 20 % der anrechenbaren Errichtungskosten bis zu maximal 5.000 €.

Die bodengebundene Begrünung muss mit mindestens 30 m² Fassadenfläche umgesetzt werden. Hier beträgt die Förderhöhe 50 % der anrechenbaren Errichtungskosten beziehungsweise ebenfalls maximal 5.000 € [29].

3.4 Restliches Österreich

Im restlichen Österreich wird in den meisten Bundesländern eine Fassadenbegrünung indirekt in Form von Zuschlagspunkten über die Wohnbauförderung angerechnet. Die direkte Förderung von Fassadenbegrünungen wird jedoch von den Städten selbst vorgenommen.

Für Betriebe gibt es bei Dach- und Fassadenbegrünungen eine Bundesförderung, wenn diese im Zuge einer thermischen Gebäudesanierung erfolgt [30].

4 **Methodik**

Um eine aussagekräftige Entscheidungsmatrix erstellen zu können, die in weiterer Folge als Grundlage für weitere Fassadenbegrünungsprojekte dient, wird die Umfrage an BauherrInnen beziehungsweise BauträgerInnen bereits realisierter oder in Bau befindlicher Projekte gesendet und die erhobenen Daten ausgewertet. Nachfolgend werden alle Schritte von der Literaturrecherche bis zur fertigen Entscheidungsmatrix angeführt und beschrieben.

4.1 **Vorgehensweise**

Zu Beginn wird durch die Literaturrecherche der aktuelle Stand der Dinge durch Recherche in anderen Arbeiten und dem Internet erhoben. Es werden mehrere wissenschaftliche Arbeiten mit Überschneidungen zu dieser Arbeit näher behandelt und erläutert, um die Grundlagen zur Erstellung des Fragebogens zu erarbeiten [31]. Parallel zur Erstellung des Fragebogens hat die Recherche von Projekten mit Fassadenbegrünung im Raum Wien und Linz begonnen, an die der Fragebogen zur Auswertung gesendet wurde. Als weniger Rückmeldung kam als erwartet, wurde die Aussendung auf ganz Österreich ausgeweitet und insgesamt bei 63 Projekten angefragt.

Die Auswertung des Fragebogens erfolgte allgemein für Fassadenbegrünungen und dann bei abweichenden Antworten der unterschiedlichen Fassadenbegrünungstypen, um auch konkrete Unterschiede zwischen den Varianten herausfiltern zu können. In der Entscheidungsmatrix werden dann je nach den Kriterien Punkte verteilt, die mit einer Gewichtung noch individuell auf das eigene Projekt abgestimmt werden können, um daraus eine Gesamtpunkteanzahl gemäß der Begrünungsart zu erhalten.

4.2 **Umsetzungsbeispiele**

Die Recherche der Umsetzungsbeispiele erfolgt auf verschiedene Arten. Zunächst wurde festgelegt, dass es sich um 20 Projekte im Raum Wien und Umgebung sowie in Linz handeln soll. Es sollte auch eine Variation zwischen den verschiedenen Systemen vorhanden sein, um auch die Auswertung hinsichtlich verschiedener Begrünungsarten sauber aufzeigen zu können.

Die Mehrzahl der Projekte wurde dann durch eine Internetrecherche gefunden, eine große Hilfe war die Datenbank der Kompetenzstelle für

Bauwerksbegrünung „GrünStattGrau“ [32], die eine Vielzahl an Projekten aus ganz Österreich beinhaltet. Weitere Fassadenbegrünungen wurden durch Lokalausweise beim Gehen durch die Stadt entdeckt und manche waren seitens des betreuenden Instituts bekannt. Die Kontakte, an die der Fragebogen gesendet wurde, waren bei der Datenbank von „GrünStattGrau“ meist bekannt und konnten sofort angeschrieben werden. Bei anderen Projekten wurde durch eine weitere Recherche nach den Projekten im Internet meist ein Kontakt oder Projektbeteiligter gefunden. Nachdem anfangs die Rücklaufquote sehr gering war, wurden Projekte aus ganz Österreich angeschrieben, um das Ziel von 20 Projekten zu erreichen. Schlussendlich wurde der Fragebogen 14 Mal beantwortet.

4.3 Empirische Arbeit

Die Umfrage erfolgt empirisch, das heißt die Daten werden mit einem Fragebogen systematisch erhoben, ausgewertet und interpretiert, um dann Aussagen zu den Forschungsfragen treffen zu können. Der Vorteil einer Umfrage mit einem Fragebogen liegt darin, einen standardisierten Ablauf und eine standardisierte Methode zu haben [33].

Die Fragen sollten so gestellt werden, dass:

- sie vom Befragten leicht verstanden werden,
- wichtige Informationen zur Beantwortung aus dem Gedächtnis abgerufen werden können,
- durch diese Informationen ein Urteil gebildet werden kann und
- auf Basis dieses Urteils eine passende Antwort gegeben wird [33].

Der Fragebogen ist eine Kombination aus einer qualitativen und quantitativen Umfrage. Er besteht sowohl aus offenen Fragen, die zu individuellen Antworten führen, als auch aus Single- oder Multiple-Choice-Fragen und skalierten Fragen. Die erhaltenen Daten werden dann ausgewertet und miteinander verglichen, um eventuelle Gemeinsamkeiten zu finden und diese dann in eine Entscheidungsmatrix umzuwandeln.

4.4 Auswertung

Die Auswertung des Fragebogens wird folgendermaßen vorgenommen: die Fassadenbegrünungen werden zum einen gesamtheitlich betrachtet und analysiert. Sofern Abweichungen vorliegen, werden die unterschiedlichen Begrünungstypen verglichen, um Parameter für die Entscheidungsmatrix zu erhalten [34]. Jedem Kriterium für die unterschiedlichen Begrünungstypen wird nach der Analyse eine gewisse Punktezahl zugeordnet. Die Kriterien können in weiterer Folge individuell gewichtet werden, um persönliche Präferenzen in die Matrix einfließen zu lassen. Die Punktezahl der Begrünungsart wird mit der Gewichtung multipliziert und ergibt einen Wert. Dies geschieht mit allen Kriterien und die Addition aller Werte für eine Begrünungsart ergibt eine Gesamtpunktezahl. Daraus ergibt sich dann eine Empfehlung für einen Fassadenbegrünungstypen.

4.5 Fragebogen

Wie bereits in Kapitel 4.3 beschrieben, liefert die Umfrage mittels Fragebogen einen standardisierten Ablauf und eine standardisierte Methode. Bei den 29 Fragen handelt es sich um offene Fragen, Single- und Multiple-Choice-Fragen oder skalierte Fragen. Die offenen Fragen sind dazu da, um eine individuelle und freie Beantwortung zu ermöglichen. Single- und Multiple-Choice-Fragen wurden dort vorgenommen, wo ohnehin nur eine begrenzte Beantwortung möglich ist und skalierte Fragen, wo eine Einschätzung abgegeben werden sollte.

Die Fragen können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- Grundidee und Nutzen (Fragen 1-5)
- technische Aspekte (Fragen 6-12)
- Erfahrungswerte (Fragen 13-15)
- Kosten und Förderung (Fragen 16-19)
- Konzept und Materialien (Fragen 20-21)
- Bewässerung und Pflege (Fragen 22-25)
- Förderwesen und Bewilligung (Fragen 26-28)
- Zufriedenheit (Frage 29)

Zudem wurde nach offenen Fragen, Single-Choice-Fragen, Multiple-Choice-Fragen und skalierten Fragen unterteilt:

- offene Fragen: Fragen 1, 3, 7- 9, 13-20, 22 & 26-28
- Single-Choice-Fragen: Fragen 6, 11, 21 & 23-25
- Multiple-Choice-Fragen: Fragen 2, 4-5, 10 & 12
- skalierte Frage: Frage 29

Der Fragebogen befindet sich im Anhang in Kapitel 7.1.

5 Auswertung

Es wurden 63 Projekte mit Fassadenbegrünung zur Ausarbeitung des Fragebogens per E-Mail kontaktiert. Dabei wurde bei 14 Projekten eine Beantwortung des Fragebogens zugesagt und durchgeführt. Von diesen 14 Projekten befinden sich acht in Wien, drei in Niederösterreich, zwei in Tirol und eines in Oberösterreich. Diese Aufteilung überrascht nicht, da in Wien das Thema Fassadenbegrünung schon etablierter ist als in den restlichen Bundesländern.

5.1 Fragebogen

In der Tabelle 4 ist mit Farben dargestellt, wie eine Frage beantwortet wurde. In Grün sind die vollständig beantworteten Fragen zu sehen, in Orange die teilweise beantworteten Fragen und in Rot die Fragen, die nicht beantwortet werden konnten oder zu denen keine Angabe gemacht wurde. Dabei ist schnell zu erkennen, dass der Großteil der Fragen beantwortet wurde, lediglich bei den Fragen 14, 18, 27 und 28 konnten weniger als 60% eine Antwort geben. Außerdem ist die Frage 16 vorwiegend nur teilweise beantwortet worden, da entweder die ausführende Baufirma nicht genannt werden konnte oder wollte, beziehungsweise die Gesamterichtungskosten nicht bekannt waren.

Tabelle 4: Beantwortungsquote Fragebogen

Projekt	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19	Frage 20	Frage 21	Frage 22	Frage 23	Frage 24	Frage 25	Frage 26	Frage 27	Frage 28	Frage 29
Haus Rossau	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green												
Grüne Fassade MA 31	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Red	Green	Red	Green									
Embelgasse	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Green										
Biotop City CC1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green
Umspannwerk Kendlerstraße	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Green
Zedlitzhalle	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Green								
Fassadenbegrünung MA 48	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green
Öffentliche Volksschule 2. Bezirk	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Green
Rathaus Wiener Neudorf	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green												
WHA Mödling	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Red						
ASZ Leobersdorf	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Yellow	Green												
Hafferl 5	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Red	Red	Green									
Alpenschule Innsbruck	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Green	Red	Green	Red	Red	Red	Red						
Malis Garten	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green
	vollständig beantwortet			teilweise beantwortet												nicht beantwortet/keine Angabe													
Rücklaufquote	100,00%	100,00%	100,00%	85,71%	100,00%	100,00%	92,86%	85,71%	100,00%	92,86%	92,86%	100,00%	92,86%	57,14%	64,29%	100,00%	64,29%	42,86%	64,29%	78,57%	100,00%	92,86%	100,00%	100,00%	85,71%	64,29%	57,14%	57,14%	85,71%

Zur besseren Beurteilung des Fragebogens und zum Vergleich zwischen den Begründungstypen wird im folgenden Kapitel für jede einzelne Frage die Gesamtauswertung nach den angeführten Typen durchgeführt. Die Ergebnisse der Gesamtauswertung dienen dann zusätzlich noch als Anhaltspunkte für die anderen Begründungstypen und ermöglichen sowohl einen Vergleich zur Gesamtsituation als auch einen Vergleich der Abweichungen untereinander, sofern sich die Antworten für die Begründungstypen unterscheiden.

Wie bereits zu Beginn des Kapitels 5 erwähnt, wurden 14 Fragebögen beantwortet. Dabei handelt es sich um sieben bodengebundene Vertikalbegrünungen, neun troggebundene Vertikalbegrünungen und eine wandgebundene Vertikalbegrünung. Bei drei Projekten wurde eine Kombination von bodengebundener und troggebundener Vertikalbegrünung ausgeführt, wodurch insgesamt 17 Vertikalbegründungstypen bei verschiedenen 14 Projekten vorliegen.

Frage 1: Warum haben Sie sich für eine Fassadenbegrünung entschieden?

Der häufigste Grund, sich für eine Fassadenbegrünung zu entscheiden, war durch den Wunsch des Bauherrn beziehungsweise der Bauherrin. Verallgemeinert können die weiteren Entscheidungsfaktoren unter den Begriffen Nachhaltigkeit und Architektur zusammengefasst werden, wie in der nachfolgenden Tabelle 5 zu erkennen ist:

Tabelle 5: Frage 1 – Gesamtauswertung

Nennung	Antworten
3	Wunsch des Bauherrn/der Bauherrin
2	Wohlbefinden, Grünes Zeichen setzen, Vorbildwirkung, Austausch mit Gemeinde, Schaffung von Grünraum, architektonisches Erscheinungsbild, Beschattung
1	Eye Catcher, Kühleffekt, schallmindernd, Sauerstoffproduktion, CO ₂ Abbau, thermische Sanierung, keine Grünflächen in Umgebung, Überzeugung, gestalterische Aspekte, Klima, kein Grün vorgesehen, Teil des Gesamtkonzepts, Pilotprojekt, Biophilie, moderne ökologische Bauweise, Einfügen des Gebäudes in die Umgebung

Frage 2: Wie sind Sie auf die Idee der Umsetzung gekommen?

Wie aus den Antworten aus der Umfrage in Tabelle 6 erkennbar ist, kam die Idee zur Fassadenbegrünung bei den meisten Projekten aus der eigenen Überzeugung der Projektbeteiligten. Das lässt darauf schließen, dass ökologische Bauweisen wie Begrünungen von Fassaden und Dächern schon weit in den Köpfen verbreitet sind und meist nur noch die BauherrInnen von dieser Idee überzeugt werden müssen.

Tabelle 6: Frage 2 – Gesamtauswertung

Nennung	Antworten
11	aus Überzeugung
1	Wunsch des Bauherrn/der Bauherrin, Zukunftsorientierung, Aufwertung des Gebäudes, klimatische Faktoren, Dialog zwischen Projektbeteiligten, Gestaltungsidee, ökologischer Wert des Bauprojekts, Fassade des Gebäudes

Frage 3: Wurden andere Varianten zur Grundidee vorgestellt? Wenn ja – welche?

Bei neun Projekten wurde keine Alternative vorgeschlagen beziehungsweise die Grundidee gleich im Projekt umgesetzt. Bei fünf Projekten wurden weitere Varianten vorgestellt und bei einem dieser Projekte wurde die Grundidee verworfen und der Alternativvorschlag umgesetzt. Bei den anderen vier Projekten kam es nach der Vorstellung einer Alternative zu keiner Änderung. Weiters zu erwähnen ist, dass alle fünf Projekte mit Alternativvorschlägen in Wien realisiert wurden. Das gibt eventuell einen Hinweis darauf, dass sich bei Änderung der Gegebenheiten und durch die längere Erfahrung mit Fassadenbegrünungen im Vergleich zu den anderen Bundesländern andere Begrünungsarten vorgeschlagen werden können.

Frage 4: Welche Anreize gab es für die Fassadenbegrünung?

Der größte Anreiz war mit vier Nennungen die Aufwertung des Gebäudes. Dies betrifft nicht nur ökologische Aspekte wie etwa einen niedrigeren Kühlbedarf im Sommer, was wiederum zu niedrigeren Betriebskosten führt, sondern auch optische, um den Wert des Bauobjekts zu erhöhen. Die weiteren Nennungen sind in der folgenden Tabelle 7 aufgelistet:

Tabelle 7: Frage 4 - Gesamtauswertung

Nennung	Antworten
4	Aufwertung des Gebäudes
2	Mikroklima verbessern, ökologische Verbesserungen, keine Angabe
1	gute Erfahrung mit Bestandsprojekten, Gestaltung der Umgebung, UHI vermeiden, bessere Aufenthaltsqualität, Kosten wurden im Zuge der Haussanierung mitgefördert, Wunsch des Bauherrn, Grünes Zeichen setzen, Aufwertung der Umgebung, Vorbildwirkung, zukunftsweisende Bautechnologie planen, schönere Architektur, gestalterische Aspekte, grüner Sonnenschutz, Optik, angenehm, wird immer moderner, keine Anreize

Frage 5: Welchen Nutzen hat man mit der Fassadenbegrünung?

Den größten Nutzen unter den Befragten sieht man in einem besseren Wohlbefinden der BewohnerInnen beziehungsweise Menschen, die sich im Gebäude oder in der Umgebung befinden. Am zweithäufigsten wurde der geringere CO₂ Ausstoß durch eine Fassadenbegrünung genannt. Die weiteren Antworten sind in der Tabelle 8 genannt und ähneln sich mit den in Kapitel 2.2.1 aufgezählten Vorteilen.

Tabelle 8: Frage 5 – Gesamtauswertung

Nennung	Antworten
10	besseres Wohlbefinden
6	geringerer CO ₂ Ausstoß
3	Schutz vor sommerlicher Überhitzung, optische Aufwertung
2	Lebensraum/Habitat für Tiere und Insekten, Eye Catcher, Energieersparnis, Marketing/Öffentlichkeitsarbeit
1	Verbesserung des Lebensraums, Aufwertung der Immobilie, Mikroklima verbessern, UHI vermeiden, Klimaschutz, Kühlung

Frage 6: In welchem Zuge wurde die Fassadenbegrünung errichtet?

Bei dieser Frage wird eruiert, ob es sich um einen Neubau, einen Umbau beziehungsweise eine Erweiterung oder eine Sanierung handelt. Ein Neubau definiert sich dadurch, dass er von Grund auf neu errichtet wird, es kann also schon in der Planungsphase oder sogar noch früher in der Entwurfsphase auf die Fassadenbegrünung eingegangen werden. Bei einem Umbau oder einer Erweiterung handelt es sich um die Umgestaltung eines Bestandsobjekts, bei der auf Wünsche der BauherrInnen aufgrund der Gegebenheiten vor Ort nur bedingt eingegangen werden kann. Bei einer Sanierung wird der Gebäudezustand verbessert oder wiederhergestellt. So kann im Zuge der Herstellung einer Dämmfassade die Fassade begrünt werden.

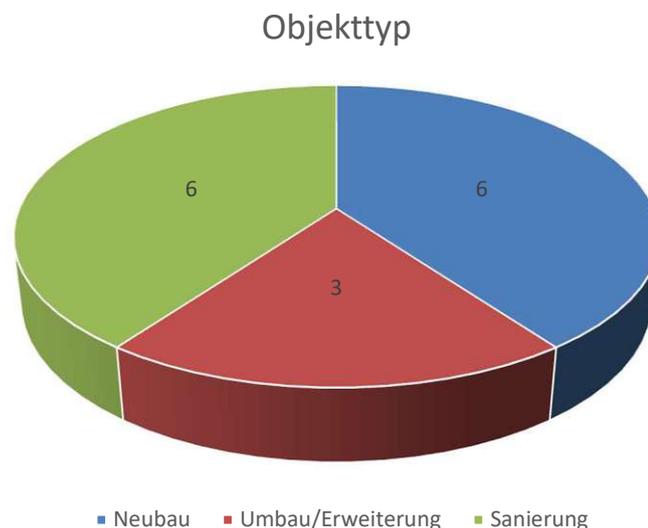


Abbildung 9: Objekttyp – Gesamtauswertung

Wie in der Abbildung 9 zu sehen ist werden Fassadenbegrünungen sowohl bei einem Neubau als auch bei einem Sanierungsobjekt gleich häufig ausgeführt. Alle Neubauprojekte wurden innerhalb der letzten 4 Jahre errichtet, was einen Hinweis darauf gibt, dass Fassadenbegrünungen jetzt auch schon während dem Prozess der Projektentwicklung eine Rolle spielen. Außerdem ist zu erkennen, dass fünf der Projekte, die als Sanierung deklariert sind, aus Wien kommen. Dies hat sicherlich auch den Grund, dass Wien Fassadenbegrünungen schon länger fördert, da sich in Städten der Klimawandel durch den UHI-Effekt (urbaner Hitzeinseleffekt) stärker zeigt als am Land.

Aus der Auswertung ist erkennbar, dass die bodengebundene Vertikalbegrünung sowohl bei Neubauten als auch bei Umbauten und Sanierungen durchgeführt wurde. Sie kommt zwar bei den Neubauten mit vier Verwirklichungen öfter vor, da die Platzverhältnisse eingeplant werden können, ist aber universell einsetzbar.

Die trogebundene Vertikalbegrünung kommt ebenfalls bei allen drei Varianten vor, wird aber bevorzugt bei Sanierungen und Neubauten ausgeführt. Für die wandgebundene Vertikalbegrünung kam die Rückmeldung nur bei einem Projekt, womit klare Schlussfolgerungen ausgeschlossen sind. Diese Fassadenbegrünung wurde im Zuge einer Sanierung umgesetzt.

Frage 7: Wie alt ist das Gebäude?

Wie in Tabelle 9 zu sehen ist, wurde der Großteil der Gebäude in den letzten 50 Jahren errichtet, lediglich vier sind älter als 50 Jahre und bei einem Gebäude konnte keine Angabe zum Alter gemacht werden.

Tabelle 9: Frage 7 – Gesamtauswertung

< 2 Jahre	2-10 Jahre	11-50 Jahre	51-100 Jahre	> 100 Jahre	keine Angabe
5	1	3	3	1	1

Zu den drei unterschiedlichen Begrünungstypen kann keine Ableitung gemacht werden. Aus den Rückmeldungen ist zu sehen, dass das Gebäudealter keinen Rückschluss auf eine bevorzugte Fassadenbegrünungsvariante gibt.

Frage 8: Wie groß ist die Fassadenfläche des gesamten Gebäudes?

Die Größe der Fassadenfläche wurde ermittelt, um mit der Fläche der Fassadenbegrünung aus Frage 9 verglichen zu werden und Mittelwerte zu finden wieviel Prozent der Fassade begrünt werden. Wie in Tabelle 10 erkennbar ist, liegt bei neun Projekten die Fassadengröße zwischen 500 m² und 10000 m², eine Fassade hat eine Größe von über 10.000 m² und zwei Projekte haben unter 500 m² Fassadenfläche. Die durchschnittliche Fassadenfläche beträgt ca. 2.120 m², lässt man jedoch die größte Fläche (14.000 m²) außen vor, da es sich hier in der

Stichprobe aus dem Fragebogen um einen Ausreißer handelt, kommt man auf einen Mittelwert von ca. 1.040 m².

Tabelle 10: Frage 8 – Gesamtauswertung

< 500 m ²	501-1000 m ²	1001-10000 m ²	> 10000 m ²	keine Angabe
2	3	6	1	2

Frage 9: Wie groß ist die Fläche der Fassadenbegrünung?

Hier ist zu erwähnen, dass durch die Kombination von zwei Fassadenbegrünungstypen die Fläche der Begrünung auf diese aufgeteilt wurde und somit 15 Werte in der Tabelle 11 stehen. Die durchschnittliche Begrünungsfläche der Projekte beträgt ca. 410 m² (320 m² ohne dem Außreißer mit 1.400 m²).

Tabelle 11: Frage 9 – Gesamtauswertung

< 100 m ²	101-250 m ²	251-500 m ²	501-1000 m ²	> 1000 m ²
5	4	3	2	1

Um den prozentuellen Anteil der Fassadenbegrünung an der Gesamtfläche der Fassade zu ermitteln, wurden die beiden Projekte ohne eine Angabe zur Gesamtfläche nicht berücksichtigt. Somit ergibt sich ein Anteil der Fassadenbegrünung von 19,4 % der Gesamtfläche.

Teilt man die Projekte in zwei Gruppen kleiner gleich und größer 1.200 m² Fläche auf, so kommt man bei Gebäuden mit weniger als 1.200 m² Fassadenfläche auf einen 63-prozentigen Anteil der Fassadenbegrünung. Die Projekte mit mehr als 1.200 m² verringern sich auf 13 %, was mit den Kosten zu tun hat, welche mit der Größe der Fläche ansteigen. Somit haben kleinere Fassadenflächen bei gleicher Begrünungsfläche automatisch einen höheren Prozentanteil.

Der Mittelwert bei bodengebundenen Fassadenbegrünungen liegt bei 6,5 % der gesamten Fassadenfläche, jener der troggebundenen bei 14,1 %. Bei der wangebundenen Vertikalbegrünung sind es 53,3 %. Da es sich hier aber nur um ein Projekt handelt, ist dieser Wert nicht aussagekräftig.

Lässt man das Gebäude mit der Fassadenfläche von 14.000 m² und deren Begrünungsanteil weg, ergibt sich für die bodengebundene Begrünung ein Anteil von 19,3 % und für die troggebundene Begrünung ein Anteil von 28,1 %. In beiden Fällen ist der Begrünungsgrad bei der bodengebundenen Fassadenbegrünung niedriger, da diese stark von der maximalen Bewuchshöhe abhängig ist und dadurch nicht wie bei der troggebundenen oder wandgebundenen Begrünung durch eine Konstruktion beliebig hoch ausgeführt werden kann.

Frage 10: Aus welchem Baustoff besteht die tragende Außenwand?

Hier wurde der Ist-Stand zu den Baustoffen der tragenden Außenwand ermittelt. Da bei manchen Projekten zum Teil zwei Baustoffe vorkommen, sind Mehrfachnennungen in der Auswertung enthalten.



Abbildung 10: Frage 10 – Gesamtauswertung

Wie in der Abbildung 10 zu sehen ist, sind vorwiegend Wände aus Stahlbeton und Ziegelmauerwerk vorhanden. Dies sind auch die weitverbreitetsten Baustoffe für tragende Bauteile in Österreich. Bei zwei Projekten wird der Baustoff Holz verwendet, der vor allem in Kombination mit einer hinterlüfteten Fassade vorkommt. Porenbeton kommt bei keinem Projekt vor, außerdem konnte bei einer Rückmeldung keine Angabe gemacht werden.

Bei den drei Begrünungstypen kann auch hier kein Unterschied ausgemacht werden. Damit ist bei allen drei Varianten der Baustoff der tragenden Außenwand frei wählbar.

Frage 11: Welchen Fassadentyp hat Ihr Gebäude?

Am häufigsten kommt mit sieben Mal eine Massivwand vor, was vor allem bei Altbauten die Norm ist. Der zweithäufigste Fassadentyp, der bei fünf Projekten vorkommt, ist eine Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem. Dieser Typ kommt bevorzugt bei Neubauten vor, ebenso wie die vorgehängte hinterlüftete Fassade, die zwei Mal vorkommt. Bei einem Projekt konnte keine Angabe zum Fassadentyp gemacht werden. Auch hier kann keine Unterscheidung zwischen den Begrünungsarten ausgemacht werden, wobei für bodengebundene Begrünungen die Massivwand am besten geeignet ist. Die troggebundene und wandgebundene Begrünung kann bei allen Typen errichtet werden.

Frage 12: Welche Art von Fassadenbegrünung hat Ihr Projekt?

Wie in der Abbildung 11 zu sehen, handelt es sich um sieben bodengebundene Vertikalbegrünungen, neun troggebundene Vertikalbegrünungen und eine wandgebundene Vertikalbegrünung, wobei bei drei Projekten eine Kombination aus bodengebundener und troggebundener Vertikalbegrünung vorkommt.



Abbildung 11: Frage 12 – Gesamtauswertung

Frage 13: Gab es Schwierigkeiten während des Planungsprozesses? Wenn ja – welche? Kam es zu Anpassungen und Überarbeitungen?

Bei der Hälfte der Projekte, also sieben, kam es während der Planung zu keinen Schwierigkeiten. Bei einem Projekt wurde keine Angaben zu Problemen gemacht, die restlichen Projekte hatten Schwierigkeiten während des Planungsprozesses. Ein Projekt in Wien hatte eine Erschwernis bei der Auswahl der Bepflanzung, welche auf eine immergrüne Bepflanzung geändert wurde. Bei einem weiteren Projekt war der straffe Zeitplan ein Problem und bei einem anderen kam es zur Behinderung der Arbeiten durch ein längeres Behördenverfahren und eine verspätete Freigabe der Fassadenbegrünung. Eine weitere Schwierigkeit bei vielen Erstprojekten ist der geringe Erfahrungsschatz. Dieser kann zu Mehrkosten führen, welche durch koordinierte Lösungssuche verhindert beziehungsweise verringert werden können. Bei einem Projekt mussten die Öffnungen in der Fassade in Bezug auf die Belichtung nach Anweisung durch das Arbeitsinspektorat überarbeitet werden. Zudem war hier auch noch das Thema Absturzsicherung wichtig.

Frage 14: Gab es Schwierigkeiten während der Umsetzungsphase? Wenn ja – welche?

Drei Projekte hatten Probleme. Bei einem kam es dabei zu Schwierigkeiten mit dem Wasserdruck für die Bewässerung und der Statik durch die zusätzliche Belastung der neuen Grünfassade. Bei den anderen beiden Gebäuden war die Ausführung der Tröge oder deren Dimensionierung ein Thema, welches behoben werden musste. Die restlichen Fassadenbegrünungen hatten keine Schwierigkeit (fünf) oder es wurde keine Angaben dazu gemacht (sechs).

Frage 15: Sind Schwierigkeiten während der Nutzungsphase aufgetreten? Wenn ja – welche Verbesserungen wurden umgesetzt?

Bei fünf Fassadenbegrünungen gab es keine Schwierigkeiten in der Nutzungsphase, ebenfalls konnte bei fünf Projekten keine Angabe zu Problemen gemacht werden. Die restlichen vier Bauten hatten mit Erschwernissen zu kämpfen. So tropfte etwa überschüssiges Wasser des Bewässerungssystems auf den Gehsteig, es gab einen Wasserschaden aufgrund eines fehlerhaften Sensors oder die Eingewöhnung in den alltäglichen Betrieb war noch nicht geglückt. Bei zwei Projekten konnte der vorhandene Fehler ausgebessert werden, so kam es bei einer Fassadenbegrünung zu einem Pflanzensterben, welches mit einem verbesserten Bewässerungssystem behoben wurde. Außerdem kam es zu einem Vogelnisten in den Trögen. Da die Schaffung eines Habitats für Tiere und Insekten eigentlich einer der positiven Nebeneffekte einer Fassadenbegrünung ist, dies jedoch nicht vom Betreiber gewünscht wurde, konnte dieses Problem durch ein Netz behoben werden.

Frage 16: Wer war die ausführende Firma? Wie hoch waren die Errichtungskosten des gesamten Projekts?

Bei den ausführenden Firmen handelte es sich sowohl um große Baufirmen, die auch international tätig sind, als auch um lokale Bauunternehmen oder FachplanerInnen. Die Gesamterrichtungskosten der Bauprojekte zu erlangen erwies sich als schwierig, da bei den meisten Rückmeldungen keine Angabe dazu gemacht wurde. Bei fünf Projekten wurde dazu eine Angabe gemacht und das durchschnittliche Auftragsvolumen betrug ungefähr 3,6 Mio. €.

Frage 17: Wie hoch waren die Kosten der Fassadenbegrünung?

Die durchschnittlichen Kosten für eine Fassadenbegrünung belaufen sich bei den neun Projekten mit Angaben zu den Kosten laut der Umfrage auf ungefähr 90.000 €, das entspricht ca. 420 €/m². Im Schnitt kann also mit ungefähr 2,48 % der Gesamterrichtungskosten für eine Fassadenbegrünung gerechnet werden, unabhängig vom Begrünungstyp.

Für den Vergleich der Errichtungskosten pro Quadratmeter wurden keine Projekte mit einer Kombination von zwei Begrünungsarten herangezogen. Die Errichtungskosten der bodengebundenen Vertikalbegrünung beliefen sich im Schnitt auf ca. 325 €/m², bei der troggebundenen Vertikalbegrünung auf ca. 425 €/m². Eine wandgebundene Begrünung kostete im Schnitt etwa 625 €/m². Dieser Wert ist aber mit Vorsicht zu beachten, da nur eine Rückmeldung für diesen Begrünungstyp gegeben wurde.

Frage 18: Wie hoch war die Förderung? Welcher Prozentsatz im Vergleich zum Gesamtvolumen?

Bei keinem der Projekte konnte eine konkrete Fördersumme genannt werden. Zwei erhielten zwar eine Förderung, diese war jedoch für das Gesamtprojekt beziehungsweise die thermische Sanierung vorgesehen.

Frage 19: Welche jährliche Kostenersparnis erwarten Sie durch die Fassadenbegrünung?

Bei acht Projekten wird keine Kostenersparnis erwartet, bei fünf Projekten konnte zu dieser Frage keine Angabe gemacht werden und bei einem Projekt erwartet man sich sogar Zusatzkosten durch die Erhaltung, Pflege und Bewässerung. Bei einem Projekt werden in etwa 18.000 kWh Einsparungen im Bereich der Kühlung erwartet.

Frage 20: Wie sieht das statische Konzept aus? Wie werden die Lasten abgetragen?

Die Abtragung der zusätzlichen Belastung durch die Fassadenbegrünung ist wichtig, da es sonst zu Schäden an der Fassade kommen kann. Das statische Konzept kann auf verschiedene Weise ausgeführt sein. So ist es möglich, die gesamte Konstruktion für die Begrünung selbsttragend auszuführen und die Lasten in Fundamente zu leiten, wie es bei zwei Projekten realisiert wurde. Außerdem kann, wie bei zwei anderen Begrünungen durchgeführt, zusätzlich zur Einleitung der Kräfte in die Fundamente eine Verankerung in die Außenwand vorgenommen werden. Dabei muss jedoch auf Wärmebrücken geachtet werden, da diese zu Kondensatbildung führen und die Bausubstanz schädigen. Bei den meisten Projekten, also insgesamt sieben Ausführungen, wurde die Konstruktion sogar nur in die Außenwand verankert. Drei Projekte konnten keine Angabe zum statischen Konzept machen.

Frage 21: Welche Materialien wurden bei der Konstruktion verwendet?

Am häufigsten wurden die Konstruktionen aus Metall gefertigt. Dies hat damit zu tun, dass das Baumaterial sehr robust ist und gut gegen Korrosion geschützt werden kann. Ebenfalls wurden Konstruktionen aus Kunststoff und Holz für die Fassadenbegrünung verwendet oder eine Kombination der Materialien. Die genaue Aufteilung nach den Materialien ist in Tabelle 12 zu sehen.

Tabelle 12: Frage 21 – Gesamtauswertung

Metall	Holz	Kunststoff	Keine Angabe
11	2	3	1

Frage 22: Welche Pflanzen werden eingesetzt?

Bei den Projekten wurden mehr als 80 verschiedene Pflanzenarten verwendet. Zudem wurden bis zu 5.000 Pflanzen für die Fassadenbegrünung eingesetzt. Am öftesten wurde die Pflanzengattung *Lonicera* verwendet, gefolgt von der Gattung *Clematis*, *Wisteria* und *Hedera*. Die Gattungen *Lonicera*, *Clematis* und *Hedera* sind immergrüne Pflanzen und werden deshalb für die Optik der Fassade in den Wintermonaten verwendet. Die weiteren Pflanzen mit Anzahl ihrer Verwendung werden in der Tabelle 13 gezeigt:

Tabelle 13: Frage 22 – Gesamtauswertung

Nennung	Antworten
12	<i>Lonicera</i>
8	<i>Clematis</i>
6	<i>Wisteria</i>
5	<i>Hedera helix</i>
4	<i>Parthenocissus</i>
3	<i>Aristolochia macrophylla</i> , <i>Geranium</i> , <i>Hydrangea</i>
2	<i>Akebia quinata</i> , <i>Calamintha nepeta</i> , <i>Campsis</i> , <i>Dianthus</i> , <i>Euonymus fortunei</i> , <i>Heuchera</i> , <i>Sesleria</i> , <i>Spirea</i>
1	<i>Aristolochia macrophylla</i> , <i>Armeria</i> , <i>Aster ageratoides</i> , <i>Bergenie</i> , <i>Berglauch</i> , <i>Bistorta amplexicaulis</i> , <i>Blue river</i> , <i>Bodendecker</i> , <i>Bodendeckerrose</i> , <i>Calamintha nepeta</i> , <i>Cambridge – Storchschnabel</i> , <i>Campsis</i> , <i>Carex foliosissima</i> , <i>Clematis</i> , <i>Dianthus</i> , <i>Echinacea purpurea</i> , <i>Euonymus fortunei</i> , <i>Geranium</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Hemerocallis cultorum</i> , <i>Heuchera</i> , <i>Hosta sieboldiana</i> , <i>Humulus lupulus</i> , <i>Hyacinthoides hispanica</i> , <i>Hydrangea</i>

Frage 23: Wie wird bewässert?

Bei allen Projekten wird ausschließlich die Tropfbewässerung eingesetzt. Diese kann ober- oder unterirdisch ausgeführt werden und hat einen sehr hohen Wirkungsgrad. Eine Nebelanlage kommt bei keinem der Projekte vor, wäre jedoch durch die Nebeneffekte der Staubbildung und der Kühlung der Umgebungsluft ebenfalls zu empfehlen.

Frage 24: Wer kümmert sich um die Pflege?

Diese Frage ist meistens abhängig von der Hausverwaltung oder den BewohnerInnen, jedoch wird eine professionelle Pflege empfohlen, damit es zu keiner Verwilderung und in dessen Folge zu keinen Bauschäden kommt. Zudem sollte bei technisch komplexen Systemen eine regelmäßige Wartung erfolgen, um Schäden zu vermeiden. Am öftesten erfolgten die Pflege und Wartung von DienstleisterInnen, jedoch wird diese bei manchen Projekten auch von der Hausverwaltung oder sogar von BewohnerInnen durchgeführt, wie in Tabelle 14 zu sehen ist:

Tabelle 14: Frage 24 – Gesamtauswertung

DienstleisterInnen	Hausverwaltung	BewohnerInnen
11	3	1

Frage 25: In welchem Intervall wird die Begrünung gepflegt?

Bodengebundene und troggebundene Vertikalbegrünungen sollten im Regelfall halbjährlich gepflegt und gewartet werden. Dies betrifft die Punkte:

- Form- und Rückschnitt,
- Entfernung von unerwünschtem Fremdaufwuchs,
- Entfernung von abgestorbenem Material und
- Düngung [22].

Die Wartung des Bewässerungssystems sollte in der Regel vierteljährlich stattfinden und eine Entwässerung, falls diese vorhanden ist, ein Mal im Jahr.

Wandgebundene Vertikalbegrünungen unterscheiden sich in der Pflege und Wartung laut ÖNORM L 1136 nur dadurch, dass Form- und Rückschnitt und die Entfernung von unerwünschtem Fremdaufwuchs nur einmal jährlich stattfinden müssen. Die Wartung der Bewässerung ist ebenfalls vierteljährlich. In Abbildung 12 sieht man die Aufteilung der Pflege- und Wartungsintervalle der jeweiligen Projekte. Dabei ist ersichtlich, dass bei mindestens zwei Projekten das Intervall erhöht werden muss.

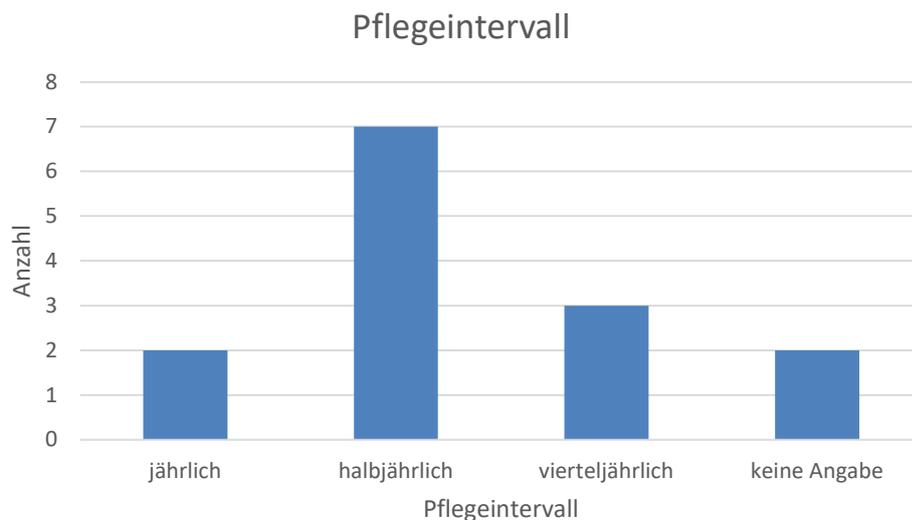


Abbildung 12: Frage 25 – Gesamtauswertung

Frage 26: Wie leicht/schwierig hat sich die Antragstellung beziehungsweise Umsetzung der Förderung der Begrünung gestaltet?

Bei den 14 Begrünungsprojekten wurde die Antragstellung für eine Förderung nur zweimal als einfach empfunden. Dabei handelt es sich um Projekte in Wien, wo man eventuell schon Erfahrung mit den Behördengängen bezüglich einer Fassadenbegrünung hat. Bei einem Projekt wurde die Antragstellung als schwierig empfunden. Bei den restlichen elf Fassadenbegrünungen wurde entweder keine Förderung beantragt beziehungsweise erhalten oder es wurde keine Angabe dazu gemacht.

Frage 27: Welche Bewilligungen waren erforderlich?

Grundsätzlich war für alle Projekte ein positiver Bescheid der Behörde notwendig, bei einer Fassadenbegrünung war keine zusätzliche Bewilligung erforderlich und bei sechs wurde keine Angabe gemacht. Es kann jedoch, wie dies auch in Wien der Fall ist, sein, dass spezielle Bewilligungen erforderlich sind, die nicht von der Baubehörde genehmigt werden. So mussten bei einem Projekt Bewilligungen bei der MA 28 für Straßenverwaltung und der MA 19 für Architektur und Stadtgestaltung eingeholt werden, bei einem weiteren war eine Bewilligung durch die MA 42 für Wiener Stadtgärten notwendig.

Frage 28: Wurden behördliche Auflagen gestellt? Wenn ja – welche?

Auflagen, auf die zu achten war, waren etwa baubehördliche Parameter, die maximale Bepflanzungshöhe von zwei Geschoßen, dass die Pflanzen vital erhalten werden müssen, die Einhaltung der Gehsteigbreite, eine optische Aufwertung des Gebäudes und der Brandschutz. Bei vier Projekten wurden keine Auflagen gestellt und für die weiteren sechs konnte keine Angabe gemacht werden.

Frage 29: Sind Sie mit der Entscheidung für eine Fassadenbegrünung zufrieden?

Die Befragten konnten bei dieser skalierten Frage von 1 (sehr unzufrieden) bis 5 (sehr zufrieden) angeben, wie zufrieden Sie sich mit der Fassadenbegrünung sind.

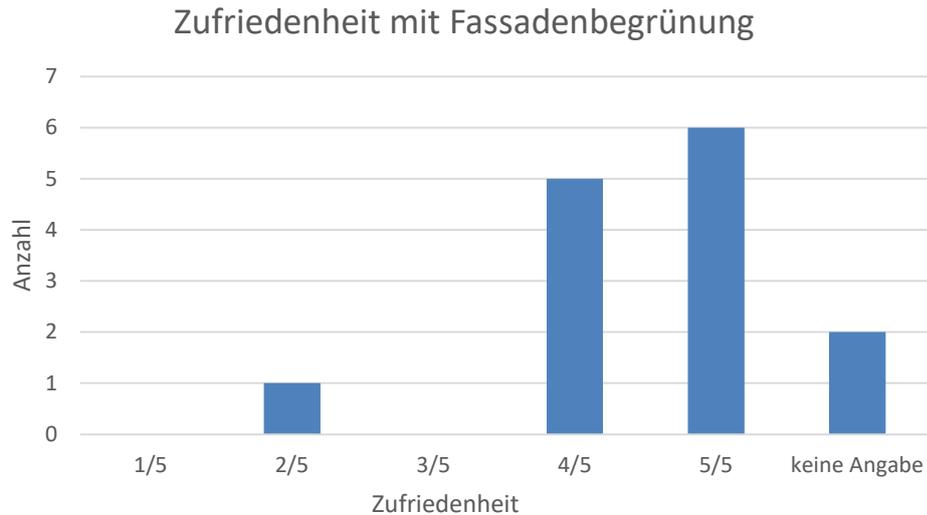


Abbildung 13: Frage 29 – Gesamtauswertung

Es ist in der Abbildung 13 oben zu erkennen, dass fast alle zufrieden oder sehr zufrieden mit der Entscheidung sind, sich für eine Fassadenbegrünung entschieden zu haben. Leider wurde beim Projekt mit der niedrigen Bewertung nicht genauer erläutert, warum die Unzufriedenheit vorliegt. In der nachfolgenden Tabelle 15 werden positive und negative Erfahrungen mit einer Fassadenbegrünung aufgezeigt:

Tabelle 15: Frage 29 – Gesamtauswertung

Positives	während Beobachtungszeitraum Fassade immer grün, Beteiligung der AGENDA innere Stadt, positive Rückmeldung aus der Bevölkerung, Verbesserung des äußeren Erscheinungsbilds, Erhöhung des Grünraumananteils, Aufwertung des Gebäudes, Steigerung der Zufriedenheit
Negatives	Zwischenzeitliches Pflanzensterben, Trogvolumen zu klein für 3-geschossige Rankpflanzen, Einsparung beim Bewässerungssystem, enger Zeitplan für die Planung durch späte Konsultierung, Taubennisten

5.2 Bauplanungs- und Entscheidungsprozesse

Die Bauplanungsprozesse bilden grundsätzlich den Weg, den man während der Realisierung eines Projekts beschreitet. Vom Beginn der ersten Idee bis hin zu seiner Fertigstellung und Übergabe. Der erste Schritt des Bauplanungsprozesses sieht vor, ein Anforderungsprofil oder eine Machbarkeitsstudie für das

Projekt zu erstellen. Dieses Anforderungsprofil sollte Bezug auf die Funktionalität, die Nützlichkeit, die Kosten und die Umweltverträglichkeit nehmen. Ist die Machbarkeitsstudie aussichtsreich, kommt es zu einem Entwurf, der nach den Wünschen der BauherrInnen entwickelt und gegebenenfalls überarbeitet wird. Nach Abschluss dieses Prozesses kommt es zur Einreichplanung mit der Einreichung bei den Behörden und nach erfolgreicher Bewilligung kommt es zur Ausführungs- und Detailplanung. Während der Arbeiten am Projekt kommt es zur Kontrolle mit eventuellen Adaptionen [35].

Während des gesamten Bauplanungsprozesses müssen von allen Projektbeteiligten immer wieder Entscheidungen unter Anbetracht aller vorherrschenden Informationen und Umstände getroffen werden. Der erste wichtige Entscheidungsprozess ist jener zur Umsetzung eines Projekts. Dieser Prozess wird durch das Eigeninteresse des Bauherrn oder der Bauherrin angetrieben und entweder durch finanzielle Anreize geschaffen, wie es bereits jetzt durch Förderungen geschieht, oder durch Überzeugungsarbeit. Bei Fassadenbegrünungen können hier die zahlreichen Vorteile, die in Kapitel 2.2.1 erläutert werden, zum Wecken des Interesses verwendet werden. Des Weiteren wurden die zahlreichen Anreize oder möglichen Nutzen für die Umfrageteilnehmer in Tabelle 7 und Tabelle 8 angeführt. In den Rückmeldungen zur ersten Frage (Warum haben Sie sich für eine Fassadenbegrünung entschieden?) in Tabelle 5 kam die Idee zur Fassadenbegrünung am häufigsten von BauherrInnen selbst, aber auch weitere Gründe in Bezug auf Nachhaltigkeit spielen eine wichtige Rolle. In der Studie „Zukunft? Jugend fragen? 2019“ waren Klima- und Umweltschutz für 45 beziehungsweise 33 Prozent der befragten jungen Menschen wichtig beziehungsweise eher wichtig [36]. Somit werden nachhaltigere Bauweisen in Zukunft eine große Rolle spielen und dies auch müssen, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Nach dem Entschluss gilt es, das Risiko einer solchen Investition abzuschätzen und über ihre Notwendigkeit und ihre Finanzierbarkeit zu entscheiden [37] [38].

Der zweite Punkt des Entscheidungsprozesses ist jener, ob es Optionen oder Alternativen zur Idee gibt. Diese werden in Kapitel 2.4 beschrieben. Durch Abwägen der verschiedenen Optionen kommt es dann als dritten Punkt zur Entscheidung selbst. Hierbei erfolgt ein Beschluss mit einer gründlichen Erklärung zur

Entscheidungsfindung. In der Umfrage wurden etwa bei einem Drittel Alternativen vorgeschlagen und erörtert, jedoch wurde der Alternativvorschlag nur einmal umgesetzt. Als vierter Punkt folgt die Umsetzung der Fassadenbegrünung mit etwaigen Anpassungen und Überarbeitungen des Projekts. In Frage 13 wurde nach Schwierigkeiten während des Planungsprozesses gefragt. Diese traten bei sechs Objekten auf. Hauptsächlich waren es Themen, die mit den Behörden zusammenhängen, aber auch Mehrkosten oder ein straffer Zeitplan wurden angegeben. Nach Schwierigkeiten während der Umsetzung wurde in Frage 14 gefragt. Hier gab es bei drei Begrünungsprojekten Probleme [37] [38].

Optional können noch die gesamten Prozesse bis nach der Umsetzung analysiert und durch ein Feedback abgeschlossen werden. Hier lässt sich aus den Rückmeldungen zu Frage 15 erkennen, dass vor allem auf die Bewässerung zu achten ist. Diese sorgte bei vier Projekten zu Problemen in der Nutzungsphase. Die grundsätzliche Zufriedenheit mit der Entscheidung für eine Fassadenbegrünung ist in Abbildung 13 zu sehen und die Gründe dafür in der darauffolgenden Tabelle 15 [37] [38].

5.3 Kosten und Finanzierung

Die folgenden Kennwerte ergeben sich aus den Rückmeldungen des Fragebogens der Fragen 8, 9, 16 und 17. Im Schnitt kostete eine begrünte Fassade je Projekt ca. 90.000 €, was auf etwa 420 €/m² kommt. Prozentuell gesehen sind das 2,48 % der Gesamterrichtungskosten der erfassten Projekte, was beinahe dem Richtwert von 2,50 % aus [10] entspricht. Unterscheidet man zwischen bodengebundener, troggebundener und fassadengebundener Vertikalbegrünung, erhält man aus den Antworten des Fragebogens folgende Richtwerte:

- bodengebundene Vertikalbegrünung: ca. 325 €/m²
- troggebundene Vertikalbegrünung: ca. 425 €/m²
- fassadengebundene Vertikalbegrünung: ca. 625 €/m²

Im Vergleich zu den weiteren Richtwerten aus dem Leitfaden Fassadenbegrünung liegt der Wert für die bodengebundene Fassadenbegrünung deutlich über den angegebenen 20-100 €/m² [10]. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass nur zwei Projekte Angaben zu den Kosten der Begrünung und zur

Fassadenfläche gemacht haben und somit kein aussagekräftiger Mittelwert bestimmt werden kann.

Anders sieht das bei der troggebundenen und fassadengebundenen Begrünung aus. Hier liegen die Mittelwerte näher am Richtwert von 300-2.000 €/m² [10], wobei hier die troggebundene Begrünung aussagekräftiger ist, da hier vier Werte vorliegen und bei der fassadengebundenen Begrünung nur einer.

5.4 Entscheidungsmatrix

Die Entscheidungsmatrix soll zukünftigen Projekten als Entscheidungshilfe dienen, durch die Möglichkeit der Gewichtung der Kriterien individuell auf den Anwender abstimmbare sein. Dadurch können bestimmte Kriterien, die für die Projektbeteiligten wichtig erscheinen, auch eine bessere Punktzahl erreichen.

Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, ergeben sich für die fünf Fassadenbegrünungstypen je nach Kriterium und Auswahlmöglichkeit Punkte, die in Tabelle 16 gezeigt werden. Die Kriterien, nach denen die Begrünungstypen bewertet werden, ergeben sich aus den Antworten des Fragebogens und aus der Fachliteratur. Für jedes Kriterium und dessen Antwortmöglichkeiten wurden den Fassadentypen Punkte zwischen 0 und 5 vergeben. Um auf diese Punktverteilung näher einzugehen, werden die Kriterien und ihre Antwortmöglichkeiten näher erklärt.

Beim ersten Kriterium wird grundsätzlich geklärt, ob eine bodengebundene Begrünung überhaupt möglich ist. Bei dieser Ja-/Nein-Frage wurden bei Beantwortung mit Ja, für alle Typen, fünf Punkte vergeben. Bei einem Nein kann die bodengebundene Fassadenbegrünung nicht ausgeführt werden. Beide Typen erhalten somit null Punkte und werden auch in der Gesamtwertung mit null Punkten bewertet. Durch dieses Kriterium scheiden somit bei Beantwortung mit Nein zwei Begrünungsmöglichkeiten aus, weswegen es als erstes angeführt wurde.

			Bodengebundene Fassadenbegrünung ohne Rankhilfe		Bodengebundene Fassadenbegrünung mit Rankhilfe		Troggebundene Fassadenbegrünung		Wandgebundene Fassadenbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern		Wandgebundene Fassadenbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern	
Kriterium	Auswahlmöglichkeit	Wertung	Pkt.	Σ	Pkt.	Σ	Pkt.	Σ	Pkt.	Σ	Pkt.	Σ
Ist genügend Fläche für eine Bodengebundene Begrünung vorhanden?	Ja	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Budget der Fassadenbegrünung	Mittel	30	5	150	5	150	5	150	3	90	3	90
Fassadentyp	Massivwand	20	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
Soll das Begrünungsziel schnell erreicht werden?	Ja	10	1	10	1	10	3	30	5	50	5	50
Sollen höhere Teile der Fassade begrünt werden?	Ja	10	1	10	2	20	5	50	5	50	5	50
Pflanzenvielfalt gewünscht?	Ja	10	1	10	1	10	5	50	5	50	5	50
Bewässerung	Automatisch	10	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50
Auswahlkriterium n			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamtpunkte		100		380		390		480		440		440

Abbildung 14: Entscheidungsmatrix

Tabelle 16: Punkteverteilung Entscheidungsmatrix

	Bodengebundene Fassadenbegrünung ohne Rankhilfe	Bodengebundene Fassadenbegrünung mit Rankhilfe	Troggebundene Fassadenbegrünung	Wandgebundene Fassadenbegrünung teilflächig	Wandgebundene Fassadenbegrünung vollflächig
Ist genügend Fläche für eine bodengebundene Begrünung vorhanden?					
Ja	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Nein	0 Pkt.	0 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Budget der Fassadenbegrünung					
Niedrig	5 Pkt.	5 Pkt.	3 Pkt.	1 Pkt.	1 Pkt.
Mittel	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	3 Pkt.	3 Pkt.
Hoch	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Fassadentyp					
Massivwand	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Außenwand-WDVS	2 Pkt.	3 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Vorgehängte hinterlüftete Fassade	3 Pkt.	3 Pkt.	4 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Soll das Begrünungsziel schnell erreicht werden?					
Ja	1 Pkt.	1 Pkt.	3 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Nein	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Sollen höhere Teile der Fassade begrünt werden?					
Ja	1 Pkt.	2 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Nein	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Pflanzenvielfalt gewünscht?					
Ja	1 Pkt.	1 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Nein	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Bewässerung					
Automatisch	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.	5 Pkt.
Händisch	5 Pkt.	5 Pkt.	3 Pkt.	1 Pkt.	1 Pkt.
Auswahlkriterium n					
Antwort 1	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.
Antwort 2	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.
Antwort 3	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.	0 Pkt.

Kriterium zwei behandelt das Budget für die Begrünung. Bei den Auswahlmöglichkeiten wurde zwischen einem niedrigen, mittleren und hohen Budget unterschieden. Ein niedriges Budget ergibt somit für die bodengebundene Begrünung fünf Punkte, für die troggebundene Begrünung drei Punkte und für die wandgebundene Begrünung einen Punkt. Bei einem mittleren Budget erhalten bodengebundene und troggebundene Begrünungen fünf Punkte, die wandgebundenen drei Punkte. Ein hohes Budget führt bei allen Begrünungstypen zur vollen Punktzahl.

Beim dritten Kriterium werden Punkte nach der Eignung der jeweiligen Fassadenbegrünung mit dem vorhandenen Fassadentypen vergeben. Am besten ist hier die Massivwand geeignet, die bei allen Begrünungstypen die volle Punktzahl bekommt. Beim Außenwand-Wärmedämmverbundsystem schneiden die bodengebundenen Typen schlechter ab. Bei der vorgehängten hinterlüfteten Fassade erreichen nur die wandgebundenen Systeme die vollen fünf Punkte, die anderen Begrünungstypen bekommen hier drei beziehungsweise vier Punkte.

Kriterium vier befasst sich mit damit, ob das Begrünungsziel schnell erreicht werden kann. Hier wurden die Richtwerte des potenziellen Entwicklungsschemata nach drei Jahren aus Anhang B der ÖNORM L 1136 hergenommen [22], danach richtet sich auch die Punkteverteilung wenn die Frage mit Ja beantwortet wird. Kriterium fünf ist ebenfalls eine Ja-/Nein-Frage und befasst sich mit der Begrünung der höheren Fassadenbereiche. Die bodengebundenen Begrünungstypen sind hier durch die Wuchshöhe der Pflanzen beschränkt.

Kriterium sechs bewertet die Pflanzenvielfalt, welche bei der troggebundenen und den wandgebundenen Systemen sehr einfach zu erreichen ist. Die bodengebundenen Begrünungen sind auch hier durch die Bepflanzungsarten beschränkt, da nur wenige Pflanzenarten mit einer ausreichenden Wuchshöhe ausgestattet sind.

Das letzte Kriterium in dieser Arbeit vergibt Punkte für die Art, wie die Bewässerung ausgeführt wird. Eine automatische Bewässerung ist für alle begrünungstypen ideal und ergibt auch bei allen die volle Punktezahl. Sollte jedoch, etwa aus kostentechnischen Gründen, eine händische Bewässerung

möglich und erwünscht sein, schneiden hier die bodengebundenen Begrünungstypen besser ab.

6 Ausblick

Durch diese Arbeit konnte die Thematik der Fassadenbegrünung ergänzt und als Grundlage für weiterführende Forschungen verstanden werden. Dies ist auch durch die steigenden Temperaturen erforderlich, um dem allgemeinen Temperaturanstieg der nächsten Jahrzehnte und vorallem dem hinzukommenden UHI-Effekt in Städten [2] entgegenzuwirken.

Das anfängliche Ziel dieser Diplomarbeit war es, eine Übersicht zahlreicher Beispiele von Fassadenebgrünungen für den Raum Wien und Umgebung in Form einer Entscheidungsmatrix zu erstellen und daraus Empfehlungen für zukünftige Bauprojekte und InteressentInnen zu geben. Durch die anfangs geringe Rückläufigkeit des erstellten Fragebogens mit Projekten aus Wien wurde dann österreichweit nach Projekten gesucht und nachgefragt.

Als grundsätzlicher Anreiz, allgemeines Interesse für Begrünungen zu erzeugen, können die zahlreichen Vorteile in Kapitel 2.2.1 hergenommen werden. Diese zeigen deutlich den Nutzen von Fassadenbegrünungen auf und mit einer fachgerechten Errichtung und ordentlicher Wartung und Pflege können auch die Nachteile kleingehalten werden.

Erfolgreiche Rückmeldungen der Projektbeteiligten waren etwa die Steigerung der Zufriedenheit, die Erhöhung des Grünraumanteils, positive Rückmeldungen aus der Bevölkerung und natürlich eine Verbesserung des Erscheinungsbildes. Negatives beziehungsweise Punkte die zu beachten sind, sind die richtige Pflanzenauswahl um ein Pflanzensterben zu verhindern, ein entsprechendes Trogvolumen für den Endzustand einzuplanen, Einsparungen beim Bewässerungssystem oder einen zu engen Zeitplan für die Umsetzung.

Die Kriterien für die Entscheidungsmatrix wurden bereits in Kapitel 5.4 erläutert, um diese noch besser abzustimmen beziehungsweise andere Kriterien zu ergänzen, bedarf es weiterer Projekte. Dies betrifft vorallem bei wandgebundenen Fassadenbegrünungen, da hier nur ein Projekt mit einer Rückmeldung Informationen geben konnte. So können weitere Aspekte von Fassadenbegrünungen in die Entscheidungsmatrix eingebunden werden, die derzeit noch nicht genauer erfasst wurden oder noch nicht bekannt waren.

Die Dokumentation der Bauplanungs- und Entscheidungsprozesse konnte mit Hilfe der Literaturrecherche und der Antworten aus dem Fragebogen näher bestimmt werden. Der Bauplanungsprozess beginnt nach der erstmaligen Idee mit einer Machbarkeitsstudie. Ist diese erfolgreich kommt es über die Entwurfsplanung anschließend zur Einreichung und Umsetzung. Während des gesamten Bauplanungsprozesses werden Entscheidungen getroffen. Die erste Entscheidung ist die, ob und warum eine Fassadenbegrünung umgesetzt werden sollte. Fällt dieser Prozess positiv aus, werden Alternativen besprochen und die beste Option kommt zur Ausführung. Während der Umsetzung können noch Anpassungen durchgeführt werden und eine eventuelle Nachbesprechung nach der Umsetzung kann optional auch noch vorgenommen werden.

Die Auswertung zu den Kosten führte zwar zur derzeit bekannten Reihung, nämlich das die bodengebundene Begrünung am kostengünstigsten ist, darauffolgend die troggebundene Begrünung und am teuersten die wandgebundene Fassadenbegrünung. Die Erkenntnisse aus dem Fragebogen bezüglich der Kosten je Quadratmeter weichen jedoch etwas von den vorgegebenen Zahlen aus dem Leitfaden Fassadenbegrünung [10] ab. Ebenso muss der Richtpreis für die wandgebundene Begrünung mit Vorsicht genossen werden, da hier nur ein Projekt zur Auswertung zur Verfügung stand.

Ein Aspekt, der nur Allgemein betrachtet wurde und für den in dieser Arbeit Informationen zusammengetragen wurden, ist das Thema Förderungen. Im Fragebogen wurde danach zwar explizit gefragt, bei allen Projekten konnte jedoch keine konkrete Fördersumme genannt werden und nur zwei Projekte erhielten überhaupt eine Förderung und dies entweder für das Gesamtprojekt oder in Kombination mit der thermischen Sanierung des Gebäudes. Die Förderung läuft derzeit meist direkt über die Städte in Folge eines separaten Förderantrags. Die Förderhöhe ist in den genannten Städten aus Kapitel 3 unterschiedlich hoch, meist ist sie gedeckelt und an verschiedene Bedingungen geknüpft. So soll etwa überall eine Mindestfläche begrünt werden und die Begrünung soll auch für eine bestimmte Dauer bestehen bleiben. Für bestimmte Neubauten ist in Wien eine Fassadenbegrünung verpflichtend durchzuführen.

Die Erkenntnisse dieser Diplomarbeit sollen somit dabei helfen, sich für das optimalste System zu entscheiden, wodurch es leichter wird Begrünungen

umzusetzen und einen Beitrag zu ihrem Anstieg im städtischen und ländlichen Erscheinungsbild zu leisten.

7 Anhang

7.1 Fragebogen

Fragebogen zur Erfassung von Projekten mit Fassadenbegrünung



© jakob.com/Jakob Rope Systems

Sehr geehrte Damen und Herren, mein Name ist Strahberger Julian und ich studiere an der TU Wien Bauingenieurwesen. Für meine Diplomarbeit „Gebäudebegrünung – Evaluierung von Praxisumsetzungen“ befasse ich mich mit dem Thema Fassadenbegrünungen. Dieser Fragebogen erhebt wichtige Kennwerte und Prozesse, die als Entscheidungshilfe für zukünftige Projekte dienen. Bitte nehmen Sie sich etwa 20-25 Minuten Ihrer Zeit zur Beantwortung des Fragebogens.

Projektname:

Projektadresse:

Kontaktperson inkl. Telefonnummer (für etwaige Rückfragen):

.....
.....
.....

1) Warum haben Sie sich für eine Fassadenbegrünung entschieden?

(Bitte in Stichworten beschreiben)

.....

.....

.....

.....

.....

2) Wie sind Sie auf die Idee der Umsetzung gekommen? (mehrere Antworten möglich)

durch rechtliche Vorgaben

aus Überzeugung

Sonstiges:

.....

3) Wurden andere Varianten zur Grundidee vorgestellt? Wenn ja – welche?

.....

.....

.....

.....

.....

4) Welche Anreize gab es für die Fassadenbegrünung? (mehrere Antworten möglich)

eine Förderung

gute Erfahrung mit Bestandsprojekten

Sonstiges:

.....

5) Welchen Nutzen hat man mit der Fassadenbegrünung? (mehrere Antworten möglich)

- Energieersparnis
- ein geringerer CO₂-Ausstoß
- besseres Wohlbefinden
- Sonstiges:

6) In welchem Zuge wurde die Fassadenbegrünung errichtet?

- Neubau
- Umbau/Erweiterung
- Sanierung

7) Wie alt ist das Gebäude?

ca. _____ Jahre

8) Wie groß ist die Fassadenfläche des gesamten Gebäudes?

ca. _____ m²

9) Wie groß ist die Fläche der Fassadenbegrünung?

ca. _____ m²

10) Aus welchem Baustoff besteht die Außenwand?

- Ziegelmauerwerk
- Stahlbeton
- Holz
- Ytong (Porenbeton)
- Sonstiges:

11) Welchen Fassadentyp hat ihr Gebäude?

- Massivwand
- Außenwand-WDVS
- vorgehängte hinterlüftete Fassade
- Sonstiges:
-

12) Welche Art von Fassadenbegrünung hat ihr Projekt?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> bodengebunden: | <input type="checkbox"/> mit Rankhilfe |
| | <input type="checkbox"/> ohne Rankhilfe |
| | <input type="checkbox"/> mobiler Trog (System BERTA, etc.) |
| <input type="checkbox"/> fassadengebunden: | <input type="checkbox"/> Trogsystem/Regalsystem |
| | <input type="checkbox"/> Mattensystem/flächiges System |
| | <input type="checkbox"/> Modulsystem |

13) Gab es Schwierigkeiten während des Planungsprozesses? Wenn ja – welche? Kam es zu Anpassungen und Überarbeitungen?

.....

.....

.....

.....

14) Gab es Schwierigkeiten während der Umsetzungsphase? Wenn ja – welche?

.....

.....

.....

.....



15) Sind Schwierigkeiten während der Nutzungsphase aufgetreten? Wenn ja – welche Verbesserungen wurden umgesetzt?

.....
.....
.....
.....

16) Wer war die ausführende Firma? Wie hoch waren die Errichtungskosten des gesamten Projekts?

.....
.....
.....
.....

17) Wie hoch waren die Kosten der Fassadenbegrünung ca.?

.....
.....
.....
.....

18) Wie hoch war die Förderung? Welcher %-satz im Vergleich zum Gesamtvolumen?

.....
.....
.....
.....

19) Welche jährliche Kostenersparnis erwarten Sie sich durch die Fassadenbegrünung?

.....
.....
.....
.....



25) In welchem Intervall wird die Begrünung gepflegt?

- vierteljährlich
- halbjährlich
- jährlich

26) Wie leicht/schwierig hat sich die Antragstellung bzw. Umsetzung der Förderung der Begrünung gestaltet?

.....

.....

.....

.....

27) Welche Bewilligungen waren erforderlich?

.....

.....

.....

.....

28) Wurden behördlichen Auflagen gestellt? Wenn ja – welche?

.....

.....

.....

.....

29) Sind Sie mit der Entscheidung für eine Fassadenbegrünung zufrieden?

sehr unzufrieden sehr zufrieden

gab es positives:

.....

.....

.....

gab es negatives:

.....

.....

.....

Ich möchte mich recht herzlich für die Zeit, die Sie investiert haben und für Ihre Hilfe bedanken. Wenn es noch weitere Projekte gibt, würde es mich sehr freuen, wenn Sie einen weiteren Fragebogen ausfüllen würden.

Wenn Interesse an meiner Diplomarbeit besteht, kann ich Ihnen diese in pdf-Form zusenden.

Für eventuelle Rückfragen stehe ich Ihnen gerne unter der folgenden Nummer zur Verfügung:

Mobil: +43677/61293720

Den ausgefüllten Fragebogen bitte ich Sie an folgende E-Mail-Adresse zu retournieren:

julian.strahberger@hotmail.com

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nachweisfreie Varianten der Montage von Fassadenbegrünungen in den Gebäudeklassen 4 und 5 [10].....	11
Abbildung 2: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern [6].....	16
Abbildung 3: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfe und Kletterpflanzen [6].....	17
Abbildung 4: Schnitt BerTA System [23].....	18
Abbildung 5: BerTA System mit Rankhilfe [23] links: Rankhilfe mit Seil und rechts: GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) Gitter	19
Abbildung 6: Fassadengebundene Vertikalbegrünung - Regalsystem [6].....	20
Abbildung 7: Fassadengebundene Vertikalbegrünung - modulares System [6].....	21
Abbildung 8: Fassadengebundene Vertikalbegrünung - flächiges System [6]	22
Abbildung 9: Objekttyp – Gesamtauswertung.....	35
Abbildung 10: Frage 10 – Gesamtauswertung	38
Abbildung 11: Frage 12 – Gesamtauswertung	40
Abbildung 12: Frage 25 – Gesamtauswertung	46
Abbildung 13: Frage 29 – Gesamtauswertung	48
Abbildung 14: Entscheidungsmatrix.....	52

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Oberflächeneignung für Selbstklimmer [21].....	11
Tabelle 2: Vor- und Nachteile einer bodengebundenen Vertikalbegrünung [10].....	15
Tabelle 3: Vor- und Nachteile einer wandgebundenen Vertikalbegrünung [10]	15
Tabelle 4: Beantwortungsquote Fragebogen.....	31
Tabelle 5: Frage 1 – Gesamtauswertung.....	32
Tabelle 6: Frage 2 – Gesamtauswertung.....	33
Tabelle 7: Frage 4 - Gesamtauswertung	34
Tabelle 8: Frage 5 – Gesamtauswertung.....	34
Tabelle 9: Frage 7 – Gesamtauswertung.....	36
Tabelle 10: Frage 8 – Gesamtauswertung.....	37
Tabelle 11: Frage 9 – Gesamtauswertung.....	37
Tabelle 12: Frage 21 – Gesamtauswertung.....	44
Tabelle 13: Frage 22 – Gesamtauswertung.....	44
Tabelle 14: Frage 24 – Gesamtauswertung.....	45
Tabelle 15: Frage 29 – Gesamtauswertung.....	48
Tabelle 16: Punkteverteilung Entscheidungsmatrix.....	53

8 Literaturverzeichnis

- [1] ZAMG, „Aus extrem wurde normal: Sommer in Deutschland, der Schweiz und Österreich immer heißer,“ 02 07 2020. [Online]. Available: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/aus-extrem-wurde-normal-sommer-in-deutschland-der-schweiz-und-oesterreich-immer-heisser>. [Zugriff am 26 09 2022].
- [2] S. Holzmüller, „Gebäudebegrünungen als eine Strategie zum Entgegenwirken des urbanen Hitzeinseleffekts (UHI-Effekts),“ Technische Universität Wien, Wien, 2019.
- [3] J. F. Bastin, E. Clark, T. Elliott, S. Hart, J. van den Hoogen, I. Hordijk, H. Ma, S. Majumder, G. Manoli, J. Maschler, L. Mo, D. Routh, K. Yu, C. M. Zohner und T. W. Crowther, „Understanding climate change from a global analysis of city analogues,“ Public Library of Science, 2019.
- [4] N. Pfoser et al, Gebäude Begrünung Energie. Potenziale und Wechselwirkungen, Darmstadt: Technische Universität Darmstadt, 2013.
- [5] N. Pfoser, „Fassade und Pflanze,“ Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 2016.
- [6] J. Hollands, „Entwicklung eines Modells zur Bewertung der ökologischen, ökonomischen und energetischen Auswirkungen fassadengebundener Begrünungssysteme,“ Technische Universität Wien, Wien, 2017.
- [7] J. Preiss, „GRÜNGEWANDt 2.0,“ 2013.
- [8] I. f. D. G. u. K. G. d. U. Hamburg, „Fachgebärden Lexikon - Gärtnerei und Landschaftsbau,“ Universität Hamburg, 2022. [Online]. Available: <https://www.sign-lang.uni-hamburg.de/galex/konzepte/l126.html>. [Zugriff am 25 03 2022].
- [9] N. Erlach, „Dachgrün - Studie im Auftrag der MA 22,“ Erlach Norbert, Wien, 2012.

- [10] F. Kraus, R. Fritthum, E. Robausch, B. Scharf, J. Preiss, E. Enzi, G. Steinbauer, C. Oberbichler, A. Lichtblau, S. Haas, G. Dyk, A. Korjenic, D. Tudiwer und L. Jesner, „Leitfaden Fassadenbegrünung,“ MA 22 - Wiener Umweltschutzabteilung - Bereich Räumliche Entwicklung & ÖkoKaufWien - Arbeitsgruppe 25 - Grün- und Freiräume, Wien, 2019.
- [11] V. Enzi, „Fassadenbegrünungen - Innovation und Chance,“ Universität für Bodenkultur Wien, Wien, 2010.
- [12] D. Rittler, „Concept Green,“ Technische Universität Wien, Wien, 2015.
- [13] J. Hollands und A. Korjenic, „Ansätze zur ökonomischen Bewertung vertikaler Begrünungssysteme,“ Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2019.
- [14] GRÜNSTADTKLIMA, „Forschungsprojekt zu Fassaden- und Dachbegrünung, Wegebelege (2010-2013),“ FFG, Verband für Bauwerksbegrünung, BOKU Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, 2013.
- [15] U. D. „Sick Building Syndrom. Krank in einem ‚krankmachenden‘ Gebäude,“ 2016. [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/belastung-des-menschen-ermitteln/umweltmedizin/sick-buildingsyndrom>. [Zugriff am 3 12 2018].
- [16] S. Körner et al, „Grün und Gesundheit,“ Universität Kassel, 2008.
- [17] S. Brenneisen et al, „Ökologischer Ausgleich auf dem Dach: Vegetation und bodenbrütende Vögel,“ Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Zürich, 2010.
- [18] S. Weber, „Wer klopft denn da? Spechte als Fassadenhacker. Ratgeber zum Artenschutz an Gebäuden,“ Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V., München, 2010.
- [19] G. Hancvencl, „Fassadengebundene Vertikalbegrünung,“ Universität für Bodenkultur Wien, Wien, 2013.

- [20] Österreichisches Institut für Bautechnik, „ÖiB - Richtlinie 2 - Brandschutz,“ Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien, 2019.
- [21] B. W. Krupka, G. Bischoff, D. Figge, P. König, A. Leissler, T. Leopoldseder, G. Lösken, W. Meyer-Ricks, U. Pitha, S. Roth-Kleyer, H. Schomakers, G. Spangardt, D. Ulonska und H. Zühlke, „Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen,“ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn, 2018.
- [22] Austrian Standards International, „Vertikalbegrünung im Außenraum - Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle,“ Austrian Standards International, Wien, 2021.
- [23] I. Mühlbauer, „GRÜNSTATTGRAU,“ [Online]. Available: <https://gruenstattgrau.at/>. [Zugriff am 29 05 2020].
- [24] Schrödingers Katze, „Schrödingers Katze,“ Österreichische Universitätenkonferenz, 2022. [Online]. Available: <https://www.schroedingerskatze.at/hitzeinseln/>. [Zugriff am 25 03 2022].
- [25] Stadt Wien - Stadtentwicklung, „Bestimmung zur Fassadenbegrünung,“ [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/bestimmung-fassadenbegruenung.html>. [Zugriff am 23 05 2023].
- [26] Stadt Wien, „Straßenseitige Fassadenbegrünung - Förderungsantrag,“ Stadt Wien, 2020. [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/umweltschutz/naturschutz/fassadenbegruenung.html>. [Zugriff am 13 09 2020].
- [27] Stadt Wien, „Innenhofbegrünung - Förderungsantrag,“ Stadt Wien, 2022. [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/umweltschutz/naturschutz/innenhofbegruenung.html>. [Zugriff am 25 03 2022].

- [28] Stadt Linz - Abteilung Umweltmanagement, „Förderantrag Fassaden- und Dachbegrünungen,“ Magistrat Linz, Linz, 2020.
- [29] Stadt Graz, „Umweltförderung: Urbane Begrünung,“ Stadt Graz, 2021. [Online]. Available: https://www.graz.at/cms/beitrag/10309767/7882683/Foerderung_einer_urbanen_Begruenung.html. [Zugriff am 26 03 2021].
- [30] Die Umweltberatung, „Förderungen für Gebäudebegrünung,“ Die Umweltberatung, 2021. [Online]. Available: <https://www.umweltberatung.at/foerderungen-fuer-gebaeudebegruenung>. [Zugriff am 26 03 2021].
- [31] S. B.V., „Die Methodik der Bachelorarbeit in 4 Schritten,“ Scribbr B.V., 2020. [Online]. Available: <https://www.scribbr.de/methodik>. [Zugriff am 02 09 2020].
- [32] GRÜNSTATTTGRAU, GRÜNSTATTTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH, 2022. [Online]. Available: <https://gruenstattgrau.at/datenbank/>. [Zugriff am 16 06 2020].
- [33] H. Sahner, R. Sackmann und M. Bayer, Fragebogen - Ein Arbeitsbuch, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014.
- [34] Infonautics, „Richtige Entscheidungen treffen mittels Entscheidungsmatrix,“ INFONAUTICS GmbH, 2017. [Online]. Available: <https://www.infonautics.ch/blog/entscheidungsmatrix/>. [Zugriff am 07 06 2020].
- [35] M. Maurer, „Architekt Maurer,“ [Online]. Available: <https://www.architekt-maurer.at/>. [Zugriff am 09 02 2023].
- [36] M. Gossen, S. Geiger, B. Holzhauer und R. Müller, „Zukunft? Jugend fragen! 2019,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2021.
- [37] S. Delius, „Xing,“ New Work SE, [Online]. Available: <https://coaches.xing.com/magazin/checkliste-so-gestalten-sie-ihre-entscheidungsprozesse-erfolgreich>. [Zugriff am 07 02 2023].

- [38] R. Gillenkirch, „Gabler Wirtschaftslexikon,“ Springer Gabler - Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, [Online]. Available: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/entscheidungsprozess-35511>. [Zugriff am 07 02 2023].