



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Vertical Green

Risiken und Chancen von Fassadenbegrünung im urbanen Raum und der Vergleich von vertikalen Begrünungssystemen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

Senior Scientist Dipl.-Ing. Dr. Katrin Hagen

E 260 Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen

E 260-02 Forschungsbereich Landschaftsplanung + Gartenkunst

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Greta Simon, BSc

01225954

Wien, am 19.05.2020



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Weiters bestätige ich, dass diese Arbeit weder an einer anderen Bildungsinstitution vorgelegt, noch veröffentlicht wurde.

Greta Simon

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
1.1.	Problemstellung	5
1.2.	Ziel der Arbeit	5
2.	Warum grün bauen?	9
2.1.	Klimawandel und Stadtüberhitzung	9
2.1.1.	Globales Klima	9
2.1.2.	Stadtklima	12
2.1.3.	Städtische Wärmeinsel - Urban Heat Island	14
2.2.	Status Quo und grüne Chance	16
2.3.	Funktionen und Bedeutung der Gebäudebegrünung	17
3.	Entwicklung der Gebäudebegrünung	21
3.1.	Historischer Rückblick	21
3.2.	Architektonische Vorreiter in Wien	24
3.3.	Arten von Gebäudebegrünungen	28
4.	Ökologische Aspekte von Gebäudebegrünung	31
4.1.	Klimatische Aspekte und Auswirkungen	31
4.2.	Lufthygienische Aspekte	34
4.2.1.	C-Speicherung/ CO2 Reduktion	34
4.2.2.	Feinstaubbindung	34
4.3.	Bauphysikalische Aspekte	36
4.3.1.	Brandschutz	36
4.3.2.	Schallschutz	38
4.3.3.	Thermische Dämmung	39
4.3.4.	Kühleffekt	40
5.	Ökonomische Aspekte von Gebäudebegrünung	43
6.	Vertikale Begrünungsmöglichkeiten	47
6.1.	Fassadengebunde Systeme	47
6.1.1.	Baukastensysteme (modulare Systeme)	48
6.1.2.	Gesamtsysteme (flächige Systeme)	49
6.1.3.	Regalsysteme (lineare Systeme)	50
6.2.	Bodengebundene Systeme	52
6.2.1.	Direktbewuchs	52
6.2.2.	Leitbarer Bewuchs	54

6.2.2.1. Kletterhilfen	57
6.3. Mischformen	63
7. Anforderungen an das Bauwerk	65
7.1. Bautechnische Voraussetzungen	65
7.2. Vegetationstechnische Voraussetzungen	67
8. Einschränkungen und Herausforderungen	69
8.1. Akzeptanz	69
8.2. Belastende Faktoren	70
8.3. Bauschäden	72
8.3.1. Schadensrisiken durch bautechnische Planungsfehler	72
8.3.2. Schadensrisiken durch ungeeignete Pflanzenwahl/ Begrünungstechnik	72
8.3.3. Schadenrisiken durch mangelhafte Pflege oder Wartungsfehler	73
8.4. Vorsorge und präventive Schadensverhütung	75
8.5. Pflege	77
9. Rechtliche Voraussetzungen	81
9.1. Rechtsvorschriften	81
9.1.1. Fassadenbegrünung auf Privatgrund	81
9.1.2. Fassadenbegrünung „vom Gehsteig“	81
9.1.3. Haftung und Kosten	82
9.2. Technische Richtlinien	83
9.3. Förderungen	83
10. Anknüpfungspunkte in Wien	87
10.1. 50 grüne Häuser	87
10.2. MUGLI	87
10.3. Green Pass	88
11. Anwendungsbeispiel an einem Bürobau	91
11.1. Projektbeschreibung	91
11.1.1. Allgemein	91
11.1.2. Bauplatz	91
11.1.3. Bebauung	93
11.1.3.1. Bebauungsbestimmungen	93
11.1.3.2. Bauweise und Gestaltung	93
11.1.3.3. Grundriss	94

11.1.4.	Begrünungsvorhaben	100
11.2.	Begrünungssysteme im Vergleich	104
11.2.1.	Allgemein	104
11.2.2.	SYSTEM 1: Leitbarer Bewuchs (mit Kletterpflanzen)	106
11.2.2.1.	Konstruktion	106
11.2.2.2.	Pflanzenwahl	108
11.2.2.3.	Bewässerung	109
11.2.2.4.	Pflege und Wartung	109
11.2.2.5.	Begrünungsdauer und Erscheinungsbild	110
11.2.2.6.	Kosten	113
11.2.2.7.	Zusätzliche Mehrwert	114
11.2.3.	SYSTEM 2: Baukastensystem (modulares System)	115
11.2.3.1.	Konstruktion	115
11.2.3.2.	Pflanzenwahl	117
11.2.3.3.	Bewässerung	117
11.2.3.4.	Pflege und Wartung	118
11.2.3.5.	Begrünungsdauer und Erscheinungsbild	118
11.2.3.6.	Kosten	121
11.2.3.7.	Zusätzlicher Mehrwert	121
11.2.4.	SYSTEM 3: Regalsystem (lineares System)	123
11.2.4.1.	Konstruktion	123
11.2.4.2.	Pflanzenwahl	125
11.2.4.3.	Bewässerung	125
11.2.4.4.	Pflege und Wartung	126
11.2.4.5.	Begrünungsdauer und Erscheinungsbild	126
11.2.4.6.	Kosten	129
11.2.4.7.	Zusätzlicher Mehrwert	129
12.	Fazit	133
13.	Anhang	137
13.1.	Literatur- und Quellenverzeichnis	137
13.2.	Abbildungsverzeichnis	145
13.3.	Experteninterviews	151



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Klimawandel. Ein Begriff, der nicht nur das globale Klima, sondern auch das weltweit immer stärker werdende Umweltbewusstsein der Bevölkerung prägt. Obwohl die Auswirkungen seit über 3 Jahrzehnten bekannt sind, wird nun auch offiziell von einer Klimakrise gesprochen, um das weitreichende Ausmaß zu verdeutlichen. Besonders augenscheinlich und bekannt ist hierbei die Thematik der steigenden Temperaturen. Vor allem in urbanen Gebieten sind die sich häufenden Hitzewellen besonders spürbar, da sich hier der hohe Grad an versiegelten und wärmespeichernden Flächen als problematisch erweist. Im Umkehrschluss bedeutet dies einen zu geringen Anteil an Grünflächen. Eine effektive Maßnahme könnten künftig dabei Fassadenbegrünungen darstellen, da hier vor allem der Gebrauch von ungenutzten Vertikalflächen von großem Vorteil wäre. Begrünte Fassaden wirken sich nachweislich nicht nur positiv auf das Gebäude selbst bzw. auf das Raumklima aus, sondern auch auf ihre unmittelbare Umgebung. Sie sind somit in der Lage das Mikroklima zu verbessern. Neben ihrer beschattenden und kühlenden Wirkung aufgrund der Verdunstungsleistung der Pflanzen, können diese auch Schadstoffe, wie CO₂ und Feinstaub, binden und somit zur verbesserten Luftqualität beitragen. Die Maßnahmen sind durch verschiedene Systemlösungen realisierbar, welche sich grundlegend in zwei Kategorien unterteilen lassen. Für das nähere Verständnis der Anwendungsprinzipien, sowie der Eigenschaften der unterschiedlichen Systeme wurden drei ausgewählte Begrünungsarten im Detail untersucht und miteinander verglichen. Erforderliche Rahmenbedingungen für eine Vergleichbarkeit und einen Praxisbezug liefert hier der Entwurf eines zweigeschoßigen Bürobaus. Dabei konnten nähere Aussagen zu Konstruktion, Pflanzenwahl, Bewässerung, Instandhaltung, Erscheinungsbild, Kosten sowie auch zusätzlicher Mehrwert der einzelnen Systeme getroffen werden.

Abstract

Climate change. A term that leaves its marks not only on the global climate, but also on the ever-increasing environmental consciousness of the population worldwide. Although the effects have been known for more than three decades, there is now official talk of a climate crisis to illustrate the scale of the problem. The issue of rising temperatures is particularly evident and well-known. The accumulating heat waves are particularly noticeable in urban areas, where the high degree of sealed and heat storing surfaces show to be problematic. Conversely, this means that the proportion of green spaces and surfaces is too low. In the future, façade greening could be an effective measure, as the use of unused vertical surfaces would be of great advantage here. Conversely, this means that the proportion of green spaces is too low. In the future, façade greening could be an effective measure, as the use of unused vertical surfaces would be of great advantage here. It has been proven that green facades not only have a positive effect on the building itself or on the indoor climate, but also on its immediate surroundings. They are therefore able to improve the microclimate. In addition to their shading and cooling effect due to the evaporation capacity of the plants, they can also bind pollutants, such as CO₂ and fine dust, thus also contributing to improved air quality. The measures can be put to practice by different system solutions, which can be divided fundamentally into two categories. For a further understanding of the application scenarios and the characteristics of the different systems, three selected types of greeneries were examined and compared with each other. The conceptual design of a two-storey office building provides the necessary external conditions for a comparability and also practical orientation. As a result, detailed statements could be made about construction, choice of plants, watering, maintenance, appearance, costs and a further added value of the individual systems.

Einleitung

1



1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Noch nie waren Themen wie Klimawandel, Nachhaltigkeit und die Rolle des Menschen dabei in der Öffentlichkeit so aktuell und stark diskutiert. Besonders in urbanen Gebieten hat sich das Umweltbewusstsein der Bevölkerung im Laufe der Jahre stark ausgeprägt und ist somit zu einem wichtigen Bestandteil einer guten Lebensqualität geworden. Demnach hat auch bereits bei Architekten/Architektinnen und Stadtplanern/Stadtplanerinnen ein Umdenken stattgefunden, da der Wunsch und auch die Nachfrage ökologisch und nachhaltig zu bauen aktueller denn je sind.

Mittlerweile spielt in der Stadtplanung für Menschen in Ballungsräumen qualitativ hochwertigen Wohnraum zu schaffen bzw. anzubieten eine wesentliche Rolle. Die Hauptaufgabe liegt darin Wohnen und Leben in den Städten attraktiv zu gestalten, da hier die ökologischen Probleme, wie Boden-, Luft-, Wasserbelastung und die Zerstörung von Biotopen besonders augenscheinlich sind. [22]

Aufgrund des hohen Grades der baulichen Ausnutzung der Grundflächen, muss für eine Verbesserung des Wohnumfeldes das überwiegend ungenutzte Flächenpotential am Gebäudebestand integriert werden. Nicht nur bei Privatpersonen, sondern auch im baulichen

Gewerbe wächst das Interesse hierfür zunehmend.

Die positiven Aspekte von Gebäudebegrünung sind vielen bekannt und können dabei durchaus auch zur Imagebildung beitragen. Mangelndes Wissen über die Möglichkeiten und insbesondere Sicherheiten sorgen jedoch noch häufig zu einer falschen Einschätzung von Begrünungssystemen. Dies ist in vielen Fällen nicht auf fehlendes Interesse zurückzuführen. Oft gestaltet sich der Informationszugang als schwierig, weshalb demnach die Wissensvermittlung sowie Vernetzung ein effektives Mittel darstellt.

1.2. Ziel der Arbeit

Aus gegebenem Anlass setzt diese Masterarbeit genau hier an und beschäftigt sich auch u.a. mit der Frage, was bei der Umsetzung von Hausbegrünungen immer noch für Hemmungen sorgt und welche Hinderungsfaktoren dabei eine Rolle spielen. Die vorliegende Arbeit besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: einem vorangehenden theoretischen Teil, in dem grundlegende Informationen dargelegt werden und einem weiteren, in dem die

Anwendung dieser Informationen an einem praktischen Beispiel gezeigt wird.

Nach einer Einleitung folgt die Betrachtung der gegenwärtigen Situation und die Bedeutung dabei von Gebäudebegrünung. Hierbei ist ein Blick auf das urbane Klima von Relevanz. Ein kurzer Einblick in die historische Entwicklung der Gebäudebegrünungen soll weiters zum Verständnis des Status Quo beitragen. Danach folgt eine Auseinandersetzung mit ökologischen und ökonomischen Aspekten der Fassadenbegrünung. Neben klimatischen und lufthygienischen Aspekten werden hier vor allem bauphysikalische untersucht und dargelegt. Ein wesentlicher Fokus des ersten Teiles dieser Arbeit liegt auf den unterschiedlichen Begrünungsrichtlinien, sowie deren Anforderungen. Neben der Untersuchung von bautechnischen Details, u.a. im Zusammenhang mit Materialien und Oberflächen, werden insbesondere Fragen zu Problemen und Herausforderungen aus heutiger Sicht behandelt. Hierbei ist die Betrachtung von rechtlichen Rahmenbedingungen wesentlich.

Ziel dieser Arbeit ist es, mithilfe der vorangehend dargelegten Informationen einer ausgiebigen Literaturrecherche, die

erforderlichen Schritte für eine Fassadenbegrünung aufzulisten und an einem praktischen Beispiel zu erläutern. Für eine geeignete Ausführung ist nicht nur eine Untersuchung der rechtlich-normativen Voraussetzungen erforderlich, sondern auch eine detaillierte Auseinandersetzung mit bewährten Werkstoffen, sowie Techniken, um etwaige Bauschäden und Ausführungsmängel zu vermeiden. Hierbei werden drei unterschiedliche Fassadenbegrünungssysteme in den selben Kategorien miteinander verglichen. Die Rahmenbedingungen wurden dabei so definiert, dass eine ausreichende Vergleichbarkeit der Parameter gegeben ist.

Neben dem Aufbau, der Pflanzenwahl und dem dazugehörigen Instandhaltungsaufwand wird die Begrünungsdauer und ihr Erscheinungsbild dargelegt, welches eines der wichtigsten Kriterien für Interessenten/Interessentinnen und Nutzer/Nutzerinnen darstellt. Weiters wird untersucht, inwieweit ein zusätzlicher Mehrwert in Bezug auf ökologische Funktionen gegeben ist. Die Arbeit bietet somit nicht nur einen allgemeinen theoretischen Überblick über diese Thematik, sondern auch den erforderlichen Praxisbezug.

Warum grün bauen? | 2



2. Warum grün bauen?

2.1. Klimawandel und Stadtüberhitzung

Der Klimawandel ist real und ist menschengemacht - darüber herrscht in der Wissenschaft große Einigkeit. Erst kürzlich sprachen 11.258 Wissenschaftler im Fachmagazin „BioScience“ eine eindringliche Warnung aus: „Wissenschaftler haben die moralische Verpflichtung, die Menschheit in aller Klarheit zu warnen, wenn es eine katastrophale Bedrohung gibt. Wir haben die Verpflichtung zu sagen, was ist. Wir sind mehr als 11.000 Wissenschaftler aus aller Welt, und wir sagen hiermit in aller Klarheit und ohne jeden Zweifel: Der Planet Erde steht vor einem Klima-Notfall.“ [36 S 8]

2.1.1. Globales Klima

Der Begriff Klimawandel prägt das (Umwelt)Bewusstsein der Menschen stärker denn je und ist auch in den letzten Jahren in den Medien zu einem relevanten und stark diskutierten Thema geworden. Das globale Klima ändert sich, was sich ebenfalls auf die Lebensqualität in Österreich auswirkt. Betroffen sind dabei nicht nur das Wohn- und Arbeitsumfeld, sondern auch die Gesundheit der Bevölkerung. Laut IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) haben etwa 1°C globale Erwärmung menschliche Aktivitäten gegenüber vorindustriellem Niveau bewirkt und sie

wird *wahrscheinlich* zwischen 2030 und 2052 bei aktueller Geschwindigkeit und je nach Entwicklung der Bevölkerung 1,5-2°C erreicht haben. Dieser rasante Anstieg des globalen Klimas bedeutet für die Menschheit das Leben in einem Warmklima, welches künftig besonders städtische Regionen treffen wird. Um klimabedingte Risiken für natürliche und menschliche Systeme zu verringern, ist es umso wichtiger sich anzupassen. [73]

Beim Klimawandel unterscheidet man grundsätzlich zwischen dem natürlichen und dem anthropogenen Treibhauseffekt. Ersteres ist die durch natürliche Ursachen entstandene Erwärmung der Erdatmosphäre, die eine globale Durchschnittstemperatur von 15°C sicherstellt und somit das Leben auf der Erde möglich macht. Die mittlere Lufttemperatur belief sich ohne den natürlichen Treibhauseffekt auf lediglich -18°C. Der zusätzliche oder anthropogene Treibhauseffekt stellt die durch Menschen bedingte Temperaturerwärmung dar, welcher im Gegensatz zum natürlichen Effekt in erster Linie durch zusätzliches CO₂ (Kohlenstoffdioxid), aber auch durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), O₃ (Ozon) und N₂O (Distickstoffmonoxid) verursacht wird. [24]

Die Nutzung fossiler Brennstoffe stellt bei der beobachteten Störung des Strahlungshaushaltes der Erde mit 50% die Hauptursache dar. 20% des weltweiten Antriebes stammen aus

der Chemieproduktion. Weiters liegen die zunehmend intensiver betriebene Landwirtschaft sowie die Vernichtung der Wälder mit je 15% an dritter Stelle. [26]

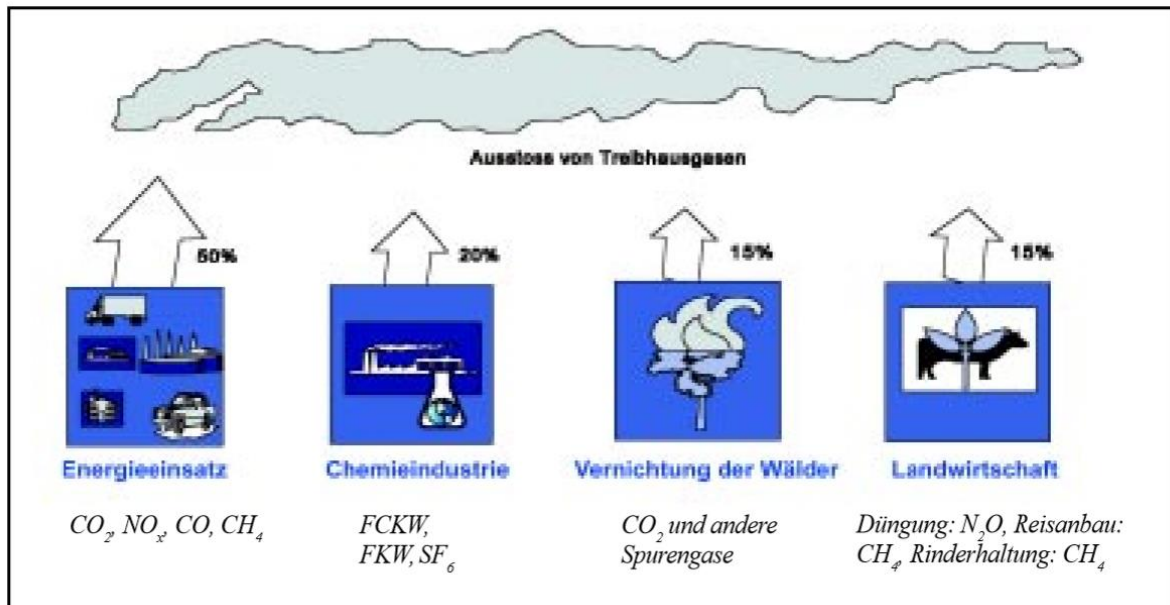


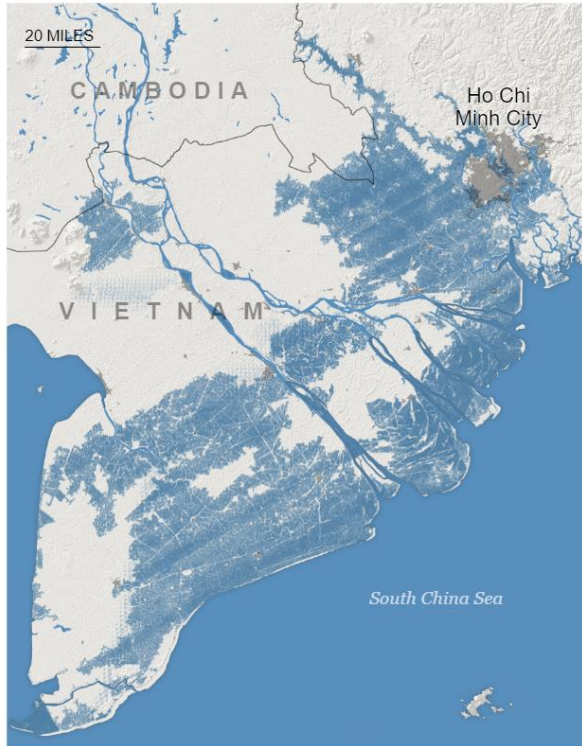
Abbildung 1: Hauptquellen der globalen emittierten Treibhausgase (Lozán und Graßl 2002)

Einer der größten Herausforderungen der Wissenschaft ist die Vorhersage des zukünftigen Klimas. Mittels entwickelter Klimamodelle können durch Simulationen der Klimasysteme Aussagen getroffen werden. Viele solcher Prognosen für das 21. Jahrhundert haben sich bereits bestätigt, wie die mittlere Erwärmung, die Verschiebung der Niederschläge, der Anstieg des Meeresspiegels und die Schrumpfung der Gletscher. [26]

Neue Erkenntnisse zum Thema steigender Meeresspiegel infolge von globaler Erwärmung zeigen auch, dass bis 2050 150 Millionen Menschen – also dreimal so viele, wie bisher angenommen – davon betroffen sein werden. Demnach könnten sogar mehrere bedeutende Küstenstädte unter die Flutgrenze der Gezeiten gelangen und geografisch von der Bildfläche verschwinden. [71]

■ Land underwater at high tide ■ Populated area

Old projection for 2050



New projection for 2050

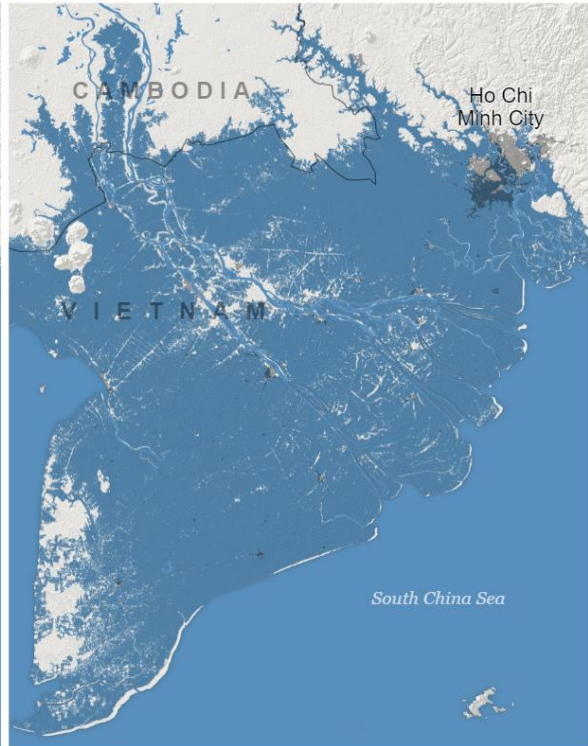
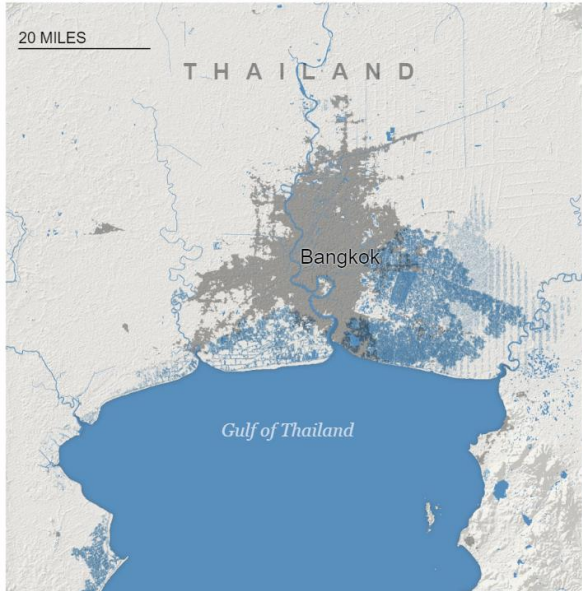


Abbildung 2: Bisherige (links) und neue (rechts) Prognosen für 2050 für Vietnam/ Ho Chi Minh City (Quelle: www.nytimes.com)

■ Land underwater at high tide ■ Populated area

Old projection for 2050



New projection for 2050

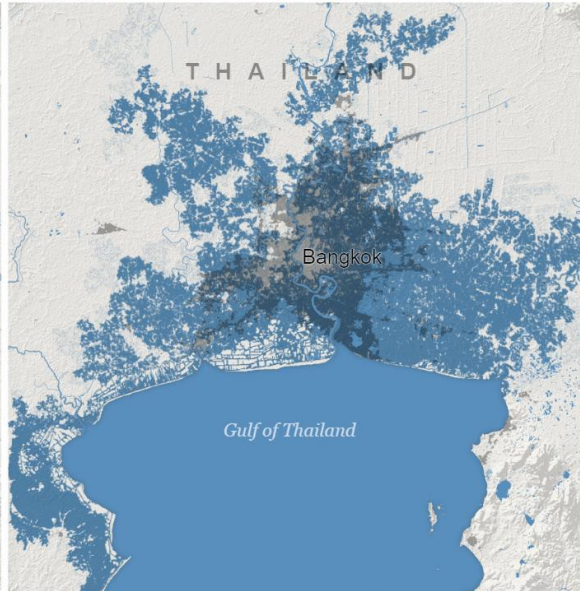


Abbildung 3: Bisherige (links) und neue (rechts) Prognosen für 2050 für Thailand/ Bangkok (Quelle: www.nytimes.com)

2.1.2. Stadtklima

Urbanisierung bedeutet nicht nur eine radikale Oberflächenveränderung, sondern auch eine Änderung der atmosphärischen Eigenschaften einer Region. Die dichten städtischen Baumaterialien bilden einen guten Wärmespeicher und eine wasserdichte Oberfläche. Anders als Grünflächen, speichern Gebäude die Hitze verursacht durch Sonnenstrahlung. Die blockartige Geometrie kann zudem die Durchlüftung behindern und somit eine Stagnation der Luftmassen zur Folge haben. Zudem können menschliche Aktivitäten und die dadurch freigesetzte Wärme zusätzliche

Wärme- und Wasserquellen im städtischen System bewirken. Der „urban boundary layer“ beschreibt laut Oke ein lokal bis mesoskaliges Phänomen oberhalb der Dachgrenze, dessen Eigenschaften durch die Beschaffenheit der allgemeinen städtischen Oberfläche bestimmt werden. Unterhalb des Dachniveaus befindet sich der „urban canopy layer“, der durch mikroskalische Prozesse in den Straßen (Canyons; zu Deutsch Schlucht) zwischen den Gebäuden erzeugt wird. Dieses sogenannte Mikroklima wird von seiner unmittelbaren Umgebung bestimmt. [32]

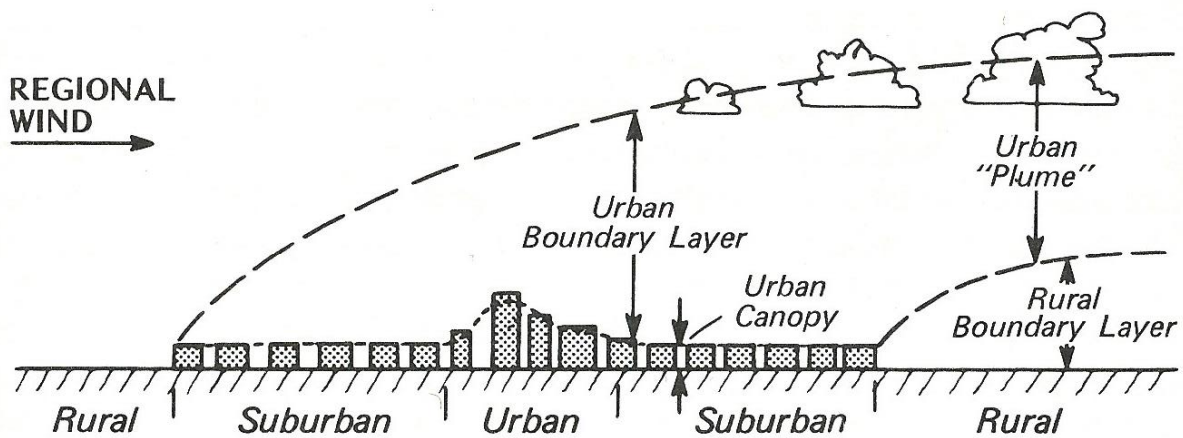


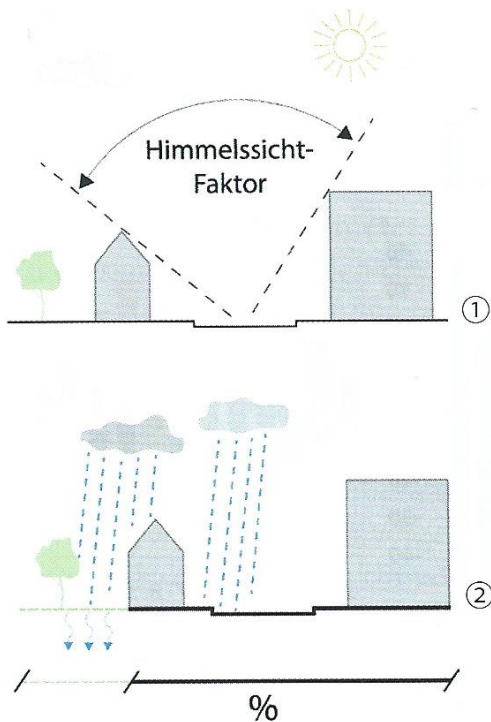
Abbildung 4: Schematische Darstellung der städtischen Atmosphäre, die eine zweischichtige Klassifizierung der städtischen Modifikation veranschaulicht (Oke 1978 nach Oke, 1976a)

Die Hitzebelastung in den urbanen Ballungsräumen wird immer stärker. Obwohl die Durchschnittstemperatur mäßig steigt, wird es sich stark auf extreme Temperaturereignisse, wie Anzahl der Hitzetage, auswirken. Hier werden deutliche Änderungen spürbar sein

bzw. sind bereits vernehmbar. Dabei stellt sich das hohe Temperaturniveau nicht plötzlich ein, sondern steigt kontinuierlich während einer Schönwetter- bzw. Hitzeperiode. Belastend für den Menschen sind hierbei aber nicht nur die hohen Temperaturen tagsüber,

sondern auch die fehlende nächtliche Abkühlung. Denn durch die tägliche Wärmeaufnahme und der fehlenden Kompensation der Gebäude steigen auch die Nachttemperaturen. Besonders betroffen sind hierbei ältere Menschen, da bei ihnen die Erträglichkeitsgrenze in Bezug auf hohe Temperaturen niedriger liegt als bei jüngeren. [24]

Zu den anfälligsten Gebieten zählen dichtbebaute Wohngebiete mit einer hohen Einwohnerdichte außerhalb der Innenstadt. Im Innenstadtbereich sind die Wärmeinselintensitäten zwar sehr hoch, jedoch ist die Vulnerabilität geringer, da hier in der Regel weniger Menschen wohnen. [ebd.]



Das Jahr 2018 war das heißeste Jahr in Wien seit Beginn der Aufzeichnungen. Mit 120 Sommertagen (mindestens 25°C) und 40 Hitzetagen (mehr als 30°C) wurde der Rekord von 2003 gebrochen. 14 der 20 wärmsten Jahre lagen allein in den 2000er Jahren. Aber auch die Anzahl der Tropennächte steigt stetig. 2018 lag sie bei 41 Nächten, was ebenso einen neuen Rekord darstellt. [64]

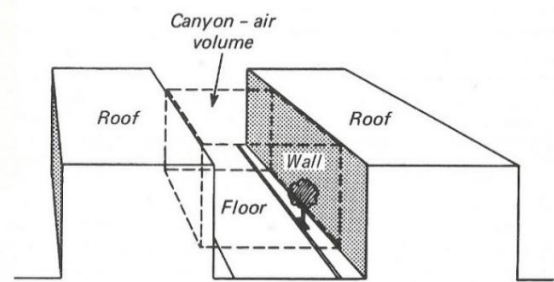


Abbildung 5: Schematische Darstellung eines Canyons, sowie der Schnittstelle der städtischen Atmosphäre (Oke 1978 nach Oke, 1976)

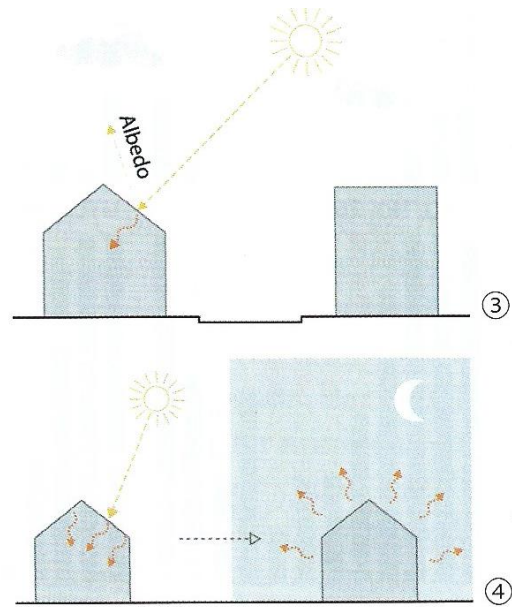


Abbildung 6: Einflussfaktoren auf das Stadtklima: 1) Himmelssichtfaktor 2) Anteil versiegelter/bebauter Flächen 3) Albedo 4) Wechselwirkung Strahlung/Bebauung (FLL 2014)

2.1.3. Städtische Wärmeinsel - Urban Heat Island

Bekannt ist dieses Phänomen bereits seit dem 19. Jahrhundert. [29] Oke (1978) verwendet den Begriff „Wärmeinsel“ zur Beschreibung des städtischen Klimas. Abbildung 7 zeigt die charakteristische Veränderung der Lufttemperatur vom ländlichen Gebiet zum Zentrum eines Stadtgebietes. Die Darstellung zeigt die Analogie zu einer Insel, da die ansteigende relative Wärme der Stadt sozusagen als Festland und umgebende Landschaft als kühles Meer gesehen werden kann. Der Übergang vom ländlichen zu städtischen Gebiet weist einen steilen Temperaturanstieg, den Oke als "Klippe" bezeichnet, zur städtischen Wärmeinsel auf. Der Großteil des restlichen

Stadtgebiets gleicht einem "Plateau" aus warmer Luft mit stetig steigender Temperatur zum Stadtzentrum hin. Die unterschiedlichen innerstädtischen Flächennutzungen wie Parks, Seen und Freiflächen, die kühlend wirken, und gewerbliche, industrielle oder dichte Bebauungsstrukturen, die eine gegenteilige Wirkung haben, beeinflussen bzw. unterbrechen dabei die Einheitliche Erscheinung dieser Plateaus. Als „Gipfel“ wird der Bereich der Wärmeinsel genannt, der die städtische Maximaltemperatur aufweist, was besonders stark bei nordamerikanischen Städten zu beobachten ist, die einen besonders ausgebildeten „städtischen Kern“ aufweisen. [32]

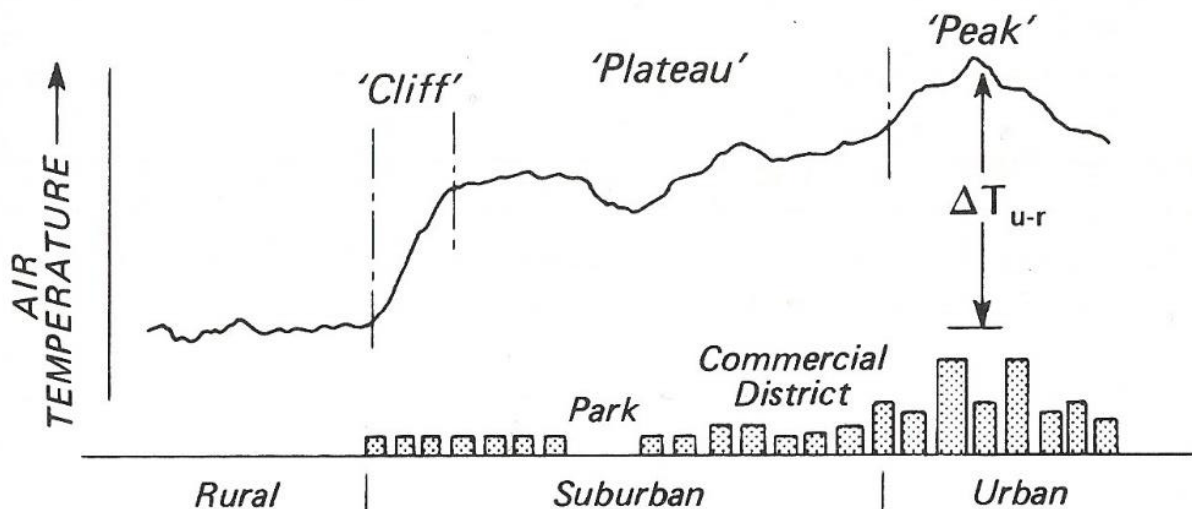
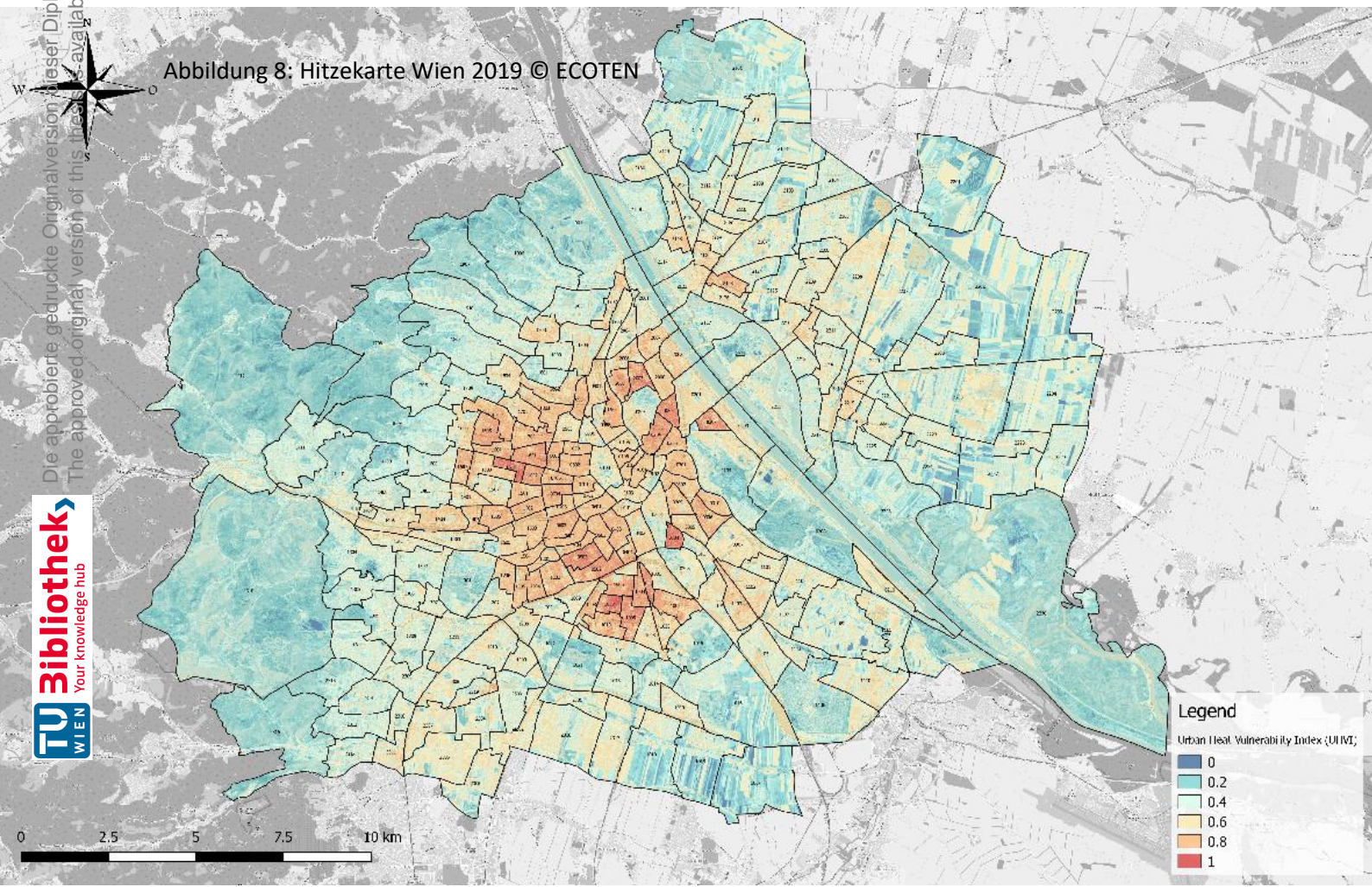


Abbildung 7: Schnitt durch eine typische Wärmeinsel (Oke 1978 nach Oke 1976b)

Die Ursachen für die städtische Überhitzung sind unterschiedlich. Eine hohe Einwohnerzahl und Bebauungsdichte verbunden mit einem hohen Grad an versiegelten Oberflächen und nur geringen Flächen mit Verdunstungsaktivität verstärken diesen Temperaturunterschied zwischen Stadt und Umland. Diese Faktoren können den UHI-Wert wesentlich anheben. Starker Wind und ein hoher Grünflächenanteil wirken hingegen mäßigend. [24]

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abbildung 8: Hitzekarte Wien 2019 © ECOTEN



2.2. Status Quo und grüne Chance

Weltweit leben 55% der Bevölkerung in urbanen Gebieten und laut einer Prognose der Vereinten Nationen von 2018 wird die Zahl der Menschen, die in Städten leben bis 2050 auf 68% anwachsen. Speziell in Europa gehen die Zahlen gegen 75%. [45] Eine Prognose, die auch Wien betreffen wird, denn auch hier wurde ein Bevölkerungszuwachs bis 2030 von derzeit 1,89 Millionen auf mehr als 2 Millionen vorhergesagt. [70]

Dieses Wachstum bedeutet nicht nur den Ausbau an Wohnraum, Arbeitsplätzen und sozialer Infrastruktur, sondern auch die Sicherstellung von ausreichend qualitativ hochwertigen Grün- und Freiräumen im unmittelbaren (Wohn)Umfeld. Zu dem Begriff „Freiraum“ zählen sowohl begrünte, als auch versiegelte und nicht versiegelte Flächen, also jene Flächen, die unbebaut sind. Ihm können dabei unterschiedliche Funktionen zugeordnet werden: Ein wichtiger Aspekt ist dabei die soziale Funktion. Er gilt als Ort für Erholung, des Treffpunktes, aber auch der Mobilität in Bezug auf Fuß- und Radverkehr. Weiters sorgt seine Stadtgliederungsfunktion für Struktur, Orientierung sowie Eigentümlichkeit. Ebenso bedeutend sind die naturräumlichen und stadtökologischen Funktionen, da sie Einfluss auf das Stadtklima und Biodiversität haben. [27]

Für die Schaffung eines Mehrwertes setzt die Stadt Wien auf ein Freiraum-Netz. Dabei sollen Grün- und Freiräume unterschiedlichen Charakters so miteinander vernetzt werden, dass der Zugang zu diesen Räumen in einem gewissen Nahbereich liegt, was in diesem Fall konkret einen Bewegungsradius von etwa 250 m bedeutet. Sowohl große Grünräume, wie Parks, als auch kleinere Flächen oder begrünte Straßen werden dabei in vertikaler und horizontaler Form in dieses Netz integriert. [ebd.]

Die Zunahme der städtischen Bevölkerung wird aber auch eine zukünftige Nachverdichtung des Stadtraums zur Folge haben. Um verstärkte negative Auswirkungen, wie klimatische, lufthygienische und akustische Belastungen durch einen erhöhten Grad an Flächenversiegelung, Emissionen und Hitzespeicherung zu vermeiden, sind also neue Ansätze zum Umgang mit mangelnden städtischen Vegetationsflächen notwendig. Fassadenflächen bieten sich besonders in größeren Städten an, um Teil dieser Freiraumvernetzung zu werden. Rund 12.000 Hektar Fassadenfläche wären in Wien verfügbar, wobei technisch gesehen schätzungsweise ca. 60% begrünbar wären. [[38] in [12]]

Fest steht, dass der Klimawandel unsere Lebensweise in nahezu jedem Aspekt beeinflussen wird. Sei es die Umgebung, in der wir

leben, die Luft, die wir atmen, das Essen, das wir essen oder die Gebäude, in denen wir wohnen und arbeiten. [37] Mittlerweile können wir bereits einen Vorgeschmack für künftig häufigere Wetterextreme wahrnehmen. Zwei Schlüsselementen des Klimawandels die besonders spürbar sind ist einerseits die erhöhte Häufigkeit von starken Regenfällen und die damit verbundenen Überschwemmungen und andererseits das Ansteigen der städtischen Temperaturen und die damit verbundene Luftverschmutzung. [26] Um den Veränderungen gerecht zu werden, stehen wir vor einer Vielzahl an Herausforderungen. Eine angepasste und adäquate Architektur verbunden mit innovativen Technologien und Lösungen werden daher von großer Relevanz für die zukünftige Stadtplanung sein. Die Art des Gebäudes und das Ausmaß der Klimaänderungen sind dabei gleichermaßen entscheidend für den Anpassungsgrad. [ebd.]

Die Wiener Umweltschutzabteilung hat zum Thema Fassadenbegrünung einen Leitfaden verfasst, der Architekten/Architektinnen, Planer/Planerinnen, Privatpersonen, Bauträger/Bauträgerinnen, öffentlichen Institutionen, sowie Gewerbetreibenden als Informationsquelle und Entscheidungshilfe dienen soll. [30]

2.3. Funktionen und Bedeutung der Gebäudebegrünung

Es ist mittlerweile bekannt, dass sich Gebäudebegrünungen nachhaltig und weitreichend vorteilhaft auf das Gebäude und die Umgebung, sogar auf den Stadtraum auswirken. Die wesentlichen Effekte lassen sich grundsätzlich in die Kategorien klimatische, gestalterische, ökonomische, ökologische und gesundheitliche Eigenschaften unterteilen, welche in Kapitel 4 näher erläutert werden. [6] Überschüssiges Regenwasser kann, wenn sie nicht von dem Begrünungssystem aufgenommen bzw. aufgefangen wurde, zeitversetzt der Kanalisation zugeführt werden, um der Problematik des Kanalrückstaus entgegenzuwirken. Temperaturextreme können ausgeglichen und die städtische Luftqualität durch Filterung, Feinstaubbindung und Sauerstoffanreicherung verbessert werden. Aufgrund von Verdunstung können Gebäude und sogar Straßen gekühlt und somit das Stadtklima reguliert werden. Der städtische Lärm kann durch Schallabsorption und Reduktion der Schallreflexion gemindert, das Nahrungsangebot und zusätzlicher Lebensraum für Tiere jedoch erhöht werden. Zuzüglich kann die Wohn- und Umgebungsqualität durch gestalterische Maßnahmen und Änderung des Stadtbildes aufgewertet werden. Eines der wesentlichsten Vorteile der Gebäudebegrünung ist, dass Fassaden- und Dachbegrünungen so gut wie

ohne zusätzlichen städtischen Bodenverbrauch realisierbar sind. Das bedeutet, dass das überwiegend ungenutzte Flächenpotential am Gebäudebestand, welches die verfügbare Bodenfläche um ein Vielfaches übersteigt, für die Begrünung herangezogen werden kann. [34]

Aufgrund der Schwierigkeit der Bereitstellung von genügend Freiraum für die Einwohner, betont der STEP 2025 (Stadtentwicklungsplan) die Wichtigkeit von Fassaden-, Innenhof- und Dachbegrünungen in dicht bebauten Stadtgebieten. Demnach müsse der große Mehrwert genutzt und die Weiterentwicklung der Bauwerksbegrünung, auch im Sinne des Regenwassermanagements, betrieben werden. [27]

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Entwicklung der Gebäudebegrünung | 3



3. Entwicklung der Gebäudebegrünung

3.1. Historischer Rückblick

Erste Auswertungen zur Entwicklung der Gebäudebegrünung gehen in erster Linie auf bildliche Darstellungen der entsprechenden Epochen zurück, worauf häufig Kletterpflanzen als Kulisse verwendet wurden. Es ist davon auszugehen, dass diese Art der Begrünung einen wesentlichen Teil der Gartenkunst diverser Kulturen einnahm. Erste bedeutende Beliebtheit der Kletterpflanzen lässt sich ins frühe 14. Jahrhundert zurückführen, was eine Zusammenstellung von Pflanzen, die in Gartenbüchern erwähnt oder gemalt wurden, nach Harvey 1990 zeigt. [11] Wie mittelalterliche Darstellungen zeigen, wurden insbesondere Rosen und Weinstöcke bevorzugt verwendet. Während die Gestaltungsideen der englischen Landschaftsgärten im 18. Jahrhundert einen romantischen Charakter mittels Bepflanzung zum Ziel hatten, war die Vorstellung Burgen außen zu begrünen noch im Mittelalter undenkbar, da sie ausschließlich eine militärische Funktion erfüllten. [22]

Eine Analyse der Abbildungen von Bürgerhäusern in Deutschland (Brandes 1939) zeigt, dass 33 der 47 abgebildeten Häuser eine Fassadenbegrünung trugen. Während man hier aber die Fassaden eher akzentuell bewachsen ließ, galt in England das „pflanzenüberwucherte Haus“ als ein Vorbild. [22] Koch spricht

in seinem Buch „Gartenkunst und Städtebau“ bereits 1921 von der Bedeutung der grünen Gestaltung im städtischen Raum. Sie ist zur „Verschönerung des Stadtbildes“ von grundlegender Relevanz. Im Vorgartenbereich sieht er beispielsweise „Berankung“ als geeignetes gestalterisches Mittel. Gebäudebegrünung könne dem äußerlichen Erscheinungsbild nicht nur mehr Freundlichkeit und Wohnlichkeit vermitteln, sondern auch jedem einfachen Gebäude einen individuellen Charakter verleihen. [19]

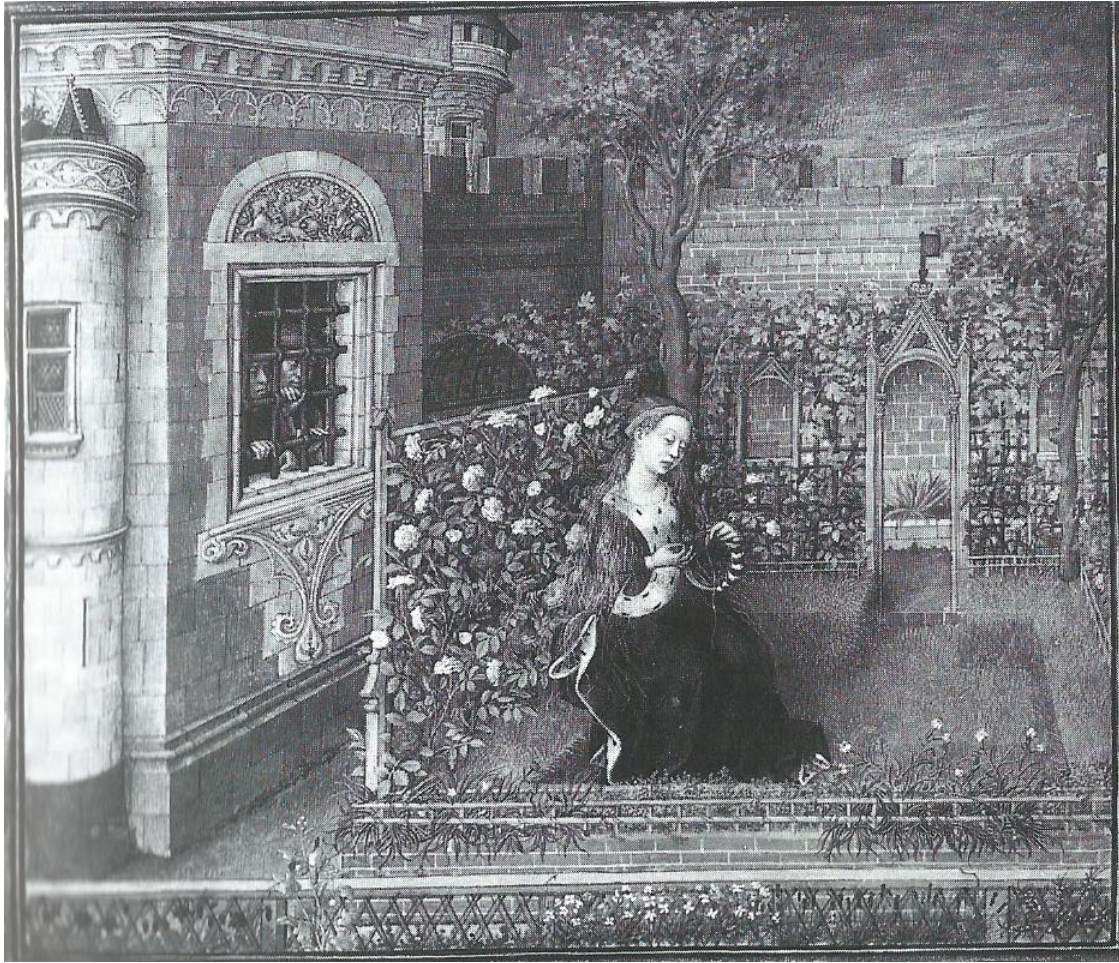


Abbildung 9: Darstellung eines Burggartens im Mittelalter aus Harvey, J. 1990

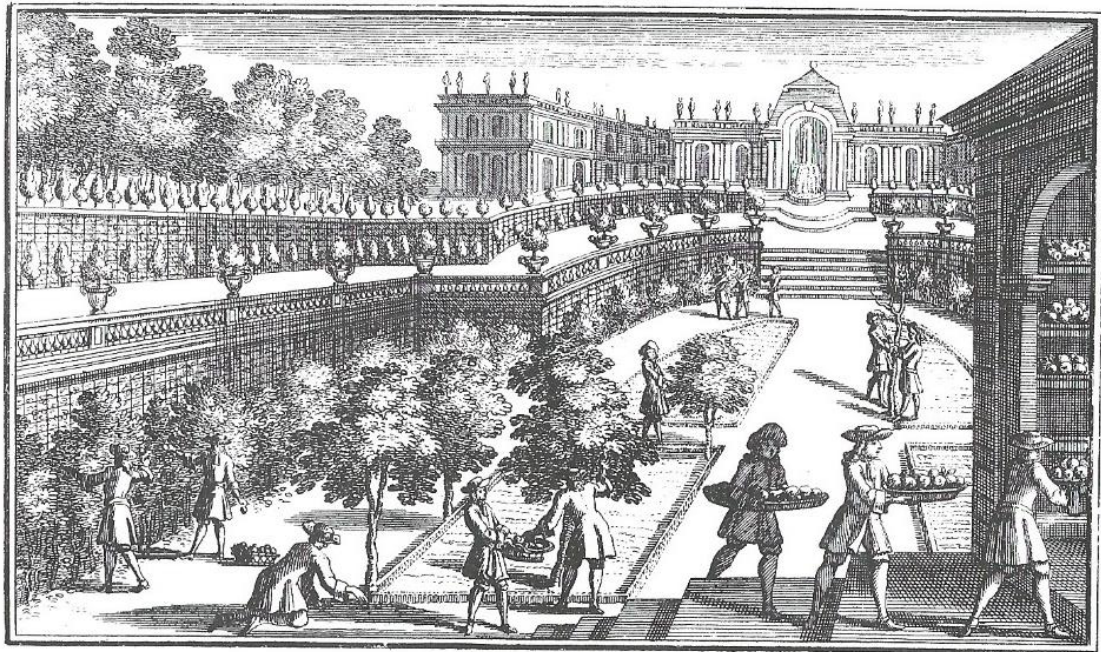


Abbildung 10: Spalierobsternte im Barock (Köhler 1993)

Die Betrachtung der Entwicklung der Bauwerksbegrünung ist in erster Linie nur regional möglich. Als historische Dachbegrünungen gelten in Europa beispielsweise die skandinavischen Grasdächer oder auch die überwachsenen Weinkeller in Österreich und Ungarn. Neben ihren thermischen Dämmeigenschaften wurden sie dabei auch zum Zwecke der Abdichtung verwendet. Außerdem galten sie als langlebiger im Vergleich zu den damals eingesetzten Birkeneschindeln ohne schützender Schicht darüber. Zudem steigerten seit dem Mittelalter verschiedene Entwicklungen die Popularität der Fassadenbegrünung, u.a. das steigende Kletterpflanzenangebot aus dem Ausland, Geistesströmungen, wie beispielsweise oben beschrieben, aber auch der Wunsch nach Autarkie in Krisenzeiten. Als Vorläufer für Innenraumbegrünungen gelten Palmhäuser, Orangerien, sowie auch Bauten für botanische Gärten. Erst im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts etablierte sich der Begriff Bauwerksbegrünung, wobei man sich seit dem, aufgrund von steigenden Anforderungen, mit der Entwicklung von Techniken und Verfahren befasst. [75]

3.2. Architektonische Vorreiter in Wien

Hundertwasser

Ein Visionär im Bereich Architektur und Ökologie war Friedensreich Hundertwasser. Seine Leidenschaft galt neben der Malerei auch dem Bauen. Sein Anliegen für eine natur- und menschengerechte Architektur findet seine Anfänge in den 1950er Jahren, wo er mittels Manifesten, Essays und Demonstrationen gegen die seiner Meinung nach vorherrschende menschenunwürdige Architektur schrieb.

Primär gilt die Architektur für ihn als Schutz und Zuflucht. Dabei sind kühne Konstruktionen und technische Erfindungen für ihn weniger von Interesse. Viel mehr hingegen ist es ihm wichtig, Architektur leicht realisierbar zu gestalten. Die archaische Grundidee seiner Entwürfe ist die Höhle in der Erde, so auch die des Grasdachs. [13] Neben der Dachbewaldung zählen die „Baummieter“ und das „Fensterrecht“ („Jeder muss das Recht haben, sich aus seinem Fenster zu lehnen und seine dritte Haut, seine Außenmauer, umgestalten zu dürfen, so weit sein Arm reicht [...]“) [ebd. S 56] zu seinen Grundideen für das Anstreben eines Friedensvertrags mit der Natur.

Hundertwasser war überzeugt von der Notwendigkeit kranke Häuser zu heilen,



Abbildung 11: Hundertwasser-Haus, Wien (Hundertwasser 2018)

insbesondere solche, mit Bauhausmentalität. Er schlägt konkrete Utopien für die grüne Stadt vor (1983), worin er schreibt: „Unsere Städte sind zu Beton gewordene Schnapsideen von verbrecherischen Architekten [...] Zwei Generationen von Architekten mit Bauhausmentalität haben unsere Wohnwelt zerstört.“ [ebd. S 55] Er selbst war als Architekturdoktor tätig und konnte schließlich international mehr als 40 beispielhafte Projekte, wie beispielsweise das Hundertwasser-Haus in Wien, verwirklichen. [53]



der TU Wien Bibliothek verfügbar.
Wien Bibliothek

Abbildungen 12,13 oben: Fotos Baummieter in der Porzellanfabrik Selb im Sommer und Herbst (Hundertwasser 2018)

Abbildungen 14 unten: Architekturmodell Baummieter (Hundertwasser 2018)



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available at TU Wien Bibliothek



Abbildung 15: Rosenthal-Fabrik vor der Umgestaltung... (Hundertwasser 2018)



Abbildung 16: ...und nach der Umgestaltung durch Hundertwasser (Hundertwasser 2018)

Harry Glücks Alterlaa

Mit diesem Vorzeigeprojekt gelang es Harry Glück vor 40 Jahren ein Zeichen zu setzen, denn hier wurde viel Frei- und Grünraum mit intelligenter urbaner Verdichtung verknüpft. Der Wohnpark ist außerdem die Umsetzung des Traums vom urbanen Leben in Gemeinschaft. Neben individuellen privaten Bereichen und Gemeinschaftsräumen findet man hier auch eine ideale Infrastruktur, sowie Einrichtungen für das alltägliche Leben: Supermarkt, Apotheke, ärztliche Pflege, eine Shopping-Mall, einen Sport- und Festplatz, aber auch Restaurants und Cafés. Das Teilen der Einrichtungen ermöglicht dabei einen schonenderen Umgang mit Ressourcen. Der Identifikations- und Zufriedenheitsgrad mit dem Wohnpark ist bei den 8000 Bewohnern besonders hoch, wobei die Mietermitbestimmung und die hohe Qualität des Erholungswertes eine entscheidende Rolle spielen. [2]

Nahezu 80% des Bauplatzes sind Parklandschaft, was insofern besonders ist, da die heutige Bebauungsstruktur eher andersherum gestaltet wird. Im Wohnpark sorgen somit nicht nur Balkone und Terrassen in der warmen Jahreszeit für erweiterten Lebensraum, sondern auch die großzügige Grün- und Freizeitanlage mit ihrer hohen Aufenthaltsqualität. [ebd.]

Ermöglicht wurde dieses Projekt durch entsprechende Innovation und Mut, sowie Engagement der Projektbeteiligten, wozu auch das Miteinbeziehen der Bewohnerinnen und Bewohner zählt. Denn die undifferenzierte Betrachtung der Bedürfnisse stellt immer häufiger die vorherrschende Tendenz dar, was folglich innovative Ideen und alternative Wohnkonzepte durch Normenfluten, überbordende Vorschriften und deren Folgekosten in ihrer Umsetzung hemmt. [ebd.]



Abbildung 17: „gestapelte Einfamilienhäuser“ (Anděl et al. 2016)



Abbildung 18: Wohnhausanlage Alterlaa, 1973-1985, 1230 Wien © Architekturzentrum Wien



Abbildung 19: Wohnpark Alterlaa (Foto: Hertha Hurnaus)

Diese Publikation ist eine Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 This publication is an original version of this thesis available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3 Arten von Gebäudebegrünungen

Bevor die verschiedenen Aspekte der Fassadenbegrünung näher untersucht werden, soll die Frage nach dem Begriff und der eigentlichen Definition von Bauwerksbegrünung kurz erläutert werden. Von einer Bauwerksbegrünung spricht man, wenn beim Bauen lebendige Pflanzen, sowohl in gestalterischer, als auch funktioneller Hinsicht, einbezogen bzw. integriert werden, wie beispielsweise auch im vorangehenden Kapitel dargelegt. Dabei lassen sich drei Arten unterscheiden: Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünungen. Eine klare Definition, ab welchem Bepflanzungsgrad dies gilt, gibt es dabei nicht. Welche Technik der jeweiligen Begrünungsarten in

Frage kommt, wird von den Standortbedingungen und der Konstruktion bestimmt. So heißt es auch in der ÖNORM L 1131 Gartengestaltung und Landschaftsbau – Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken: „Auf die Eignung und Wirkungsweise aller Schichten im Konstruktionsaufbau sowie auf die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion ist Bedacht zu nehmen.“ (Seite 8)

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den Fassaden, jedoch wird immer wieder Bezug auf diverse Studien zu Dachbegrünungen genommen, da diese auch für Fassadenbegrünungen wertvolle Erkenntnisse liefern.

Ökologische Aspekte von Fassadenbegrünung | 4



4. Ökologische Aspekte von Fassadenbegrünung

4.1. Klimatische Aspekte und Auswirkungen

Eines der bedeutendsten Einwirkungen auf das Stadtklima stellt der Materialeinfluss dar. Der Wärmehalt sowie das Temperaturverhalten (Erwärmung/ Abkühlung) eines Materials werden durch dessen thermischen Eigenschaften definiert, welche eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Wärmeinseln spielen. Die Oberflächenstrahlungstemperatur von diversen Materialien können dabei sehr unterschiedlich ausfallen, beispielsweise zeigte eine Studie der TU Braunschweig, dass vegetationsbestandene Oberflächen verminderte Temperaturen aufwiesen im Vergleich zur Lufttemperatur. Der Straßenbelag erreichte demgegenüber an diesem Sommertag eine Oberflächentemperatur von 51,7 °C. Das Verhältnis zwischen reflektierter und eingehender Sonnenstrahlung, also Strahlung und Oberfläche, wird durch die Albedo beschrieben. Da sie wesentlich durch die Oberflächenfarbe gesteuert wird, bestimmt sie die Erwärmungsintensität der Materialien. In Abbildung 20 sind Albedowerte städtischer Oberflächen aufgelistet. Neben einem durchdachten Einsatz von Stoffen mit geeigneten thermischen Eigenschaften stellt die Abschirmung durch Fassadenbegrünung gegen einen Teil der Strahlung eine effektive Lösung für eine Verbesserung des Mikroklimas dar.

Oberfläche	Beschaffenheit	Albedo
Aluminium	poliert	0,91
	verwittert	0,46
Kupfer	poliert	0,82
	angelaufen	0,35
Edelstahl	poliert	0,63
	matt	0,50
Eisen	poliert	0,55
	verschmutzt	0,08
Beton	glatt	0,45
	bewittert	0,35
Marmor	weiß	0,55
Kalksandstein	grau	0,40
Ziegel	rot	0,37
Schiefer		0,10
Putz	weiß	0,79
	hellbeige	0,37
	ocker-gelb	0,42
	grau, blau	0,35
Lack	schwarz	0,03
	weiß	0,86
Anstrichfarbe	sehr hell (weiß)	0,75
	hell (weiß-beige)	0,65
	mittel (gelb,rosa)	0,45
	dunkel (rot,braun, blau)	0,25
Asphalt		0,10
Dachpappe		0,18
Dachziegel	dunkelbraun	0,24
Gummi		0,35
Fliesen	grau	0,54
	weiß	0,82
Schnee		0,72
	frisch	0,87
Wasser		0,02

Abbildung 20: Albedowerte von unterschiedlichen Materialien und Werkstoffen (TU Braunschweig, nach Marek (2004) und Züricher und Frank (2004) in FLL 2014)

Für eine erniedrigte (oberflächennahe) Lufttemperatur sorgt zudem die Transpirationskühlung der Begrünung. [34]

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie verfasste 2019 eine Studie „zur Abbildung des aktuellen Wissensstands im Bereich städtischer Begrünungsmaßnahmen“, worin die wichtigsten Erkenntnisse zu Auswirkungen auf das urbane Mikroklima durch Begrünungsmaßnahmen zusammengefasst sind. Die Auswertung erfolgte anhand einer intensiven Literaturrecherche, wobei veröffentlichte Messdaten miteinander verglichen und analysiert wurden. [40]

In der Studie werden die Grünstrukturen zwischen Stadtbäume, Grünflächen (Parkanlagen), Gründächer und Vertikalbegrünungssysteme differenziert. Auf Basis der Literaturrecherche wurde der Fokus der unterschiedlichen Begrünungsmaßnahmen auf die am häufigsten publizierten Parameter gelegt, da hier ein umfangreicher Überblick über diese Themen gewonnen werden konnte. Für die Vertikalbegrünung wurden somit vor allem Aspekte der Temperaturreduktion an Wandoberflächen und Verringerung des Energieverbrauchs betrachtet, wie auch Tabelle 1 zeigt.

Abk.	Name	Stadtbäume	Parkanlagen	Gründächer	Vertikalbegrünungen
Meteorologische Parameter					
LT	Lufttemperatur	1	1	1	1
LF	Luftfeuchtigkeit	2	2	1	2
SR	Solarstrahlung	5	4	1	3
WG/WR	Windgeschwindigkeit/ Windrichtung	3	3	1	4
N	Niederschlag	4	4	4	5
OT	Oberflächentemperatur	4	4	2	-
WT	Wandtemperatur	4	-	4	1
-	Albedo	-	4	3	7
BT/BF	Bodentemperatur/ Bodenfeuchtigkeit	-	4	3	6

Tabelle 1: Häufigste publizierte Parameter eingeordnet in Ranglisten sowie nach Themenkategorien (Stangl et al 2019)

Vertikalbegrünung stellt eine wichtige Maßnahme gegen die städtische Überhitzung und den Wärmeinseleffekt dar. Der Energieverbrauch im Gebäudeinneren kann durch Beschattung und Dämmeffekte reduziert werden. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei die Ausrichtung der Oberfläche, da eine süd- bzw. westseitige Exposition prinzipiell ein höheres Energieeinsparungspotenzial hat. Etlliche Studien zeigten eine Reduktion der Oberflächentemperatur aufgrund einer begrünten Fassade. Vor allem in unmittelbarer Nähe der Fassade zeigte sich eine positive Auswirkung auf das Umfeld und das Mikroklima. Auffallend war der zum Teil große Unterschied bei den Messwerten von bis zu 25°C, was auf die große Vielfalt der erhobenen Parameter und Messtechniken zurückzuführen ist. Hinzu kommen auch die Begrünungsarten, die

bezogen auf ihre Ausführung (System, Substrat, Exposition) sehr unterschiedlich ausfallen können. Das Fehlen von Messangaben oder große Spannweite von Referenzwerten ist oft problematisch für eine Nachvollziehbarkeit und geeignete Vergleichbarkeit. Zielwerte können daher daraus nicht abgeleitet werden. [40]

Charakteristisch für den klimatischen Effekt von Begrünungskonzepten ist der Einfluss auf die unterschiedlichen Parameter des Stadtklimas, u.a. verschiedene Temperaturgrößen, Durchlüftung der Stadt oder auch Luftqualität. Diese analysierten Messgrößen sind in Tabelle 2 dargestellt, um einen Überblick über das klimatische Potenzial von Begrünungskonzepten zu erhalten.

I. Räumliche Skala	II. Begrünungskonzept		III. Auswirkungen von Begrünungskonzepten auf das Stadtklima							
			T _{LOKAL}	UHI	T _{mrt}	T _o	Verdunstung	Durchlüftung	Lufthygiene	Human-Bioklima
Gebäude	FB	fassadengebunden	+	+	+	+	+	0	+	+
		bodengebunden	+	+	+	+	+	0	+	+
	DB	extensiv	+	+	0	+	+	0	+	0
		intensiv	+	+	0	+	+	0	+	0
Quartier	Straßenrandbegrünung		+	+	+	+	+	-	+/-	+
	Parks		+	+	+	+	+	+/-	+/-	+
	Brachen und Rasenstandorte		+/0	+/0	+	+/0	+/0	+	+/-	0
Stadt	Wälder		+	+	+	+	+	-	+/-	+

Tabelle 2 Auswirkungen verschiedener Begrünungskonzepte auf das Stadtklima (Quelle: FLL 2014)

Legende: T lokal = lokale Lufttemperatur, UHI = urban heat island (städtische Wärmeinsel), T mrt = mittlere Strahlungstemperatur, T o = Oberflächenstrahlungstemperatur

Verbesserung	+
	+/0
Neutral	0
	-/0
Verschlechterung	-

Wie man die Umgebungstemperatur wahrnimmt, hängt stark von verschiedenen Faktoren ab. Beispielsweise unterscheidet sich die gefühlte Temperatur bei gleicher Lufttemperatur im Schatten und in der Sonne deutlich voneinander, da in der Sonne zusätzlich die Strahlung auf den Körper einwirkt. Hinzu kommt auch die Oberflächenstrahlungstemperatur, die abgegeben wird, weshalb auch der Aufenthalt auf einer grünen Wiese an einem Sommertag als angenehmer empfunden wird, als im innerstädtischen Raum. Die mittlere Strahlungstemperatur beschreibt dabei die Temperatur der umgebenden Flächen, die den gleichen Strahlungswärmeaustausch einer Person bewirkt, wie die tatsächlichen Oberflächentemperaturen. Neben der Lufttemperatur ist sie für den Wärmehaushalt des Menschen ebenso von Bedeutung. [62]

4.2. Lufthygienische Aspekte

4.2.1. C-Speicherung/CO₂ Reduktion

Kohlenstoffdioxid ist ein wesentlicher Bestandteil der Luft, wobei dessen CO₂-Gehalt seit der Industrialisierung stark gestiegen ist. Kohlenstoffdioxid ist aber auch essentiell für die Photosynthese der Pflanzen. Indem Pflanzen CO₂ aufnehmen und in Form von Kohlenstoff festlegen, können sie einen wichtigen Beitrag für den Umweltschutz leisten. Gebunden wird das klimawirksame CO₂ dabei über die Lebensdauer der Bepflanzung, wobei gilt, je höher die Biomasse, desto höher ist auch die CO₂-Bindungskapazität. [16]

In einer Studie zum CO₂ Bindungsvermögen von extensiven Gründächern am *Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin* konnte der Beitrag zur CO₂ Reduktion gezeigt werden. Die Untersuchungen ergaben für die oberirdische Biomasse eine Aufnahme von 0,8-0,9 kg/m² innerhalb der ersten drei Jahre. Die

Wirkung auf das Treibhauspotenzial wird dabei bestimmt durch Pflanzenart, bepflanzte Fläche und äußere klimatische Umstände. Leistungsfähiger sind Moose, die eine CO₂-Bindungskapazität von bis zu 1,5 kg/m² besitzen. [16] Laut Frahm, J.-P. sind Moose dazu in der Lage bis zu 2,2 kg/m² CO₂ aufzunehmen, was einer CO₂-Effizienz von Intensivgrünland entspricht. [[10] in [34]] Je nach Begrünungssystem können pro 1000 m² Dachfläche 1,2 t (extensive Begrünung) bis 2,9 t (intensive Begrünung) CO₂ aufgenommen werden. 2 t CO₂ entsprechen dabei etwa 16.000 km Autofahrt mit einem Euro-4-Norm-PKW (125 g/kg CO₂, entspricht 1 kg CO₂ pro 8 km Fahrt). [51]

4.2.2. Feinstaubbindung

Untersuchungen von Köhler und Bartfelder (1987 in [22]) zu Kletterpflanzen zeigten eine

Staubbelastung am Ende der Vegetationsperiode bei den glatten Blättern von Wildem Wein von ca. 4 g/m² und bei Efeu von etwa 6 g/m², was auf die dichte Blattstruktur der untersuchten Bestände zurückzuführen ist. Das Staubbindungsvermögen einer Pflanze wird hier proportional zum pflanzenspezifischen Blattflächenindex (Blattfläche : Wandfläche = Index) gesehen, was bei beispielsweise Efeu 2,6 bis 7,7 entspricht. Es wurde außerdem festgestellt, dass sich auf den hinteren Blättern einer Fassadenbegrünung eine höhere Staubmenge absetzt, weshalb eine Fassadenbegrünung mindestens zwei Schichten von Blättern aufweisen sollte, da Witterungseinflüsse während der Untersuchungen auf den äußeren Blättern für starke Schwankungen sorgten. Weiters sind Ablagerungen in höheren Lagen geringer, beispielsweise ist die Staubaufgabe in 2 m Höhe größer als in 10 m Höhe. Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades im urbanen Raum werden abgewaschene Partikel überwiegend mit dem Regenwasser der Kanalisation zugeführt, weshalb man annehmen kann,

dass aufgrund vom Niederschlag im Klärschlamm eine sachgerechte Behandlung dieser erfolgen kann. Dies ermöglicht auch eine dauerhafte Bindung. [22]

In einer Studie zum Feststaubbindungsvermögen der von Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen wurden verschiedene Vegetationsformen (Vegetationsmatten) als extensive Dachbegrünung auf ihre Filterleistung untersucht. Die Feinstaubdepositionsrate kann dabei auf begrünten Dächern um 10-20 % höher liegen, als auf einem Schotterdach und ist zur Reinhaltung der Luft besonders in Bezug auf lungengängige Staubfraktionen von Bedeutung. Mit einem ermittelten Staubbindevermögen von maximal 10 kg/1000 m² bzw. 10 g/m² PM₁₀, davon 9 g/m² PM_{2,5}¹, lässt sich die Leistung mit der der Strauch- und Staudenbestände vergleichen. Bei den Untersuchungen wirkten sich insbesondere Moose bei größeren Partikeln ab 1 µm effektiv auf die Luftreinhaltung aus. [15]

¹ „Die als Feinstaub (PM_{2,5}) bezeichnete Staubfraktion enthält 50% der Teilchen mit einem Durchmesser von 2,5 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen. PM_{2,5} ist eine Teilmenge von PM₁₀ - Partikel dieser Größe können bis in die Lungenbläschen gelangen. Sie sind maximal so groß wie Bakterien und können daher mit freiem Auge nicht gesehen werden. Der gut sichtbare Staub, der bei

Baustellen oder durch Streusplitt entsteht, besteht zum Großteil aus Grobstaub. [...] Eine aktuelle Bewertung der Gesundheitsauswirkungen von Feinstaub durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat klar gezeigt, dass eine erhöhte PM_{2,5}-Belastung in Zusammenhang mit schweren Gesundheitsauswirkungen (z.B. Herz-Kreislaufkrankungen) steht.“ <https://www.umweltbundesamt.at/pm25> abgerufen am 06.01.2020

4.3. Bauphysikalische Aspekte

4.3.1. Brandschutz

Bei einem Einsatz einer Fassadenbegrünung an oder als Bestandteil einer baulichen Anlage können Brandschutzanforderungen geltend werden, welche im Zuge der Planung zu beachten sind. Aufgrund einer Kaminwirkung (beschleunigte Ausbreitung des Feuers) im Brandfall im Hinterlüftungsraum, gelten hierbei verstärkte Bestimmungen für hinterlüftete Fassaden. [30] Weiters kann bei einer mehrgeschoßigen Begrünung eine Brandabschottung erforderlich sein, um eine Verbreitung des Feuers in weitere Stockwerke zu verhindern. Folgende ÖNORMEN sind dabei zu berücksichtigen:

- ÖNORM EN 13501 – 1, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihren Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

- ÖNORM B 3806 Anforderungen auf Brandverhalten von Bauprodukten und Baustoffen

Annahmen zur Brandlast können aus Erkenntnissen der Dachbegrünung getroffen werden. Demnach ist die Brandlast bei Begrünungen mit Sukkulenten eingeschränkt. Weiters konnte beobachtet werden, dass bei Dachbegrünungen mit höheren Gras/Kraut-Beständen ein schnelles Abflammen bzw. Verlöschen

eintritt. [[25] in [30]] Detaillierte Aussagen zum Brandverhalten von Fassadenbegrünungen sind jedoch aufgrund von fehlenden Erkenntnissen nicht möglich.

In einer Studie zum Brandverhalten von Grünfassaden wurde einerseits die Brandausbreitung entlang der Begrünung und andererseits das Herabfallen von Teilen in großmaßstäblichen Versuchen untersucht. Getestet wurden die Pflanzen Efeu, Fingerblättrige Akebie, Kletterhortensie, Wilder Wein, Blauregen, wobei festgestellt wurde, dass alle von diesen Pflanzen zur vertikalen Brandweiterleitung beitragen. Weiters wurde eine Entzündung der Blätter beobachtet, was vermutlich auf die darin enthaltenen ätherischen Öle zurückzuführen ist, da außerdem kein Totholz vorhanden war. Für Aussagen zu Stauden, Gräsern und Kleingehölzen sind weitere Versuche geplant. Aufgrund der vorgehängten hinterlüfteten Bauweise unterliegen fassadengebundene Systeme verstärkten Brandschutzbestimmungen, weshalb ein Nachweis zum Brandverhalten der eingesetzten Materialien langfristig erforderlich sein wird. [47][77]

Aufgrund dieser Ergebnisse werden zusammenfassend die brandschutztechnischen Maßnahmen einer Begrünung mit Kletterpflanzen wie folgt vorgeschlagen:

Gebäude bis GK 3	Keine Nachweise bzw. spezielle Brandschutzmaßnahmen	
Gebäude der GK 4 oder 5	Verwendung nichtbrennbarer Rankhilfen (z.B. aus Metall)	minimaler vertikaler Schutzabstand der Begrünung zu brennbarer Dachkonstruktion 1,0 m
	Kein weiterer Nachweis, wenn	Fassadenbegrünung maximal dreigeschossig <u>oder</u> wenn zwischen den Geschoßen eine Brandschutzabschottung aus einem durchgehenden Profil aus Stahlblech (Minstdicke 1 mm) oder brandschutztechnisch Gleichwertigem, das mindestens 20 cm auskragt, ausgeführt ist <u>oder</u> ein vertikaler Schutzabstand zu darunter liegenden Fensteröffnungen von mindestens 1,0 m vorliegt, <u>sonst</u>
		Nachweis, dass es zu einer wirksamen Einschränkung der Brandweiterleitung bzw. zu einer wirksamen Einschränkung des Herabfallens großer Teile kommt (z.B. über eine Prüfung nach ÖNORM B 3800-5)
Gebäude mehr als GK 5	Einzelfallprüfung	

Tabelle 3: Anforderungen an den Brandschutz bei Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen (Quelle: Werner D. et al. 2018)



Abbildung 21: Mögliche nachweisfreie Fassadenbegrünungsanordnungen mit Kletterpflanzen (Quelle: Werner D. et al. 2018)

4.3.2 Schallschutz

Die Lärmbelastung im städtischen Raum wird vorwiegend durch Schallemissionen des Verkehrs verursacht. Hinzukommen örtlich temporär verstärkter Lärm, wie Baulärm oder Veranstaltungen, und spontane Schallspitzen, wie Rettungsdienste und Gewitter, welche überlagert zu einem hohen Lärmpegel führen können. Eine Reduktion des Lärms kann dabei infolge von Entfernung, Reflexion oder Absorption stattfinden, wofür sich Gebäudebegrünungen anbieten. [34]

Für das Minderungspotential von Fassadenbegrünungen sind hierbei zwei Faktoren entscheidend, einerseits der Anteil des Substrats, andererseits der Anteil der Pflanze. Durch Wandbegrünungen, die eine dichte

homogene Außenhaut bilden, kann die Lärmbelastung gemindert werden, da für die Erregung der Substratmasse ein wesentlicher Teil der Energie von Schallschwingungen verbraucht wird. Außerdem wird sie aufgrund der losen Schüttung und dem hohen Feuchtegewicht kaum in Schwingung versetzt. Um auch im Innenraum eine Reduktion erzielen zu können, bedarf es einer schwingungsentkoppelten Montagetechnik zwischen dem Gebäude und der begrünten Sekundärkonstruktion. Im Gegensatz zu begrünten Dächern ist die flächeneffiziente Nutzung der Fassade oft aufgrund von Öffnungen eingeschränkt. Im Straßenraumprofil kommt der Fassade als Absorptionsfläche jedoch eine bedeutende Rolle zu. [ebd.]

Maximale Lärminderung					
① Substrat trocken 8 dB Substrat feucht 18 dB	⑤ Wilder Wein (bg) wandgebunden 1,7 dB (bei 500-1000 Hz)	⑨ Lärmschutzwand begrünt wg/bg (bei Verkehrs-Frequenzbereich) 17-43 dB	⑫ Gestaffelte Fassade mit Flachdachbegrünung eines 5 m Rücksprungs, Substratstärke 20 cm	⑬ Begrüntes Satteldach, Schallquelle Nachbarstraße - maximale Lärminderung bei Verkehr 30 km/h 1,1 dB bei Verkehr 130 km/h 3,3 dB	
② 1400 Hz 5 dB 750 Hz 20 dB	⑥ Wilder Wein (bg) wandgebunden, abhängig von Hz, Aufbau- und Substratstärke 4-9,9 dB	⑩ nachträgliche Begrünung Efeu d=80 cm 2-27 dB Efeu d=25 cm 0-16 dB (bei 50-8000 Hz)	Verkehr 30 km/h 2 dB Verkehr 130 km/h 5,5 dB	⑭ Begrüntes Flachdach, Schallquelle Nachbarstraße - maximale Lärminderung bei 1000 Hz 6 dB	
③ 50-2000 Hz 5-13 dB > 2000 Hz 2-8 dB	⑧ wandgebunden 5 dB	⑪ Lärmschutz-Baumreihe (15 Jahre alt) 9 dB	maximale Lärminderung (abhängig von Bepflanzung) 4,7-6,4 dB		
④ abhängig von Schichtenhöhe (Auflast) und Dachneigung 5-46 dB					

Abbildung 22: Maximale Lärminderung durch Begrünungen (Quelle: FLL 2014)

In einer Studie von Korjenic et al „Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit Photovoltaik-Kombination“ wurde die schallabsorbierende Wirkung und die Nachhallzeit grüner Wände untersucht, wobei bei jedem System eine Verbesserung der

Schallabsorption bzw. der Raumakustik verzeichnet werden konnte. Am stärksten wirkte sich das Trogsystem aus, etwas geringer die Vliesssysteme. Beim Schallabsorptionsvermögen der Begrünungen konnten vor allem hohe und mittlere Frequenzen (um 1.000 Hz)

gedämmt werden, da höhere Frequenzen auch mit leichteren Bauteilen, wie in diesem Fall Pflanzen oder Blätter, in Interaktion treten. Das Trogsystem verfügte dabei über den höchsten Schallabsorptionsgrad.² Durch eine reduzierte Nachhallzeit kann die Verständlichkeit bei gleicher Lautstärke verbessert werden, was durch den positiven Einfluss begrünter

4.3.3. Thermische Dämmung

Die wärmedämmende Wirkung eines Fassadenbegrünungssystems wurde in einem Artikel von Tudiwer et al. (2019) ausgewertet und dargelegt. Untersucht wurde ein Bürogebäude in Wien mit folgendem Aufbau: Innenputz, Vollziegelmauer, Außenputz, Luftschicht und Begrünungssystem. An dem ungedämmten Mauerwerk mit einem fassadengebundenen Trogsystem wurde mittels situ-Messungen an einem begrünten und einem unbegrünten Abschnitt mit der selben Exposition und Ausrichtung gemessen. Die Auswertung der Messungen ergab am begrünten Teil der Fassaden einen um 20% geringeren U-Wert als am unbegrünten. Der zusätzliche Wärmedurchgangswiderstand beträgt $0,33 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. [42]

² Der Schallabsorptionsgrad gibt den Anteil an reflektierter Schallenergie an, wobei 0 eine Reflexion von 100% und 1 keine Reflexion der Schallenergie in den

Wände gezeigt werden konnte. [20] Die Verringerung der Lärmbelastung durch eine Gebäudebegrünung aufgrund des hohen Schallabsorptionsgrades konnte ebenso in „The effect of an indoor living wall system on humidity, mould spores and CO₂-concentration“ gezeigt werden. [43]

Auch in weiteren Publikationen konnte die Auswirkung von Fassadenbegrünung auf die thermische Dämmung dargelegt werden, wobei alle von einer Verbesserung dieser berichten. In dem Bericht *Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit Photovoltaik Kombination* (Korjenic et al 2019) können, je nach Größe des Begrünungssystems und Verblendung der Seitenränder, Verbesserungen von 4 bzw. 18% verzeichnet werden, was einem zusätzlichen Wärmedurchgangswiderstand von $0,12 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ bzw. $0,39 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ entspricht. Entscheidend für die thermische Dämmung ist ein möglichst hoher Grad an durchgängiger Begrünungsfläche, sowie reduzierte Hinterlüftungsöffnungen. [20] Weiters wurde in *The effect of living wall systems on the thermal resistance of the façade* (Tudiwer & Korjenic

Raum bedeutet. Bei einem Schallabsorptionsgrad von 1 wird die gesamte Schallenergie absorbiert. [20]

2017) ein zusätzlicher Wärmedurchgangswiderstand zwischen $0,31 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $0,68 \text{ m}^2\text{K/W}$ festgestellt. Gemessen wurde hier an zwei unterschiedlichen Begrünungssystemen, wobei ebenfalls beobachtet werden konnte, dass die durchschnittliche Oberflächentemperatur von begrünter und unbegrünter Fassade sich durchschnittlich um $0,44^\circ\text{C}$ - $3,52^\circ\text{C}$ unterscheidet. [44] Eine Optimierung des U-

4.3.4. Kühleffekt

Gebäudebegrünung kann zu einer maßgeblichen Minderung von hohen Temperaturen der Hitzeinseln beitragen und somit das Stadtklima positiv beeinflussen. Diesen Kühleffekt konnten wissenschaftliche Untersuchungen wiederholt zeigen. [14]

Er erfolgt bei der Gebäudebegrünung auf natürliche Weise mittels Evapotranspiration (Verdunstung über Pflanze und Bodenoberfläche), womit in erster Linie die Gebäudeoberfläche gekühlt wird. Hierbei wird Wärme real abgeführt, indem die Energie in höhere Atmosphärenschichten transportiert wird. Der Aggregatwechsel von Wasser benötigt bei 30°C 680 kWh/m^3 , was der Menge an Energie entspricht, die der Luft an Wärme entzogen und somit gekühlt wird. Dies entspricht bei einem Liter Wasser $0,68 \text{ kWh}$, also 1 mm Wasser, der von 1 m^2 verdunstet. [41]

Werts von etwa 20% ergaben auch die Messungen in *Wärmedämmende Wirkung von Grünfassaden* (Korjenic 2017), wobei hier der Einfluss von drei unterschiedlichen Begrünungssystemen an drei verschiedenen Gebäuden (Vollziegelmauer, Hochlochziegelmauer, Betonmauer mit Dämmung) untersucht wurde. [21]

Vor allem wandgebundene Systeme wirken sich aufgrund von künstlicher Bewässerung und folglich hoher Verdunstungsrate positiv auf die lokale Umgebungstemperatur aus. Je nach Art des Begrünungssystems sind die Auswirkungen unterschiedlich. Bei fassadengebundenen Systemen ist ein Kühleffekt von bis zu $1,3^\circ\text{C}$ bei einem Abstand von $0,6 \text{ m}$ spürbar, bei einer Entfernung von $0,15 \text{ m}$ beträgt die Absenkung der Umgebungstemperatur bis zu $3,33^\circ\text{C}$. Die bodengebundene Fassadenbegrünung konnte die Lufttemperatur in $0,6 \text{ m}$ Abstand um $0,8^\circ\text{C}$ senken. Weiters zeigten Ergebnisse der Studie, dass sich die Oberflächentemperaturen von begrünter und unbegrünter Wänden um bis zu 11°C unterscheiden können, was das Potential der Verbesserung der thermischen Bedingungen in dicht bebauter Umgebung belegt. [48]

Angesichts des Ausmaßes an vorhandenen vertikalen Flächen bzw. Fassadenflächen in bebauter Umgebung erscheint der Einsatz von vertikalen Begrünungssystemen zur Kühlung der Umgebungstemperatur in Gebäudeschluchten vielversprechend. Eine kühlere Umgebungstemperatur bewirkt auch einen reduzierten Einsatz von Klimaanlage. Die Inbetriebnahme hat einen vermehrten CO₂ Ausstoß und eine zusätzliche Zufuhr von Warmluft in die Stadtatmosphäre zur Folge, weshalb solche temperatursenkenden Maßnahmen angestrebt werden sollten. [24]

Ökonomische Aspekte von Fassadenbegrünung | 5



5. Ökonomische Aspekte von Fassadenbegrünung

Die Kosten einer Fassadenbegrünung sind von vielerlei Faktoren abhängig und können aufgrund der Menge dieser Einflussfaktoren und den diversen Kombinationsvarianten dementsprechend unterschiedlich ausfallen. [39] Im Bewertungsansatz von Hollands und Korjenic (2019) wurde die Methode der Kosten-Nutzen-Analyse verwendet, um die ökonomischen Auswirkungen der Gebäudebegrünung beurteilen zu können. Die monetäre Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt stellt eine Möglichkeit für eine bessere Vergleichbarkeit der Systeme dar und kann somit auch als eine Entscheidungshilfe herangezogen werden. Betrachtet wurde der gesamter Lebenszyklus von der Errichtung über den Betrieb bis zur Entsorgung, wobei Kosten und Nutzen in persönliche und soziale unterteilt wurden, um volkswirtschaftliche Effekt sowie Auswirkungen auf Hauseigentümer beurteilen zu können. Untersucht wurden bodengebundene Systeme, sowie Vlies- und Trogsysteme. Das vorgestellte Modell soll eine Basis bieten, auf der Modellerweiterungen aufbauen können. Laut Hollands und Korjenic (2019) sind für die Modellberechnung folgende allgemeinen Angaben notwendig:

- Innen- oder Außenraumbegrünung
- Nutzungsdauer
- Kalkulationszinssatz
- Gebäudestandort
- Abmessungen der Grünfläche
- Größe von Aussparungen
- Erreichbarkeit durch Hebebühne
- Offene oder geschlossene Wasserversorgung
- Eigentumsverhältnis des Gebäudes (im Besitz von öffentlichen Rechtsträgern)
- Widmungskategorie
- Energieträger (Heizung)
- U-Wert Außenwand

Weiters wurden zusätzliche Eingabeparameter angegeben, die bisher nicht beachtet wurden:

- Exposition der Begrünung
- Eigennutzung/Vermietung
- Angrenzende Nebenfläche
- Nutzung der angrenzenden Innenräume
- Anzahl der angrenzenden Wohnungen
- Lärmbelästigung durch Straßenverkehr
- Vorhandene Klimaanlage
- Energieträger (Kühlung)

Durch die durchgeführte Untersuchung konnte das große Potenzial der Systemoptimierung dargelegt werden. Die Ergebnisse

der ermittelbaren Kosten und Nutzen der unterschiedlichen Systeme veranschaulicht die folgende Abbildung. [12]

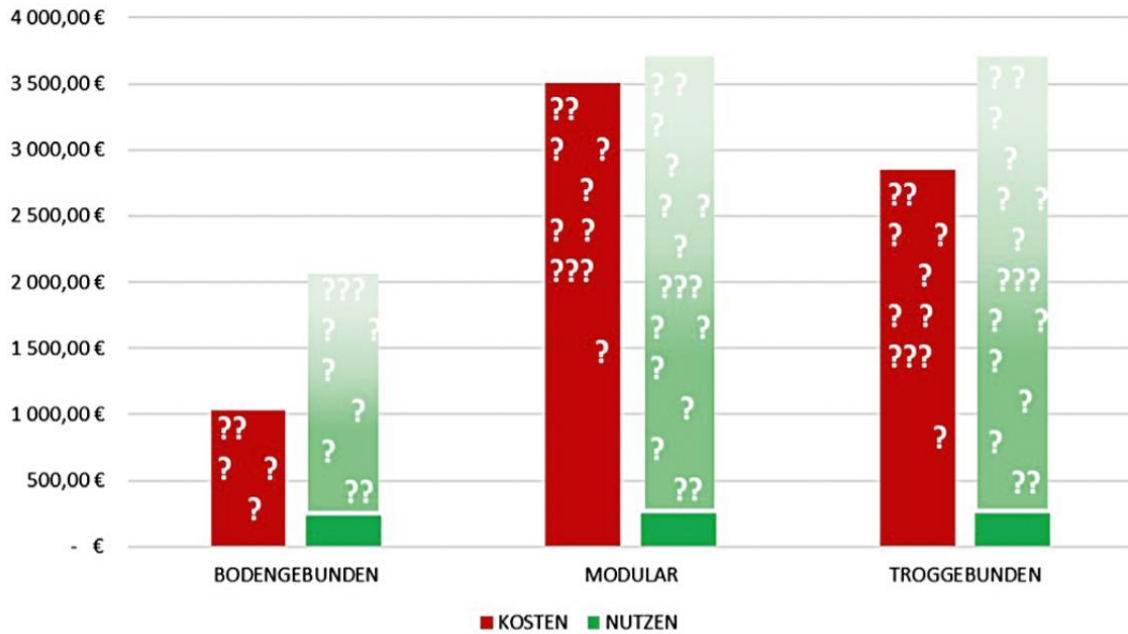


Abbildung 23: Kosten und Nutzen der Außenbegrünungssysteme für eine Nutzungsdauer von 25 Jahren (Hollands et al. 2019)

Vertikale Begrünungsmöglichkeiten | 6



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

6. Vertikale Begrünungsmöglichkeiten

Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von Fassadenbegrünungsmöglichkeiten unterscheiden: Fassadengebunde und bodengebundene Begrünungssysteme, wobei das grundlegende Unterscheidungsmerkmal der Standort der Begrünung darstellt. Ein fassadengebundenes System liegt vor, wenn an das Gebäude angrenzendes gewachsenes Erdreich nicht in direktem Kontakt mit der Fassade steht, sondern der Lebensraum der Pflanzen, beispielsweise mittels Trögen, direkt an der Fassade lokalisiert ist. Im Gegensatz dazu wird beim bodengebundenen System die Bepflanzung punktuell vom Boden an die Fassade geleitet, meist mittels Kletterpflanzen, da sie direkt mit dem gewachsenen Erdreich verankert ist. Zudem sind auch Mischformen der Begrünung möglich. [34][35] Eigenschaften und

Anwendung der Systeme werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

6.1. Fassadengebunde Systeme

Vollflächige Vegetationsträger

Fassadengebundene Systeme lassen sich in zwei übergeordnete Kategorien unterteilen. Die, die eine horizontale Wuchsebene vorweisen und die mit vertikal angeordneten Vegetationsflächen. Vollflächige Vegetationsträger, sowohl Baukasten- als auch Gesamtsysteme, zählen zu zweiteren. Der *Leitfaden für Fassadenbegrünungen* (2019) der MA 22 Wien unterscheidet dabei außerdem noch Systeme, bei denen die Pflanzen an einer senkrechten Wand (90°) oder in Vegetationsträgern mit weniger als 90° angebracht sind.



Abbildung 24: Ordnungsschema Wandgebundene Begrünung (eigene Darstellung nach FLL 2014)

6.1.1. Baukastensystem (modulare Systeme)

Baukastensysteme sind modulare Systeme, welche sich durch die Gliederung der Sichte ebene in ein Flächenraster aus Einzelfeldern kennzeichnen. Die substratgefüllten Kästen haben eine Bautiefe von 10-25 cm und werden vorkultiviert mit einem verbundenen Versorgungssystem für Wasser- und Nährstoffzufuhr an einer Sekundärkonstruktion angebracht. Eine maximale Flächengröße von 0,5-1,0 m² sollte dabei nicht überschritten werden.

Aus gestalterischer Sicht spricht nicht nur die hohe Variabilität der Oberflächentexturen, Aufbaustärken und Farbgebung, die durch eine Sofortwirkung erzielt werden können, für dieses System, sondern auch der Aspekt einer möglichen anspruchsvollen und rechtssicheren (Grenzeinhaltung) Architektur.

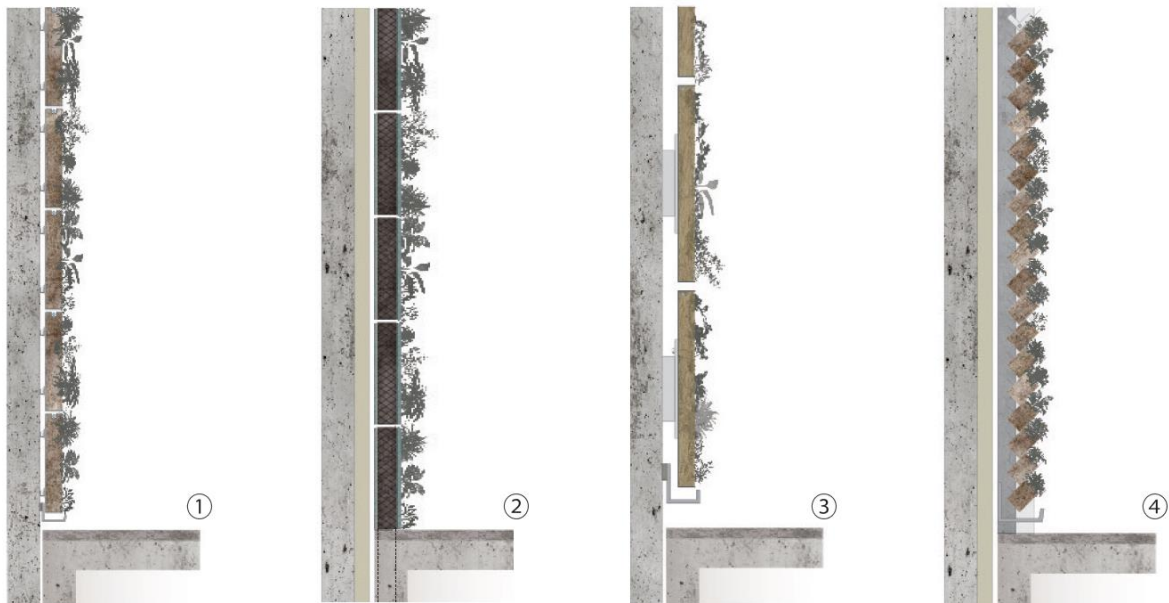


Abbildung 26: Systemschnitte: Substrat in Elementeinheiten aus Gitterkörben, Metall/Kunststoff ① ② ③, substrattragende Rinnensysteme ④ © Nicole Pfoser

Weiters kann die Gebäudeaußenwand durch eine Hinterlüftung nicht nur gut entfeuchtet, sondern auch von Niederschlags- und UV-Einflüssen geschützt werden.

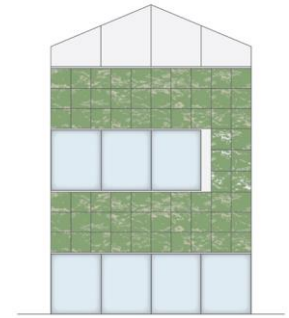


Abb. 25: Baukastensystem

Auch das Mikroklima profitiert von diesem System durch Kühlung, Feinstaubbindung, CO₂-Aufnahme sowie Sauerstoffproduktion.

Die Installation kann mittels kleiner und schneller Baustelleneinrichtungen erfolgen und im Falle eines Pflanzenausfalls in Einzelbereichen leicht ersetzt werden. Individuell auf die Pflanzenart abgestimmtes Substrat ist ausschlaggebend für das Wurzelvolumen, Wasseraufnahme und Pflanzenentwicklung. [34][35]

6.1.2. Gesamtsystem (flächige Systeme)

Gesamtsysteme kommen bei teil- oder vollflächigen homogenen Fassadenbegrünungen zur Anwendung. Anwendbar ist diese Bauweise prinzipiell auf allen Massivwänden, jedoch können im Gegensatz zu den modularen Systemen einzelne Teile oder Stellen nicht ausgetauscht werden. Die vorkultivierten Pflanzen sind in einem Geotextil eingebettet, welches ohne notwendige Sekundärkonstruktion direkt an die massive Wand montiert werden kann.

Eine weitere Möglichkeit die pflanzentragende Schicht mit substratgefüllten Vlies Taschen zu installieren ist die hinterlüftete Variante, bei der sie auf einer systemeigenen Trägerplatte mit Unterkonstruktion befestigt wird. Aufgenommene Kräfte und Lasten können dabei über die Sekundärkonstruktion in die tragende Außenwand eingeleitet werden. Eine zusätzliche selbsttragende Konstruktion ist auch bei problematischen Wandoberflächen, wie beispielsweise Wärmedämmverbundsysteme oder Vorsatzschalen, erforderlich. Hierbei sind größere Wandabstände durch eigene Fundamente für die Lastabtragung möglich. Zeitgleich wird die nötige Abdichtung zum Gebäude durch ein Doppelvlies mit einer Substratzwischenlage auf der vorgesetzten Montageebene hergestellt. Die Wasser- und Nährstoffversorgung befindet sich bei diesem

System in der tragenden Sekundärkonstruktion. Eine weitere Technik stellen Massivschaln mit einer nährstofftragenden

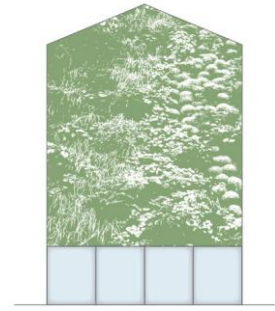


Abb. 27: Gesamtsystem

Ebene dar, wofür ebenfalls eine zusätzliche außenliegende Bewässerung notwendig ist.

Da das Begrünungsbild von den Anordnungen der Einschlitzungen abhängig ist, empfiehlt es sich sie als Entwurf vorab zu planen, um gewünschte Ergebnisse in Bezug auf Pflanzenmischung, Geselligkeit der Pflanzen, Wuchsdynamik, Färbung und Wasserbedarf optimal erzielen zu können. Je nach System besteht bedingt die Möglichkeit auf Vorkultivierung, jedoch kann eine Flächenwirkung mit einer großen Pflanzenauswahl ab etwa drei Monaten erreicht werden. Bei Bedarf sind spätere Erweiterungen möglich.

Als vorteilhaft erweist sich bei diesem System die Option der Freihaltung der Bodenfläche, da kein Boden- bzw. Bodenwasseranschluss erforderlich ist (Eingänge o.Ä.). Weiters sind wie auch bei den Baukastensystemen die klimatischen Aspekte gegeben (Sauerstoffproduktion, Kühlung, Feinstaubbindung). Es wirkt nicht nur schallabsorbierend, sondern bietet ebenso einen Witterungs- und UV-Schutz für die Außenwand. [34][35]

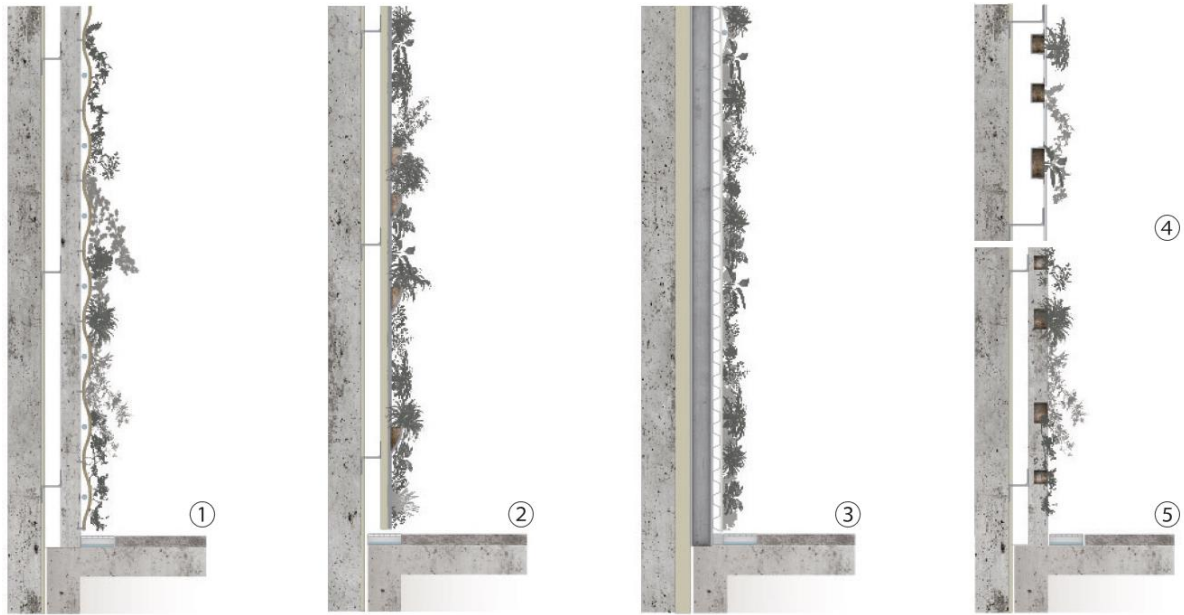


Abbildung 28: Systemschnitte: Textil-System Direktmontage ①, Textil-Systeme ②, Textil-Substrat-Systeme ③, Metallblech-Systeme ④, Direktbegrünung auf Nährstofftragender Wandschale ⑤ © Nicole Pfooser

6.1.3. Regalsysteme (lineare Systeme)

Wie der Name dieses Systems schon vermuten lässt, wird die Bepflanzung mittels Langrinnen, Kästen oder Töpfen, wie bei einem Regal, linear übereinander an der Fassade angebracht. Vor allem aufgrund des eingeschränkten Substratvolumens sind besonders winterharte Pflanzen unumgänglich. Dabei ist auf eine hohe mechanische Stabilität und UV-Beständigkeit der Kästen zu achten. Versorgungsleitungen können in den Böden der Konstruktion für die darunter liegende Pflanzenreihe geführt werden.

Besonders wichtig ist die rechtzeitige Miteinbeziehung in den Gebäudeentwurf, da die Primärkonstruktion, also die Gebäudewand, aber

auch auskragende Elemente, wie außenliegende Laubengänge, das hohe Gewicht der Regale aufnehmen müssen.

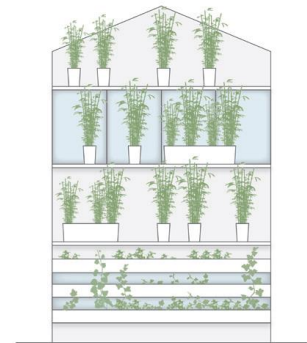


Abb. 29: Regalsystem

Möglich ist alternativ auch eine separate (Vor)Konstruktion mit eigenen Fundamenten zur Aufnahme und Ableitung des Gewichts.

Die grundlegende Systematik des Regalsystems ähnelt der des typischen Blumenkastens. Die Pflanzgefäße werden mit einer Substrateinlage und einer Drainebene ausgeführt, um das Abfließen überschüssigen Wasser zu

gewährleisten und so Staunässe oder Wurzelfäulnis vorzubeugen. Als Drainage eignen sich grobe Materialien, wie Blähton, Splitt oder Kieselsteine. Eine atmungsaktive Trennschicht (Vlies) zwischen Substrat- und Drainschicht soll eine Verstopfung der Gefäße verhindern.

Gestalterisch ist dieses lineare System multifunktional einsetzbar, beispielsweise als Sonnen- oder Sichtschutz für eine erhöhte Privatheit. Sie können auch unter Beachtung der Bauvorschriften (resultierende Lasten) als Ersatz von Brüstungen dienen. Der hohe Grad an Anpassungsfähigkeit und Variabilität durch

Anordnung der Kästen sowie hohen Auswahl an Pflanzen wirken sich positiv auf eine individuelle Fassadengestaltung aus. Eine Sofortwirkung bei Vorkultivierung der Pflanzen ist auch bei diesem System möglich, wobei hier auch die Gestaltung der Pflanzgefäße bezüglich Form und Material aufgrund ihrer Sichtbarkeit beachtet werden muss. Aufgrund der Möglichkeit der sofortigen Flächenwirkung sind auch mikroklimatische Auswirkungen direkt nach der Fertigstellung feststellbar. Die Modularität ermöglicht außerdem einen unkomplizierten Ersatz von Teilbereichen, sowie die Option für spätere Ergänzungen. [34][35]



Abbildung 30: Systemschnitte: Substrat in Gefäßen (Einzel- oder Linearbehälter) ① ② ③ ④ © Nicole Pfoser

6.2. Bodengebundene Systeme

Wie die Literaturrecherche gezeigt hat, ist die bodengebundene Fassadenbegrünung nicht nur die ursprüngliche, aber auch immer noch eine aktuelle Technik für die Fassadenbegrünung. Hier besteht die Möglichkeit das

Bauwerk mit oder ohne zusätzliche Konstruktionen bewachsen zu lassen. Eine Unterteilung der Kletterpflanzen nach ihren Wuchseigenschaften zeigt die folgende Darstellung:

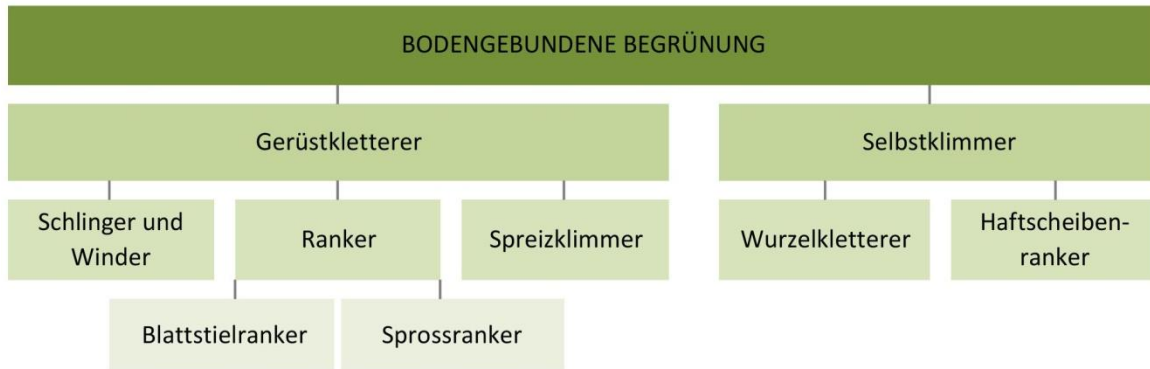


Abbildung 31: Ordnungsschema Bodengebundene Begrünung (eigene Darstellung nach FLL 2014)

6.2.1. Direktbewuchs

Eine dieser Techniken ist die Variante des Direktbewuchses, bei der sogenannte Selbstklimmer zum Einsatz kommen. Sie haften ohne weitere Maßnahmen direkt an der Wandoberfläche und können eine Wuchshöhe bis zu 25m erreichen. Da die Pflanze ihr eigenes Gewicht trägt, ist die Frage nach dem Zustand bzw. Eignung der Wand ausschlaggebend. [34] Sie sollten keinesfalls eingesetzt werden, wenn die Tragfähigkeit der Oberfläche nicht ausreichend ist, da sich das Lastaufkommen im Laufe der Jahre erhöht. Eine spätere Zugänglichkeit für Pflege und Wartung sollte vorab geklärt werden.

Eines der charakteristischen Erscheinungsbilder von selbstklimmenden Pflanzen ist die fächerförmige Ausbreitung.

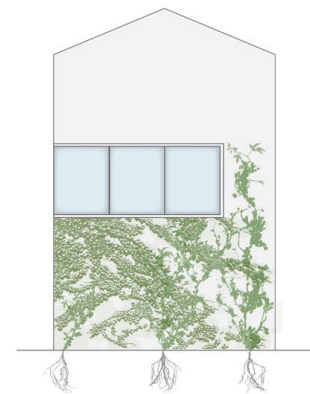


Abb. 32: Direktbewuchs

Demnach sind sie eher für (groß)flächige Begrünungen, z.B. für Flächen ohne hohen Fensteranteil, geeignet. Einen großen gestalterischen Spielraum lässt diese Begrünungsmethode jedoch weniger zu. Selbstklimmer werden nach der Art ihrer Klettertechnik bzw. der Haftung an der Oberfläche nach zwei Gruppen unterschieden.

Haftwurzelkletterer, wie beispielsweise Efeu, benötigen eine raue körnige Oberfläche, z.B. körnige Putze, schalungsrauer Beton und strukturierte Steine. Wurzelkletterer füllen kleinste Unebenheiten durch die gebildeten Wurzeln aus, die dann als Haftorgane wirken. Daher sind geglättete Oberflächen für einen Bewuchs ungeeignet. **Haftscheibenranker** hingegen, z.B. der Wilde Wein, bilden statt Wurzeln kleine Haftscheiben, die optisch Saugnapfen ähneln, aus, welche mittels eines abgesonderten Klebstoffs Haft Eigenschaften aufweisen. Die Anwendung auf glatten Oberflächen, wie beispielsweise poliertem Stein, ist bis zu einer gewissen Pflanzengröße und damit verbundenem Pflanzengewicht somit möglich. [22]

Nicht außer Acht zu lassen sind die Standortbedingungen für ein gewünschtes Wuchsbild und ausreichende Flächendeckung. Selbstklimmer gehören zu den Pflanzen, die einen hohen negativen Phototropismus aufweisen, was ein Wachstum entgegen des Sonneneinfall, also in die schattigen Bereiche hinein, bedeutet. Deshalb sind hinterlüftete Fassaden, sowie alle Art von Zwischenfugen oder

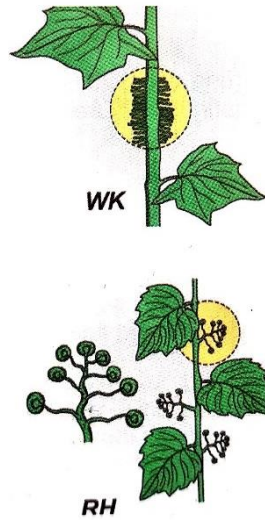


Abb. 33: Wurzelkletterer WK & Haftscheibenranker RH (FLL 2018)

Spalten ungeeignet, da die Pflanze in Wandfugen hineinwachsen und mögliche Schäden z.B. durch Wachstum anrichten kann. [34]

Aufgrund der direkten Haftung am Gebäude und der Berücksichtigung des zeitbedingten Faktors muss bei diesem System bedacht werden, dass es eine Lösung auf Dauer ist. Eine separate und ungebundene Wartung von Pflanze und Wandoberfläche ist aufgrund der festen Verbindung nicht möglich. Bei der Entfernung einzelner Triebe oder sogar der ganzen Bepflanzung kann die Außenhaut des Gebäudes beschädigt werden. Genauso können Sanierungsarbeiten am Bauwerk nicht ohne Schädigung der Pflanzen durchgeführt werden. [22]



Abbildung 34: Systemschnitte: Bodengebundener Direktbewuchs der Fassade mit Selbstklimmern: ① Hedera helix, immergrün, ② Parthenocissus tricuspidata, sommergrün (Winter) © Nicole Pfoser

6.2.2. Leitbarer Bewuchs

Das bodengebundene System mit leitbarem Bewuchs erfordert im Gegensatz zum Direktbewuchs eine Sekundärkonstruktion. Der einzuhaltende Mindestabstand zur Gebäudeaußenwand wird vom Wuchsverhalten der Pflanze bestimmt. Hierbei können größere Distanzen aufgrund von gestalterischen oder funktionalen Aspekten durchaus umgesetzt werden. Die Lastaufnahme erfolgt über die Wuchshilfe und wird je nach System in ein eigenes Fundament oder in die Primärkonstruktion ab- bzw. eingeleitet. Windlasten werden üblicherweise mittels aussteifender Distanzkonsolen in die tragende Außenwand geführt. [34][35]

Eines der größten Vorteile dieser Methodik ist das breite Anwendungsspektrum an fast allen Fassadenbauweisen. Da das Gerüst lediglich punktuell mit dem Primärgerüst verbunden ist, ergibt sich eine nahezu losgelöste Ebene, die architektonisch unterschiedlich eingesetzt werden kann. Beispielsweise kann sie als optischen Raumabschluss von Freiräumen dienen. Meist erfüllt die Begrünung mehrere Funktionen in einem. Sie kann als Sichtschutz vor Einblicken aus der Umgebung

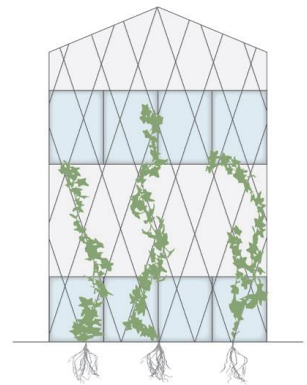


Abb. 35: Leitbarer Bewuchs

schützen und gleichzeitig als Sonnenschutz oder auch Lärmschutz bei immerwährender Lärmbelästigung Abhilfe schaffen. Sommergrüne laubabwerfende Pflanzen können zur passiven Energiegewinnung beitragen, indem

sie einerseits eine Verschattung im Sommer, andererseits einen Sonnenlichteinfall im Winter für den Wärmebedarf im Winter bieten. [34]

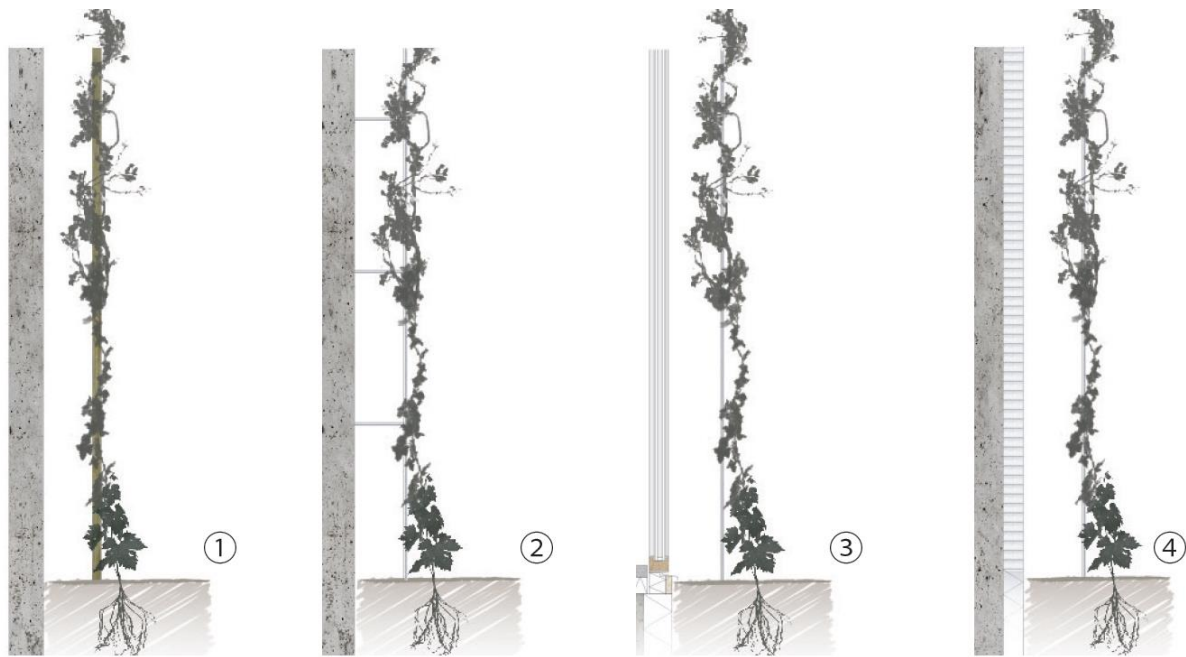


Abbildung 36: Systemschnitte: Leitbarer Bewuchs an separater Wuchskonstruktion, bodengebunden: ① Holzkonstruktion, ② Stäbe, ③ Seile/Netze vor Glasfläche, ④ Seile/Netze vor TWD © Nicole Pfooser

Um eine Fehlfunktion von Kletterhilfen zu vermeiden, ist das Unterscheiden verschiedener Klettertechniken der Pflanzen unumgänglich und eine wichtige Voraussetzung. Das spiralförmige Hochschlingen ist ein charakteristisches Merkmal für **Schlinger** und **Winder**. Vor allem zu Beginn weisen sie ein starkes vertikales Wachstum auf (bis zu 8m pro Vegetationsperiode) und können je nach Pflanze Höhen

von bis zu 30m erreichen. Geringe Höhen sind daher mit Ausnahme von wenigen Arten nicht für die Bepflanzung geeignet. Für den Bewuchs haben sich runde dünne (<5 cm) Profile bewährt, welche aufgrund zunehmenden Drucks durch das Dickenwachstum in erster Linie auf Biegung beansprucht werden. Eine unzureichende Stabilität kann zur Verformung dünnwandiger Rohre oder sogar zum Bruch einzelner Holzprofile führen. Zu beachten ist

auch die Dauerhaftigkeit dieses Begrünungssystems. Ab einem gewissen Stammdurchmesser lassen sich die Pflanzen nicht mehr abwickeln und sind somit nicht von der Kletterhilfe lösbar. Weiters sind beim vertikalen Wuchs von Schlingpflanzen je nach Gegebenheiten (Dicke der Pflanze, Wuchsverhalten und Beschaffenheit des Materials) Abrutschsicherungen, entweder durch Aufdickungen oder Querstäbe, im Abstand von 0,5-2m vorzusehen. Der einzuhaltende Mindestabstand zur Wand liegt je nach Bepflanzungsart bei 5-20cm. [22]

Ranker hingegen benötigen idealerweise eine gitterartige Konstruktion an dem sie hochwachsen können. Die Größe der Stababstände richtet sich dabei nach der Pflanze, sowie auch nach der gestalterischen Wirkung, die erzielt werden möchte. Beispielsweise vermittelt ein Rautenmuster einen anderen optischen Eindruck als eine Rechteckstruktur, wobei sich ersteres besonders gut für rankende Kletterpflanzen eignet. Bei Rankpflanzen werden zwischen Spross- und Blattstielranker unterschieden, für die sich begrünungstechnisch nur geringe Unterschiede ergeben. Maschenweiten von 10-40 cm bei einem Stabdurchmesser von 1-3cm sind einzuhalten. Ein geringer Wandabstand von 5cm ist in der Regel ausreichend, in wenigen Fällen werden Abstände von 15cm benötigt, um den erforderlichen Platz für stärkere Triebe zu

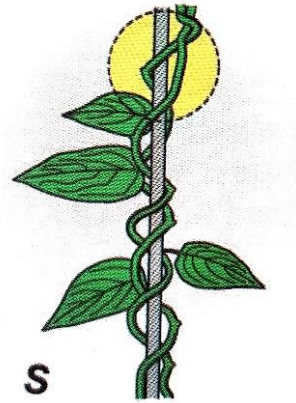


Abb. 37: Schlinger/Winder S (FLL 2018)

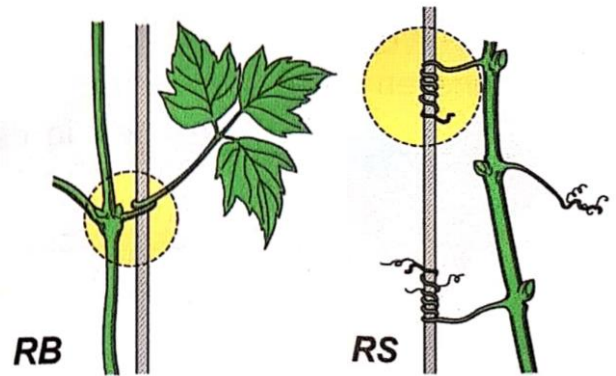


Abb. 38: Blattranker RS & Sprossranker RB (FLL 2018)

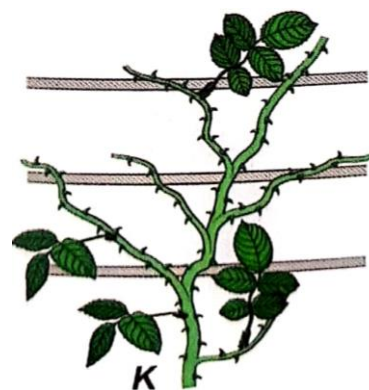


Abb. 39: Spreizklimmer K (FLL 2018)

gewährleisten. Da durch diese Klettertechnik keine zusätzlichen Kräfte ausgeübt werden, sind die statischen Anforderungen an die Befestigung der Rankhilfe relativ gering. [ebd.]

Die Klettertechnik der **Spreizklammer** lässt sich vorwiegend auf horizontalen Ausrichtungen anwenden, da sich die Pflanze auf der Konstruktion abstützt und einhakt. Die Triebe lehnen sich sozusagen an das Gerüst an, die

dann als Auflager für Quertriebe dienen, um in die Höhe wachsen zu können. Um eine maximale Höhe der Pflanzen von etwa acht Metern erreichen zu können, sollten die Triebe in regelmäßigen Abständen zwischen den Maschen eingesteckt werden. Um auch das natürliche Einflechten gewährleisten zu können, ist auf eine Maschenweite von mindestens 25x25 cm bis maximal 50x50 cm zu achten. [ebd.]

6.2.2.1. Kletterhilfen

Aus dem vorangehenden Kapitel lassen sich die konstruktiven Anforderungen für Kletterhilfen wie folgt zusammenfassen:

Für die Kletterform	Konstruktive Anforderungen ¹⁾	Geeignete Systeme ²⁾
Schlinger, Winder (S)	<ul style="list-style-type: none"> - vorzugsweise senkrechte Ausrichtung - Abstand der Senkrechten 30 - 80 cm - Durchmesser 0,4 - 5 cm - Abrutschsicherungen im Abstand 0,5 - 2 m je nach Schlingverhalten, Pflanzenstärke sowie Oberflächenstruktur der Kletterhilfe vorteilhaft sind Rundprofile 	Seil- und Rohrkonstruktionen, Stäbe
Sprossranker (RS) Blattstielranker (RB)	<ul style="list-style-type: none"> - vorzugsweise gitterförmige Konstruktionen - Gitterweiten 10 - 20 cm für eigenständiges Verankern der Pflanzen - Durchmesser 0,4 - 3 cm, artabhängig, so dass sie von der jeweiligen Art umrankt werden können - alle Profilquerschnitte 	Scherenformgitter, Stahlmatten, gitterförmige Seilkonstruktionen, Stäbe
Spreizklammer (K)	<ul style="list-style-type: none"> - vorzugsweise horizontale Ausrichtung - Abstand untereinander ca. 40 cm - bei gitterförmigen Konstruktionen Gitterweite i. d. R. zwischen 30 und 50 cm 	Latten, Stäbe, Seilkonstruktionen

Tabelle 4 Konstruktive Anforderungen in Abhängigkeit von der Kletterform ©FLL (Mahabadi et al. 2000)

Beschaffenheit und Material

Auch wenn Kletterhilfen in erster Linie funktionale Aspekte erfüllen sollten, um ein bestmögliches Ergebnis erzielen zu können, müssen sie dennoch ästhetischen Ansprüchen genügen und Teil des Gestaltungskonzeptes des Gebäudes sein. Statik und pflanzengerechte Ausbildung der Konstruktion sind so in die Planung zu integrieren, dass der optische Gesamteindruck, und das auch im Winter bei der Verwendung von sommergrüner Bepflanzung, nicht negativ beeinflusst wird. Hierzu eignen sich diverse Werkstoffe unterschiedlich gut und werden im folgenden Kapitel näher erläutert.

Holz

Eine leichte Verarbeitung, einfache Verbindung und Befestigung sind die Vorteile für Kletterhilfen aus Holz. Dennoch ist Holz als Material für Kletterhilfen lediglich bedingt geeignet. [31] Die Lebenserwartung von Hartholz und kesseldruckimprägnierten Profilen liegt,

auch bei entsprechendem konstruktivem Holzschutz, je nach Witterungsverhältnissen lediglich bei 25 Jahren. Demnach werden Holzkonstruktionen eher für den Eigenbau im kleinen Maßstab verwendet, beispielsweise für kleinwüchsige Rankpflanzen oder einjähriger Schlinger. Dabei ist darauf zu achten, dass metallische Verbindungsteile, wie Nägel, Schrauben oder Winkel, korrosionsbeständig und Leime wetterbeständig sind. Neben der Langlebigkeit stellt auch der Wartungsaufwand ein Problem dar, denn die Konstruktion lässt sich nach dem Bewuchs kaum oder gar nicht pflegen. Neuanstriche sind beispielsweise nachträglich nicht möglich, ohne die Pflanzen zu schädigen. Es besteht die Möglichkeit in einzelnen Fällen die Pflanze vom Gerüst zu lösen, was nur mit Rankern und Spreizklimmern zu bewerkstelligen ist. Eine dauerhafte Ausführung mit Schlingpflanzen ist demnach mit Holzkonstruktionen nicht umsetzbar. [22]



Abbildung 40: links Rankgitter aus Bambus mit Clematis; rechts Wandspalier aus Holz mit Wein (Quelle: www.fassadengruen.de)

Kunststoff

Das marktgängige Angebot für Fassadenbegrünungen besteht derzeit aus Thermoplasten und faserverstärkten Duromeren.³ Zur Anwendung kommen Kunststoffe in Form von Seilen, Netzen oder Gitter. Aufgrund einer zu geringen Belastbarkeit und UV-Beständigkeit haben sich thermoplastische Kunststoffe in der Praxis nicht bewährt, da vor allem die daraus resultierende zeitlich begrenzte Verwendung problematisch ist. Verbundwerkstoffe, wie Glasfaserverstärkte Kunststoffe (kurz GFK), weisen jedoch aufgrund der Nutzung von individuellen Vorteilen der Materialien andere Eigenschaften auf. Die Vorteile von GFK sind zusammengefasst:

- hohe Festigkeiten (vergleichbar mit Stahl)
- geringes Gewicht
- geringe Leitfähigkeit (vergleichbar mit Holz)
- Korrosionsbeständigkeit
- durch Einfärbung hohe Farbvariation

Für Kletterhilfen eignen sich besonders Stäbe mit hohem Glasfaseranteil, wobei Faserart sowie –anordnung je nach Bedarf hergestellt werden können.

Gemäß Recherche wird eine große Auswahl an Profilen in verschiedenen Abmessungen angeboten. Die Anwendungsbereiche sind dabei unterschiedlich und reichen von der Bepflanzung über Maschinenbau bis zum Industriebau. Flächige und gitterartige Strukturen eignen sich besonders für die Fassadenbegrünung und können in der Regel mit abweichenden Mustern hergestellt werden. Dabei legt für gewöhnlich die Transportfähigkeit die maximale Größe der Elemente fest. Aufgrund von Feuerbeständigkeit (Produktabhängig) können auch bauphysikalischen Anforderungen, wie Brandschutz, eingehalten werden. [55][72]

Metall

Metallkonstruktionen verfügen bei Berücksichtigung der pflanzenspezifischen Anforderungen über eine hohe Funktionalität. Die gebräuchlichsten Kletterhilfen stellen dabei (flächige) Drahtgitter, Drahtseile, Netze aus industrieller Fertigung und „Rankbalken“ aus jeweils nichtrostendem bzw. korrosionsschutztem Stahl. [9]

³ Thermoplaste lassen sich im Gegensatz zu Duromeren durch Erwärmung verformen. Somit

sind Duroplaste nach ihrer Aushärtung nicht mehr form- oder schmelzbar. [76]



Abb. 41 links Abstandhalter für Drahtseile, rechts Rankgitter (Foto: Sven Taraba)

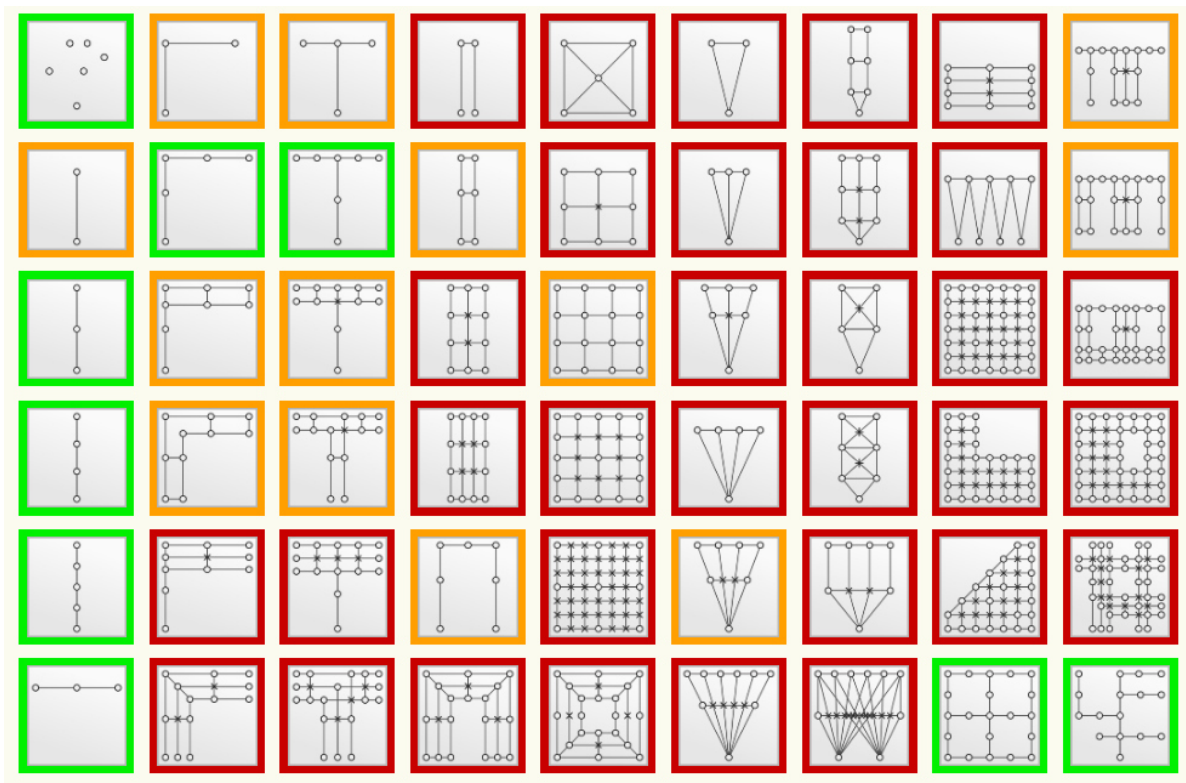


Abbildung 42: geeignete Seilsysteme für Blauregen (Quelle: fassadengruen.de) grün=geeignet; gelb=bedingt geeignet; rot=nicht geeignet

Seile und Drähte

Eine kostengünstige und beliebte Art von Kletterhilfen stellen Spanndrahtkonstruktionen dar. Dabei werden Spannseile aus Edelstahl zwischen zwei Haltern gespannt, die betreffend Abstand und Ausrichtung einfach an pflanzenspezifische Anforderungen angepasst werden können. Es können also je nach Wuchstyp unterschiedliche Wirkungen erzielt werden, wobei lineare und flächige Systeme möglich sind. Die Eigenschaften der Kletterpflanze sollten für eine optimale Ausführung unbedingt bekannt sein, um geeignete Seilsysteme festlegen zu können. Dabei ist außerdem die Bauweise zu klären, ob

Anbringungsweisen von Kletterhilfen

Neben den zu beachtenden Wandabständen für Kletterhilfen werden abhängig von der Fassadenkonstruktion unterschiedliche Anbringungsweisen praktiziert, für die jeweils bestimmte Anforderungen gelten. Die **Aufhängung** der Kletterhilfe eignet sich für Konstruktionen aus steifen Profilen. Voraussetzung hierfür ist die Gewährleistung der Anordnung von erforderlichen tragfähigen Ankern. Bei der **Vorständigung** werden die Vertikallasten abgeleitet und die Verankerungen somit entlastet. Beim Einsatz von scheibenartigen steifen Gittern können auch windabhängige Horizontalkräfte auf Anker im Randbereich

einfach/leicht-schwer/massiv gewählt werden muss. Weiteres kommt vor allem bei starker Belastung, großer Höhe oder im öffentlichen Raum zum Einsatz. [54]

Die Pflanzen werden prinzipiell immer vor der Kletterhilfe geführt. Dazu wird in der Anwuchsphase ein Stammgerüst aufgebaut und am Gerüst fixiert. Bei stark schlingenden Pflanzen ist dabei darauf zu achten, dass die Triebe abgewickelt und parallel geführt werden, um Schäden an der Kletterhilfe bzw. Selbstdrosselung der Pflanze zu vermeiden.

vermindert werden. Sie eignet sich daher für Fassadenkonstruktionen mit beschränkten Verankerungsmöglichkeiten. Eine stehende Kletterhilfe erfordert steife und knicksichere Stützprofile, die jedoch häufig mit einer gewissen Dicke einhergehen und den Halt der Pflanze an der Kletterhilfe beeinträchtigen können. Kletterhilfen aus Seilen oder ausreichend zugelastischen Stabprofilen werden durch **Verspannung** fixiert, um einem weiten Schwingen oder Durchhängen entgegenzuwirken. Von Vorteil sind hierbei die großen Spannweiten, die aufgrund der weiteren Halterabstände ermöglicht werden können. Zu

beachten ist daher jedoch auch, dass bei dieser Methode die Befestigungsmittel höheren Belastungen standhalten müssen. [9][65][66]

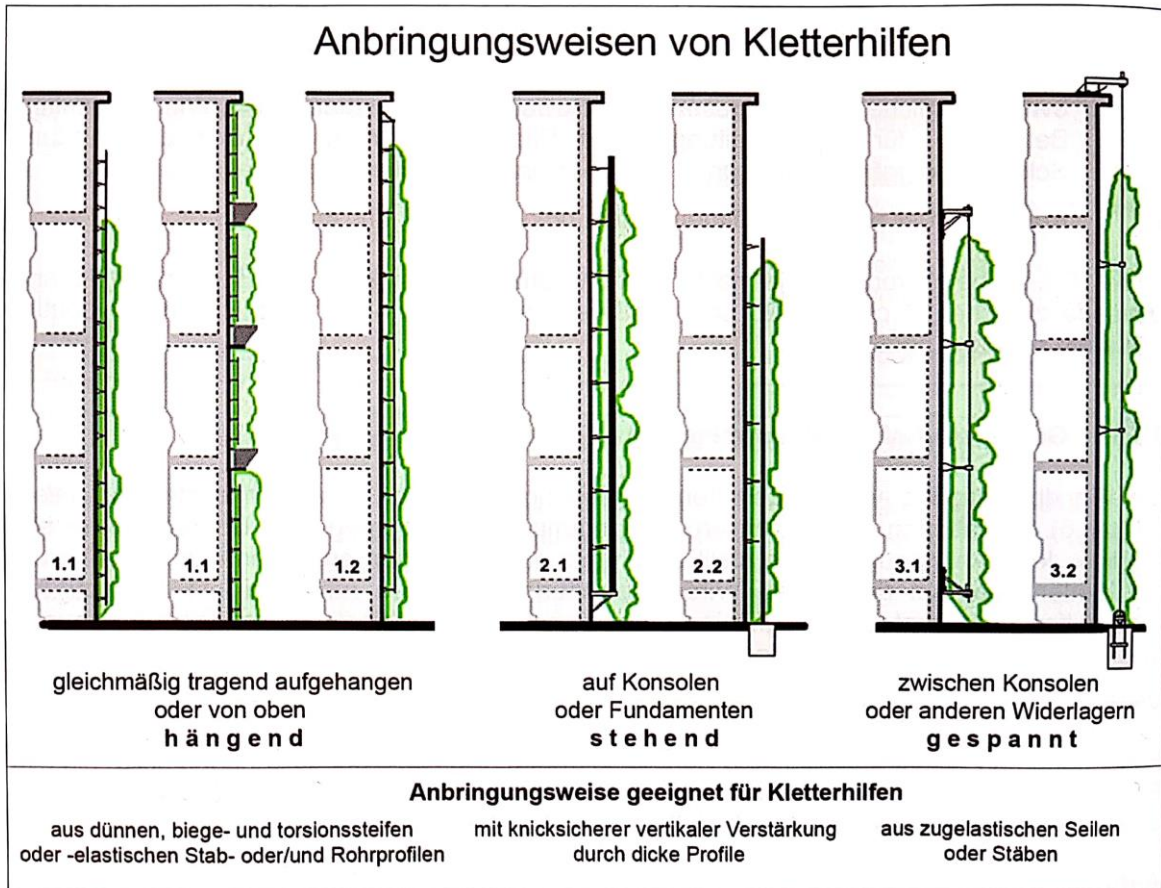


Abbildung 43: Anbringungsprinzip von Kletterhilfen (Quelle: FLL 2018)

6.3. Mischformen

Kombinationen aus boden- und fassadenge-
 bundenen Systemen können aus unterschied-
 lichen Gründen zum Einsatz kommen. Klar ist,
 dass die jeweiligen Vorteile der Systeme, wie
 in den vorangegangenen Kapiteln dargelegt,
 miteinander verknüpft ideal ausnutzbar sind.
 Wenn es die örtliche Situation erfordert, kön-
 nen Kletterpflanzen in Höhen eingesetzt wer-
 den, die für Pflanzen sonst nicht erreichbar
 wären. Weiters kann durch Vorkultivierung
 der Pflanzen die Begrünungszeit verkürzt und
 somit eine gewünschte Flächenwirkung
 schneller erzielt werden. Im Falle eines Ausfalls
 sind Teilbereiche durch Kombinationen sys-
 temabhängig leichter austauschbar. [34]

Ein weiterer nennenswerter Punkt ist, dass
 kombinierte Methoden in Bezug auf den

gestalterischen As-
 pekt einen hohen
 Grad an Variabilität
 zulassen. Sowohl die
 Möglichkeit der Ver-
 bergung der unter-
 schiedlichen Begrü-
 nungssysteme, als
 auch eine gezielte Ein-
 beziehung des charakteristischen Erschei-
 nungsbildes der Techniken stellen ein bedeu-
 tendes architektonisches Mittel für die Fassa-
 dengestaltung dar. [ebd.]

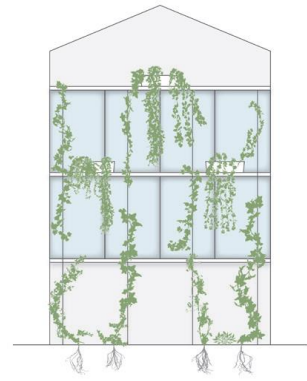


Abb. 44: Mischformen

Die folgenden Abbildungen zeigen Möglich-
 keiten zur Kombination von boden- und
 wandgebundener Begrünungsformen:

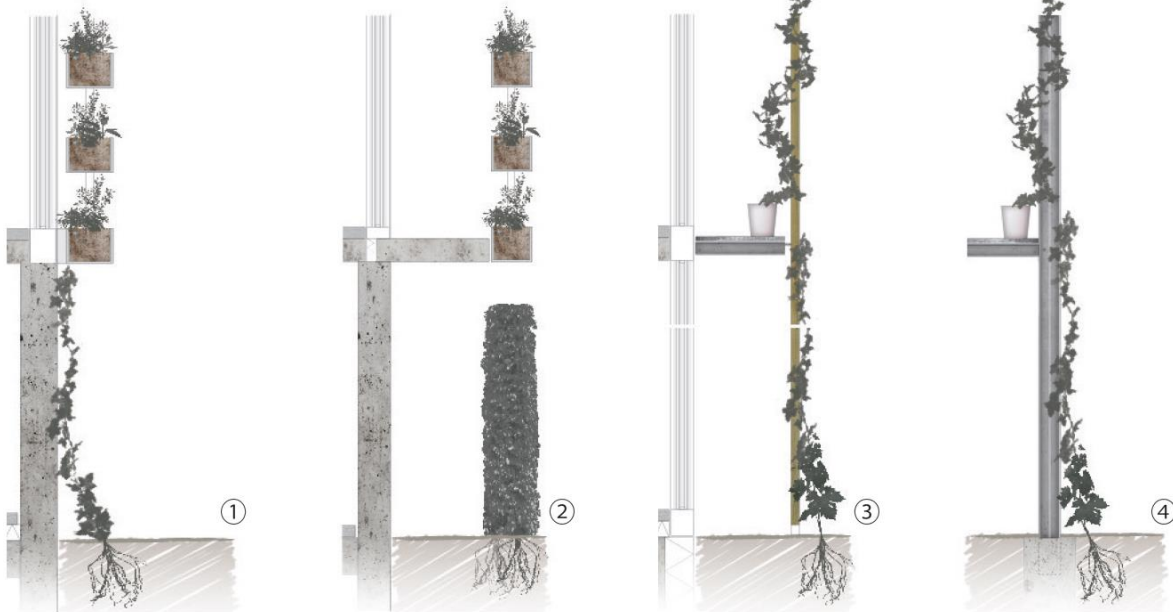


Abbildung 45: Systemschnitte: Bodengebundene Begrünung in Kombination mit Begrünung in Gefäßen ① ② ③ ④ ©

Nicole Pfoser

Anforderungen an das Bauwerk | 7



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

7. Anforderungen an das Bauwerk

7.1. Bautechnische Voraussetzungen

Eine statisch tragende Primär- oder Sekundärkonstruktion stellt bei jeder Fassadenbegrünung eine grundlegende Voraussetzung dar. Die Abstimmung von Fassadenkonstruktion, Begrünung und deren Bauweise aufeinander ist hierbei wesentlich. Bei Neuvorhaben sollten daher geplante Begrünungen bereits in den Planungsprozess einbezogen werden. Bei einer Anbringung von zusätzlichen Konstruktionen, wie beispielsweise Sekundärkonstruktionen für wandgebundene Systeme oder Kletterhilfen, ist auf geeignete Verankerungen zu achten, um Schäden am Bauwerk zu verhindern. [9]

Die Eignung der vorhanden bzw. geplanten Fassade für eine Begrünung sind im Hinblick auf baukonstruktive und -technische Anforderungen bzw. Voraussetzungen wie folgt zu prüfen:

- **Bodengebundene Begrünungen**
 - Begrünung mit Selbstklimmern
 - ✓ Massive Bauweise
 - ✓ Intakte Gebäudehülle (ohne Risse/offene Fugen)
 - Begrünung mit Gerüstkletterpflanzen
 - ✓ Ausreichende Statik (Primär- und Sekundärkonstruktion)
 - ✓ Intakte Gebäudehülle (ohne Risse/offene Fugen)
 - ✓ Keine Beeinträchtigung der Gebäudedämmung
- **Wandgebundene Begrünungen**
 - lineare, modulare und flächige Begrünungen
 - ✓ Ausreichende Statik (Primär- und Sekundärkonstruktion)
 - ✓ Hinterlüftungsraum bzw. hinterlüfteter Raum [9 S 46]

Ob sich diverse Wandaufbauten für eine Begrünung eignen, ist der nachfolgenden Übersicht zu entnehmen.

Wandaufbau			Begrünung								
			bodengebundene Begrünung				wandgebundene Begrünung				
			Selbstklimmer	Gerüstkletterpflanzen			nicht kletternde Begrünung				
				Wurzelkletterer / Haftseilbepflanker	Schlinger/Winder	Ranker	Spreitzklimmer	Stauden	Kleingehölze	Moose	
Ungedämmte Außenwände	Massive Wand- aufbauten	Ortbeton- und Betonfertigteilewände / Sichtmauerwerk-Fassaden	++	*	+	+	+	+	+	++	
		Beton- oder Mauerwerkswände mit Deckbelag	+	+	+	+	+	+	+	++	
	Ständer- u. Fachwerk	Holzskelett- oder Metallskelett-Bauweise	-	++	++	++	++	++	++	++	
		Vorfassaden mit Glas- oder Kunststoffelementen	-	++	++	++	++	++	++	++	
		Vorfassade als Folienkonstruktion	-	++	++	-	++	++	++	++	
Gedämmte Außenwände	Massive Wandaufbauten	Wärmedämmbeton	++	++	++	++	++	++	++	++	
		Leichtbeton- oder porositertes Ziegel-Mauerwerk	-	++	++	++	++	++	++	++	
		Beton- oder Mauerwerkswände mit Deckbelag	+	+	+	+	+	+	+	++	
	Ständer- und Fachwerkbauweise	Glas- oder Kunststofffassaden	-	+	+	+	++	++	++	++	
		Folienkissen-Konstruktionen	-	++	++	-	++	++	++	++	
		Sandwichpaneele	-	+	+	+	+	+	+	++	
		gedämmte Fachwerkswände / Pfosten- Riegelbauweise mit Strohmausfachung	-	+	+	+	+	+	+	++	
	Mehrschalige nicht hinterlüftete Wandaufbauten	Mit Kerndämmung	Außenschale aus Ortbeton oder Beton- Fertigteilen / Sichtmauerwerk-Außenschale	++	*	*	+	+	+	+	++
			Außenschale aus Mauerwerk oder Beton, zusätzliche Sichtbelegung	++	*	*	+	+	+	+	++
			Außenschale aus Mauerwerk oder Beton, zusätzlicher Außenputz	+	+	+	+	+	+	+	++
		Mit Außen- dämmung	Wärmedämmverbundsystem (WDVS) auf tragender Wand	-	++	++	++	++	++	++	++
			Transparente Wärmedämmung (TWD) vor wärmespeichernder Massivwand	-	++	++	++	++	++	++	++
			Massive Außenschale aus Ortbeton oder Betonfertigteilen / Massive Außenschalen aus Sichtmauerwerk	++	++	++	++	++	++	++	++
Mehrschalige hinterlüftete Wandaufbauten	Außenschalen aus Stein, Holz- oder Holzwerkstoffen / Vorsatzschalen aus Metall, Kunststoff, Glas oder Verbundwerkstoffen	-	++	++	++	++	++	++	++		
	Verbundpaneele mit Photovoltaik	-	-	-	-	++	++	++	++		
	Folien-Vorfassaden	-	++	++	-	++	++	++	++		
	Gewebe-Vorfassaden	-	-	-	-	++	++	++	++		
Luftkollektor-Fassade	Transparente Ausführung	Glas-, Kunststoffglas-Vorfassaden	-	++	++	++	++	++	++		
		Folien-Vorkonstruktionen	-	++	-	-	++	++	++		
	Lichtdichte Ausführung	Absorptions-optimierte Metallblech-Oberflächen	-	++	++	++	++	++	++		
		Keramische Materialien, Naturwerkstein-, Betonwerkstein-, Kunststeinplatten und Verbundwerkstoffe in Forschung!	-	++	++	++	++	++	++		

* Statische Belastbarkeit der Außenhaut, Haftgrund auf pflanzenphysiologische Eignung und unerwünschte Möglichkeit des Hinterwachsenden prüfen!

Legende

	geeignet		bedingt geeignet (Prüfung im Einzelfall*)		nicht geeignet
--	----------	--	---	--	----------------

Tabelle 5: Eignungsübersicht Wandaufbauten/Begrünungen (Quelle: FLL 2018)

7.2. Vegetationstechnische Voraussetzungen

Bei Fassadenbegrünungen sollte die Pflanzenauswahl prinzipiell nach den Standortverhältnissen getroffen werden. Weiters ist darauf zu achten, dass für Bau-, sowie Instandhaltungs- und Pflegearbeiten genügend Fläche für die Erreichbarkeit, beispielsweise eine Stellfläche für Gerüste, zur Verfügung steht, um sie durchführen zu können. Systemspezifisch erfordern

- Bodengebundene Begrünungen
 - ✓ ausreichend geeignetes Bodenvolumen
 - ✓ geeignetes Substrat
 - ✓ angepasste Wasser- und Nährstoffversorgung
 - ✓ Überprüfung des Pflanzenstandortes auf Ver- und Entsorgungsleitungen
 - ✓ geeignete Wand/Fassade mit pflanzenverträglicher Oberfläche (Selbstklimmer)
 - ✓ geeignete Kletterhilfen in Abhängigkeit von der Pflanzenauswahl (Gerüstkletterpflanzen)
- Wandgebundene Begrünungen
 - ✓ dauerhaft geeignete Trägerstoffe (je nach Bauweise)
 - ✓ geeignete Wasser- und Nährstoffversorgung (bei Frost-/Tauwechsel) [9 S 48]

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Einschränkungen und Herausforderungen | 8



8. Einschränkungen und Herausforderungen

8.1. Akzeptanz

Schlößer (2003) geht in ihrer Arbeit der Frage nach, wie die Einstellung der Bevölkerung zu Fassadenbegrünung beurteilt werden kann und welche Aussagen zur Akzeptanz der Bürger als Stadtgestaltungsmittel getroffen werden können. Hierzu wurden in 24 Kölner Stadtteilen zeitgleich schriftliche Befragungen mit zwei unterschiedlichen Personengruppen durchgeführt. In der einen Umfrage wurden Personen, die in Häusern mit Fassadenbegrünung leben (hier Gruppe 1), und in der anderen, Personen, die in Häusern ohne Begrünung leben (hier Gruppe 2), befragt. Die Befragung ergab, dass die Mehrheit beider Gruppen (Gruppe 1: 84%; Gruppe 2: 68%) angaben, einer Fassadenbegrünung positiv gegenüberzustehen, also bei beiden Untersuchungsgruppen die eindeutige Mehrheit.

Als übergeordnete Einflussfaktoren im Akzeptanzmodell wurden 1. ökologische, 2. optisch-ästhetische sowie psychosoziale, 3. bauphysikalische und 4. finanz- und zeitökonomische Aspekte definiert, wobei beobachtet werden konnte, dass eine positive Gesamtbewertung in der Regel mit der positiven Beurteilung der optisch-ästhetisch und psychosozialen Auswirkungen in Wechselwirkung steht, weniger jedoch mit den anderen 3 Aspekten. [39]

Abgeleitete Gründe für das bisher ungenutzte Potenzial der Fassadenbegrünung sind nach Schlößer:

- *bisherige Vernachlässigung der positiven optisch-ästhetischen und psychosozialen Auswirkungen von Fassadengrün in Wissenschaft und Begrünungspraxis;*
- *Furcht vor der Zunahme von Insekten/Spinnen und anderen Kleintieren;*
- *als lästig empfundene Pflegearbeiten;*
- *Fassade eignet sich aus bautechnischen oder architektonischen Gründen nicht zur Begrünung;*
- *soziale Konflikte: Streit mit den Nachbarn, Vandalismus;*
- *fehlende Anerkennung der gemeinnützigen Bewohneraktivität;*
- *fehlende Information, z.B. über das Wuchsverhalten von Kletterpflanzen [39 S 165]*

Susanne Formanek von GRÜNSTATTGRAU betont für eine optimierte Begrünungspraxis die Wichtigkeit der Zusammenarbeit und Einbindung der Bevölkerung in neue Projekte, um positive und negative Reaktionen erhalten zu können (siehe Interview 1). Eine Reihe von Befragungen zum „MUGLI“ (siehe Kapitel 10.2.) ergab, dass sich ein Großteil, der sich mit

dem Thema beschäftigt hatte, eine Bauwerksbegrünung vorstellen könnte. Der MUGLI, ein mobiler Experimentier- und Ausstellungsraum, ist ein laufendes Projekt, welches 2018 für die Wissens- und Informationsvermittlung rund um das Thema Bauwerksbegrünung entworfen wurde. Auf zahlreiche Anfragen ist so der Greening Check entstanden, eine digitale

8.2. Belastende Faktoren

Trotz erwiesenem Potential und vielen Vorteilen von Fassadenbegrünungen, stehen ihr in der Praxis häufig Bauherren/Bauherrinnen und Investoren/Investorinnen mit einer ablehnenden Haltung gegenüber. Neben fehlerhaften Leistungen in der Planung, Ausführung und auch Pflege, können schlichtweg mangelndes (Fach-)Wissen und negativ belastete Vorurteile Gründe für etwaige Vorbehalte sein. Um folglich entsprechend auf diese reagieren zu können, bedarf es einer (Auf-)Klärung dieser Hinderungsfaktoren, beispielsweise mittels einer fachkompetenten Beratung und Planung.

Fehlende Fachkompetenz und fehlendes (Fach-)Wissen

Die Planung, Ausführung und Pflege nach dem aktuellen Stand der Technik sind grundlegend für eine erfolgreiche Fassadenbegrünung, jedoch stellen schlecht ausgebildete

Erstberatung, wo sich Personen zur Realisierbarkeit der Begrünungsidee informieren können. Wichtig seien auch Leuchtturmprojekte, um die Wertschätzung und das Bewusstsein durch vorbildliche Begrünungen zu fördern und das Interesse zu steigern.

oder unmotivierte Ratgeber häufig ein Problem für Interessenten dar. Es erfolgt keine angemessene Aufklärung hierüber oder über die Möglichkeiten der Fassadenbegrünungssysteme, ebenso können Kosten und Nutzen von Bauherrenschaft und Investoren/Investorinnen nicht abgeschätzt und beurteilt werden. Problematisch gestaltet sich auch die Abwägung der Verantwortungen und Vorteile, da nur schwer sachkundige Aussagen getroffen werden können. Aufgrund von dem verbreiteten experimentellen Image von verhältnismäßig neuen wandgebundenen Fassadenbegrünungssystemen, ist eine fachmännische Aufklärung auch für die Ausräumung größtenteils unberechtigter Bedenken (hohe Kosten, hohes Risiko usw.) erforderlich. Das Einfordern von Referenzen kann bei der Beurteilung der Fachkompetenz von Beratern/Beraterinnen und Planern/Planerinnen hilfreich sein. [5][35]

Fehlende Abstimmung

Neben der Fachkompetenz von Planern/Planerinnen und Betrieben ist die Steuerung und fachliche Abstimmung der Gewerke entscheidend für eine gelungene Fassadenbegrünung. Um das Image der wandgebundenen Begrünung zu stärken, ist die Einbeziehung von zusätzlichen Fachkenntnissen sowie gute Synergien zwischen den interdisziplinären Leistungen von großer Relevanz. [5]

Fehlende Auflagen und Förderungen

Im Gegensatz zur Dachbegrünung, sind Festsetzungen zur Fassadenbegrünung neuer Bauvorhaben in städtischen Bebauungsplänen eher vereinzelt der Fall. Problematisch ist auch, dass verlässliche Daten zur Vergleichbarkeit sowie Bewertung der verschiedenen Begrünungstechniken kaum zu wandgebundenen Fassadenbegrünungssystemen vorliegen, trotz immer häufig werdender konkreter Eingriffs- und Ausgleichsberechnungen bei Bauanträgen. Obwohl es Forschungsprojekte gibt, die sich mit Anforderungen und Bewertungskriterien auseinandersetzen (vgl. hierzu „Green Pass“ Kapitel 10.3.), besteht hier nichtsdestotrotz zusätzlicher Forschungsbedarf. Weiters bedarf es Anreize für die Umsetzung für Fassadenbegrünungen, welche durch vereinheitlichte finanzielle Förderungen begünstigt werden kann. Laut einer Befragung der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.

(FBB 2014) gaben von 510 Städten nur 25 an, direkte finanzielle Förderungen für Fassadenbegrünung zu vergeben. [ebd.]

Fehlende Gesamtschau

Aufgrund der wirtschaftlichen Bestrebungen den Gewinn zu maximieren und den Verkaufserlös zu steigern, ist das Qualitätslevel bei der Realisierung privater Investorenprojekte eher gering. Die Möglichkeit der Qualitätssicherung städtischer Quartiere oder der ökologischen Verbesserungen der Umweltbedingungen wird aufgrund der Bedeutung zusätzlicher Ausgaben nicht wahrgenommen und das hohe Potential der Begrünung nicht genutzt. Die Durchsetzung von zukunftsorientierten Beiträgen bei Projekten gelingt Planern/Planerinnen nur schwer, da sich eine vorausschauende faktoreinbeziehende Planung unter den aktuellen Bedingungen nicht rechnet. Die Gewichtung der Investitionskosten lassen dabei keinen Spielraum für einen integrativen Begrünungsanspruch offen. [5][35]

8.3. Bauschäden

Durch eine umfassende Erforschung des Pflanzenwachstums und der Pflanzenchemie können nähere Aussagen zu deren möglichen Auswirkungen getroffen werden. Mittels einer fehlerfreien Planung, sowie einer regelmäßigen ordnungsgemäßen Wartung können für gewöhnlich pflanzenbedingte Schäden vermieden werden. Die häufigsten Schadensursachen lassen sich dabei in drei Kategorien unterteilen.

8.3.1. Schadensrisiken durch bautechnische Planungsfehler

Eine Vorklärung geeigneter Begrünungstechniken wird dann erforderlich, wenn bereits Vorschäden am Gebäude vorhanden sind, beispielsweise hinsichtlich Risse oder Bauweisen mit offenen Fugen. Da für die Sekundärkonstruktionen notwendigen Montagepunkte, meist in Form von rostfreien Stahlkonsolen, heutzutage weitgehend durch eine Wärmedämmung nach außen geführt werden, ist die Wärmebrückenminimierung dieser ein wesentlicher Aspekt der Schadensverhütung, um Kondensatbildung innerhalb der Dämmung vorbeugen zu können. Außerdem ist bei Halterungen darauf zu achten, dass diese nicht unterdimensioniert werden, da ansonsten Beschichtungen, Putz und Dämmung beschädigt werden könnten. Um Sachschäden, z.B. Sachschäden oder Unfälle, infolge von

Versagen der Hilfskonstruktionen vorzubeugen, sollte die Lebensdauer des Pflanzenbewuchses bedacht werden. Auch eine unzureichende Hinterlüftung kann Feuchteschäden, Pilz- und Schimmelbildung verursachen, weshalb ein ausreichender Wandabstand zu berücksichtigen ist. Ein weiterer Punkt bei bautechnischen Planungsfehlern ist die Beachtung der Standortbedingungen der Pflanzen. Windschleusen infolge von Gebäudeformationen oder nachträgliche Verschattung oder Sonnenlicht-Spiegelung durch folgende Nachbarbauten können sich negativ auf die Bepflanzung auswirken. Auch eine überhitzte Sekundärkonstruktion, z.B. aufgrund dunkler Färbung, kann zu Pflanzenschäden führen. Problematisch gestalten sich bei bodengebundenen Begrünungen mögliche eingeschwemmte Bodenverunreinigungen, wie Putzmittel, Urin, Öl oder Benzin, z.B. bei Parkplätzen. [9][34]

8.3.2. Schadensrisiken durch ungeeignete Pflanzenwahl/ Begrünungstechnik

Aufgrund eines ungeeigneten Haftgrundes können Beschichtungs- und Putzschäden durch Selbstklimmer verursacht werden. Weiters können die zurückbleibenden Haftorgane bei einer Entfernung der Begrünung meist nur sehr mühevoll abgelöst werden. Irreversible Verfärbungen infolge von Pflanzenchemie

können an Bauteilen Spuren hinterlassen. Neben der Pflanzenchemie ist das Pflanzenwachstum durch ihre Kraftentwicklung häufig Grund für die Zerstörung der Bausubstanz, wovon vor allem empfindliche Bauteile, wie Rinnen, Metallbleche oder Rollladenschienen betroffen sind. Auch das Dickenwachstum der Pflanzen kann die Bausubstanz schädigen, indem sie aufgrund lichtfliehender Eigenschaften in Fugen oder Risse einwachsen, was im weiteren auch eindringende Feuchtigkeit und Frost zur Folge haben kann. [9][34]

8.3.3. Schadensrisiken durch mangelhafte Pflege oder Wartungsfehler

Eine weitere Schadensursache stellt die fehlende Wartungs- und Pflegezugänglichkeit

dar, die jedoch im Hinblick auf eine Schadensvermeidung unbedingt eingehalten werden sollte. Bei einer Vernachlässigung der Versorgungstechnik kann es auch zu einem Pflanzenausfall aufgrund von Funktionsstörungen des Systems kommen (Trockenschäden). Mangelnder Rückschnitt kann nicht nur zu Einwachsen/Überwachsen führen, sondern auch zu Schäden aufgrund von Wuchs-, Schnee-, Eis- und Windlasten. Mit dem steigenden Pflanzengewicht erhöht sich auch die Brandgefahr einer Begrünung, da der Totholzanteil bzw. die Trockenmasse immer höher wird. Dies ist besonders in Bezug auf Fremd- und Eigenschäden zu beachten. [9][34]

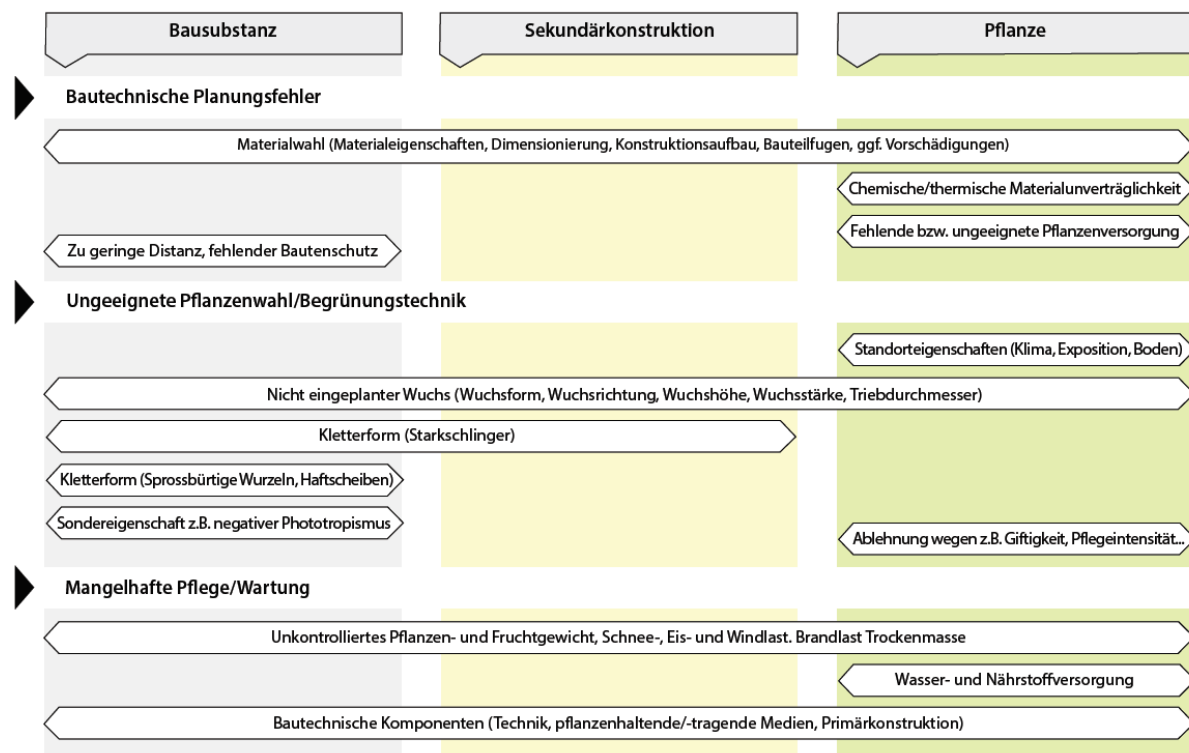


Abbildung 46: Schadensursachen und typische Schadbilder (Quelle: FLL bzw. Pfooser 2016)



Abbildung 47: Wandgebundene Fassadenbegrünung: stellenweise Pflanzenausfall und sichtbar vernachlässigte Instandhaltung der Begrünung (Foto: Nicole Pfoser 2011)



Abbildung 48: Bodengebundene Fassadenbegrünung: Abriss von Efeubewuchs durch Belastung von Starkregen. Eine Schadensvermeidung durch Verankerungen ins Mauerwerk für eine Gewichtsentlastung wäre möglich gewesen. (Foto: Jörg Dettmar 2013)

8.4. Vorsorge und präventive Schadensverhütung

Für gewöhnlich sind Gebäudeschädigungen und das Versagen einer Begrünung nicht auf die Pflanzen selbst zurückzuführen, sondern sind vielmehr die Folge von Planungsfehlern, nicht geeigneter Pflanzenwahl, Nachlässigkeit in der Pflege oder einer bereits vorbeschädigten Bausubstanz. Um Schäden vorsorglich vermeiden zu können, bedarf es einer interdisziplinären Planung zwischen Architekten/-innen, Landschaftsplanern/-innen, Herstellern von Begrünungssystemen, sowie Pflanzenexperten/-innen, um einerseits Schadenspotenziale frühzeitig erkennen zu können und andererseits ein abgestimmtes funktionsfähiges Gesamtsystem entwickeln zu können. [9]

Empfehlungen für eine Schadensvermeidung, sowohl bei additivem (Bestand, Sanierung), als auch integrativem Vorgehen (Sanierung, Neubau), lassen sich in drei Schritten erklären.

Schritt 1: Grundlagen Analyse

Schritt 2: Klärung des funktionellen und gestalterischen Anspruchs (Zieldefinition)

Schritt 3: Vorbereitung zur Umsetzung

Bei der Grundlagen-Analyse werden planungsrelevante Kriterien behandelt, wie Umgebungs-, Gestaltungs-, und finanzielle Kriterien. Die Möglichkeit auf synergetische Integration der Begrünung in das ökologische/

energetische Konzept des Bauvorhabens (Neubau, Bestandssanierung) ist in diesem Schritt zu prüfen. Nennenswert ist hierbei die (saisonale) Verschattungsfunktion. [34]

Stufe Zwei umfasst die Zieldefinition, also die Frage nach Planungszielen, Art der Begrünung und dazugehörige vegetationstechnische Anforderungen sowie Auswirkungen im Bereich Bautechnik und Bauphysik. Die Eignung der Außenhaut eines Gebäudes für mögliche Begrünungsformen muss in diesem Schritt evaluiert werden. [9] Hierbei werden konstruktive und botanische Voraussetzungen der Begrünungssysteme mit dem bestehenden bzw. angestrebten Fassadentyp abgeglichen, wonach Aussagen zur bautechnischen Gesamteignung getroffen werden können. Als gestaltungsrelevantes Mittel stehen konstruktive bzw. substrathaltende Bauteile im Vordergrund. Ihre Form bestimmt nicht nur die Pflanzenauswahl, sondern auch die Ausbreitung der Begrünung. Aufgrund dessen und nach der bereits erfolgten Grundlagen-Analyse, also Klärung von Klima, Exposition, Boden, Substrat und Wurzelraum, kann hier eine mögliche Vorauswahl von Pflanzen getroffen werden. [34]

In der dritten Stufe soll die Frage nach erforderlichen Genehmigungen geklärt werden, z.B. aufgrund von Auflasten, Abstandsflächen

oder zusätzlicher Brandlast. Hier werden die Arbeitsschritte bzw. Leistungen betreffend technische Planung und Ausschreibung festgelegt. In diesem Schritt sollen auch Angaben zu Umfang der Gewährleistung und der

Pflege- und Wartungsleistung getroffen und bestimmt werden. Für einen kompakten Überblick sind diese Schritte in Abbildung 49 schematisch dargestellt und zusammengefasst. [ebd.]

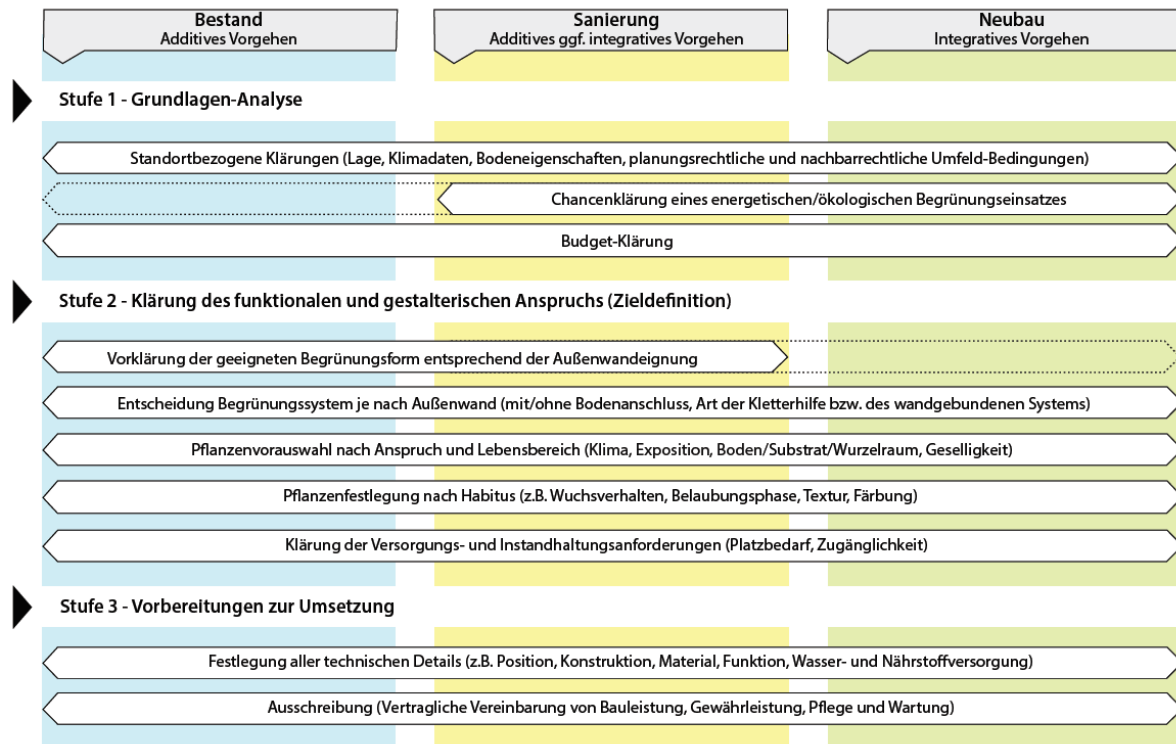


Abbildung 49: Schritte zur Schadensvermeidung (Quelle: FLL bzw. Pfoser 2016)

8.5. Pflege

Regelmäßige Pflege ist für den Erhalt und das Wachstum einer Begrünung unumgänglich. Hierbei gilt für die unterschiedlichen Begrünungssysteme die Berücksichtigung einer fachlich ausgeführten Pflege und Wartung bereits während der Planung. Die ÖNORM L1120, Gartengestaltung und Landschaftsbau – Pflegearbeiten liefern für diese Maßnahmen nähere Bestimmungen. [30] Die zu erbringenden Instandhaltungsleistungen sollten vorab vereinbart werden. Dabei sind Pflegemaßnahmen, je nach Begrünungsziel, Standortverhältnissen, Witterungsverlauf und Vegetationsentwicklung, zu verordnen. Wird keine Vereinbarung getroffen, sollten Hinweise zur Pflege und Wartung mittels eines Formblattes dem Bauherrn übergeben werden. [9]

...bei bodengebundener Fassadenbegrünung mittels Kletterpflanzen

Pflegemaßnahmen bei bodengebundenen Fassadenbegrünungen sind meist in geringeren Zeitabständen erforderlich, da der Zuwachs des Gehölzes gering ist, jedoch wird eine jährliche Kontrolle empfohlen. Hauptsächlich besteht die Pflege darin, Jungtriebe zu lenken, rückzuschneiden und anzubinden, um beispielsweise Bereiche wie Fenster- und Türöffnungen freizuhalten. Vorteilhaft wandgebundenen Systemen gegenüber erweist sich die leichtere Zugänglichkeit zum

Wurzelraum der Pflanze, wie im Falle einer Zusatzbewässerung. Wesentliche Maßnahmen zur Entwicklung und Unterhaltung können sein:

- *Wässern*
- *Düngen*
- *Kontrolle auf Krankheiten und Schädlingsbefall; bei Bedarf evtl. Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen*
- *Kontrolle der Kletterhilfen, auch hinsichtlich der Verkehrssicherheit*
- *Spannen oder Lockern der Spanndrähte*
- *Freischneiden von technischen Einrichtungen [...] und sonstigen nicht für die Begrünung vorgesehenen Flächen [...]*
- *sonstige Schnittmaßnahmen*
- *Totholzbeseitigung [9 S 98]*

...bei wandgebundener Fassadenbegrünung

Bei der wandgebundenen Fassadenbegrünung richtet sich der Pflegeaufwand in erster Linie an die Pflanzenwahl. Je nach Begrünungsart wird die Fassade bzw. das System für gewöhnlich in zwei bis vier Durchgängen pro Jahr gepflegt, sowie falls erforderlich simultan gewartet, da dies einen kosten- und arbeitseffizienteren Vorgehensweise darstellt. Neben diesen Faktoren ist der Pflegeanspruch des Kunden ebenfalls ausschlaggebend. Für eine ergebnisreiche Pflege ist projektspezifisch

darauf zu achten, dass die Zugänglichkeit durch entsprechende Einrichtungen gegeben ist. Dabei ist die Entfernung von abgestorbenen Pflanzenteilen und Totholz jährlich mindestens einmal zu beseitigen. Das Hinzuziehen einer Fachfirma für Pflege- und Instandhaltungsarbeiten wird für langfristige Ergebnisse empfohlen. [9] Für die Instandhaltung können folgende Punkte erforderlich sein:

- Kontrolle der konstruktiven Bauteile (jährlich)
- Kontrolle und Wartung der Pflanzgefäße, sowie der Be- und Entwässerungseinrichtung (Dokumentation)
- Form-, Erziehungs- bzw. Rückschnitte (auch Freischneiden von gewissen Einrichtungen)
- Austausch von Verbrauchsgütern/Filtern (ausgefallene Vegetation, Substrat, etc.)
- Beseitigung von Fremdvegetation [ebd.] [30]

Rechtliche Voraussetzungen | 9



9. Rechtliche Voraussetzungen

Die Gründe für eine Fassadenbegrünung sind individuell unterschiedlich. Sie reichen von ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten bis zu umweltbewusste Initiativen und Handlungsbedarf. Bei der Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen sollten jedoch allfällige behördliche Auflagen in jedem Fall erfüllt und eingehalten werden.

9.1. Rechtsvorschriften

Bei der Realisierung einer Fassadenbegrünung gilt es im Vorfeld zu prüfen, ob eine baurechtliche Genehmigung oder sonstige Bewilligungen eingeholt werden müssen. In der Regel erfordern bodengebundene Begrünungen und das Anbringen von zugehörigen Konstruktionen keinen baurechtlich genehmigungspflichtigen Vorgang. Hierbei gilt es das Bauordnungsrecht zu beachten, da Kletterhilfen, besonders im Hinblick auf die Standfestigkeit, entsprechend auszuführen sind. Bei wandgebundenen Begrünungen bedarf es u. U. einer baurechtlichen Genehmigung. [9]

Die Stadt Wien hat eine Checkliste für die erforderlichen Genehmigungen von Fassadenbegrünungen entwickelt, aus der die Vorgehensweisen zu entnehmen sind. Es wird zwischen Fassadenbegrünungen auf Privatgrund (Vorgarten, Hof, etc.) und Fassadenbegrünungen im öffentlichen Gut unterschieden.

9.1.1. Fassadenbegrünung auf Privatgrund

Im Falle einer Begrünung von Flächen aus, die nicht im öffentlichen Gut bzw. auf Privatgrund liegt, ist in jedem Fall eine Einverständniserklärung mit einer schriftlichen Zustimmung aller betroffenen Eigentümerinnen und Eigentümer einzuholen. Weiters ist bei Maßnahmen, die Fixierungen in der Fassade oder im Boden bedürfen, mit der Baupolizei zu klären, ob eine Baubewilligung erforderlich ist. Falls es sich um ein Bauwerk handelt, welches unter Denkmalschutz steht (Baudenkmäler, geschützte Ensemblebereiche, Schutzzonen), muss zusätzlich eine Bewilligung des Bundesdenkmalamts eingeholt werden. In Wien ist außerdem die Stadtbildverträglichkeit durch die Magistratsabteilung Architektur und Stadtgestaltung zu prüfen, um eventuelle Störungen des örtlichen Stadtbildes beurteilen zu können. [69]

9.1.2. Fassadenbegrünung „vom Gehsteig“

Für die Abwicklung von Fassadenbegrünungsprojekten im öffentlichem Gut (straßenseitig), beispielsweise vom Gehsteig aus, sind zusätzliche Behördengänge notwendig. Ebenso wie bei Begrünungsvorhaben auf privatem Grund sind auch in diesem Fall eine Einverständniserklärung der Eigentümerinnen und Eigentümer und die Kontaktaufnahme

mit der Baupolizei erforderlich. Wird durch die Baupolizei eine Bewilligungspflicht festgestellt, wenn beispielsweise die Statik des Gebäudes bzw. die Wärmedämmung beeinträchtigt werden kann, muss in der zuständigen Bezirksstelle ein Bauansuchen eingereicht werden. Dem Bauansuchen sind folgende Unterlagen beizulegen:

- Grundbuchsauszug
- Einverständniserklärung mit schriftlicher Zustimmung
- Ggf. Zustimmung der Magistratsabteilung für Straßenverwaltung und Straßenbau (siehe Absatz unten)
- Pläne: Lageplan, Einreichpläne
- Angaben zur Vorstatik
- Angaben zum Brandschutz

Für eine erfolgreiche Umsetzung besteht auch optional die Möglichkeit bei der zuständigen Gebietsbetreuung Stadterneuerung um Unterstützung anzufragen. „Die Umweltberatung“ kann nicht nur eine beratende Funktion übernehmen, sondern bietet auch Kontakte zu Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner sowie Firmenlisten für die Durchführung. Aufgrund der straßenseitigen Lage der Begrünung müssen auch gesetzliche Vorgaben hinsichtlich der Beeinträchtigung des Verkehrs geprüft werden, weshalb eine Bewilligung nach § 82 StVO (Benützung von Straßen zu verkehrsfremden Zwecken) einzuholen ist.

Hierbei wird u.a. die Einhaltung einer Restgehsteigbreite von mindestens 2m geprüft. Im Falle einer Fassadenbegrünung, welche mit dem Boden in Berührung kommt, ist die Vereinbarkeit mit unterirdischen Leitungen, wie Gas-, Strom-, Kanal- oder Wasserleitungen, zu überprüfen. Dies wird in Wien über die Magistratsabteilung für Straßenverwaltung und Straßenbau abgewickelt. Ist die Stadt Wien Eigentümerin der Verkehrsfläche/ des Gehsteiges, beurteilt sie weiters noch vor der Einverständniserklärung, ob es sich bei der Begrünung um ein öffentliches Interesse handelt bzw. wie groß dieses ist. [69]

Diese Vorgehensweisen sind grundsätzlich auch in den weiteren Bundesländern empfehlenswert. Je nach Aufteilung der magistratischen Dienststellen kann der Vorgang vereinfacht abgewickelt werden.

9.1.3. Haftung und Kosten

Die Haftung für Schäden und die Kosten für die Errichtung bzw. Erhaltung (Pflege, Instandhaltung) übernimmt prinzipiell die Projektwerberin/ der Projektwerber. Eine vertraglich geregelte „Public Private Partnership“ ermöglicht eine Teilung zwischen Privat und Öffentlicher Hand. Sowohl die Finanzierung als auch die Beauftragung von erforderlichen Aufgrabungen und Wiederherstellungen bei bodengebundenen Systemen sind von der Antragstellerin/ dem Antragsteller zu

bewerkstelligen, wobei es die Möglichkeit gibt die Stadt Wien direkt zu beauftragen, welche folglich auf Rechnung der Antragstellerin/ des Antragstellers die Pflanzgrube errichtet. (vgl. Interview 2)

9.2. Technische Richtlinien

In Österreich wird die Normierung von dem Austrian Standards Institut (ASI) bewerkstelligt. Grundlage für die Bauwerksbegrünung bieten hierbei zwei bereits etablierte Standards: die ÖNORM L1131 für Dachbegrünung (2010) und die ÖNORM L1133 für Innenraumbegrünungen (2017). Obwohl sie freiwillige Mindeststandards darstellen, sollte die Einhaltung für Förderungen gegebenenfalls beachtet werden. Die ÖNORM L1136 für vertikale Fassadenbegrünungen (voraussichtlich 2020) soll künftig diese Standards ergänzen und als Richtlinie im Bereich Fassadenbegrünung dienen.

Darüber hinaus können auch gängige Richtlinien, Regelwerke und Leitfäden zur Orientierung herangezogen werden. Im Falle von Gutachten oder Schäden stellen diese eine relevante Informationsquelle dar. Weiters gilt die Betrachtung des anerkannten Standes der Technik als bewährte Methode bei der Informationseinholung zu Fassadenbegrünungen.

[59]

Als Empfehlungen gelten dabei:

Schweizerisches Normungsinstitut

Sia SN 564 312 Dachbegrünung (2013)

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau

FLL Dachbegrünungsrichtlinie (2018)

FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie (2018)

FLL Innenraumbegrünungsrichtlinie (2011)

Stadt Wien

Dachbegrünungsleitfaden der Stadt Wien (2009)

Fassadenbegrünungsleitfaden der Stadt Wien (2013)

9.3. Förderungen

Unter den Förderungen, die innerhalb einer Stadt aber auch österreichweit für Bauwerksbegrünungen vergeben werden können, wird zwischen direkten und indirekten unterschieden, wobei man unter direkten Förderungen Fördermittel versteht, welche von Gemeinden oder Städten zur Verfügung gestellt werden. Sie soll einerseits motivieren und andererseits auch überzeugen Bauwerksbegrünungen umzusetzen. Die Bedingungen, aber auch die Förderungen an sich können dabei sehr unterschiedlich ausfallen.

In Linz kann beispielsweise eine Förderung für die Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen von Unternehmen, Privatpersonen oder Organisationen beantragt werden, vorausgesetzt sie befinden sich innerhalb des Stadtgebietes. Die Fördersumme pro m² liegt dabei für bodengebundene Begrünungen bei 150€ (Maximalzuschuss 4.500€), für wandgebundene bei 550€ (Maximalzuschuss 15.000€). Von den Gesamtkosten werden jeweils max. 30% gefördert. Diese prozentuelle Begrenzung gilt auch für die Dachbegrünungen. Der maximale Zuschuss beträgt bei Extensivbegrünungen 5.000€, bei Intensivbegrünungen 7.500€. [57]

Die Stadt Graz fördert neben Begrünungsmaßnahmen auch die Beratung für Dach- und Fassadenbegrünungen, wofür max. 400€ beansprucht werden können. Die Errichtung von Fassadenbegrünungen wird bei wandgebundenen Begrünungen mit 20% (max. 40.000€) und bei bodengebundenen mit 50% (max. 5.000€) der anrechenbaren Errichtungskosten gefördert. Zu diesen Kosten zählen Anschaffungskosten von Sekundärkonstruktionen bzw. erforderliche Materialien für die Bepflanzung, sowie die Bepflanzung selbst und die bautechnische Herstellung von Pflanzraum (bei bodengebundenen Begrünungen). Pro Objekt kann eine Förderung nur einmal in Anspruch genommen werden. [67]

In Wien wurde die Höhe der bestehenden Förderungen sogar angehoben. Hier gibt es die Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünungsförderung. Für Dachbegrünungen beträgt sie 20.000€, für straßenseitige Fassadenbegrünungen 5.000€ und für Innenhofbegrünungen inkl. Fassadenbegrünung im Innenhof 3.000€, wobei Beratungsleistungen im Zuge der Einreichung mitgefördert werden. Nicht förderungsfähig sind dabei Arbeitsleistungen, jedoch werden anerkannte Leistungen, die für die Herstellung der Begrünung erforderlich sind (Trogmateriale, Pflanzen, Bewässerung usw.) mit dem vollen Betrag gefördert. Aufgrund erforderlicher Behördengänge bei Vorhaben im öffentlichen Gut, werden Innenhofbegrünungen häufiger umgesetzt, da in diesem Fall meist keine Bewilligungspflicht vorliegt. Eine Voraussetzung bei den Begrünungsmaßnahmen ist der Erhalt des geförderten Vorhabens für 15 Jahre. Muss die Begrünung jedoch ohne Eigenverschulden des Inhabers/ der Inhaberin entfernt werden, beispielsweise weil ein Einbautenschaden vorliegt, muss dieser/ diese trotzdem für die Kosten aufkommen. Der Fördervertrag muss in diesem Fall nicht zurückgezahlt werden und es besteht weiters die Möglichkeit nach der Entfernung erneut um Förderung ansuchen. Diese Verpflichtung stellt häufig eine Hemmschwelle bei der Umsetzung von Fassadenbegrünungen dar. (vgl. Interview 2) [68]

Anknüpfungspunkte in Wien | 10



10. Anknüpfungspunkte in Wien

10.1. 50 grüne Häuser

Bei dem Pilotprojekt „50 grüne Häuser“ handelt es sich um ein Begrünungsprojekt von straßenseitigen Bestandsfassaden, wofür ein Grünfassaden-Modul namens BERTA entwickelt wurde, um der sommerlichen städtischen Überhitzung entgegenzuwirken. Das Projekt war zunächst örtlich auf Innerfavoriten beschränkt, wurde aber inzwischen aufgrund einer finanziellen Aufstockung auf andere Bezirke in Wien ausgeweitet. Für die Realisierung wurde ein online Einreichtool entwickelt, bei dem sich Interessenten mittels eines Einreich-Formulares bewerben konnten, wobei die ersten 50 Module im Herbst 2019 an acht Gebäuden aufgestellt wurden. Zum Einsatz kamen dabei selbstklimmende und Gerüst-Kletterpflanzen, die für jedes Gebäude aufgrund von beeinflussenden Standortfaktoren individuell ausgewählt wurden. Das Modul wird nach der ersten Testphase im Frühjahr 2020 von der Stadt Wien gefördert erhältlich sein. [49]

10.2. MUGLI

Das Forschungs- und Innovationslabor GRÜNSTATTGRAU startete im Sommer 2018 mit dem Projekt MUGLI (mobil.urban.grün.lebendig.innovativ), einem mobilen Ausstellungsraum, der Informationen über Bauwerksbegrünung vermittelt und öffentlich



Abbildung 50 und 51: Begrünungsprojekt „50 grüne Häuser“ vor und nach dem Einsatz von BERTA © GRÜNSTATTGRAU (www.gruenstattgrau.at)

zugänglich ist. Präsentiert werden die unterschiedlichen Systeme, also Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünungen, wobei man sich Wissen über verschiedene Technologien und Techniken aneignen kann. Der modulare Experimentierraum kann mittels integriertem

Energiesystem und intelligentem Wasserkreislauf größtenteils autark betrieben werden. Weiters liefert MUGLI Messdaten zum Klima vor Ort und zu den einzelnen Systemen, wie auch Wasser- und Energieverbrauch.

Hauptziele des MUGLI sind neben der Datenermittlung Bewusstseins-schaffung, Informationsverbreitung und das Aufzeigen der Rolle von grüner Infrastruktur in Städten und dadurch Impulse für mehr Grün zu setzen, um höhere Aufenthaltsqualitäten im urbanen Raum gewährleisten zu können. Um möglichst viele Menschen zu erreichen, wird der

10.3. GREEN PASS

In rund 8 Jahren internationaler Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit entwickelte das Wiener Unternehmen GREENPASS® eine Software, die es ermöglicht, Auskunft über bisher schwer oder nicht beantwortbare Fragen, z.B. effektivste Maßnahmen, Bewertung der Effekte oder die Möglichkeit der Berücksichtigung von klima-effektiven Maßnahmen bereits im Planungsprozess, zu liefern, da sie bauliche Maßnahmen sichtbar, messbar und vergleichbar macht. Sie ermöglicht somit als erste Software eine klimaresiliente und effiziente Architektur und Stadtplanung. Die drei Zielgruppen – Architekten/-innen, Bau-träger/-innen und städtische



Abbildung 52: Aufbau des MUGLI © GRÜNSTATTGRAU

Ausstellungsraum für den öffentlichen Informationszugang an unterschiedlichen Standorten in ganz Österreich aufgestellt. [58]

Verwaltungsbehörden – erhalten anhand von bewerteten Klimaeffekten nicht nur einen technischen Standard zur klimaoptimierten Planung, sondern auch eine Optimierung von Kosten und Ressourcen. Getestet wurde GREENPASS® in fünf Weltmetropolen (Wien, Hong Kong, London, Kairo und Santiago de Chile) und kam bereits in zahlreichen Projekten, wie „Biotope City“ oder „Eurogate II“ zur Anwendung. Je nach Projektstadium sind kleine Checks im Hinblick auf potenzieller klimatischer Performanz, Wasserretention und CO₂-Speicherung bis hin zu umfangreichen Mikroklimasimulationen möglich. [56]

Anwendungsbeispiel an einem Bürobau



11. Anwendungsbeispiel an einem Bürobau

11.1. Projektbeschreibung

11.1.1 Allgemein

In den folgenden Kapiteln werden drei unterschiedliche Fassadenbegrünungssysteme näher erläutert, sowie die spezifischen Charakteristika bzw. Kriterien anhand eines Projektes dargelegt und diskutiert. Dabei wird betont, dass der Entwurf nicht im Fokus dieser Diplomarbeit steht, sondern die erforderlichen Rahmenbedingungen für eine Vergleichbarkeit der Systeme stellen soll. Weiters ist es entscheidend für die Nachvollziehbarkeit der Vorgehensweise, sowie Konkretisierung von Entscheidungsparametern. Mit Hilfe der vorangehenden Recherche soll der Praxisbezug hergestellt werden. Hierfür ist eine kurze Erläuterung des Projektes notwendig, wobei auf die für das jeweilige System irrelevanten Faktoren jedoch nicht näher eingegangen wird.

Das geplante Bürogebäude soll auf einem Grundstück im Bezirk Sankt Pölten Land als Neubau errichtet werden. Auf drei Geschoßen (Kellergeschoß, Erdgeschoß und Obergeschoß) sind Arbeitsplätze für 20 Personen,

sowie für den Büroablauf erforderliche (Neben-)Räume untergebracht.

11.1.2 Bauplatz

Das Grundstück befindet sich im Bauland Betriebsgebiet und wurde vor kurzem neu parzelliert, weshalb es derzeit keine Bebauung in unmittelbarer Umgebung gibt. Da neben der Widmung auch die rechtlich gesicherten Grundgrenzen bekannt sind, können Annahmen zur zukünftigen Bebauungsdichte getroffen werden. Der Standort kann als suburban eingestuft werden, hat aber aufgrund der umgebenden Bebauungsstruktur optisch einen ländlichen Charakter. Das Grundstück hat mit rund 4300 m x 5100 m eine Fläche von 2.177 m² und ist südlich über die angrenzende Straße erschlossen. Für den Neubau werden gem. NÖBO § 63 insgesamt 20 Stellplätze inkl. Ladestation für Elektrofahrzeuge auf dem Parkplatz errichtet. Zusätzlich befinden sich zwei Stellplätze in der Garage.

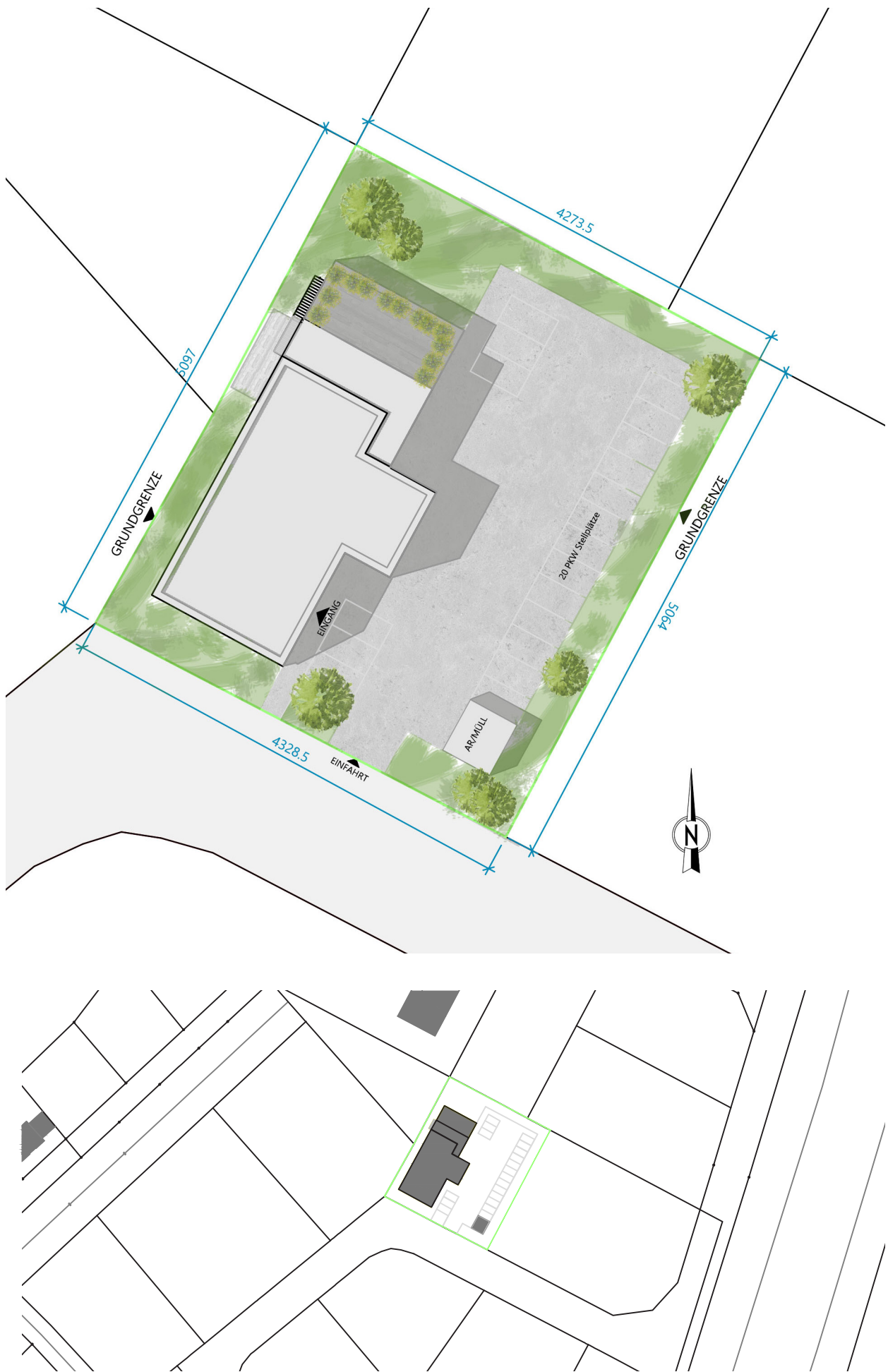


Abbildung 53: Lageplan M 1:500 (oben) und M 1.:2000 (unten)

Zu Sankt Pölten lässt sich allgemein noch sagen, dass in den letzten Jahren der Ausbau der Stadt besonders stark zugenommen hat. Mitunter ein Grund hierfür ist die Inbetriebnahme 2012 der neu errichteten Weststrecke für den Zugverkehr zwischen Sankt Pölten und Wien. Durch den massiven Wohnungsneubau, die Ausweitung gewerblicher Flächen

11.1.3 Bebauung

11.1.3.1 Bebauungsbestimmungen

Für dieses Grundstück liegt kein Bebauungsplan vor. Somit greift die NÖ Bauordnung (2014) § 54.

11.1.3.2 Bauweise und Gestaltung

Auf insgesamt drei Geschoßen sollen Arbeitsräume für eine IT-Firma geschaffen werden. Das Bürogebäude ist möglichst Ost-West orientiert, wobei sich die öffentlichen Bereiche (Kundenverkehr, Post o.Ä.) im vorderen Teil des Grundstücks, also straßenseitig, und der private bzw. interne im hinteren Teil angeordnet sind. Der Neubau wird in Massivbauweise mit einer hinterlüfteten Fassade gemäß den statischen Anforderungen ausgeführt. Der eingeschobige Teil des Gebäudes, worin sich

und die Steigerung des Autoverkehrs werden Grün- und Naturräume ausgedünnt. Sankt Pölten hat aktuell einen Bodenverbrauch von 575m² pro Kopf und liegt damit österreichweit auf Platz zwei, hinter Wr. Neustadt mit 581m². Mit 186 m² Verkehrsfläche pro Kopf liegt die Stadt sogar an erster Stelle, gefolgt von Villach (159m²) und Wr. Neustadt (129 m²). [61]

Garage, Lager I und mechanische Werkstatt befinden, wird hingegen nicht hinterlüftet, sondern mit WDVS und Putzfassade ausgeführt. Durch den vorspringenden Bauteil wird dieser Bereich optisch etwas abgetrennt, wodurch der Eindruck einer privateren Zone erzielt wird. Dem Sozialraum im Erdgeschoß ist eine Terrasse zugeordnet, welche durch den Rücksprung einen geschützten Raum für den Aufenthalt im Freien bietet. Das Flachdach im eingeschobigen hinteren Bereich wird ebenfalls als teilüberdachte Terrasse ausgebildet, die man vom Gemeinschaftsraum/Wohnraum bzw. vom Besprechungszimmer aus begehen kann.

11.1.3.3 Grundriss



Abbildung 54: Grundriss EG

M 1:200



Abbildung 55: Grundriss OG

M 1:200

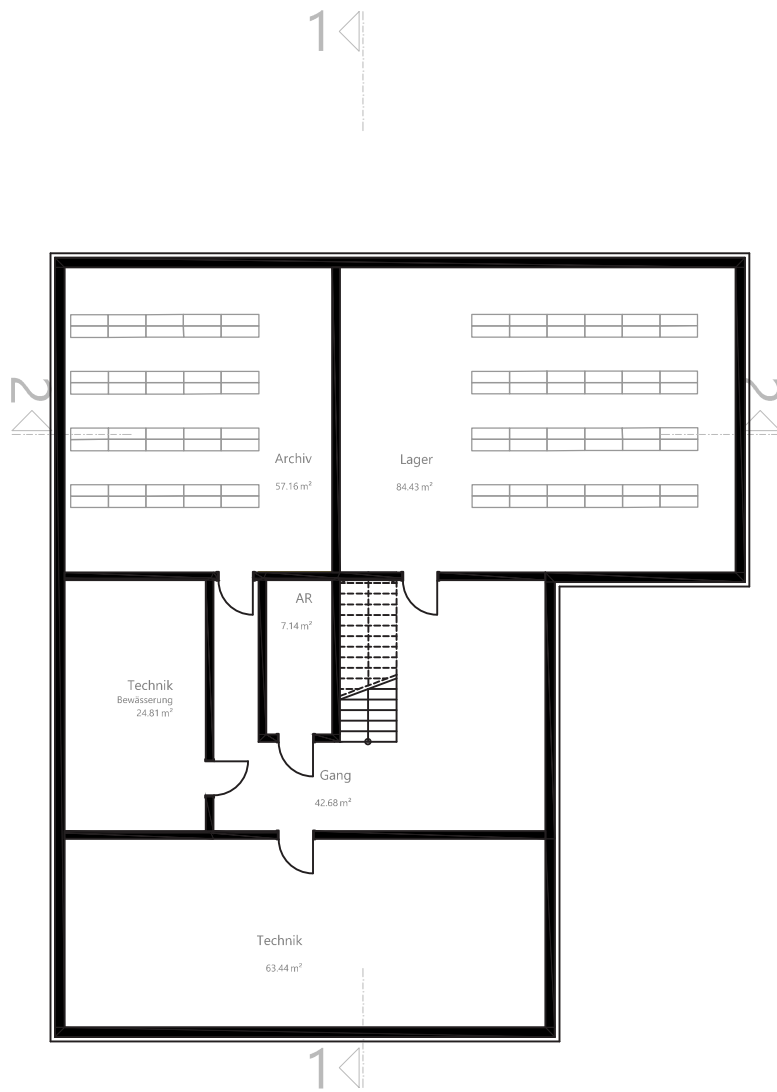


Abbildung 56: Grundriss KG

M 1:200

Ansichten M 1:200

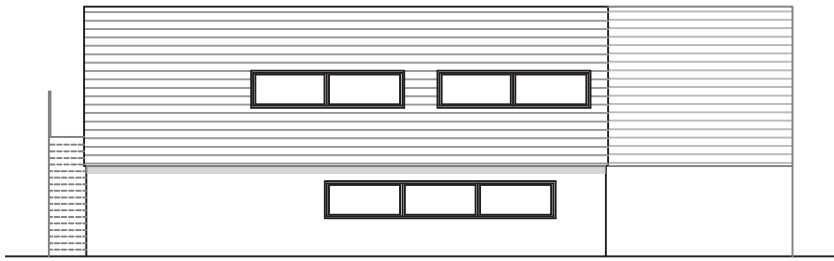


Abbildung 57: Südansicht

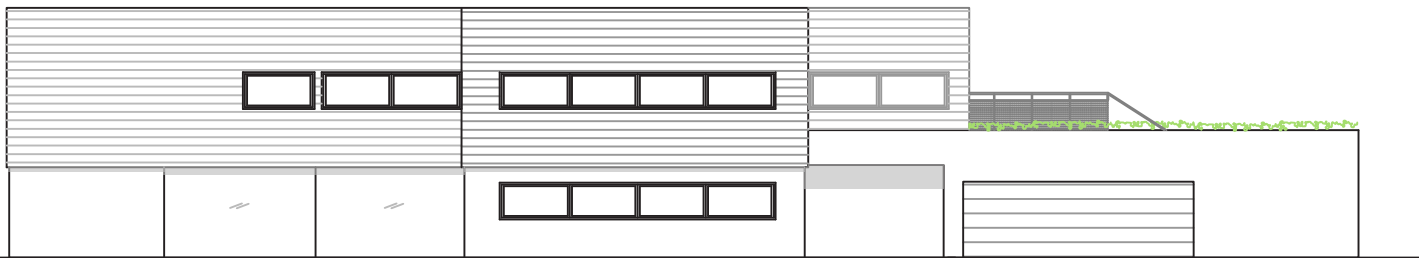


Abbildung 58: Ostansicht

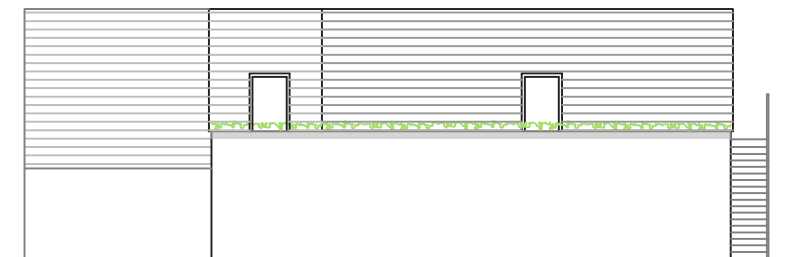


Abbildung 59: Nordansicht

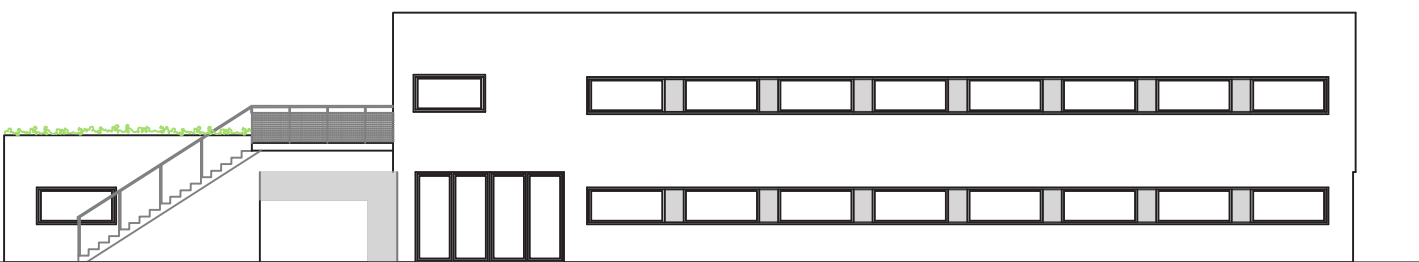


Abbildung 60: Westansicht

Schnitte M 1:200

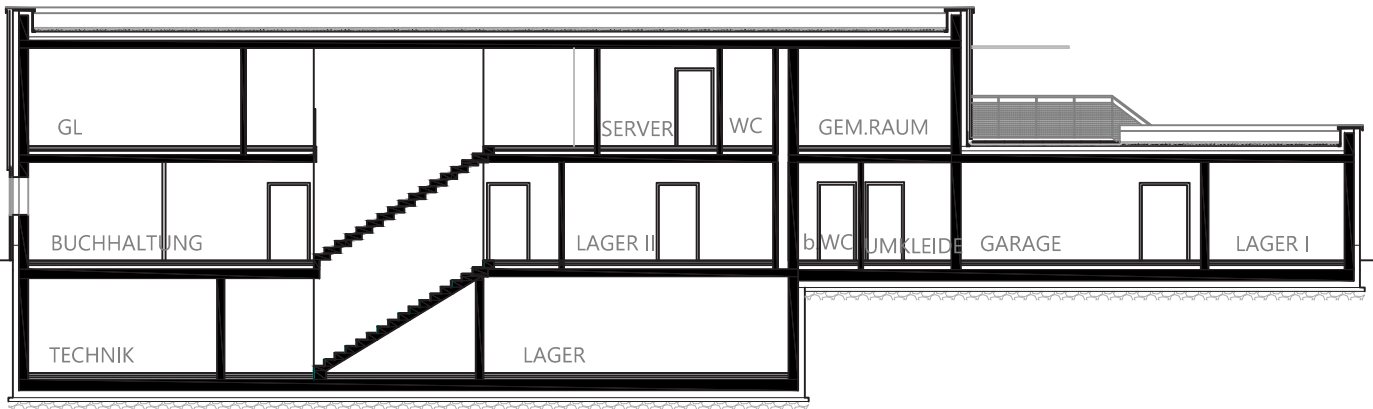


Abbildung 61: Schnitt 1-1

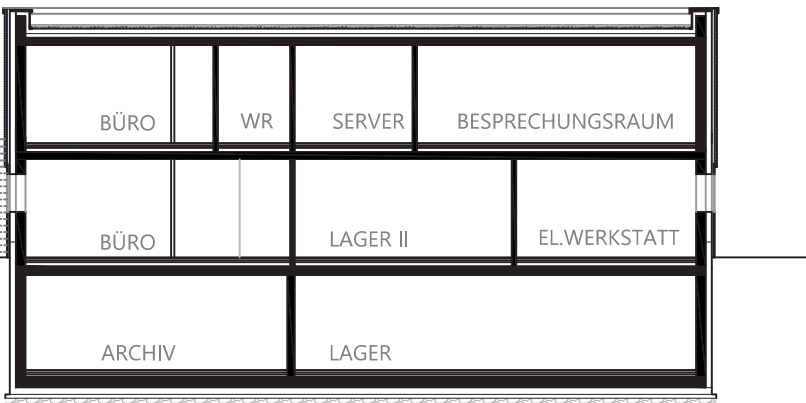


Abbildung 62: Schnitt 2-2

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nutzung

Erdgeschoß

Das Erdgeschoß besteht im vorderen zweigeschoßigen Bereich aus Büroräumen und einer elektronischen Werkstatt mit zugehörigem Lagerraum. Im hinteren Bereich sind diverse erforderliche Nebenräume, wie Sozialraum, Garderobe mit Duschmodöglichkeit und Garage untergebracht. Der Sanitärkern über zwei Geschosse befindet sich im Eingangsbereich.

Obergeschoß

Das Obergeschoß setzt sich hauptsächlich aus Büroräumen, einer Teeküche, einem Besprechungsraum mit separatem Sanitärbereich und einem Wirtschaftsraum mit angrenzendem Serverraum zusammen. Dieser Bereich

ist so konzipiert, dass das restliche Geschoß mit den Arbeitsräumen im Falle einer Veranstaltung außerhalb des Bürobetriebes abgesperrt werden kann und eine unabhängige Nutzung des Besprechungsraumes möglich ist. Die Arbeitsplätze sind in Gruppenbüroräumen bzw. Einzelbüros für die Geschäftsführer untergebracht. Zusätzlich gibt es eine getrennt nutzbare Wohneinheit, die über eine Nebentreppe erschlossen ist. Der zum Teil überdachten Dachterrasse ist ein Gemeinschaftsraum zugeordnet.

Kellergeschoß

Im Kellergeschoss sind Lagerräume, Archive und Haustechnikräume untergebracht.

Nutzfläche

Die Flächenverteilung in den einzelnen Geschoßen gliedert sich wie folgt:

Erdgeschoss	440,50 m ²
1. Obergeschoss	315,40 m ²
Summe Nutzfläche oberirdisch	755,90 m ²
Kellergeschoss	195,23 m ²
Summe NF gesamt	951,13 m ²

Wissenswert ist an dieser Stelle die Nutzung des Gebäudes, insbesondere an die begrünte Fassade angrenzenden Funktionen, da hier die Auswirkungen auf die Umgebung am stärksten spürbar sind. Die Hülle des Gebäudes übernimmt hier eine wesentliche Rolle, die je nach Begrünungssystem unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Welchen zusätzlichen Mehrwert sie in der Lage sind zu bieten, wird später noch dargelegt. Fassadenbegrünungen haben aber auch einen positiven Einfluss auf den Außenraum, womit sie die Schnittstelle zwischen Innen und Außen bilden. Demnach wird die Nutzung Innen und Außen tangiert.

Erschließung

Der Eingangsbereich ist so gestaltet, dass man an dieser Stelle einen offeneren Einblick in das Gebäudeinnere erhält. Seine Orientierung soll einen optimalen Zugang ermöglichen, sowohl von der Straße als auch vom Parkplatz kommend. Über den verglasten Windfang gelangt man dann ebenerdig in das Foyer mit einem Erschließungskern, durch den alle drei Geschoße erschlossen sind. Das Erdgeschoß wird für den Parteienverkehr behindertengerecht ausgeführt. Der Lagerraum II ist über einen eigenen Nebeneingang zugänglich. Zusätzlich ist das Obergeschoß über eine außenliegende Nebentreppe erreichbar. Weiters ist

den oberirdischen Geschoßen eine Freifläche zugeordnet, die jeweils über einen Sozialraum betreten werden können. Besonders die im Erdgeschoß befindliche Terrasse, welche sich direkt an der begrünten Wand befindet, profitiert von der vertikal weitergeführten Grünfläche, zusätzlich zum Garten.

11.1.4 Begrünungsvorhaben

Die nach Westen ausgerichtete Wand des Gebäudes soll im zweigeschoßigen Bereich begrünt werden. Nicht nur weil sie sich aufgrund der Baukörperausbildung und der Ausrichtung am besten für das Vorhaben eignet (vorne und rückspringende Wände, Fensterfläche usw.), sondern weil es vor allem hier einen Mehrwert für die Lebensqualität, Mikroklima und Gebäudekühlung schaffen kann. Zum einen gibt es hier über die interne Teeküche einen Ausgang zur Terrasse im Erdgeschoß. Da der Grünsteifen bis zur Grundstücksgrenze lediglich 3,1 m beträgt, kann eine begrünte Fassade diesen Bereich aufwerten. Begrünte Fassaden haben einen Kühleffekt im Sommer und Heizeffekt im Winter, Verbesserung des Mikroklimas und subjektiven Wohlbefindens (Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, Temperatursenkung bei Hitze), Bindung von Staub und Luftschadstoffen, Verlängerung der Lebensdauer der Fassade (z.B. durch Schutz vor UV-Strahlung, Temperaturdifferenzen,

Hagelschlag), Schaffung von natürlichem Lebensraum für Menschen und Tiere. (siehe dazu Kapitel 4) Diese Stelle des Gebäudes mit den Büroräumlichkeiten weist die höchste Aufenthaltsquote auf, weshalb eine energetische Wirkung der Fassadenbegrünung Relevanz hat. Aufgrund des Abstandes von mindestens 2 m zur Grundgrenze sind lt. OIB-Richtlinie 2 für diese Wand keine weiteren brandschutztechnischen Maßnahmen erforderlich.

Die zu begrünende Fläche beträgt insgesamt 112 m² und wird durch zwei idente Fensterbänder im Erdgeschoß und Obergeschoß unterbrochen. Die Begrünung soll bis zu den seitlichen Wandbegrenzungen im Obergeschoß führen, womit die Fläche oberhalb der

Teeküche aufgrund der Verglasung keinen direkten Bodenanschluss hat. Um einerseits kostenintensiveres Material einzusparen (Aluminium-Verkleidung) und andererseits eine Aufheizung der Wandoberfläche zugunsten der Bepflanzung möglichst gering zu halten, wird diese Wand gesondert als nicht hinterlüftete Fassade mit WDVS und hellem Putz ausgeführt. Aufgrund der außenliegenden Dämmebene ist es wichtig auf ausreichend dimensionierte Befestigungsmittel zu achten, um die Lasten sicher auf das Tragwerk des Gebäudes übertragen zu können.

Genaue projektspezifische Angaben zu den unterschiedlichen Planungsfaktoren können der folgenden Auflistung entnommen werden.

Nr.	Planungsfaktoren	Projekt-Angaben
1. Geographische Lage und Exposition		
1.1	Höhe über NN	253,5 m
1.2	Klimazone (Winterhärte)	(kühl)gemäßigte Zone
1.3	Himmelsrichtung	Westen
1.4	Durchschnittlicher Jahrestemperaturverlauf inklusive Tiefst- und Höchsttemperaturen	durchschnittliche Temperaturen 2019: Jänner 0,3°C / Juli 22,1°C [78][52]
1.5	Durchschnittliche Sonnenscheindauer (Globalstrahlung)	gesamt 2019: 2.096 h [78]
1.6	Grundwasserlage und -beständigkeit	hoher Grundwasserspiegel (-0,80 m)
1.7	Regionaler Jahresverlauf der Niederschlagsmengen	Niederschlagsmenge 2019: 611 mm Jänner ~37 mm, Juli 106 mm [78]
1.8	Vorherrschende Windrichtung und -stärke	vorherrschend von Westen, durchschnittlich pro Jahr 10,3 km/h [78]
1.9	Sonstiges (z. B. Einflüsse des Klimawandels oder Regionale klimatische Besonderheiten)	Region Donaauraum wird vor allem vom pannonischen Einfluss geprägt (lange Trockenperioden, hohe sommerliche Tagestemperaturen) große Artenvielfalt und gute Bedingungen für Land- & Forstwirtschaft durch abwechslungsreiches Klima Klimawandelbedingt starker Temperaturanstieg seit 1900 - folglich Verschiebung und Verlängerung der Vegetationsperiode [50]
2. Standortbeeinflussende Faktoren und Topographie		
2.1	Bodenverhältnisse/Pflanzenstandort/Bodenqualität	gut, vorher landwirtschaftl. Genutzte Fläche
2.2	Bodenbelastung durch Bauschutt-Verfüllung bzw. Abfallverunreinigungen (Bestand), ggf. Bodenaustausch	nein
2.3	Vorhandener Grünbestand und seine voraussichtliche artspezifische Entwicklung	keine
2.4	Regelmäßige Verschattungen aus nahe stehender oder geplanter Vegetation (z. B. Bäume)	nein
2.5	Topographische Besonderheiten (Mulden- oder Kuppenlage)	keine
2.6	Schutzmöglichkeit gegen mechanische Einwirkungen (z. B. Vandalismus, Schneeräumungen, Sportfläche)	ja
2.7	Schutzmöglichkeit gegen chemische Belastungen des Wurzelraums (z. B. Reinigungsmittel, Streusalz, Urin, Auswaschungen aus der Fassade)	ja, jedoch keine erforderlich
2.8	Schutzmöglichkeiten gegen schädigende Einflüsse (z. B. Nager)	bedingt
2.9	Unterstützung der lokalen Fauna (z.B. Insekten-/Vogelnährpflanzen)	ja
3. Einflussfaktoren der umgebenden Bebauung		
3.1	Umgebende Bebauung und Bebauungsplanung	noch nicht bekannt
3.2	Vorhandene oder geplante Tiefbau-Maßnahme entlang der geplanten Begrünung (z. B. Lage öffentlicher Ver- und Entsorgungsleitungen, Straßenbau, Straßenbeleuchtung)	nein
3.3	Art und Versiegelungsgrad der gebäudetangierenden Anschlussflächen	Grünfläche; keine versiegelten Flächen
3.4	Partikel-Immissionen aus umgebender Industrie, Stäube, Feinstaub	nein
3.5	Windverwirbelung bzw. -umlenkung, Windschleusen-Bildung	
3.6	Regelmäßige Sonnenlicht-Reflektion durch benachbarte Glas bzw. Spiegelfassaden oder Glas- bzw. Solardächer	derzeit keine Nachbarbebauung, jedoch relativ unwahrscheinlich
3.7	Regelmäßige Verschattungen aus Baulichkeiten des Umfeldes	nein
3.8	Pflanzenstandort im Regenschatten anderer Hochbauten	nein
3.9	Gebäudetangierende Über- und Unterbauung (z. B. Balkone, breite Fundamentüberstände, Tiefgaragen)	nein

Nr.	Planungsfaktoren	Projekt-Angaben
4. Einflussfaktoren der zu begrünenden Fassade		
4.1	Berücksichtigung potentieller späterer Umbaumaßnahmen	Aufgrund der Lage des Gebäudes am Grundstück, keine Erweiterung oder Aufstockung im Bereich der Begrünung möglich
4.2	Voraussichtliche Renovierungs-Intervalle (Bestand)	nicht relevant
4.3	Absehbarer energetischer Sanierungsbedarf (Bestand)	nicht relevant
4.4	Gestalterische Merkmale, Gliederung, Materialien und Farben der Fassaden in Bezug zur Gestaltung	siehe Beschreibung
4.5	Aufheizung dunkler Wandoberflächen, insbesondere Metallfassaden, sowie dunkler Putzschichten auf Wärmedämmung	keine Metallfassade oder dunkle Oberfläche im Bereich der Begrünung
4.6	Bauweise und Montagefähigkeiten der zu begrünenden Wandflächen	Montagefähigkeit gegeben, Konstruktion siehe jeweiliges System
4.7	Einwandfreie Fugenausbildung der Wandfläche (Dehnungsfugen)	ja
4.8	Homogenität der Fläche	ja
4.9	Emissionsfreiheit des Fassadenmaterials	kA
4.10	Schadensfreiheit des Baugrundes	ja
4.11	Platzbedarf für Konstruktionselemente einer separaten Begrünungsebene	ja
4.12	Vorhaltung von Stellflächen für Wartungsgerät und -gerüst: Standort für Steiger bzw. Scherenhubtisch und Lagerort für Materiallieferung, Standort für spätere Wartung/Pflege	ja (3,1 m zwischen Grundstücksgrenze und Begrünung), Lager im KG vorhanden
4.13	Lage und Ausbildung erforderlicher Begrenzungen der Wuchsausbreitung (z. B. an Fenster, zu Nachbargebäuden etc.)	siehe jeweilige Begrünungssysteme
4.14	Anordnung und Größe geplanter Flächen zur Solarenergiegewinnung mit Überlagerung einer saisonalen Verschattung durch laubabwerfende Pflanzen (z. B. vor einer transluzenten Wärmedämmung)	kA
4.15	Regenwasser-Bevorratung (z. B. Zisterne) für die Bewässerung	ja
4.16	Frostfreie Unterbringung der Bewässerungsanlagentechnik, ggf. mit Nährstoff-Dosieranlage	ja (Technikraum im KG)
4.17	Möglichkeit zur Abführung von überschüssigem Wasser unterhalb der Begrünungsebene	ja
4.18	In der Wand befindliche Abluft- bzw. Abgas- oder Dampf-Auslässe	keine
4.19	Auf der Außenwand geführte Kabel oder sonstige Anbauten (Sat-Schüssel, Antennen, Telefonfestnetz, Außenbeleuchtungen)	keine
5. Rechtliche Gegebenheiten und Sicherheitsbestimmungen (je nach örtlicher Gesetzeslage und Rechtsprechung bzw. Normungen)		
5.1	Denkmalschutzgesetz, Ortssatzungen beachten	nicht erforderlich
5.2	Rechtsvorbehalt einer späteren Wegnahme der Begrünung	eher unwahrscheinlich, falls eine Bewilligung erforderlich und vorhanden ist (Privatgrund)
5.3	Beachtung privatrechtlicher Vereinbarungen und der Nachbarrechtsgesetze, z. B. Grenzabstände, Überhänge, Zugänglichkeit	ja
5.4	Bereiche öffentlicher Geh- und Verkehrsflächen, z. B. Zulassung und Sicherheit von Pflanzenüberhängen	Privatgrund
5.5	Beschattung benachbarter Gebäudeflächen (z. B. Balkone, Loggien) oder Solaranlagen	nein
5.6	Anleiterbarkeit und Freihaltung des "zweiten Rettungsweges" (Fensteröffnungen, Flachdächer) für Feuerwehr, THW etc.	nicht relevant
5.7	Prüfung der Brandlast (Trockenmasse der Begrünung)	kA
5.8	Prüfung der Brandüberschlag-Gefahr in Grenzbereichen	nein - mehr als 2m Abstand zur GG

Nr.	Planungsfaktoren	Projekt-Angaben
5.9	Statische Prüfung von lastaufnehmenden Bauteilen wie z.B. der Pflanzen-Tragkonstruktion und der aufnehmenden Unterfassade wegen zusätzlicher Krafteinleitung und Kraftweiterleitung (Eigengewicht, Frucht-, Schnee-, Eis- und Windlast)	lt. statischem Erfordernis
5.10	Problemeinschätzung der Aufstiegshilfe (Absturzhöhe) von Klettergerüsten mit Horizontalstäben im allgemeinen und in besonders geschützten Bereichen (Kindergärten, Horte, Grundschulen)	unbedenklich
5.11	Prüfung des Einbindungserfordernisses von Hilfs- und Versorgungs-Bauteilen in die Gebäude-Blitzschutzanlage	kA
5.12	Einhaltung verbindlicher Wärmeschutzverordnungen durch wärmebrückenreduzierte Montagetechniken im Bereich der Gebäude-Dämmungsebene	wärmebrückenfreie Ausführung der Anker
5.13	Ggf. Aufnahme der energetischen Wirkung einer ganzjährigen Fassadenbegrünung in der Berechnung zum Gebäude-Energiepass	keine Berücksichtigung
5.14	Berücksichtigung bei der Eingriffs- und Ausgleichsberechnung im Zuge eines Baugenehmigungsverfahrens	keine Berücksichtigung
5.15	Problem der Zugänglichkeit zu giftigen Pflanzenbestandteilen bei anzunehmender Gefahr für Kleinkinder (z.B. angrenzende Kindergarten-Freiflächen, Spielplätze, Krankenhaus-Freianlagen)	unbedenklich

Tabelle 6: Planungsfaktoren für eine Fassadenbegrünung (nach FLL-Fassadenbegrünungsrichtlinien 2018)

11.2. Begrünungssysteme im Vergleich

11.2.1. Allgemein

Um die drei gewählten Begrünungssysteme u.a. in ihrem Anwuchsverhalten miteinander vergleichen zu können, ist die Angabe von grundlegenden Rahmenbedingungen, die möglichst einzuhalten sind, erforderlich.

1. Es ist eine **vollflächige Begrünung** anzustreben.
2. Um die Begrünungsdauer gleichermaßen messen zu können, sollen **keine vorkultierten Pflanzen** eingesetzt werden. Das bedeutet, jedes System sollte nach der Anbringung im unbegrünten Zustand sein.
3. Die Planung und Ausführung der Fassadenbegrünungssysteme müssen der in

Arbeit befindlichen **Norm L1136** entsprechen (Veröffentlichung voraussichtlich Herbst 2020)

4. Die unterschiedlichen Begrünungssysteme werden in den **selben Kategorien** in Relation gesetzt.

Einen Überblick der verschiedenen Begrünungssysteme und die Bemessung ihrer Eigenschaften nach Kosten, Pflege, Gestalt und Vielfalt, Wartung, Bewässerung sowie Begrünungsdauer geben die folgenden Tabellen. Weiters sind die drei Systeme gekennzeichnet, die in den anknüpfenden Kapiteln näher behandelt werden. Um einen doppelten

Informationsgehalt in dieser Arbeit zu vermeiden, können grundlegende Beschreibungen der unterschiedlichen Begrünungssysteme im Kapitel 6 nachgelesen werden. Die zu

beachtenden Richtlinien und Regelwerke für die Umsetzung einer Fassadenbegrünung sind in Kapitel 9.2 angeführt.

Bodengebundene Begrünung					
mit Kletterhilfe				ohne Kletterhilfe	
	starr, flächig	starr, linear	flexibel, flächig	flexibel, linear	
Wartung	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Bewässerung	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Pflege	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Begrünungsdauer	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Gestalt & Vielfalt	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Kosten	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●

Tabelle 7: Eigenschaften bodengebundene Begrünung (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

Fassadengebundene Begrünung						
Baukastensystem (modular)		Gesamtsystem (flächig)		Regalsystem (linear)		
bei 90°	bei < 90°	bei 90°	bei < 90°	≤ 50 cm Abstand	> 50 cm Abstand	Punktuell
Wartung	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Bewässerung	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Pflege	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Begrünungsdauer	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Gestalt & Vielfalt	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Kosten	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●

Tabelle 8: Eigenschaften fassadengebundene Begrünung (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

LEGENDE

	Kosten	Pflege	Gestalt & Vielfalt	Wartung	Bewässerung	Begrünungsdauer
	€/m ²	Pflegegänge/Jahr	Gestalt & Vielfalt	Intervall in Jahren	Intervall	in Jahren
●●●●	>1000	>2	sehr hoch	<3	mehrmals/Tag	>3
●●●●	500-1000	1-2	hoch	2-5	täglich	2-3
●●●●	100-500	<1	mäßig	5-10	1-4 mal/Woche	1-2
●●●●	<100	nach Bedarf	eingeschränkt	>10	nach Bedarf	sofort

Tabelle 9: Erläuterung der Einteilung der Eigenschaften (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

11.2.2. SYSTEM 1: Leitbarer Bewuchs (mit Kletterpflanzen – bodengebunden)

11.2.2.1 Konstruktion

Je nach Begrünungsanforderung und -möglichkeit können starre oder flexible Kletterhilfen eingesetzt werden. Diese sind zudem in flächiger oder linearer Ausführung anwendbar. Aus anwendungstechnischen und optischen Gründen wurde in diesem Fall ein flexibles Seilsystem gewählt. Somit kann auch die erforderliche Rastergröße für den Anwuchs pflanzenspezifisch angepasst werden. Bei der Herstellung ist eine ausreichende Spannung der Seilkonstruktion zu gewährleisten. Weiters ist darauf zu achten, dass Wärmebrücken im Bereich der Anker (siehe Abbildung 63) bestmöglich zu minimieren sind, da hier aufgrund der größeren Distanz (durch Wärmedämmung) größer dimensionierte Befestigungspunkte erforderlich sind. Dies kann durch thermische Trennung der Verankerung und der Wand bewerkstelligt werden.

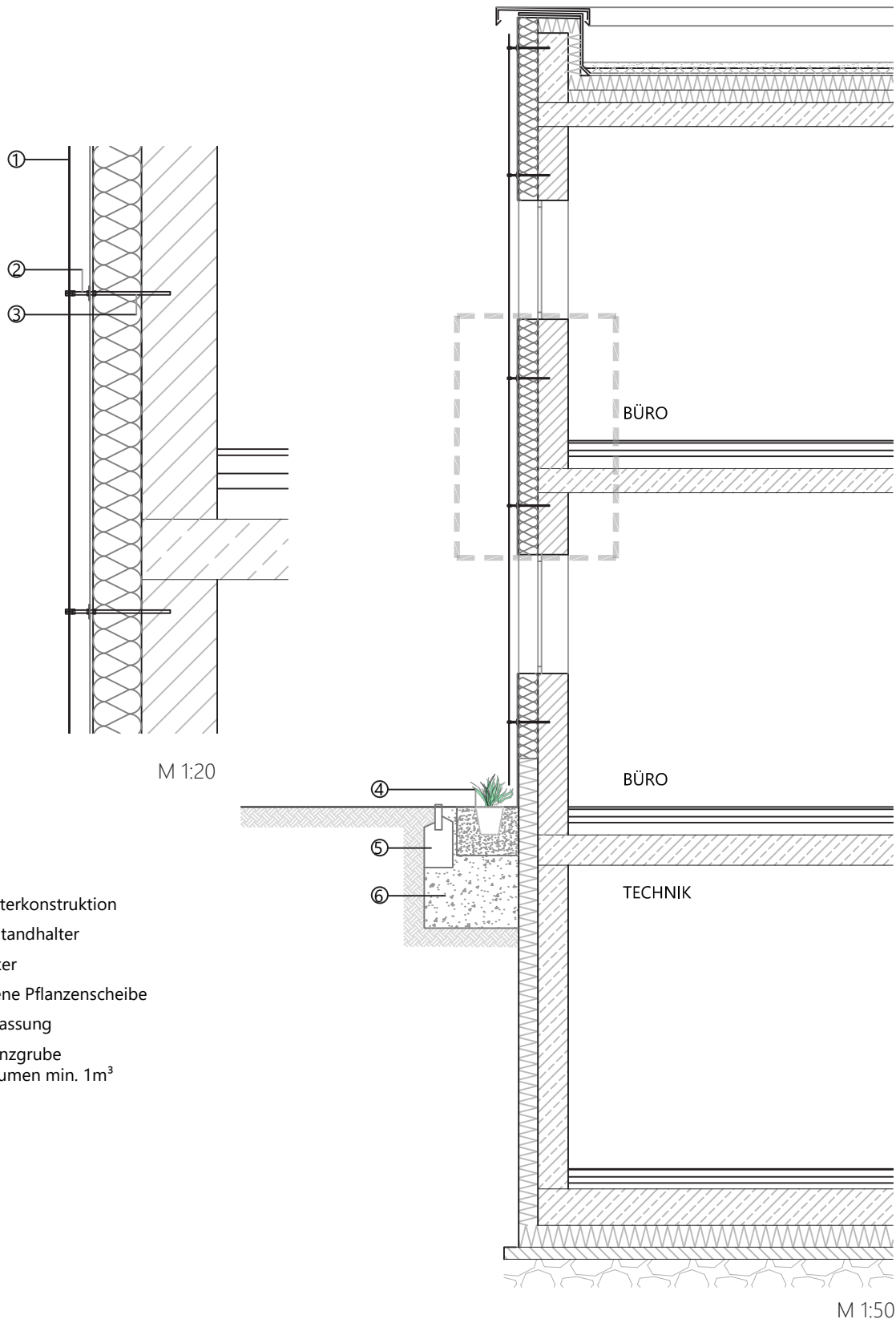


Abbildung 63: Konstruktion bodengebundene Begrünung - vertikale/ horizontale Edelstahlseilkonstruktion (eigene Darstellung)

11.2.2.2. Pflanzenwahl

Wurzelkletterer und Haftscheibenranker wurden bei der Pflanzenauswahl nicht berücksichtigt, da sie zu den selbstklimmenden Pflanzen zählen, ebenso die Spreizklimmer aufgrund ihrer meist niedrigen Wuchshöhe. Somit wurde die Auswahl auf Schlinger und Ranker eingegrenzt. Einige Schlinger sind nicht ganz optimal für dieses Projekt, weil sie entweder die erforderliche Wuchshöhe nicht erreichen, oftmals lichtfliehende Triebe besitzen bzw. der

Lichtanspruch gering ist oder die Wuchsform keine flächige Begrünung ermöglicht. Aufgrund der Parapethöhe von etwa einem Meter unterhalb des Fensterbandes im Erdgeschoß, werden hier vorzugsweise Gehölzpflanzen eingesetzt. Aufbauend auf die Recherche über die Pflanzeigenschaften, sowie Information über Referenzprojekte wurde folgende Auswahl an schlingenden und rankenden Pflanzen getroffen:

Pflanzenart	Kletterform	mittlere Wuchshöhe	Wüchsigkeit	Blüten, Laub, Früchte	max. Triebdurchmesser	Lichtanspruch	Bemerkungen	Pflegeaufwand
Clematis, Waldrebe								
C. montana f. grandiflora	RB	8-10 m	sehr stark	attraktive Blüte weiß Fruchtmerkmale wenig auffallend	5 cm	volle Sonne - Halbschatten	starkwüchsig	hoch
C. montana var. Rubens	RB	8-10 m	sehr stark	attraktive Blüte rosarot Fruchtmerkmale wenig auffallend	5 cm	volle Sonne - Halbschatten	verlangt geschützten Standort	hoch
C. montana 'Elizabeth'	RB	7-10 m	sehr stark	attraktive Blüte hell rosa stark duftend Fruchtmerkmale wenig auffallend	5 cm	volle Sonne - Halbschatten	Blüte duftend, wertvoll	hoch
C. montana 'Pink Perfection'	RB	5-10 m	sehr stark	attraktive Blüte zart rosa lila stark duft. Fruchtmerkmale wenig auffallend	5 cm	volle Sonne - Halbschatten	sehr winterhart, intensive Farbe	hoch
Fallopia, Knöterich								
F. baldschuanica	S	8-15 m	sehr stark	attraktive Blüte weiß Fruchtmerkmale grünlich weiß (wirken Blütenähnlich), giftig	10 cm	volle Sonne - Halbschatten	schlingend, lichtfliehende Triebe	hoch
Vitis, Rebe								
V. coignetiae	RS	8-12 m	stark	Blütenmerkmale unscheinbar, hellgrün attraktive Belaubung sehr groß gelappt auffallende Herbstfärbung orange bis scharlachrot Fruchtschmuck erbsengroße Beeren blauschwarz-purpur	30 cm	volle Sonne - Halbschatten	Kalkliebend; in sehr rauen Lagen nicht sicher winterhart	hoch
Wisteria, Blauregen								
W. floribunda	S	8-12 m	stark	attraktive Blüte violett, duftend attraktive gefiederte Belaubung Fruchtmerkmale: Hülsen, samthütig	25 cm	volle Sonne - Halbschatten	stark schlingend, lichtfliehende Triebe, verlangt geschützten Standort	mittel-hoch

RS=Sprossranker *stark ~ 1-2m/ Jahr
 RB=Blattranker *sehr stark ~ >2m/ Jahr
 S=Schlinger/Winder

Tabelle 10: Pflanzenwahl für Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen (eigene Darstellung, Information lt. FLL Fassadenbegrünungsrichtlinien)

11.2.2.3. Bewässerung

Die Pflanzen können nach Bedarf manuell bewässert werden, jedoch empfiehlt sich der Einsatz einer automatischen Bewässerungsanlage. Für die sachgerechte Unterhaltung der

Fassadenbegrünung muss vor der Ausführung ein Pflege- und Wartungskonzept erarbeitet und übergeben werden.

11.2.2.4. Pflege und Wartung

Die bodengebundene Wandbegrünung mit Kletterpflanzen stellt in diesem Vergleich das System mit dem geringsten Wartungsaufwand dar. Je nach Bedarf empfiehlt es sich, Arbeiten an der Kletterhilfe im Intervall von 5-10 Jahren durchzuführen, beispielsweise Lockern oder Nachspannen der Spannseile. Für eine Schadensvermeidung ist jedoch eine jährliche Kontrolle ratsam. Ein genaues Pflegekonzept, welches vorab festgelegt wird, regelt die Erhaltung der Pflanzen. Dabei ist der Umfang gärtnerischer Pflegemaßnahmen sowie von Wartung und Instandhaltung technischer Einrichtungen im Rahmen von Pflegeverträgen zu definieren. Neben Pflegemaßnahmen wie Wässern, Düngen oder Schnittmaßnahmen – vor allem zu Beginn, da in diesem Fall die Pflanzen teilweise mehr als 2m pro Jahr wachsen - ist auch die Kontrolle der Pflanzen (z.B. Krankheiten) und der Kletterhilfe (z.B. Spannung der Spannseile) eine wichtige Vorkehrung. Pflegemaßnahmen sind zum Beispiel: Form- und Rückschnitt, Freihalten technischer Einrichtungen von Bewuchs,

Entfernung von Fremdaufwuchs, Versorgung mit Nährstoffen, Bewässerung, Leiten von Rankpflanzen, Nachpflanzung, Nachfüllung von Substrat bei Erosion und Pflanzenschutzmaßnahmen. Hierbei sind alle vorbeugenden Maßnahmen zu beachten und beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln selektive und umweltverträgliche Mittel zu verwenden. Die Kombination von gärtnerischen Pflegemaßnahmen und der Wartung bzw. Instandhaltung technischer Einrichtungen ist anzustreben. Zur Überprüfung technischer Einrichtungen zählen die Funktionstüchtigkeit der Bewässerungsanlage und die Kontrolle von Verunreinigungen, Ablagerungen von Entwässerungseinrichtungen. Eine mikroklimatische Wirksamkeit der Fassadenbegrünung kann dabei aufgrund der Wuchsgeschwindigkeit bzw. Deckungsgrad der Pflanzen erzielt werden, welche auch in der neuen Norm genau beschrieben wird. Die Pflegeanforderungen für die gewählten Kletterpflanzen sind folglich aufgelistet.

		Waldrebe	Knöterich	Rebe	Blauregen
Aufbinden, Fixieren, Leiten	Leiten der Triebe aufgrund extrem starken Zuwachses	x	x	x	x
	Leiten der Triebe aufgrund der artspezifischen Kletterform	x		x	
	Leiten der Triebe aufgrund unordentlichen, wirren Wuchses		x		
Schnitt/ Verjüngung	zur Erzielung eines klaren Grundgerüstes			x	x
	aufgrund unregelmäßigen Wuchsverhaltens		x	x	
	als periodische Verjüngungsmaßnahme zur Erhaltung/ Wiederherstellung der Vitalität	x			
	Totholzbesichtigung	x	x		
	standortbedingt evtl. notwendig	x			
	aufgrund lichtfliehenden Charakters von Trieben in Risikozonen		x		x
	zur Förderung von Blüten-/Fruchtreichtum				x
Beseitigung von Herbstlaub		x	x	x	x
Beseitigung von Blütenresten		x	x	x	x
Beseitigung von Fruchtresten			x	(x)	
Beseitigung von Ausläuferbildung					(x)

Tabelle 11: Pflegeanforderungen für die gewählten Kletterpflanzen (eigene Darstellung, Informationen lt. FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

11.2.2.5. Begrünungsdauer und Erscheinungsbild

Die zarten Stahlseile wirken sich optisch direkt nach der Anbringung im unbegrünten Zustand am geringsten auf das Erscheinungsbild der Fassaden aus. Die Kletterpflanzen wachsen in erster Linie linear nach oben und breiten sich allmählich seitlich nach links und rechts auf der Rankhilfe aus. Auch mit starkwüchsigen Kletterpflanzen, wie auch in diesem

Fall, kann eine flächige Wirkung im Vergleich zu wandgebundenen Systemen nur langsam erzielt werden. Geht man bei entsprechender Pflege von einem Pflanzenwachstum von jährlich etwa 2 m aus, ist ein Erscheinungsbild nach 5 Jahren, wie auf Abbildung 66 ersichtlich, denkbar.



Abbildung 64: Erscheinungsbild nach Anbringung der Kletterhilfe - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)



Abbildung 65: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)

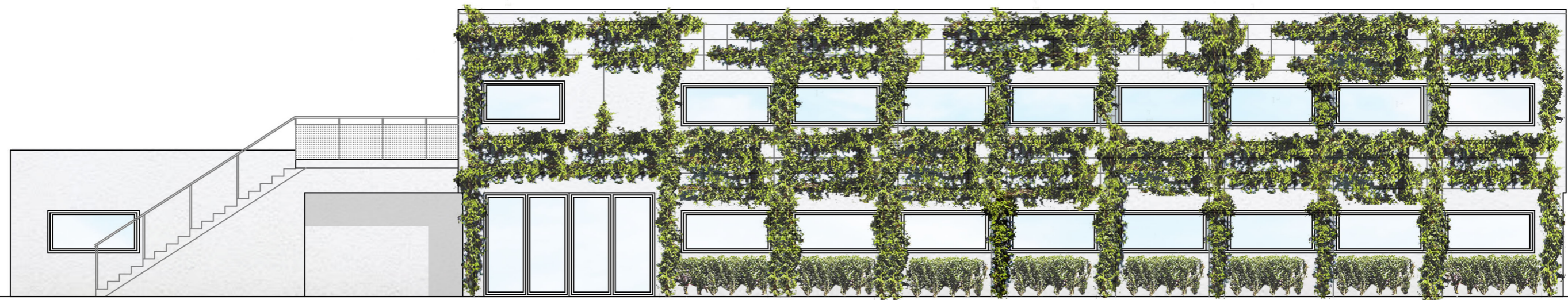


Abbildung 66: Erscheinungsbild „volles Grün“ nach 5 Jahren (eigene Darstellung)

11.2.2.6. Kosten

Die Kosten für die Herstellung dieser Fassadenbegrünung beläuft sich etwa auf 100€/m². Der angegebene Richtpreis in der ÖNORM L 1136 (Gelbdruck) für die Herstellung bodengebundener Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen liegt bei 50- 500 €/m². Bei dieser Preisangabe ist relevant, ob für die Errichtung ein zusätzliches Gerüst aufgestellt werden muss und ob Installateur Arbeiten etc. erforderlich bzw. gewünscht sind. Abhängig von der Wahl der Pflanzen, Zugänglichkeit und technischer Ausstattung, wie beispielsweise

Sensoren und Steuerung, kann für Pflege- und Wartungsarbeiten ein Richtwert von 10- 50 €/m² pro Jahr angenommen werden. Dieser Wert gilt sowohl für boden- als auch wandgebundene Systeme. Der Pflegeaufwand richtet sich dabei sehr stark an eine qualitativ hochwertige Planung. Da für bodengebundene Begrünungen Pflege- und Wartungsarbeiten im Intervall von 2-5 Jahren erforderlich sind, wird hier der Richtwert 10-20€ angegeben. [63]

BODENGEBUNDENES SYSTEM			
	beinhaltet	Kosten €/m ²	Kosten gesamt €
Herstellungskosten	Kletterpflanzen inkl. Bodenaushub Klettergerüst inkl. Befestigungselemente	100	11.000
zusätzliche Kosten / Jahr (Instandhaltung, Wartung, Pflege)	Rückschnitt, Kontrolle der Rankhilfe, technische Wartung	10-20	1.100-2.200

Tabelle 12: Übersicht Kostenrichtwert für bodengebundenes System (eigene Darstellung)

11.2.2.7. zusätzlicher Mehrwert

Wie bereits in den vorangehenden Kapiteln (2.4, 4, 5) dargelegt können Begrünungssysteme durch verschiedene Funktionen zu einem zusätzlichen Mehrwert für Gebäude, Umgebung und Mensch beitragen. Neben gestalterischen und gesundheitlichen Funktionen, sind hierbei speziell die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen erwähnenswert. An dieser Stelle wird insbesondere betont, dass die getroffenen Aussagen zum Mehrwert dieser drei im Detail untersuchten Fassadenbegrünungssysteme auf Annahmen und Wissen aus anderen Studien beruhen und keine Allgemeingültigkeit haben. Es handelt sich hierbei um Annäherungsversuche zur Einteilung und Kategorisierung dieser Systeme, wofür im Rahmen dieser Arbeit keine eigenen Messungen oder Studien durchgeführt wurden.

Die Problematik des Kanalrückstaus ist an diesem Standort weniger stark ausgeprägt als im urbanen Raum mit einem hohen Versiegelungsgrad. Nichtsdestotrotz kann die Kanalisation durch die Aufnahme von Regenwasser durch die Pflanzen entlastet werden. Besonders positiv wirkt bei diesem System der direkte Bodenkontakt, da in diesem Fall die Möglichkeit einer natürlichen Versickerung im gewachsenen Boden besteht.

Aufgrund des geringen Deckungsgrades während der Anwuchszeit und des Umstandes, dass es sich nicht um immergrüne Pflanzen handelt, bietet sie zu Beginn und in den Wintermonaten nur einen mäßigen Schutz der Fassade vor mechanischen Einflüssen, wie Hagelschlag oder UV-Strahlung. Demnach ist auch ein Heizeffekt in dieser Zeit nicht gegeben.

Hinsichtlich der langen Begrünungsdauer bei diesem System ist eine sofortige Verminderung der Oberflächentemperatur im Vergleich zur Lufttemperatur nicht möglich. Der Energieverbrauch im Gebäudeinneren kann jedoch in den Sommermonaten durch Beschattung und einen Dämmeffekt reduziert werden. Insbesondere sind die Auswirkungen auf das Mikroklima in unmittelbarer Nähe der Fassade spürbar. Da Messwerte aufgrund der großen Anzahl unterschiedlicher Parameter und Messtechniken stark schwanken können, ist die Angabe eines Richtwertes problematisch. Es lässt sich jedoch sagen, dass der Kühleffekt bei bodengebundenen Systemen etwas geringer ausfällt als bei wandgebundenen. Der reine Verdunstungseffekt durch die Transpiration der Blätter ist aber aufgrund der Blattflächengröße der gewählten Pflanzen, wie z.B. die Rebe, vergleichsweise hoch. Die

Verdunstungsleistung ist dabei jedoch nicht konstant, sondern artenspezifisch unterschiedlich und von mehreren Faktoren abhängig, beispielsweise dem Wurzelraum, Wasserhaushalt und Nährstoffgehalt im Boden. Aufgrund der Westausrichtung ist besonders am Nachmittag ein Schutz gegen sommerliche Überhitzung gegeben, was auf Seite 122 näher erläutert wird.

Auch das Staubbindungsvermögen kann in Zusammenhang mit der Blattfläche gestellt und proportional zum Blattflächenindex gesehen werden (siehe Kapitel 4.2.2.), wobei eine hohe Blattdichte die Wirkung zusätzlich erhöht. Aufgrund der bereits erwähnten Blattflächengröße der Pflanzen kann dies hier besonders effektiv ausfallen. Die Staubauflage wird jedoch an diesem Standort grundsätzlich

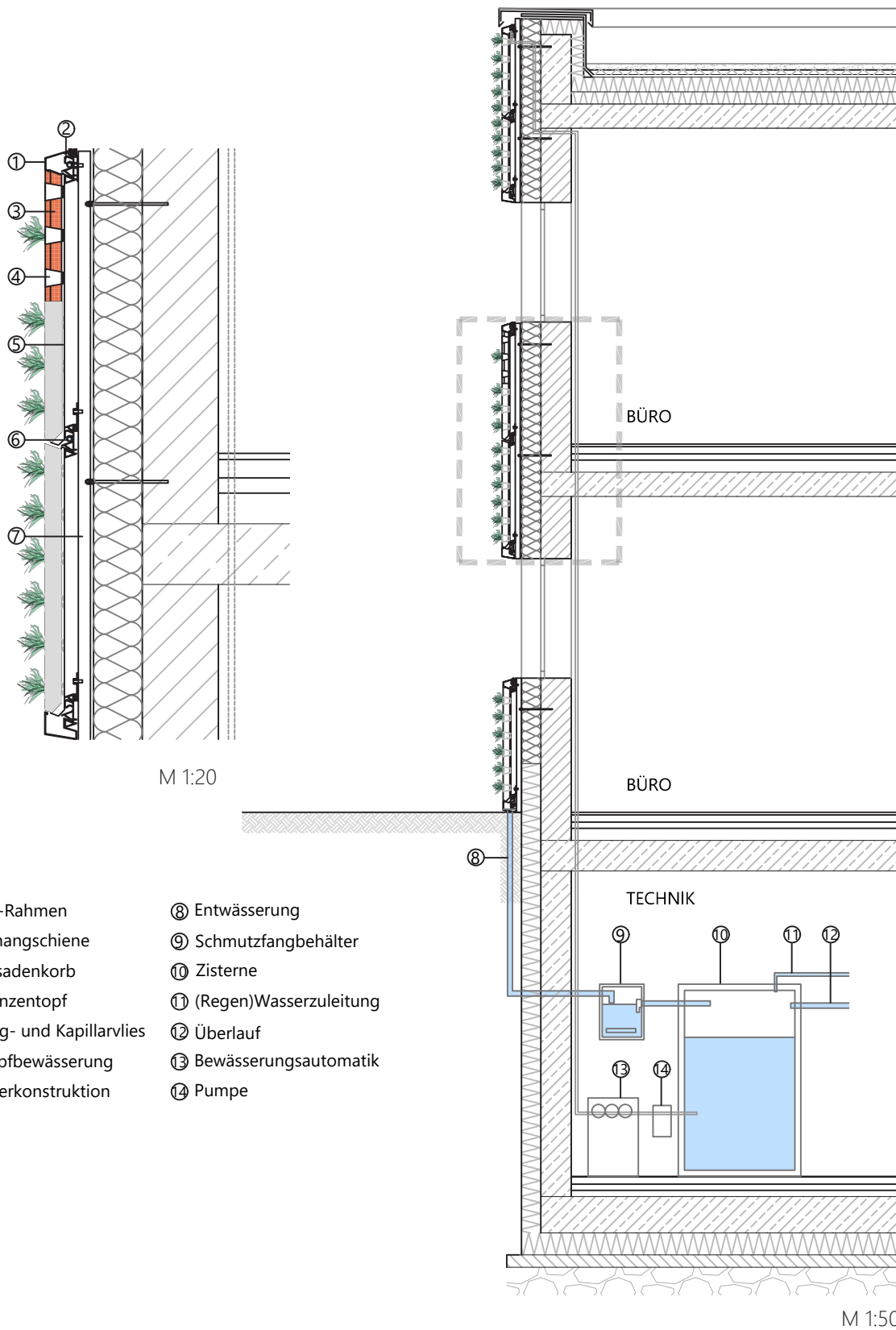
niedriger sein, als im städtischen Raum, wo die Luftqualität häufig geringer ist. Eine dichte Blattstruktur ist aber nicht nur für klimatische und lufthygienische Aspekte von Bedeutung, sondern auch ausschlaggebend für das Minderungspotential bei hoher Lärmbelastung. Maßgebend sind hier der Anteil des Substrats sowie der Pflanze und nachdem dieses System kein wandgebundenes Substrat enthält, fällt auch die Lämminderungsfähigkeit von bodengebundenen Begrünungen etwas schlechter aus. Bei einer Frequenz von 500-1000 Hz kann diese bei etwa 1,7-4 dB (Wilder Wein) liegen.

11.2.3. SYSTEM 2: Baukastensystem (modulares System – wandgebunden)

11.2.3.1 Konstruktion

Die Konstruktion dieses Baukastensystems besteht aus Aluminiumkassetten, die ein Bewässerungsvlies für die Wasserverteilung, sowie Substrat enthalten. Die Elemente werden von einem Alu-Rahmen umschlossen. Je nach Füllmaterial beträgt das Gewicht im wassergesättigten Zustand 50-80 kg/m², exkl. Pflanzen,

statische Zuschläge und Unterkonstruktion. Die Standardgröße der Körbe misst 60 x 100 cm, wobei an gewissen Stellen Sonderformate erforderlich sind. Befestigt sind die Module dabei nicht direkt an der Außenwand, sondern an einer Sekundärkonstruktion.



- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| ① Alu-Rahmen | ⑧ Entwässerung |
| ② Einhangschiene | ⑨ Schmutzfangbehälter |
| ③ Fassadenkorb | ⑩ Zisterne |
| ④ Pflanzentopf | ⑪ (Regen)Wasserzuleitung |
| ⑤ Saug- und Kapillarvlies | ⑫ Überlauf |
| ⑥ Tropfbewässerung | ⑬ Bewässerungsautomatik |
| ⑦ Unterkonstruktion | ⑭ Pumpe |

Abbildung 67: Konstruktion Baukastensystem – Aluminium Fassadenelemente auf einer Unterkonstruktion (eigene Darstellung)

11.2.3.2. Pflanzenwahl

Für diese wandgebundene Begrünung wurden Pflanzen gewählt, dessen Bedarf an Wasser und Nährstoffen in etwa vergleichbar ist. Auch hier wurden Best-Practice-Beispiele untersucht und demnach eine bewährte Auswahl

getroffen. Standortgerecht kommen hier unterschiedliche Stauden, Gräser und Gehölze zum Einsatz. Die entsprechenden Eigenschaften sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Pflanzenart	Wuchsverhalten	mittlere Wuchshöhe	Wüchsigkeit	Blüten, Laub, Früchte	Winterhärte-zone	Lichtanspruch	pH-Wert	Wasseranspruch	Pflegeaufwand
Stauden									
<i>Arabis procurrens</i> Felsenkresse	horstig	20-30 cm	gering	Blüte weiß Belaubung immergrün	4	volle Sonne	n	☹ - ☹☹	gering
<i>Begonia cordifolia</i> i.S. Bergenia	horstig ausläufertreibend	20-40 cm	mittel	Blüte weiß Belaubung Blatt rötlich	3	volle Sonne - Halbschatten	al	☹☹	mittel
<i>Geranium X cantabrigiense</i> i.S. Kleinblütige Storchschnabel	horstig ausläufertreibend	30 cm	mittel	Blüte rosa bis rot grasgrünes aromatisch duftendes immergrünes Laub	4-5	volle Sonne - Halbschatten	n-al	☹ - ☹☹☹	gering
<i>Geranium macrorrhizum</i> i.S. Felsen-Storchschnabel	horstig Rhizom bildend	30 cm	stark	Blüte violett-purpur Belaubung immergrün	4	volle Sonne - Halbschatten		☹ - ☹☹☹	gering
<i>Heuchera micrantha</i> 'Palace Purple' Rotblättriges Silberglöckchen	horstig ausläufertreibend	30-70 cm	stark	Blüte silbrig, auffallend Belaubung immergrün	5	volle Sonne - Halbschatten	al	☹☹	mittel
<i>Potentilla neumanniana</i> Frühlings-Fingerkraut	bodendeckend kriechend	5-10 cm	gering	Blüte gelb	5	volle Sonne	n	☹	gering
<i>Sedum reflexum</i> i.S. Felsen-Fettherne	horstig bodendeckend	10-30 cm	mittel	Blüte gelb	5	volle Sonne	al	☹☹ - ☹☹☹	gering
<i>Tiarella cordifolia</i> Schaumblüte	bodendeckend kriechend	30 cm	mittel	Blüte weiß	3	Halbschatten	al-sa	☹☹	gering
Gräser									
<i>Festuca cinerea</i> 'Blauglut' Blau-Schwengel	horstig	30 cm	mittel	Belaubung grünblau, immergrün	6	volle Sonne	n	☹	gering
<i>Luzula nivea</i> Schnee-Marbel	horstig bodendeckend	30 cm	mittel	Belaubung silbrig blaugrün	6	Schatten	n-sa	☹ - ☹☹	gering
Gehölze									
<i>Pachysandra terminalis</i> Japanischer Ysander	Halbstrauch mattenförmig	30 cm	gering	Blattmerkmale unscheinbar gelblichweiß Belaubung mittel bis dunkelgrün glänzend, verkehrt eiförmig immergrün	5b	Halbschatten- Schatten	n (+/-)	☹☹	gering

sa = sauer (pH < 7)
 n = neutral (pH = 7)
 al = alkalisch (pH > 7)

☹ = trocken
 ☹☹ = frisch
 ☹☹☹ = nass

Tabelle 13: Pflanzenwahl für das Baukastensystem (eigene Darstellung, Informationen nach FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

11.2.3.3. Bewässerung

Bei wandgebundenen Begrünungssystemen ist prinzipiell eine bedarfsgerechte Wasser- und Nährstoffversorgung sicherzustellen, wobei zweites meist in das Bewässerungssystem integriert ist. In diesem Fall werden außerdem die Vorteile eines geschlossenen Systems genutzt, wobei überschüssiges Wasser unter

der Begrünung aufgefangen und über ein Entwässerungssystem gesäubert und in eine Zisterne geleitet wird. In die Zisterne wird weiter Regenwasser eingeleitet, welches über das Dach aufgefangen wird. Je nach Wasserstand besteht zusätzlich die Möglichkeit der Auffüllung des Wasserspeichers vom

Gebäude aus mit Frischwasser. Der Haustechnikraum für die Bewässerungsanlage befindet sich im Kellergeschoß direkt an bzw. unter der begrünten Wand. Eine frostfreie Zone ist somit für die Anlage gewährleistet. Feuchtigkeits- und Windmesser sorgen für eine optimale Versorgung, sodass Wasser- und Nährstoffmenge sowie Häufigkeit der Zufuhr entsprechend dosiert werden.

11.2.3.4. Pflege und Wartung

Besonders in Bezug auf die Versorgungsanlagen kommt die unentbehrliche Zusammenarbeit der Gewerke zu tragen, da Anforderungen an die Haustechnik rechtzeitig in der Planung bedacht werden müssen, beispielsweise ein Anschluss für die Wasserversorgungsanlage, um spätere Eingriffe oder Umbauten zu vermeiden. Eine regelmäßige Wartung in wiederkehrenden Abständen von ca. zwei Jahren ist dabei erforderlich. Das System ist somit mit dem höchsten Wartungsaufwand unter den drei Systemen verbunden. Vor allem technische Einrichtungen, wie Ver- und Entsorgungssysteme, aber auch konstruktive Bauteile und die Pflanzgefäße selbst sollten regelmäßig inspiziert werden, um Missständen

entgegenwirken zu können. Die Pflegemaßnahmen beinhalten neben der Wasser- und Nährstoffversorgung je nach Bedarf, regelmäßigen Rückschnitt, Schädlingsdetektion und den Austausch von einzelnen Pflanzen. Ein gutes Substrat hat eine lange Haltbarkeit. Je nach Jahreszeit und Pflanzenwachstum sind 1-2 Pflegegänge im Jahr notwendig, die empfehlenswerter Weise mit einer Fachfirma mittels eines Vertrages abgewickelt werden sollten. Totholz und abgestorbene Pflanzenteile sind dabei mindestens einmal pro Jahr zu entfernen.

11.2.3.5. Begrünungsdauer und Erscheinungsbild

Wandgebundene Systeme weisen einen höheren Gesamtdeckungsgrad auf als Wandbegrünungen mit Kletterpflanzen. Sie erreichen in der Regel bereits nach dem ersten Jahr einen Deckungsgrad von über 80 %. Dieses System ist laut verschiedenen Herstellerangaben dazu in der Lage innerhalb von wenigen Monaten bis zu 95% zu erreichen (z.B. Optigrün). Einen Deckungsgrad von 100% erreicht man dabei für gewöhnlich nie (vgl. dazu Interview 1).

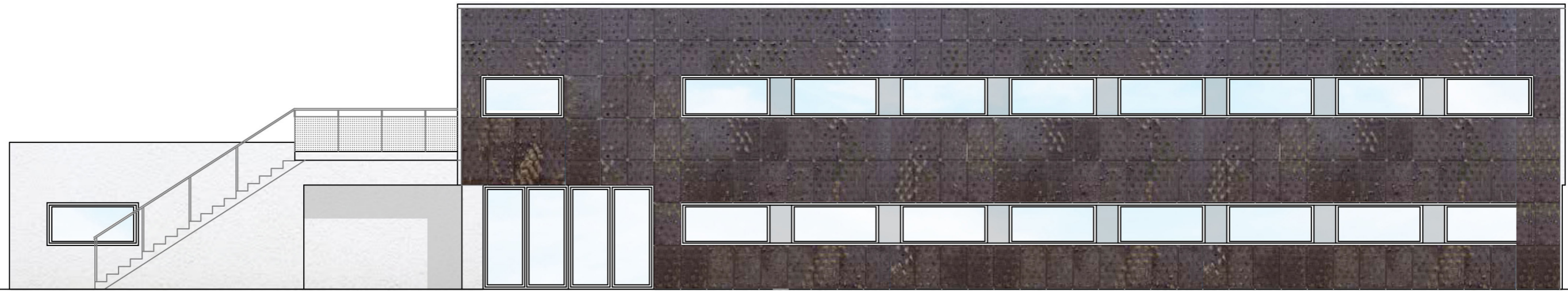


Abbildung 68: Erscheinungsbild nach Anbringung der Module - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)



Abbildung 69: Erscheinungsbild 3 Monaten (eigene Darstellung)



Abbildung 70: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)

11.2.3.6. Kosten

Mit einem Kostenrichtwert für Herstellungskosten von 700-1500 €/m² ist dieses System das kostenintensivste unter den drei verglichenen. Hochgerechnet auf die Begrünungsfläche des Vorhabens von 112m² ergibt sich ein Betrag von etwa 78.000-168.000 €. Wie bereits beim bodengebundenen System beschrieben, können jährlich für Pflege und

Wartung 20-50 €/m² kalkuliert werden. Entspricht für die begrünte Fläche etwa 2200-5600 €. Je nach Zustand der Begrünung können diese zusätzlichen Kosten pro Jahr variieren. Weiters ist die Erneuerung des Bewässerungssystems etwa alle 7 Jahre empfehlenswert.

BAUKASTENSYSTEM			
	beinhaltet	Kosten €/m ²	Kosten gesamt €
Herrstellungskosten	Begrünungssystem inkl. Installation	700-1.500	78.000-168.000
zusätzliche Kosten / Jahr (Instandhaltung, Wartung, Pflege)	Pflanzenpflege, technische Watung, Dünger-, Wasser-, Stromverbrauch, evtl. Erneuerung d. Bewässerungssystems	20-50	2.200-5.600

Tabelle 14: Übersicht Kostenrichtwert Baukastensystem (eigene Darstellung)

11.2.3.7. zusätzlicher Mehrwert

Zusätzlich zum hohen Grad an gestalterischen Möglichkeiten dieses Systems, weist es effektive ökologische Eigenschaften auf. Die großflächig deckende Anordnung der Pflanzenmodule an der Fassade ist nicht nur gut geeignet für eine kurze Begrünungszeit und einen hohen Deckungsgrad der Pflanzen, sondern sie bietet auch eine große Fläche beispielsweise für die Aufnahme von Regenwasser. Überschüssiges Wasser kann hierbei unter der Konstruktion aufgefangen, gespeichert und für die Bewässerung wiederverwendet werden

(siehe dazu Punkt 11.2.3.3.). Aufgrund der vollflächigen Außenhaut, die die Module bilden, kann selbst im Falle eines starken Pflanzenausfalls ein Schutz der Fassade vor äußeren Einflüssen gewährleistet werden, was gerade bei einer Westausrichtung nutzbringend ist.

Süd- und westseitige Expositionen besitzen prinzipiell ein höheres Energieeinsparungspotential, weshalb hier die Temperaturreduktion an der Wandoberfläche und Verringerung des Energieverbrauchs besonders wirksam sind. Die hohe

Verdunstungsrate aufgrund der künstlichen Bewässerung wirkt sich ebenso positiv auf die lokale Umgebungstemperatur aus. Somit kann die Behaglichkeit und das subjektive Wohlbefinden sowohl im Außen- als auch im Innenbereich gesteigert werden. Wie die Sonnenverläufe in den Abbildungen 71 und 72 zeigen, ist die begrünte Wand ab etwa 14 Uhr direkter Sonnenstrahlung ausgesetzt. Das bedeutet, dass besonders in den

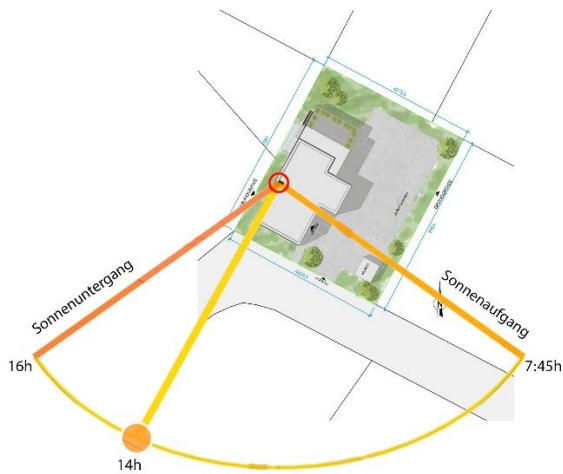


Abbildung 71: Sonnenverlauf für den 21.12.2020

Durch die dichte homogene Außenhaut kann weiters die Lärmbelastung gesenkt werden, da die Substratmasse aufgrund der losen Schüttung und dem hohen Feuchtegewicht kaum in Schwingung versetzt wird. Voraussetzung für verbesserte Ergebnisse auch im Innenraum ist jedoch eine schwingungsentkoppelte Ausführung zwischen Sekundärkonstruktion und Gebäude. In dieser Kategorie

Nachmittagsstunden einer Überhitzung entgegengewirkt werden kann. Ausschlaggebend für den thermischen Dämmeffekt ist ein möglichst hoher Grad an durchgängiger Begrünungsfläche, was bei diesem Begrünungssystem gut erzielt werden kann. Nach einer Betrachtung diverser Studien (vgl. Kapitel 4.3.3.) lässt sich sagen, dass sich der U-Wert durch die Begrünung optimieren lässt.



Abbildung 72: Sonnenverlauf für den 20.06.2020

wird das Baukastensystem im Mittelfeld unter den drei Begrünungssystemen eingereiht. Weiters ist abhängig von der Größe der Biomasse auch hier der lufthygienische Aspekt gegeben. Weniger wirksam für das Staubbindungsvermögen bezogen auf die Blattfläche (vgl. Seite 115) erweisen sich Gräser, die u.a. für die Begrünung gewählt wurden.

11.2.4. SYSTEM 3: Regalsystem (lineares System – wandgebunden)

11.2.4.1. Konstruktion

Das rinnenförmige Pflanztrogprofil aus Aluminium ist mit einem Multifunktionsvlies, Pflanzsubstrat und abgestimmten Pflanzen gefüllt. Aufgrund der Außendämmung ist auch hier eine Sekundärkonstruktion, an der die Rinnen befestigt sind, erforderlich. Das Gewicht beträgt etwa 90-110 kg/m². Die Trapezform der Kästen sorgt für eine größtmögliche Verfügbarkeit von Substratvolumen. Weiters sind die Profile an der Vorderseite mit Überlaufschlitzen ausgestattet, die mithilfe der kaskadenartigen Anordnung das Wasser in die darunterliegenden Rinnen leiten.

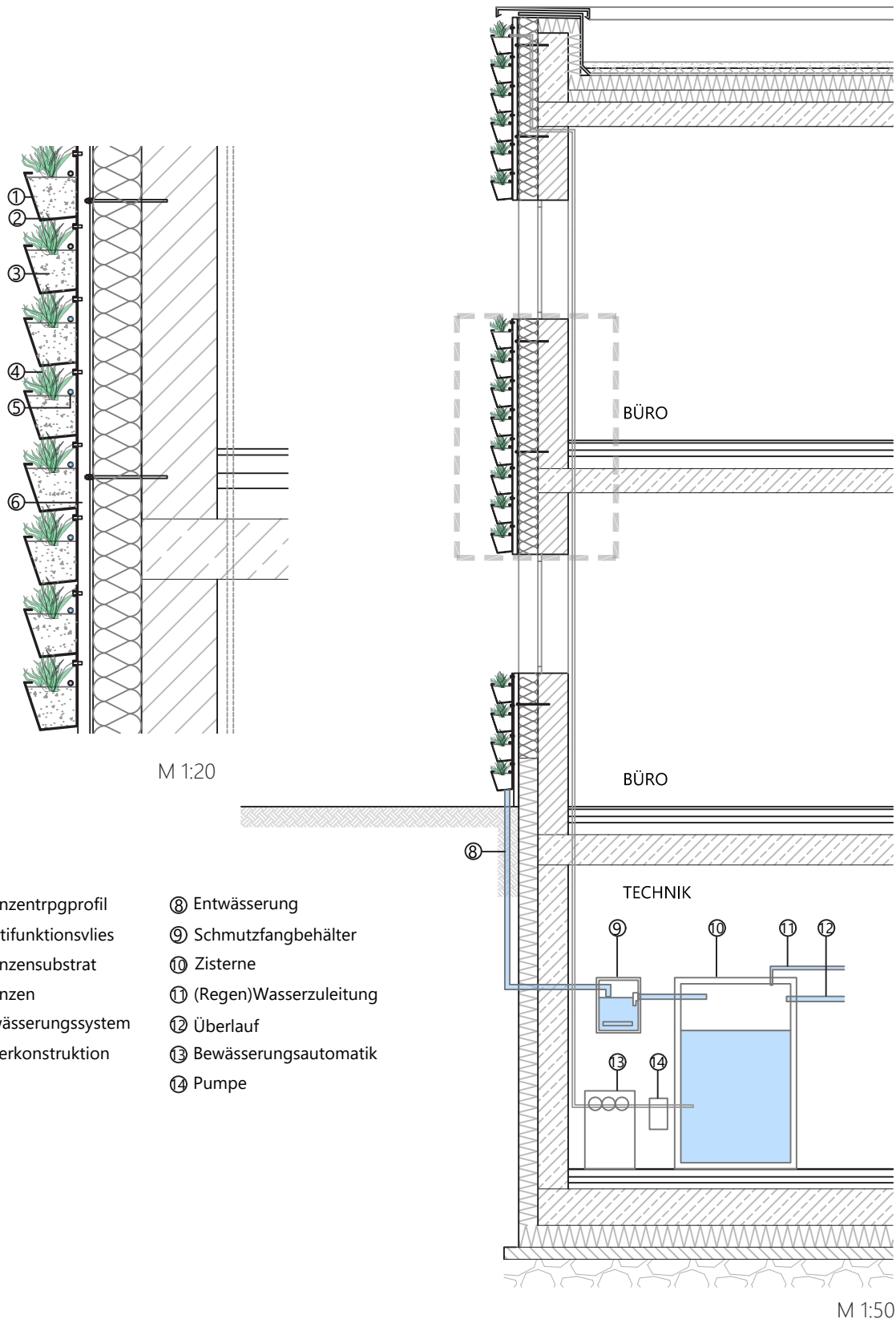


Abbildung 74: Konstruktion Regalsystem – linear angeordnete Alu-Tröge auf Unterkonstruktion (eigene Darstellung)

11.2.4.2. Pflanzenwahl

Wie auch beim Baukastensystem, werden hier bewährte Stauden-, Gräser- und Gehölzarten für die Wandbegrünung verwendet. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass die Ansprüche an die Bodenverhältnisse miteinander

kompatibel sind, d.h. dass keine Kombination aus Arten, die nasse Verhältnisse benötigen, mit Arten, die trockene bevorzugen, erfolgt. Dies gilt ebenso für den Licht- und Substratanspruch der Pflanzen.

Pflanzenart	Wuchsverhalten	mittlere Wuchshöhe	Wüchsigkeit	Blüten, Laub, Früchte	Winterhärte-zone	Lichtanspruch	pH-Wert	Wasseranspruch	Pflegeaufwand
Stauden									
<i>Achillea millefolium</i> Wiesen-Schafgarbe	horstig ausläufertreibend	20-60 cm	mittel	Blüte weiß Belaubung fakultativ wintergrün	2	volle Sonne	n	☹ - ☹☹	mittel
<i>Dianthus plumarius</i> Federnelke	bodenbedeckend Polster kriechend	10-25 cm	gering	Blüte weiß bis dunkelrot Belaubung fakultativ wintergrün	3	volle Sonne	al	☹☹	mittel
<i>Iberis sempervirens</i> Immergrüne Schleifenblume	horstig	10-25 cm	gering	Blüte weiß Belaubung fakultativ wintergrün	4	volle Sonne	n	☹ - ☹☹	mittel
<i>Nepeta cataria</i> Echte Katzenminze	horstig	60-80 cm	mittel	Blüte weiß mit rosa Belaubung immergrün	3	volle Sonne	n	☹	mittel
<i>Nepeta racemosa</i> Katzenminze	horstig Polster	20-40 cm	mittel	Blüte weiß-blau, variierend	4	volle Sonne	n	☹	gering
<i>Sedum reflexum</i> i. S. Felsen-Fetthenne	horstig bodendeckend	10-30 cm	mittel	Blüte gelb	5	volle Sonne	al	☹ - ☹☹	gering
Gräser									
<i>Festuca cinerea</i> 'Blauglut' Blau-Schwingel	horstig	30 cm	mittel	Belaubung grünblau, immergrün	6	volle Sonne	n	☹	gering
<i>Festuca ovina</i> Schlaf-Schwingel	horstig	30-40 cm	gering	Belaubung bläulich, immergrün	4	volle Sonne	n	☹	gering
Gehölze									
<i>Thymus vulgaris</i> Echter Thymian	Halbstrauch polsterbildend	10-30 cm	mittel	Blüte lila-weiß Belaubung immergrün, linealisch bis elliptisch, sehr fein texturiert	6a	volle Sonne	n-al	☹	mittel

n = neutral (pH = 7)
al = alkalisch (pH > 7)

☹ = trocken
☹☹ = frisch
☹☹☹ = nass

Tabelle 15: Pflanzenwahl für das Regalsystem (eigene Darstellung, Informationen nach FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

11.2.4.3. Bewässerung

Siehe hierzu auch Kapitel 11.2.3.3.

Auch hier wird die Versorgung mittels integrierter automatischer Bewässerung bewerkstelligt. Das Regenwasser wird gesammelt und über Lagertanks im Kellergeschoß für die Wasserversorgung (Tropfsystem) verwendet.

Feuchtigkeitsmesser in Trögen regeln die Wasser- und Nährstoffzufuhr.

Die kaskadenartige Anordnung der Pflanzgefäße sorgt für die Verteilung des Wassers, welches unter den Rinnen aufgefangen, gesäubert und wiederverwendet wird.

11.2.4.4. Pflege und Wartung

Grundsätzlich gelten für das Regalsystem die gleichen Instandhaltungsprinzipien, wie für das Baukastensystem. Vergleiche dazu 11.2.3.4.

11.2.4.5. Begrünungsdauer und Erscheinungsbild

Auch das Wannensystem weist bereits nach einem Jahr einen hohen Deckungsgrad von über 80 % auf. Nach 3 Jahren kann dieser bei über 90 % liegen.



Abbildung 74: Erscheinungsbild nach Anbringung Begrünung - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)



Abbildung 75: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)



Abbildung 76: Erscheinungsbild „volles Grün“ nach 3 Jahren (eigene Darstellung)

11.2.4.6. Kosten

Je nach Materialwahl (Stahl, Aluminium) be-
laufen sich die Kosten bei dieser wandgebun-
denen Begrünungsvariante auf 250-800 €/m²,
was einen Gesamtbetrag von etwa 28.000-
89.000 € für die Wand ergibt. Da die Pflege-

und Wartungsarbeiten dem des Baukasten-
systems ähneln, ergibt sich auch hier ein Richt-
wert von 10-50€ jährlich für zusätzliche Kos-
ten, der jedoch je nach Zustand unterschied-
lich ausfallen kann.

REGALSYSTEM			
	beinhaltet	Kosten €/m ²	Kosten gesamt €
Herrstellungskosten	Begrünungssystem inkl. Installation (Tröge, Bewässerungssystem, UK)	250-800	28.000-89.000
zusätzliche Kosten / Jahr (Instandhaltung, Wartung, Pflege)	Pflanzentausch/-ersatz, Watung, Dünger-, Wasser-, Stromverbrauch, evtl. Erneuerung d. Bewässerungsystems	10-50	1.100-5.600

Tabelle 14: Übersicht Kostenrichtwert Regalsystem (eigene Darstellung)

11.2.4.7. zusätzlicher Mehrwert

Die Wirkungsweise vom Regalsystem ist ebenso sehr vielfältig und vergleichbar mit dem Baukastensystem. Auch hier kann Regenwasser gut aufgefangen, ins Bewässerungssystem geleitet und später erneut verwendet werden, wodurch nicht nur die Entwässerungsthematik entlastet, sondern auch Kosten eingespart werden können. Dieses System zeichnet sich insbesondere durch die Aufbaustärke und somit hohen Substratanteil aus, was diverse Vorteile mit sich bringt. Zum einen weist es den höchsten Schallabsorptionsgrad unter den drei Begrünungssystemen auf, vorausgesetzt der Pflanzenanteil ist

ausreichend ausgeprägt. Abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt des Substrats, wobei feuchtes effektiver ist als trockenes, können dabei vor allem mittlere und hohe Frequenzen um die 1000 Hz gedämmt werden. Zum anderen kann nach Ausbildung einer nahezu durchgängigen Begrünungsfläche ein guter Heizeffekt durch Reduktion des Wärmeverlustes erzielt werden, da der Wärmedurchgangswiderstand erhöht wird. Man kann davon ausgehen, dass dieser Zustand nach etwa drei Jahren erreicht ist.

In der entgegengesetzten Zeit des Jahres bietet die Begrünung durch Beschattung und

Transpirationskühlung Schutz vor sommerlicher Überhitzung. Ergänzend dazu sind auf den Abbildungen 71 und 72 auf Seite 122 die Sonnenverläufe für den längsten Sommertag, sowie den kürzesten Wintertag ersichtlich. Wie bereits erwähnt können besonders süd- und westorientierte Expositionen den Energieverbrauch verringern und die Oberflächentemperatur reduzieren, weshalb insbesondere hier von einer Verbesserung auszugehen ist.

Im Vergleich dazu zeigten erste wissenschaftliche Erkenntnisse zur Fassade des Amtsgebäudes MA 48 in Wien, wo auch dieses Regalsystem angebracht wurde, eine Kühlleistung, die etwa 45 Kühlgeräten mit 3000 kW Kühlleistung und einer Betriebsdauer von 8 Stunden entspricht. Für eine Fassadenfläche von 850m² bedeutet das eine Verdunstung von bis zu 1800 Liter Wasser pro Tag. [60]

12. Fazit

Nach einer Betrachtung der klimatischen Veränderungen und möglichen zukünftigen Entwicklungen, sowohl auf globaler als auch auf städtischer Ebene, wird die Frage nach dem Umgang und der Anpassung an diese Bedingungen zu einem viel diskutierten und relevanten Thema. Durch die deutlich abzeichnenden Auswirkungen des Klimawandels und die damit verbundene stetig steigende Überhitzung des urbanen Raumes sind regenerative und nachhaltige Planungs- bzw. Lösungsansätze erforderlich, um einen qualitativ hochwertigen Lebensraum weiterhin gewährleisten zu können. Die Erweiterung und Vernetzung von Grün- und Freiräumen und die Miteinbeziehung von Gebäudebegrünung könnte hierbei künftig einer dieser effektiven Maßnahmen darstellen.

Die positive Wirkung von Gebäudebegrünung konnte dabei in verschiedenen Kategorien durch eine Literaturrecherche und Gegenüberstellung von Publikationen belegt werden. Der Fokus lag dabei bei Fassadenbegrünungen, jedoch wurde aufgrund der Lieferung wertvoller Erkenntnisse immer wieder Bezug auf diverse Studien zu Dachbegrünungen genommen. Die unterschiedlichen Auswirkungen der untersuchten Fassadenbegrünungssysteme sind in Tabelle 15 zusammengefasst. Dabei wurden die Wirkungsweisen im Vergleich zueinander beurteilt, also ob sie in den Bereichen gut oder vergleichsweise eher weniger effektiv abschnitten.

Hierbei lässt sich sagen, dass es inzwischen eine Reihe von Studien gibt, die den Wirkungskomplex von (urbaner)

<i>Beurteilung der Auswirkungen</i>	leitbarer Bewuchs bodengebundenes System	Baukastensystem modulares System	Regalsystem lineares System
Begrünungsdauer	~	+	~+
Kühleffekt	+	+	+
thermische Dämmung	~	+	+
lufthygienischer Einfluss	+	+	+
Schallschutz	~	~+	+
Schutz vor mech. Einflüssen	~+	+	+
psychologische Wirkung	+	+	+
Kosten/ ökonomischer Aspekt	+	~	~+
Aufwand von Planung bis Instandhaltung	+	~	~

Tabelle 15: Zusammenfassung der Auswirkungen von untersuchten Fassadenbegrünungssystemen (eigene Darstellung)

Gebäudebegrünung darlegen. Die Untersuchungen zeigen dabei durch den thermischen und lufthygienischen Einfluss eine positive Auswirkung auf das Umfeld und das Mikroklima, wobei abhängig von Begrünungssystem unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden können. Auch die Gesamtheit an erhebaren Einflussgrößen und Messtechniken kann zu stark abweichenden Messwerten führen, weshalb eine Vergleichbarkeit und die Ableitung von Richtwerten entweder nur bedingt oder nicht möglich sind.

Bei der Beurteilung der im Detail untersuchten Fassadenbegrünungstechniken konnten daher nur vorsichtige Annahmen zu den allgemeinen Wirkungsweisen, nicht aber zum genauen Ausmaß der Auswirkung getroffen werden. Beispielsweise kann anhand der Anteile an Pflanzen oder Substrat und u.a. damit verbundener Grad an Beschattung auf diverse Auswirkungen auf das Gebäude geschlossen werden. Verbunden mit der Transpirationkühlung, die ebenso bekannt ist, und den Erfahrungen von Referenzprojekten lässt sich bereits im Vorfeld ein gewisser Kühleffekt ableiten. Die große Anzahl an Parametern, die dabei eine Rolle spielen, lassen jedoch ohne tatsächliche Messungen vor Ort keine genauen Angaben, z.B. wie viel Grad Celsius genau die Oberflächenkühlung beträgt oder beitragen wird, zu. Obwohl es Forschungsprojekte gibt, die sich mit Anforderungen und

Bewertungskriterien auseinandersetzen (beispielsweise der „Green Pass“ Kapitel 10.3.), besteht hier nichtsdestotrotz zusätzlicher Forschungsbedarf.

Durchaus genauere Angaben können hingegen bei den Anwendungsprinzipien der Begrünungssysteme gemacht werden. Für eine erfolgreiche Abwicklung und Erlangung des gewünschten Resultats sind verschiedene Kriterien zu beachten. Diverse Regelwerke und Studien liefern hierzu ausgearbeitete Checklisten, die beispielsweise zur Abklärung des eigenen Vorhabens herangezogen werden können.

Welches Begrünungssystem am sinnvollsten ist, ist somit von den individuellen Wünschen und der Begrünungsabsicht abhängig. Das bodengebundene System ist als preiswertestes bereits mit geringeren Kosten und auch Aufwand umsetzbar, jedoch kann eine flächige Wirkung, verglichen mit den wandgebundenen Systemen, nur langsam erzielt werden. Aufgrund dessen ist der zusätzliche Mehrwert (vgl. Tabelle 15) in Bezug auf thermische Dämmwirkung, Schallschutz und Schutz vor mechanischen Einflüssen insbesondere während der Anwuchszeit, aber auch in den Wintermonaten (sommergrüne Pflanzen) geringer. Das Baukasten- und das Regalsystem unterscheiden sich untereinander hingegen weniger. Ein Unterscheidungsmerkmal

stellen dabei dennoch die Kosten dar, wobei das Baukastensystem mit dem kostenintensivsten durchschnittlichen Quadratmeterpreis hervorgeht. Sind dem Budget jedoch keine Grenzen gesetzt, entscheidet hier Gestaltungsform bzw. Optik des Systems, da beide gleichermaßen einen effektiven Mehrwert bieten (siehe Tabelle 15) und durch Vorplanung, Montage, etc. mit ähnlich erhöhtem Aufwand verbunden sind.

Ein zusätzlicher Mehrwert, der allen drei Begrünungssystemen zugeschrieben werden kann, ist die psychologische Komponente. Pflanzen wirken sich erwiesenermaßen positiv auf die Psyche und Gesundheit aus und bieten dabei vielerlei Unterstützung. [18] Beispielsweise können sie Stress minimieren und dabei entspannend wirken. Durch dieses Gefühl der Behaglichkeit kann die Arbeitsfreude erhöht und somit die Leistung verbessert werden, denn Menschen sind dann besonders produktiv, wenn sie sich fit und wohl fühlen. Besonders im hektischen Büroalltag können diese Funktionen förderlich sein.

Erwähnt sei auch, dass der Großteil der Bevölkerung Gebäudebegrünungen grundsätzlich positiv gegenübersteht. Dennoch sind hier

vermehrt auf eine fachliche Aufklärung und Wissensvermittlung zu setzen, um belastende Faktoren, wie fehlende Fachkompetenz, zu minimieren und Anreize für die Umsetzung für Fassadenbegrünungen zu schaffen. Klare Bestimmungen bzgl. Planung und Ausführung der Fassadenbegrünungssysteme wird hierbei künftig die in Arbeit befindlichen ÖNORM L1136 liefern, welche noch 2020 veröffentlicht werden soll.

Abschließend lässt sich sagen, dass nachhaltiges Bauen mehr als nur einen kurzfristigen Trend darstellt. Es beschreibt ebenso eine zeitgemäße Architektur. Form und Funktion eines Gebäudes werden maßgeblich von ökologischen, ökonomischen und sozialen Faktoren beeinflusst. [3] Das stark ausgeprägte Umweltbewusstsein der Bevölkerung ist zum Bestandteil einer guten Lebensqualität geworden, worauf Planer/Planerinnen reagiert und sich angepasst haben. Umso aktueller und wichtiger bleibt daher weiterhin das Streben nach einem Beitrag zur Rettung der grünen Umwelt, Natur und unseren ganzen Planeten durch die Architektur.

13. Anhang

13.1. Literatur- und Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [1] Althaus, Christoph. *Fassadenbegrünung: ein Beitrag zu Risiken, Schäden und präventiver Schadensverhütung*. Schriftenreihe Landschafts- und Sportplatzbau 6. Berlin: Patzer, 1987.
- [2] Anděl, Wilhelm L. et al. *40 Jahre Alterlaa. Die Geschichte eines Vorzeigeprojektes*. Wien, 2016.
- [3] Architektur Fachmagazin. *Grüne Architektur*. Ausgabe Juni/ Juli. Perchtoldsdorf, 2019
- [4] Architektur Fachmagazin. *Alt & Neu*. Ausgabe Februar. Perchtoldsdorf, 2019
- [5] Dettmar, Jörg et al. *Gutachten Fassadenbegrünung. Vorschlag für Zweck, Umfang und Gebietskulisse einer finanziellen Förderung von quartiersorientierten Unterstützungsansätzen von Fassadenbegrünungen. Gutachten über quartiersorientierte Unterstützungsansätze von Fassadenbegrünungen für das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV) NRW*. Darmstadt, 2016.
- [6] Dunnett, Nigel, und Noël Kingsbury. *Planting green roofs and living walls*. Rev. and updated ed., [2nd ed.]. Portland, Or: Timber Press, 2008.
- [7] Enzi, Vera. *Fassadenbegrünungen - Innovation und Chance*. Wien, 2010.
- [8] Fezer, Fritz. *Das Klima der Städte: 54 Tab.* 1. Aufl. Perthes-Geographie-Kolleg. Gotha: Perthes, 1995.
- [9] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen*. 3. Ausg. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, FLL, 2018.
- [10] Frahm, J.-P. *Schadstofffilterung auf dem Dach mit Moosen*, In: Tagungsband 7. Internationales FBB-Gründachsymposium in Ditzingen, 2009.
- [11] Harvey, John. *Medieval Gardens*. London: Batsford, 1990.

- [12] Hollands, Jutta, und Azra Korjenic. *Ansätze zur ökonomischen Bewertung vertikaler Begrünungssysteme*. Bauphysik 41, Nr. 1, 2019: 38–54.
- [13] Hundertwasser, Friedensreich, Angelika Taschen, und Andrea Christa Fürst, Hrsg. *Architektur: für ein natur- und menschengerechteres Bauen*. Köln: Taschen, 2018.
- [14] Huttner, S. et al. *Strategies for mitigating thermal heat stress in central European Cities: The project Klimes*. Mainz, 2009
- [15] Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) (Hrsg). *Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen*. Berlin, 2012.
- [16] Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) (Hrsg). *CO₂-Bindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen*. Berlin, 2012.
- [17] Jänicke, Britta, Fred Meier, Marie-Therese Hoelscher, und Dieter Scherer. *Evaluating the Effects of Façade Greening on Human Bioclimate in a Complex Urban Environment*. Advances in Meteorology 2015, 2015: 1–15.
- [18] Klein Hesselink, John et al. *Fysiologische en psychische en gezondheidseffecten van planten in de werksituatie op de gezondheid en het welbevinden van werknemers*. TNO. 2006
- [19] Koch, Hugo. *Gartenkunst im Städtebau*. 2. Aufl.. Berlin: Wasmuth, 1921.
- [20] Korjenic, A. et al. *Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit Photovoltaik-Kombination. Optimale Lösung für die Energieeffizienz in gesamtökologischer Betrachtung. GrünPlus-Schule@Ballungszentrum*. Wien, 2019.
- [21] Korjenic, A. *Wärmedämmende Wirkung von Grünfassaden*. In: Stadtgrünespräche, MA22 Wien, 2016
- [22] Köhler, Manfred, Hrsg. *Fassaden- und Dachbegrünung: 34 Tabellen*. Ulmer-Fachbuch Landschafts- und Grünplanung. Stuttgart: Ulmer, 1993.

- [23] Köhler, M. und F. Bartfelder. Stadtklimatische und lufthygienische Entlastungseffekte durch Kletterpflanzen in hochbelasteten Innenstadtbezirken. *Verh. Ges. für Ökologie* 16, 1987. 157-165
- [24] Kuttler, Wilhelm. *Climate Change in Urban Areas, Part 1, Effects*. Environmental Sciences Europe 23, Nr. 1, 2011: 11.
- [25] Liesecke, H. et al. *Grundlagen der Dachbegrünung: zur Planung, Ausführung und Unterhaltung von Extensivbegrünungen und einfachen Intensivbegrünungen*, Patzer Verlag. Berlin, 1989.
- [26] Lozán, L.J. und Graßl, H. *Das Klima des 21. Jahrhunderts – Einführung in das globale Klimaproblem. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft*. 4. Auflage 2002. Hamburg, 2002.
- [27] Magistrat der Stadt Wien, MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung. *STEP 2025 Fachkonzept. Grün- und Freiraum Kurzfassung*. Wien, 2015
- [28] Magistrat der Stadt Wien, MA 19 - Architektur und Stadtgestaltung. *FASSADEN- & VERTIKALBEGRÜNUNG. Internationale & nationale Best-Practice-Beispiele*. Wien, 2019.
- [29] Magistrat der Stadt Wien, MA 22 - Wiener Umweltschutzabteilung. *Urban Heat Islands Strategieplan Wien*. Wien, 2015.
- [30] Magistrat der Stadt Wien, MA 22 - Wiener Umweltschutzabteilung und ÖkoKaufWien. *Leitfaden Fassadenbegrünung*. 2. Ausg. Wien, 2019
- [31] Mahabadi, Mehdi, Anna Arenz, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, und Fachverband Baustoffe und Bauteile für Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden, Hrsg. *Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen: aus der Arbeit des AK „Fassadenbegrünungen“*. 2. überarb. Aufl., Ausg. 2000. Bonn: FLL, 2000.
- [32] Oke, T. R. *Boundary layer climates*. London: Methuen [usw.], 1978.
- [33] Peterková, Jitka et al. *The influence of green walls on interior climate conditions and human health*. CESBP, 2019.
- [34] Pfoser, Nicole, Nathalie Jenner, Johanna Henrich, Jannik Heusinger, Stephan Weber, und Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Gebäude Begrünung*

Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 1. Ausg. FLL-Schriftenreihe Forschungsvorhaben, 2014,01. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, FLL, 2014.

- [35] Pfoser, Nicole. „Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung“, 2016.
- [36] Ripple, William J, Christopher Wolf, Thomas M Newsome, Phoebe Barnard, und William R Moomaw. *World Scientists' Warning of a Climate Emergency*. BioScience, 5. November 2019, unter: <https://academic.oup.com/bioscience/advance-article/doi/10.1093/biosci/biz088/5610806> abgerufen am 10.11.2019
- [37] Roaf, Susan, David Crichton, und Fergus Nicol. *Adapting Buildings and Cities for Climate Change: A 21st Century Survival Guide*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2009.
- [38] Preiss, Jürgen. *Fachtagung GRÜNgeWANDt 2.0*. Wien, 2013.
- [39] Schlößer, Susanne Anneliese. *Zur Akzeptanz von Fassadenbegrünung*. Köln, 2003.
- [40] Stangl, R et al. *Wirkungen der grünen Stadt. Studie zur Abbildung des aktuellen Wissenstands im Bereich städtischer Begrünungsmaßnahmen*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, 2019.
- [41] Steffan, Claus, Marco Schmidt, Manfred Köhler, und Berlin, Hrsg. *Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung: Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010.
- [42] Tudiwer, David, Marián Vertal', Azra Korjenic, und Katarína Čakyová. *Abbildung der wärmedämmenden Wirkung eines fassadengebundenen Begrünungssystems in einem Simulationsmodell*. Bauphysik 41, Nr. 3, 2019: 155–61.
- [43] Tudiwer, D., Korjenic, A. *The effect of an indoor living wall system on humidity, mould spores and CO2-concentration*. Energy and Buildings, Bd. 146, S. 73–86, 2017.
- [44] Tudiwer, David, und Azra Korjenic. *The Effect of Living Wall Systems on the Thermal Resistance of the Façade*. Energy and Buildings 135, S. 10–19, 2017.
- [45] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, und Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, 2019.

[46]UrbanTransForm Research Consulting e.U. *Greening Aspang. Entwicklung eines Verfahrens zur gesamtenergetischen Optimierung von Stadtgebieten am Beispiel der Aspangstraße*. Wien: Klima- und Energiefonds, 2018

[47]Werner, Dieter et al. *Studie zum Thema „Brandverhalten von Grünfassaden in großmaßstäblichen Versuchen“*. Wien, 2018.

[48]Wong, Nyuk Hien, Alex Yong Kwang Tan, Yu Chen, Kannagi Sekar, Puay Yok Tan, Derek Chan, Kelly Chiang, und Ngian Chung Wong. *Thermal Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls*. Building and Environment 45, Nr. 3, 2010: 663–72.

Quellenverzeichnis

[49] 50 Grüne Häuser, Berta Grünfassadenmodul, unter: <https://50gh.at/> abgerufen am 29.12.2019

[50] Amt der NÖ Landesregierung, Klimawandel in Niederösterreich – Donauraum, 2017; unter: <https://www.umweltgemeinde.at/factsheets-klimawandelfolgen-niederoesterreich> abgerufen am 23.04.2020

[51] Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus: Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2017, Wien 2018, S. 5-6 unter: <https://www.wko.at/service/verkehr-betriebsstandort/Abgasklassenzuordnung.html> abgerufen am 05.01.2020

[52] Cedar Lake Ventures, Inc., Durchschnittswetter in St. Pölten, unter: <https://de.weather-spark.com/y/79590/Durchschnittswetter-in-St.-P%C3%B6lten-%C3%96sterreich-das-ganze-Jahr-%C3%BCber> abgerufen am 13.03.2020

[53]Die Hundertwasser gemeinnützige Privatstiftung, Hundertwasser Architektur, unter: <https://hundertwasser.com/architektur> abgerufen am 28.12.2019

[54] Fassadengrün e.K., Systeme für bodengebundene Wandbegrünungen, unter: <https://www.fassadengruen.de/uw/rankhilfen/uw/stahlseil/stahlseil.html> abgerufen am 25.11.2019

- [55] Fibrolux GmbH, Glasfaserverstärkte Kunststoffe, unter: <https://shop.fibrolux.com/de/gfk/?p=1> abgerufen am 25.11.2019
- [56] GREEN ROCKET GmbH, Green Pass, unter: <https://www.greenrocket.com/greenpass> abgerufen am 29.12.2019
- [57] GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH, Förderungen für Gebäudebegrünungen, unter: <https://gruenstattgrau.at/foerderungen-fuer-gebäudebegrueung-im-ueberblick/> abgerufen am 28.02.2020
- [58] GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH, MUGLI, unter: <https://gruenstattgrau.at/mugli/> abgerufen am 29.12.2019
- [59] GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations GmbH, Vorgaben und Förderungen zu Begrünungsvorhaben, unter: <https://gruenstattgrau.at/urban-greening/foerderungen/> abgerufen am 10.01.2020
- [60] Grünwand Klimafassade, Projektdaten MA48, unter: https://gruenwand.com/wp-content/uploads/2019/02/Gr%C3%BCnwand_Shortcut_2019.pdf abgerufen am 02.05.2020
- [61] Kubak, Stefan. St. Pöltens gesunde Erde. 2020; unter: <https://www.klimahauptstadt2024.at/?p=429> abgerufen am 24.04.2020
- [62] Lipp, B. (IBO GmbH). Thermische Behaglichkeit; unter: http://www.kuehnel.at/thermische_behaglichkeit.pdf abgerufen am 09.05.2020
- [63] ÖNORM L1136 (Gelbdruck) - Auszug: Richtpreise für die ÖNORM gerechte Herstellung von Bauwerksbegrünung durch Fachbetriebe exkl. Mehrwertsteuer (Stand 2019)
- [64] ORF.at, Wärmstes Jahr 2018, unter: <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2956232/> abgerufen am 12.12.2019
- [65] Polygrün Fassadenbegrünung, Anforderungen an Kletterhilfen, unter: <https://www.xn--fassadenbegrueung-polygrn-6scl.de/fassadenbegrueung/kletterhilfen-rankgitter> abgerufen am 25.11.2019

- [66] Polygrün Fassadenbegrünung, Klettergerüste und Rankhilfen, unter: <https://www.xn--fassadenbegrue-nung-polygrn-6scl.de/rankhilfen> abgerufen am 25.11.2019
- [67] Stadt Graz, Richtlinie des Gemeinderates vom 11.04.2019 für die Förderung einer urbanen Begrünung unter: https://www.graz.at/cms/beitrag/10320658/7765198/Foerderung_einer_urbanen_Begrue-nung.html abgerufen am 28.02.2020
- [68] Stadt Wien, Förderungsrichtlinien Bauwerksbegrünung, unter: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/landschaft-freiraum/landschaft/wachsende-stadt/wohnumfeld/bauwerksbegrue-nung.html> abgerufen am 29.02.2020
- [69] Stadt Wien – MA 22, Checkliste für die erforderlichen Genehmigungen von Fassadenbegrünungen, unter: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/behoerdencheck.pdf> abgerufen am 20.01.2020
- [70] Statistik Austria, Vorausberechnete Bevölkerungsstruktur für Wien 2018-2100 laut Hauptszenario, unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/027317.html abgerufen am 17.12.2019
- [71] The New York Times, Artikel: „Rising Seas Will Erase More Cities by 2050, New Research Shows“, unter: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/10/29/climate/coastal-cities-under-water.html> abgerufen am 02.11.2019
- [72] TOP GLASS Industries S.p.A, TRIGLASS® GFK Rundprofile, unter: <https://www.topglass.it/de/Produkte/rundprofile/> abgerufen am 25.11.2019
- [73] Umweltbundesamt GmbH, IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung, 2019, unter: https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_IPCC_SR15.pdf abgerufen am 20.12.2019
- [74] Umweltbundesamt GmbH, Definition Feinstaub (PM_{2,5}), unter: <https://www.umweltbundesamt.at/pm25> abgerufen am 06.01.2020
- [75] Wikipedia, Geschichte der Bauwerksbegrünung; unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Bauwerksbegr%C3%BCnung> abgerufen am 25.03.2020

[76] Wikipedia, Duroplaste; unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Duroplaste>

[77] Wiener Wohnbau Forschung, Brandverhalten von Grünfassaden in großmaßstäblichen Versuchen, unter: <http://www.wohnbauforschung.at/index.php?id=480> abgerufen am 17.11.2019

[78] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Klimamonitoring für St. Pölten, unter: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/?station=5609¶m=t&period=period-y-2019&ref=1> abgerufen am 13.03.2020

13.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Hauptquellen der globalen emittierten Treibhausgase Climate of the 21st Century: Changes and Risks – Scientific Facts, In: Lozán, L.J. und Graßl, H. *Das Klima des 21. Jahrhunderts – Einführung in das globale Klimaproblem. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft*. 4. Auflage 2002. Hamburg, 2002. Seite 10

Abb. 2: Bisherige (links) und neue (rechts) Prognosen für 2050 für Vietnam/ Ho Chi Minh City: Quelle unter: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/10/29/climate/coastal-cities-underwater.html>

Abb. 3: Bisherige (links) und neue (rechts) Prognosen für 2050 für Thailand/Bangkok Quelle unter: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/10/29/climate/coastal-cities-underwater.html>

Abb. 4: Schematische Darstellung der städtischen Atmosphäre, die eine zweischichtige Klassifizierung der städtischen Modifikation veranschaulicht, Oke, T. R. *Boundary layer climates*. London: Methuen [usw.], 1978. Seite 240

Abb. 5: Schematische Darstellung eines Canyons, sowie der Schnittstelle der städtischen Atmosphäre, Oke, T. R. *Boundary layer climates*. London: Methuen [usw.], 1978.

Abb. 6: Einflussfaktoren auf das Stadtklima: Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 2014, Seite 172, nach: Kuttler, W., *Klimatologie*. Braunschweig, 2009.

Abb. 7: Schnitt durch eine typische Wärmeinsel, Oke, T. R. *Boundary layer climates*. London: Methuen [usw.], 1978. Seite 254

Abb. 8: Hitzekarte Wien 2019 © ECOTEN (im Auftrag der Stadt Wien) Quelle unter: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/hitzekarte.html>

Abb. 9: Darstellung eines Burggartens im Mittelalter, aus Harvey, J. 1990. In: Köhler, Manfred, Hrsg. *Fassaden- und Dachbegrünung: 34 Tabellen*. Ulmer-Fachbuch Landschafts- und Grünplanung. Stuttgart: Ulmer, 1993. Seite 57

Abb. 10: Spalierobsternte im Barock, aus Quintinre, L. 1740. In: Köhler, Manfred, Hrsg. *Fassaden- und Dachbegrünung: 34 Tabellen*. Ulmer-Fachbuch Landschafts- und Grünplanung. Stuttgart: Ulmer, 1993. Seite 144

Abb. 11: Hundertwasser-Haus, Friedensreich, Angelika Taschen, und Andrea Christa Fürst, Hrsg. *Architektur: für ein natur- und menschengerechteres Bauen*. Köln: Taschen, 2018. Seite 179

Abb. 12-14: Baummieter, Hundertwasser, Friedensreich, Angelika Taschen, und Andrea Christa Fürst, Hrsg. *Architektur: für ein natur- und menschengerechteres Bauen*. Köln: Taschen, 2018. Seite 65 und 98

Abb. 15-16: Rosenthal-Fabrik vor und nach der Umgestaltung, Hundertwasser, Friedensreich, Angelika Taschen, und Andrea Christa Fürst, Hrsg. *Architektur: für ein natur- und menschengerechteres Bauen*. Köln: Taschen, 2018. Seite 94

Abb. 17: Wohnpark Alterlaa „gestapelte Einfamilienhäuser“ Anděl, Wilhelm L. et al. 40 Jahre Alterlaa. Die Geschichte eines Vorzeigeprojektes. Wien, 2016. Seite 99

Abb. 18: Wohnhausanlage Alterlaa, 1973-1985, 1230 Wien © Architekturzentrum Wien, Sammlung, Foto: Margherita Spiluttini, unter: <https://www.azw.at/de/artikel/terrassenhaus/>

Abb. 19: Wohnpark Alterlaa Foto: Hertha Hurnaus, unter: <https://www.bauwelt.de/themen/betrifft/Am-Menschen-orientiert-Harry-Glueck-2772190.html>

Abb. 20: Albedowerte von unterschiedlichen Materialien und Werkstoffen: Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 2014, Seite 168, nach: TU Darmstadt, FGee/Fge+f; Grundlage: Marek, R. (2007): Praxis der Wärmeübertragung - Grundlagen, Anwendungen, Übungsaufgaben. München; Züricher, C./Frank. T (2004): Bauphysik. Leitfaden für Planung und Praxis. Zürich

Abb. 21: Mögliche nachweisfreie Fassadenbegrünungsanordnung mit Kletterpflanzen: © Werner D. et al. in *Brandverhalten von Grünfassaden in großmaßstäblichen Versuchen*, 2018, Seite 56

Abb. 22: Maximale Lärminderung durch Begrünungen: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 2014, Seite 156

Abb. 23: Kosten und Nutzen der Außenbegrünungssysteme: Hollands, Jutta, und Azra Korjenic. *Ansätze zur ökonomischen Bewertung vertikaler Begrünungssysteme*. Bauphysik 41, Nr. 1, 2019. Seite 53

Abb. 24: Ordnungsschema Wandgebundene Begrünung: eigene Darstellung, nach FLL, Gebäude Begrünung Energie (© Nicole Pfoser) Seite 35

Abb. 26: Systemschnitte Baukastensystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 60

Abb. 25, 27, 29, 32, 35, 44: Schematische Darstellungen Begrünungssysteme: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 2014

Abb. 28: Systemschnitte Gesamtsystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 62

Abb. 30: Systemschnitte Gesamtsystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 58

Abb. 31: Ordnungsschema Wandgebundene Begrünung: eigene Darstellung, nach FLL, Gebäude Begrünung Energie (© Nicole Pfoser) Seite 34

Abb. 33, 37, 38, 39: Schematische Darstellung von Klettertypen: FLL. Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünung. 2018

Abb. 34: Systemschnitte Gesamtsystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 54

Abb. 36: Systemschnitte Gesamtsystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 56

Abb. 40: Rankgitter aus Bambus mit Clematis und Wandspalier aus Holz mit Wein: unter: <https://www.fassadengruen.de/rankgitter-rechteck.htm> bzw. <https://www.fassadengruen.de/wandspalier.htm> abgerufen am 25.11.2019

Abb. 41: Abstandhalter für Drahtseile und Rankgitter (Foto: Sven Taraba): Polygrün Kletterhilfen, unter: <https://www.xn--fassadenbegrueung-polygrn-6scl.de/fassadenbegrueung/kletterhilfen-rankgitter> abgerufen am 25.11.2019

Abb. 42: geeignete Seilsysteme für Blauregen: unter: www.fassadengruen.de abgerufen am 25.11.2019

Abb. 43: Anbringungsprinzip von Kletterhilfen: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen*. 2018, Seite 86

Abb. 45: Systemschnitte Gesamtsystem: *Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung* (© Nicole Pfoser 2009) Seite 64

Abb. 46: Schadensursachen und typische Schadbilder: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen*. 2018, Seite 152

Abb. 47-48: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen*. 2014, Seite 77

Abb. 49: Schritte zur Schadensvermeidung: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen*. 2018, Seite 153

Abb. 50 und 51: Begrünungsprojekt „50 grüne Häuser“ vor und nach dem Einsatz von BERTA © GRÜNSTATTGRAU, unter: <https://smartcity.wien.gv.at/site/50-gruene-haeuser/> abgerufen am 17.04.2020

Abb. 52: Aufbau des MUGLIs © GRÜNSTATTGRAU, unter: <https://www.iba-wien.at/nc/projekte/projekt-detail/ref/projectevent/project/gruenstattgrau/> abgerufen am 29.12.2019

Abb. 53: Lageplan M 1:500 (eigene Darstellung)

Abb. 54: Grundriss EG (eigene Darstellung)

Abb. 55: Grundriss OG (eigene Darstellung)

Abb. 56: Grundriss KG (eigene Darstellung)

Abb. 57: Südansicht (eigene Darstellung)

Abb. 58: Ostansicht (eigene Darstellung)

Abb. 59: Nordansicht (eigene Darstellung)

Abb. 60: Westansicht (eigene Darstellung)

Abb. 61: Schnitt 1-1 (eigene Darstellung)

Abb. 62: Schnitt 2-2 (eigene Darstellung)

Abb. 63: Konstruktion bodengebundene Begrünung - vertikale/ horizontale Edelstahlseilkonstruktion (eigene Darstellung)

Abb. 64: Erscheinungsbild nach Anbringung der Kletterhilfe - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)

Abb. 65: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)

Abb. 66: Erscheinungsbild „volles Grün“ nach 5 Jahren (eigene Darstellung)

Abb. 67: Konstruktion Baukastensystem – Aluminium Fassadenelemente auf einer Unterkonstruktion (eigene Darstellung)

Abb. 68: Erscheinungsbild nach Anbringung Begrünung - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)

Abb. 69: Erscheinungsbild 3 Monaten (eigene Darstellung)

Abb. 70: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)

Abb. 71: Sonnenverlauf für den 21.12.2020 (eigene Darstellung)

Abb. 72: Sonnenverlauf für den 20.06.2020 (eigene Darstellung)

Abb.73: Konstruktion Regalsystem – linear angeordnete Alu-Tröge auf Unterkonstruktion (eigene Darstellung)

Abb. 74: Erscheinungsbild nach Anbringung Begrünung - noch keine Vegetation (eigene Darstellung)

Abb. 75: Erscheinungsbild nach einem Jahr (eigene Darstellung)

Abb. 76: Erscheinungsbild „volles Grün“ nach 3 Jahren (eigene Darstellung)

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Häufigste publizierte Parameter eingeordnet in Ranglisten sowie nach Themenkategorien: Stangl, R et al. *Wirkungen der grünen Stadt. Studie zur Abbildung des aktuellen Wissensstands im Bereich städtischer Begrünungsmaßnahmen*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, 2019. Seite 13

Tab. 2: Auswirkungen verschiedener Begrünungskonzepte auf das Stadtklima: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. 2014, Seite 176

Tab. 3: Anforderungen an den Brandschutz bei Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen: © Werner D. et al. in *Brandverhalten von Grünfassaden in großmaßstäblichen Versuchen*, 2018, Seite 55

Tab. 4: Konstruktive Anforderungen in Abhängigkeit von der Kletterform: Tabelle nach FLL, Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen, 2000, Seite 29

Tab. 5: Eignungsübersicht Wandaufbauten/Begrünungen: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Hrsg. *Fassadenbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen*. 2018, Seite 47

Tab. 6: Planungsfaktoren für eine Fassadenbegrünung (nach FLL-Fassadenbegrünungsrichtlinien)

Tab. 7: Eigenschaften bodengebundene Begrünung (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

Tab. 8: Eigenschaften fassadengebundene Begrünung (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

Tab. 9: Erläuterung der Einteilung der Eigenschaften (eigene Darstellung, nach Leitfaden Fassadenbegrünung 2019)

Tab. 10: Pflanzenwahl für Fassadenbegrünung mit Kletterpflanzen (eigene Darstellung, Information lt. FLL Fassadenbegrünungsrichtlinien)

Tab. 11: Pflegeanforderungen für die gewählten Kletterpflanzen (eigene Darstellung, Informationen lt. FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

Tab. 12: Übersicht Kostenrichtwert für bodengebundenes System (eigene Darstellung)

Tab. 13: Pflanzenwahl für das Baukastensystem (eigene Darstellung, Informationen nach FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

Tab. 14: Übersicht Kostenrichtwert Baukastensystem (eigene Darstellung)

Tab. 15: Pflanzenwahl für das Regalsystem (eigene Darstellung, Informationen nach FLL Fassadenbegrünungsrichtlinie)

Tab. 14: Übersicht Kostenrichtwert Regalsystem (eigene Darstellung)

Tab. 15: Tabelle 15: Zusammenfassung der Auswirkungen von untersuchten Fassadenbegrünungssystemen (eigene Darstellung)

13.3. Experteninterviews

Expertengespräch 1

geführt am 12.12.2019

DI Susanne Formanek

GRÜNSTATTTGRAU Forschungs- und Innovations- GmbH

Simon: In meiner Arbeit geht es um Fassadenbegrünungen, vorrangig im urbanen Raum, und wie es um die Risiken und Chancen dieser neuen Fassadengestaltung steht.

Formanek: Gestaltung ist gut. Urbaner Raum ist auch gut. Wir schreiben auch gerade mit der MA20 und Stadt Wien den Solarleitfaden und dabei geht es sehr stark um Kombinationen von Solartechnik und Begrünung. Dies ist auch an der Fassade möglich. Die Fassade der Zukunft muss viel mehr können. Kühlen, wärmen, Strom erzeugen und speichern. Das heißt die Fassaden müssen eine Multifunktionalität aufweisen und müssen natürlich auch das Mikroklima positiv beeinflussen. Das muss jetzt nicht immer eine Begrünung sein, die das bewirkt, das kann auch eine Oberfläche sein, die sich positiv auf das Mikroklima auswirkt. Zum Beispiel Wasser: mit Manche träumen davon Wasser über die Fassaden fließen zu lassen.

S: Ich habe auch im letzten Semester gemerkt, dass Wasser auch ein großes Thema ist, weil beim Parklet das Projekt mit dem Wasserkreislauf gewonnen hat.

F: Wasser ist in der Tat ein sehr großes Thema! Dies weil wir auf der einen Seite vermehrt mit Starkregenfälle rechnen, die dann die Kanäle stark belasten. Und auf der anderen Seite die verschobenen Jahreszeiten mit Starkregen wechseln sich mit Hitze und Dürre ab - das wird uns stark treffen. Daher sind alle im Moment im Begrünungshype und fragen sich, wie könnte man das Gebäude dazu nutzen, Wasser zurückzuhalten – um es für eine Verdunstung bereit zu stellen und die Kanäle und Infrastrukturen zu schützen. Durch das Zurückhalten des Wassers am Dach wird das Gebäude auch gekühlt.

S: Ist das hauptsächlich ein Thema in Wien?

F: Nein, Wenn wir nach Graz schauen stellen wir fest, dass dort weniger Wind herrscht. Oder in Innsbruck hatten sie letzten Sommer 106 Sommertage. Das Waldviertel ist auch stark durch den Klimawandel betroffen. und hat Zuwächse in den Temperaturen. Auf der Website vom Land Niederösterreich können die 3 Szenarien downgeladen werden. Eines zeichnet die Zukunft, wenn uns anstrengen die Klimaziele zu erreichen. Ein anderes Szenario zeichnet die Folgen ab, wenn wir uns weniger bemühen und das dritte Szenario rechnet mit Zahlen, in der Annahme wir führen keine Änderung durch. Die Grafiken können runterladen werden und sind sehr spannend - und da können wir ganz genau sehen, dass wir mit einem Temperaturanstieg von 7 bis 8 Grad in Niederösterreich rechnen könnten, wenn wir nichts tun. Ansonsten sind wir bei zwei Grad, Das Problem ist, dass mit jedem Grad, das wir dazu bekommen, sich die Luftfeuchtigkeit verändert. Dies weil die Luft, wenn sie wärmer wird, mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann. Jedes Grad bewirkt eine Luftfeuchtigkeitsaufnahme von 7,3 Prozent. Wir können uns dann vorstellen, wenn die Luft mehr Feuchtigkeit aufnimmt, dass es zu einer Wetterveränderungen kommt, was eine Akkumulation von starken Regenfällen und Schneefällen bewirkt. Und das verschiebt sich dann. Wenn es im Herbst regnet, werden die Grundwasserfälle aufgebaut für den Winter. Danach kommt der Schnee und dann im Frühjahr nähren wir uns quasi von diesem Grundwasser bis es wieder im Herbst regnet. Und wenn es jetzt nicht im Herbst regnet, sondern im Frühjahr, dann nützt es dem Grundwasser wenig. Die EinwohnerInnen von Gänserndorf leiden bereits unter einen geringeren Grundwasserspiegel. Bei einem niedrigen Grundwasserspiegel haben die ganzen Landschaften kein Wasser mehr und die Bevölkerung letztendlich auch nicht.

Wir werden immer wieder gefragt, ob denn eine Grünfläche am Stadtrand nicht ausreichte um die Hitze in der Stadt zu minimieren. Leider nein. Versiegelte Flächen erhitzen sich und speichern die Wärme. Da müsste man in der Fußgängerzone tatsächlich Bäume pflanzen, damit auch hier Wasser gebunden wird und sich die Stadt nicht so stark aufheizt. Es heißt nicht umsonst grüne Infrastrukturen, um durchgängige grüne Zusammenhänge zu haben.

S: Ich beschäftige mich in der Arbeit unter anderem mit dem derzeitigen Stand. Warum wurde GRÜNSTATTGRAU gegründet?

F: 2011 haben Vera und ich uns kennengelernt. Sie war damals an der Bodenkultur und ich war im Bereich Green Building tätig. Wir haben überlegt, wie die Pflanze als Baustoff verwendet werden

kann. Das war die Grundidee. Wie können wir nachwachsende Rohstoffe im Bau mehr einsetzen? Aber die Pflanze ist kein Baustoff,. Wir haben aufgrund der Überlegung, wie die Pflanze auch das Gebäude optimieren kann, die Welten der Energieeffizienz, von Photovoltaik angefangen bis Wärmepumpen, mit der Welt der Begrünungen zusammengespannt? Das energieeffiziente Bauen, nachhaltiges Bauen mit der gesamten Vegetationstechnik und der Bauwerksbegrünung. Bauwerksbegrünung ist ein eigenes Gewerk. Architektur bzw. unsere Bauwirtschaft und Gärtner, haben wenig miteinander zu tun gehabt. 2011 haben wir das Projekt *GrünAktivhaus* gestartet. Der Inhalt war "Bauwerksbegrünung trifft erneuerbare und nachhaltige Energie- und Bautechnik". Das Projekt hat drei Jahre gedauert. Wir haben am Ende des Projekts Fassadenbegrünungssysteme in Niederösterreich , in Großschönau, umgesetzt und gemeinsam alle Arten von Fassadenbegrünungen mit gewählten PV Kombinationen, und u.a. mit verschiedenen Wasser- und Bewässerungssystemen beobachtet . Als das Projekt zu Ende war, waren wir der Meinung, dass da noch viel getan werden muss. Der Innovationsbedarf war noch gross.

S: Das heißt, es war zu Beginn eigentlich ein Projekt auf Zeit?

F: Ja, es war ein Projekt mit Anfang und Ende. 2016 hat Wolfgang Mahrer die *Open Innovation Strategie* in Österreich veröffentlicht und die habe ich mir genommen und ein Konzept für ein Instrument Innovationslabor für die Bauwirtschaft geschrieben. Später haben wir es mit Bauwerksbegrünung kombiniert. 2016 haben dann Vera und ich ein komplettes Konzept an das Ministerium und die FFG gelegt, wie ein Innovationslabor im Bereich Bauwerksbegrünung ausschauen könnte. Jedes der drei heute existierenden Innovationslabore läuft ein bisschen anders. Unser Eigentümer ist der gemeinnützige Verband für Bauwerksbegrünung. Wir bauen sozusagen auf Wissen, das seit 1990 vorhanden ist, auf. Der Verband hat heute fünf Fachausschüssen, die u.a. auch Normen mitschreiben. Wir haben ein Zielgebiet definiert, den 10. Wiener Bezirk, um das, was wir dort lernen dann auf unsere Synergiegebiete in ganz Österreich zu multiplizieren. Synergiegebiete liegen in ganz Österreich.

International sind wir gerade dabei ein großes Projekt zu starten. Dabei geht es darum Herstellung, die ausführende Bauwirtschaft und die Community der nature-based solutions zusammenzuführen, um in Europa Innovationen voranzutreiben.

S: GRÜNSTATTGRAU stellt eine wichtige Anlauf- bzw. Beratungsstelle dar. Vor allem in der Startphase von Projekten wo es gilt, die Beteiligten aufzuklären und Informationen zu vermitteln. Aber

glaubst Du, dass die Leute allgemein über dieses Thema zu wenig aufgeklärt sind und dass das ein Grund dafür ist, dass Bauwerksbegrünung seltener in Betracht gezogen wird?

F: Ja, das wissen wir. Wir haben mit dem "Mugli", unser mobiler Ausstellungscontainer, viel Kontakt zur Bevölkerung, zur Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Das was ein Innovationslabor ausmacht, ist, dass es nicht nur mit der Wirtschaft und der Wissenschaft zusammenarbeitet, sondern dass wir auch mit der Politik verstärkt zusammenarbeiten und dann auch noch mit der Bevölkerung. Dieses neue Denken ist ganz wichtig: Die Bevölkerung in neue Projekte einzubinden, weil wir im Grunde genommen marktfähig werden müssen, um positive und negative Reaktion zu bekommen. Wir haben MUGLI am Kolumbusplatz in Favoriten aufgestellt. Ein schwieriges Gebiet. Es gibt eine Hitze-karte von der Stadt Wien, da sieht man ja, wo die Hotspots sind, aber jetzt nicht in Bezug auf Hitze, sondern auch von der Vulnerabilität der Bevölkerung. Es war gut, dass wir damals als Zielgebiet Favoriten gewählt haben, weil die Karte bestätigt, dass es ein HotSpot ist. Bei der Befragung beim MUGLI ist herausgekommen, dass über 30 Prozent überhaupt keine Ahnung gehabt haben, dass es schon viele Bauwerksbegrünungstechnologie gibt. Und daher wissen wir, dass der Rest, also 70%, sich mit dem Thema schon einmal beschäftigt hat, und sich teilweise eine Bauwerksbegrünung vorstellen könnte.

Vor zwei Jahren, als wir gestartet haben, hatten wir bereits viele Anfragen von Privaten und Bauträgern, so dass wir unseren *Greening Check* entwickelt habe. Das ist eine Online 16 Schritte Machbarkeitsanalyse, mit der sich die Leute gratis informieren können, wie Bauwerksbegrünung funktioniert und was es dazu bedarf.

S: Treffen diese Aussagen auch auf die Baubranche zu? Sind hier das Interesse und die Nachfrage auch gestiegen?

F: Ja, natürlich, die Immobilien- und Baubranche sind wichtige Partner. Die Privaten sind manchmal schneller.

Wir haben aber verschiedene Barrieren: Als Beispiel kann ich das Projekt "50 grüne Häuser" erwähnen. Ein Projekt im zehnten Bezirk, das schön demonstriert, welche Bandbreite es an Eigentumsverhältnissen in Österreich gibt. Wenn das Gebäude jemandem einzelnen gehört, dann ist das schon relativ gut, weil dann kann man da mit einer Einzelperson reden. In dem Moment, wo es eine Mit-eigentumsgemeinschaft ist, braucht man eine Vollmacht und einen Konsens der Gemeinschaft.

Wenn da drei Personen drinnen sitzen, die nichts mit Pflanzen am Hut haben wollen, hat man verloren.

S: Das heißt Eigentumsverhältnisse sind ein großes Problem dabei.

F: Genau aus dem Grund haben wir in dem Projekt einen online Einreich Prozess entwickelt, um Hemmnisse und Barrieren abzubauen. Integriert ist eine Vollmacht, die es ermöglicht, einen schnellen Konsens zwischen den Miteigentümer zu finden. Damit können wir dann zur Stadt Wien gehen und der Genehmigungsprozess wird vereinfacht.

S: Was sind dabei noch große Hemmnisse? Obwohl die Vorteile der Fassadenbegrünung bekannt sind, gibt es noch immer eine gewisse Hemmschwelle.

F: Weil Du die Bauwirtschaft angesprochen hast: Im Bereich Bauwerksbegrünung gibt es L-Normen, die Bauwirtschaft arbeitet aber oft mit H-Normen. Sie wissen oft nicht, dass es eine Norm gibt, was ein Grund dafür ist, dass es noch nicht als eine Technologie gesehen wird. Das zweite ist, dass viele nicht wissen, dass es eine Bandbreite an Pflanzen gibt, die zum Standort passen muss. Auch die Leistungen von Bauwerksbegrünung ist zu wenig bekannt, die Wirkungen auf das Gebäude und das Klima. Da herrscht oft noch Irrglaube. Außerdem glauben viele, dass Bauwerksbegrünung Schäden verursachen. Ein einzelner negativer Fall genügt, um viele positiven Bewusstseinsbildung zunichte zu machen. Dass es 90 Prozent Reklamationen am Bau gibt, kommt nicht in den Medien. Aber wenn dann ein Blatt braun ist, dann sieht das jeder gleich wieder als Argument, dass Bauwerksbegrünung nicht funktioniert.

Es gibt viel zu wenig Umsetzungsbeispiele, das ändern wir und setzen Impulse für Umsetzungsprojekte und F&E Projekte. Vertikale Leuchtturmprojekte bewirken viel, weil sie demonstrieren, dass Begrünungen am Gebäude möglich sind. Das ist unser Ziel. Wir schauen, dass wir ein Leuchtturmprojekt nach dem anderen umsetzen, wobei wir es selber nicht ausführen. Das machen unsere Firmen. Aber mit jedem Objekt wird es einfacher, weil die Akzeptanz steigt und das Interesse größer wird. Und um hier auch in der Größe mal zu demonstrieren, was das bedeutet, wenn mehrere Gebäude begrünt sind, mikroklimatisch und in Bezug auf Regenwassermanagement, haben wir das Zielgebiet Favoriten gewählt. Dort sollen so viele Begrünungen wie möglich umgesetzt werden.

Wenn Du Architektur studierst, dann wirst Du wissen, dass Du Bauwerksbegrünung nicht lernst in Deinem Studium. Die Baufirmen haben es dett2o nicht gelernt, sind nie mit diesem Thema in Berührung gekommen. Dann gibt es Architekten und Planer, die zwar schöne Visualisierungen und Renderings in der Einreichphase machen. Da glaubt jeder, dass ein Gebäude schön begrünt wird, aber zum Schluss ist kein Geld mehr da, weil das Geld einfach woanders benötigt worden ist und dann sind es drei Bäume, die hingestellt werden.

Bauwerksbegrünung ist eine eigene Disziplin, die von einem Landschaftsplaner von Anfang an mitgeplant werden muss, mit einem Pflegekonzept gleich von Beginn an. Wenn es in Kombination mit der Gebäudetechnik mitgedacht wird, kostet es auch nicht mehr. Wasserführung, Statik und Befestigungen können gleich von Beginn an geplant werden. Der ganze Bau hat sich in den letzten 20 Jahren so komplex gestaltet, dass viele meinen sie brauchen nicht auch noch einen Landschaftsplaner.

S: Stichwort komplex: es gibt mittlerweile unzählige Normen und Richtlinien in der Bauwirtschaft. Für die Dachbegrünung gibt es z.B. die ÖNORM L 1131. Gibt es für die Fassadenbegrünung auch schon Regelungen in Österreich?

F: Die wird gerade von unserem Fachausschuss geschrieben. sie kommt nächstes Jahr raus, und wird ÖNORM L 1136 heißen. Aber es gibt auch FLL Richtlinien aus Deutschland, die österreichische Norm wird ausführlicher. Es gibt es auch noch den neuen Fassadenbegrünungsleitfaden der Stadt Wien, der auch die letzten Brandversuche der Fassadenbegrünung beinhaltet. Als wir damals 2011 das Projekt GrünAktivHaus umgesetzt haben, haben wir die MA39 im Boot gehabt. Damals wurde gesagt, dass nie und nimmer eine Fassade begrünt werden darf, weil die Brandschutzvorgaben so streng sind. Die Umsetzung auf dem Gebäude der MA48 hat bewiesen, dass es funktioniert. Das Gebäude hat ein eigenes Brandschutzkonzept. Das war der Beginn und somit wurde auch dieses ganze Genehmigungsverfahren mitgedacht. Das hat das Projekt gut bewirkt. Am Land, im Vergleich zur Stadt, ist das was anderes, da gibt der Bürgermeister die Genehmigung. Wir haben in Österreich 9 verschiedene Bauordnungen. Wieder zu deiner Frage „was sind die größten Hemmnisse“. Wir sprechen davon, dass die Gebäude der Zukunft eine aktive und eine passive Strategie entwickeln müssen. **Passiv** heißt, dass sie alles tun müssen, damit sie so wenig wie möglich Energie verbrauchen, so gut wie möglich z.B. Tageslicht hereinlassen, um wenig Kunstlicht zu verbrauchen, keine Klimaanlagen haben, natürlich lüften, Strom effizient nutzen, keine Emissionen ausstoßen, Materialien verwenden, die biozidfrei sind. **Die aktive Strategie** heißt dann den erneuerbaren Energieeintrag in das Gebäude zu optimieren. Das heißt passiv alles zu tun, um die Energieversorgung / -effizienz zu

optimieren. D.h.: Wärme effizient gewinnen und ableiten, kontrollierte Raumlüftung und Künstliches Licht optimieren und dezentral Strom erzeugen. Was muss ich noch zusätzlich dazugeben, damit das Gebäude funktioniert? Und das nur mit erneuerbaren Energien. Da sprechen wir von Photovoltaikkonzepten zum Beispiel, von neuen Speicherkonzepten mit der Mobilität gemeinsam. Und das kann gerade die Bauwerksbegrünung einen großen Beitrag liefern. Sie helfen mit bei den Energieverbrauch zu minieren.

S: Wie genau lässt sich die spätere Auswirkung der Begrünung auf das Gebäude im Vorfeld bestimmen? Lässt sich das im Vorhinein überhaupt genau sagen, da es von der Pflanzenentwicklung abhängt?

F: Ja, es lässt sich bestimmen und auch berechnen. In der neuen Norm steht ganz genau drinnen, wie der Anwuchs in den ersten zwei/drei Jahren ist. Da sieht man ganz genau die Prozente an Wachstum. Man kann ganz genau sagen, bei welchem Substrat welche Pflanze in welchem Standort, in welchem Klima, mit welcher Bewässerung sich wie entwickeln wird.

Elisabeth Gruchmann-Bernau (*die sich ebenfalls im Raum befindet*): Das Ziel der Norm ist, dass man vermeidet, dass man alles baut und sich danach nicht mehr darum kümmert. Und deshalb gibt es auch so viele negative Beispiele. Und jetzt haben wir quasi ein Begrünungsziel definiert, das mit Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren ist. Und um sich da auch etwas orientieren zu können, haben wir jetzt schemenhaft die verschiedenen Systeme drin, damit man dann sieht, was man in der Regel nach einem Jahr erwarten kann. Beim wandgebundenen Systemen hat man nach dem ersten Jahr schon über 80 Prozent und nach dem dritten schon eigentlich die 95 Prozent erreicht. 100 Prozent erreicht man in der Regel ja nie. Also es wird in einer Vereinbarung alles festgelegt, dass der Kunde zufrieden ist und dass die Firma weiß, wie es funktioniert.

F: Die Auswirkungen der Begrünung auf das Gebäude können im Vorfeld mit Softwarelösungen berechnet und visualisiert werden. z.B.: ENVIMENT oder GREENPASS.

S: Gibt es auch andere Auswertungen von anderen Projekten, die man sich anschauen kann, um Aussagen über die erreichbaren bauphysikalischen Werte zu treffen?

F: Es gibt eine Studie von der TU, wobei die Feuchtigkeit hinter Fassadenbegrünungen an Ziegeln z.B.. gemessen wurde. Man weiß, dass die Temperatur teilweise bis zu 20 Grad weniger hinter Begrünungen ist. David Tudiwer hat sich damit auseinandergesetzt, den U-Wert von Vertikalbegrünungen zu definieren. Das ist deswegen wichtig, weil wir da weiterdenken und überlegen Kenndaten in den Energieausweis einzubringen, weil Bauwerksbegrünung eigentlich als eine Maßnahme zur Gebäudeoptimierung bewertet werden sollte. Es gibt weiters noch das Projekt Kandlgasse, in dem alle bauphysikalische Werte gemessen wurden.

S: Welche Aussagen kannst Du zur erfahrungsgemäßen Verbesserung von Gebäudehüllen treffen? Wurde die Fassade gemessen aufgewertet (Bauphysik, Mikroklima), war es eher nur gestalterisches Mittel oder waren die Nutzer/Eigentümer vielleicht sogar unzufrieden?

F: Die Gebäudehülle lebt mit einer Begrünung länger, da sie vor UV-Strahlung, Hagel und Starkregen schützt. Zudem kühlt mit jedem cm mehr Aufbau der darunterliegende Raum.

Ja die Werte wurden gemessen, es gibt Literatur zu Messprojekten.

Wir haben alle Projekte, auch die jetzt zukünftig kommen, miteinander vernetzt und Synergien hergestellt. Es sind nicht nur gestalterische Projekte: Beim Projekt *Skyfarm*, das sich mit dem Thema vertical farming auseinandersetzt, ist noch nichts umgesetzt worden. Und zwar ist es darum gegangen, einen Leerstand zu suchen, ein Bestandsgebäude zu suchen und zu sagen, was wäre denn, wenn da jetzt eine vertical farm, eine Lebensmittelproduktion indoor eingesetzt werden würde. Und was würde das energetisch bringen. Viele zweifeln daran, Landwirtschaft in ein Gebäude zu verlegen. Es sind sehr gute Ergebnisse herausgekommen. Beim Projekt *Smart Pöltlen* geht es um eine Bürgerbeteiligung und Mikroklimaaufwertung.

Wir selber gehen nicht in alle Projekte als Partner rein. Wir begleiten viele Projekte nur initiieren sie, manchmal gehen wir als Partner hinein, manchmal nicht, das kommt auf den strategische Richtung darauf an.

Bezüglich Messbarkeit, Visualisierungen und Darstellung der Verbesserung der Gebäudehüllen durch Bauwerksbegrünung beweist das Projekt *BiotopeCity*, dass Leistungen und Effekte der Begrünungen berechnet werden können. Mit dem *GreenPass*, das ist eine Softwarelösung, die jahrelang in verschiedensten Ländern erprobt worden wurde, kann ein Gebäude mit einer Begrünung optimiert werden. Zum Beispiel kann dann eine Aussage getroffen werden, in welchem Grad die

Sonneneinstrahlung optimal auf die Hitzereduktion auf die Gebäudehülle wirkt, wie viele Stockwerke es maximal haben sollte, was es bewirkt, wenn drei Bäume vor dem Gebäude wachsen, wie weit hier der Energieertrag eingespart werden kann. Mit diesem Softwaretool kann bauphysikalisch, teilweise auch energetisch Berechnungen erstellen, an einer Weiterentwicklung wird gearbeitet.

Im Projekt *50 grüne Häuser* wurde zum einen ein Grünfassaden-Modul, BeRTA heißt es, sowie ein eigens entwickeltes Online-Einreichtool entwickelt, das es künftig noch einfacher macht, Gebäudebegrünungen in der Stadt zu realisieren. Hauptfokus waren Häuser im Bestand. BeRTA lässt straßenseitige Fassaden rasch und kostengünstig „ergrünen“! Der Name steht für die Bestandteile des Grünfassaden-Moduls: Begrünung, Rankhilfe, Trog – All-in-One. Jetzt wurden die ersten 15 Häuser mit der BeRTA Lösung begrünt. Das wurde jetzt erst gemacht, vor zwei Wochen, das ist nächstes Jahr im Frühjahr dann schon schön grün. Spannend wird auch zu sehen sein, dass unerwünschtes Graffiti verschwindet und die Straßenzüge ergrünen. Nebenbei läuft ein technisches und soziales Monitoring, das uns auch viele Erkenntnisse bringen wird.

In Aspern gibt es ein Projekt, namens *Essbare Seestadt*, bei dem man auch die Bevölkerung befragt hat, welche Begrünungen umgesetzt werden können. Unsere Partnerin Bente Knoll führt in vielen Projekten Befragung der Bevölkerung und der Mieter und Nutzer durch. Die Daten vom neuen erstmalig aufgelegten *GreenMarketReport* werden beschreiben, wie sich die Green Jobs in dem Begrünungsbereich erhöhen werden und wie groß das Marktvolumen ist. Wie groß ist der wirtschaftliche Output von Innenraum, Fassaden- und Dachbegrünung? Wohin geht der Trend? Wenn wir diese Zahlen und Daten wissen, dann können wir uns selbstbewusster aufstellen und sagen "wir sind ein wichtiger Zweig".

S: Wo siehst Du Weiterentwicklungspotential in der Bauwerksbegrünung? Gibt es Überlegungen abseits von reinen Fassadenbegrünungen, wie man dieses System weiterdenken könnte? Z.B. zusätzliche Alternativen für eine Baumbeschattung oder der Übergang in andere Elemente?

F: Spannende Frage. Ad Baumbeschattung, dies rechnet der *GreenPass* ebenfalls. Ein Gebäude wird immer nur einzeln gesehen, das wird sich in Zukunft ändern müssen. Wir müssen in Quartieren und deren Wirkungen und Synergien aufeinander planen und bauen. *KlimaAktiv* hat jetzt schon eine eigene Quartiersbewertung, da kommt der Grünflächenfaktor nun hinein. Eine Fassade ist nicht nur noch eine Fassade ist, sondern wird viele Funktionen übernehmen und natürlich kann eine Leistung für die Umgebung und Umwelt übernehmen. In unserer *Best Practise* Broschüre sind einige Projekte, die zeigen sehr gut, wie man Bauwerksbegrünung in die Architektur integrieren kann. Weiterentwicklungspotential gibt es noch viel: Von Roboter - und Drohneneinsatz, Kreislaufdenken, Big Data

Einsatz, VR und AR, Sanierungen, Kombinationen mit Energie, Einsatz von BIM, Finanzierungsme-
thoden und Pflegemaßnahmen sowie Sanierungsmöglichkeiten.

S: Das heißt dieses Potenzial ist sehr stark gegeben und das ist erst alles am Kommen.

F: Technologisch gibt es sehr gute Lösungen und Systeme. Bis jetzt haben sich aber wenige Archi-
tekten mit dem Thema auseinandergesetzt. Architekten sind keine Landschaftsplaner und Land-
schaftsplaner sind keine Architekten. Sie haben in der Gebäudetechnologie nicht so viel Ausbildung,
aber sind in ihrem Bereich Grün- und Freiflächen wichtig für einen Teil um und am Gebäude. Für
alle die mehr im Thema Bauwerksbegrünung lernen wollen, haben wir ein Qualifizierungsprogramm
aufgesetzt. Auch für Architekten, die in ihrem Studium wenig über Begrünungen lernen. Sie sind
wichtig für uns.

S: Aber es sollte schon Teil der Ausbildung sein?

F: Es besteht die Meinung in der Bauwirtschaft, dass die Gebäudetechniker die neuen Architekten
sein werden und dass man auf die Architekten teilweise verzichten wird (können, müssen). Das Herz-
stück eines Gebäudes, wenn es gut und leistungsfähig funktionieren muss, ist die Gebäudetechnik. Und
alles, was rundherum noch dazukommt, ist „nice to have“. "leistbares Wohnen" lässt keine großen
architektonische Sprünge mehr zu. Da bleibt die Begrünung auch oft auf der Strecke. Prestigepro-
jekte, die oft von Ländern gebaut werden, beweisen gerne das Gegenteil, sie sind architektonisch
natürlich sehr aufwertend. Dann ist aber oft wieder ein Baum im Weg, da er die Fassade nicht zur
Geltung bringt. Aber wenn da jetzt einmal das Thema kommt "Wir machen keine Glasfassaden
mehr", und "grün ist das neue Glas", wer soll dann Vorschläge machen? Da gibt's nur architektonisch
wunderschöne visualisierte Objekte, in denen Grüne Punkte eingezeichnet sind, aber oft fehlt das
Wissen über den Prozess der Bauwerksbegrünung. Das muss in eine Ausbildung. Meist wird zum
Schluss des Bauvorhabens nur mehr spärlich die notwendigsten Begrünungsmaßnahmen gesetzt.

S: Das ist aber heute noch ein Problem in der Architektur. Planung vs. Umsetzbarkeit.

F: Das ist das Problem. Ein architektonisch guter Entwurf wird oft stark verändert, und zu guter Letzt, wird es zwar vielleicht dadurch leistbarer, aber die notwendigen Begrünungsmassnahmen fallen auch raus. Wir haben schon bei ein paar Architekturwettbewerb geholfen, um von Anfang an Begrünungen mit einzuplanen. Danach geben wir es an Partner weiter. Das wird hoffentlich mehr werden. Das wäre der Schlüssel.

S: Es bleibt also spannend. Vielen Dank für das Gespräch.

Expertengespräch 2

geführt am 22.01.2020

DI Jürgen Preiss

MA 22 – Umweltschutz

Preiss: Es ist bekannt und das wissen wir, dass das Thema Hitze in der Stadt und Stadtklimatologie und Anpassung an das Klima in der Stadt wahnsinnig komplex ist. Einerseits, weil das Klima-Thema nicht so einfach zum handeln ist, weil Stadtklima ein multiparametrischer Effekt ist. Nicht nur die Lufttemperatur, die wir irgendwann mal haben, sondern andere Parameter, die da mit antreiben ist der Wind natürlich. Er spielt eine wichtige Rolle, der gesamte Strahlungshaushalt, Luftfeuchtigkeit und die Sonnenstrahlung haben einen starken Einfluss auf die gefühlte Temperatur. Und dann in weiterer Folge, dass man nie nur einen Parameter sich anschauen kann, darf, soll, sondern im Endergebnis geht es um den Menschen. Es geht darum, was empfindet man und wie kann man es empfinden. Wenn man vom öffentlichen Raum spricht, wird es noch komplexer, wie der Außenraum. Der ganze Energiehaushalt zusammen mit dem, was innen im Gebäude passiert, nämlich wie viel Transmission haben ich über die Komponenten. Latent- und Direkteinstrahlung über die Fenster etc. und wie verhält sich das bei einem bestimmten Außenklima. Der Mensch ist sowohl im Gebäude, als auch außen, also irgendwo dazwischen und bekommt es zunehmend ab. Warum? Weil wir einen Klimawandel haben, das ist der eine Motor der das antreibt, und das andere ist einfach die Struktur der Stadt. Den Klimawandel können wir wahrscheinlich nicht so schnell drehen, zumindest nicht auf lokaler Ebene. Wenn wir in Wien alles grün machen wird es sich auf das globale Klima wahrscheinlich null auswirken, es sei denn, wir haben so viel Gabe, dass wir andere Länder davon überzeugen, es auch so zu machen und mit treibhausgasrelevanten Antriebsmöglichkeiten auf die völlig zu verzichten etc. und auf vegane Lebensweise umzusteigen etc. Aber da muss man global kommunizieren und handeln. Ich glaube, wir bleiben auf der städtischen Ebene. Der Klimawandel ist das eine und es geht jetzt darum, wie kann man sich an die Dinge, die sich aufgrund des Klimawandels verändern,

anpassen. Und wie kann man vor allem die hausgemachten Fehler oder hausgemachten Faktor vermeiden, minimieren, nämlich den sogenannten Urban Heat Island Faktor, der der sozusagen additiv zur Änderung vom globalen Klima, zum Mesoklima der Stadt dazuzurechnen ist. Und da sind noch sehr hohe Bandbreiten möglich. Reine Temperatur, wissen wir, drei bis fünf Grad Celsius Differenz aber auf mikroklimatischer Ebene sind die Differenz noch wesentlich höher. Und wenn wir uns die gefühlte Temperatur anschauen, haben wir Differenzen von 20, 30 Grad innerhalb von kleinen Teilräumen. Bei extremen Verhältnissen von über 50 Grad gefühlter Temperatur bei 30 Grad Außentemperatur, zum Beispiel, wird es dann schon sehr heftig. Das sind natürlich auch die gegenständlichen Räume in der Stadt, öffentliche Räume, Straßen.

Simon: Die MA 22 beschäftigt sich mit der allgemeinen Grünraum Situation in Wien, Stichwort Grünraum Monitoring. Könnten Sie die aktuellen Kenntnisse kurz zusammenfassen bzw. die weiteren Ziele erläutern?

P: Das Grünraum Monitoring gibt es seit 2005, glaube ich. Es wurde eigentlich dreimal durchgeführt bis jetzt. Zweimal gab es die Auswertungen manuell. Da sind die Grünflächenanteile ermittelt worden aufgrund der Infrarotabstrahlung von Vegetation. Also Chlorophyll produziert Infrarot, das kann man mit speziellen Kameras in einem bestimmten Infrarotbereich messen. Man kann auch eine gewisse Intensität herauslesen. Damit kann man das umrechnen in eine Art prozentuelle Grünflächenanteil auf Blockebene. Das ist zweimal durchgeführt worden.

S: Auf welcher Fläche?

P: Das sind sozusagen Blockrandgrößen. In dieser Größenordnung spielt sich die Fläche ab. Die Straßen und öffentlichen Räume sind gesondert gerechnet. Und mit dem zweiten Monitoring war es möglich auch die Veränderung zu ermitteln. Wie hat sich der Grünanteil und der Versiegelungsgrad prozentuell verändert? Bei den ersten beiden Durchgängen musste das manuell ausgewertet werden. Das heißt, man hat jede einzelne Fläche anschauen müssen und manuell ermitteln: Wie viel Prozent sind das? Mittlerweile kann man diesen Rotanteil automatisiert erfassen und das geht automatisiert über die gesamte Stadtfläche. Man muss natürlich die Daten aufbereiten. Das Flugzeug, das drüber fliegt: erstens sind das Streifen zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Das heißt, da muss man kalibrieren und anpassen. Das hat man vorher auch machen müssen. Das ist eine manuelle Vorarbeit, die jedenfalls erforderlich ist. Das zweite ist, dass die Flugaufnahme auch nicht so ist, was man sich immer wünschen kann, also z.B. immer am 21. Juni, sondern da gibt es andere Kriterien, wann man die Aufnahmen macht. Da gibt es z.B. eine Aufnahme, die im April stattfindet, wo zwar schon Chlorophyll sichtbar ist, aber manche Bäume noch nicht. Also muss man da ein bisschen anpassen. Und dann gibt's immer wieder Überlegungen, mehr ins Detail zu gehen, also mit Fragestellungen wie zum Beispiel: Wie ist genau die Baumkronenüberdeckung im öffentlichen Raum? Da gibt es mittlerweile auch ein Monitoring, also eine Erfassung der Baumkronenüberdeckung, aus dem

Grünraum Monitoring heraus. Man hat die prozentuelle Überdeckung des öffentlichen Raums mit Baumkronen. Wir haben dann auch versucht auszurechnen, wie hoch wäre die Überdeckung, wenn die Bäume im Mittel alle 30 Jahre alt sind. Weil es ein Unterschied ist, ob das gerade neu gepflanzt ist. Es gibt Straßenabschnitte, wo die Überdeckung 80, 90 Prozent erreicht. Das sind aber schon wirklich tolle Sonderfälle, wo der Baumbestand 30, 40 Jahre alt ist und mehr. Die 30 Jahre waren uns wichtig als Vorgabe bei gewissen Zielsetzungen der Stadtentwicklung definieren zu können. Also eine Art Standard, wo wir sagen, der öffentliche Raum soll zu 40 Prozent mit Baumkronen überdeckt werden, mit einer Annahme, dass diese Baumkronen gemittelt 30 Jahre alt sind. Informationen bekommt man von Baumschulen, die Angaben über Baumkronen, über die diversen Arten und Sorten, bekannt geben und da kann man einen Mittelwert bilden, dann weiß man, was man sich erwarten kann. Wir haben diesen Wert auch ein bisschen reduziert bzw. angepasst auf das, was man sich im städtischen Raum erwarten kann. Die Baumschulen setzen die Bäume nicht nur in der Stadt, in extrem anspruchsvollen Situationen, sondern die werden ja oft auch in Gärten und Parks usw. gepflanzt. Und ein Garten oder ein Park hat ganz andere Voraussetzungen. Im klassischen Sinn sagt man "Der Baum ist gut" das wissen wir schon relativ lang. Das wussten schon die alten Ägypter. Das hat man vor 5000 Jahren auch schon gewusst, dass ein Baum ein toller Rastplatz ist. Nicht nur weil er gut beschattet und weil der Leaf Area Index sehr hoch ist, also es ist ein qualitativ hochwertiger Schatten. Der Baum hat aber auch den Vorteil, dass er trotzdem luftdurchlässig ist und keinen Luftstau verursacht, wie zum Beispiel eine künstliche Beschattung mit Planen oder Sonnenschirmen oder sonstigen Überdachungen. Die Luft kann in der Baumkrone aufsteigen und gleichzeitig erfolgt auch der Verdunstungseffekt durch die Transpiration der Blätter, also eine Umwandlung der Energie über den latenten Wärmestrom, es entsteht also eine Verdunstungskälte. Ein Liter Wasser entzieht der Luft 2257 kJ. Das ist ja viel, wenn man weiß, dass Bäume am Tag bis zu 600-800 Liter Wasser verdunsten. Das Ganze mit der Energie verkoppelt ergibt eine Kältemaschine. Natürlich verdunsten Bäume nicht immer gleich viel. Wenn es extrem heiß ist, kann der Baum in der Situation gar nicht mehr so viel Wasser nachliefern. Da gibt es verschiedene Mechanismen artabhängig, was die dann tun, wenn es auf einmal heiß wird. Man darf nicht immer annehmen, dass Bäume die volle Verdunstungsleistung bringen, wenn es heiß ist.

S: Kann man sagen je größer die Blattfläche, desto größer die Transpiration?

P: Das schon, ja. Es gibt artabhängig große Unterschiede. Man weiß es nicht von allen Arten. Man weiß, es gibt große Unterschiede, die natürlich zeitabhängig sein können. Und natürlich die Koalition des Baumes: Wie viel Wurzelraum steht zur Verfügung, wie viel Wasser? Wie ist der Wasserhaushalt im Boden? Und was spielt da alles mit im Boden? Nicht nur das Wasser und das Substrat, das sind dann auch noch Pilze, die mit der Wurzel eine Art Symbiose bilden, die leichter Wasser aufnehmen können aus der Umgebung, wenn es sehr, sehr trocken ist, da schaffen die Pilze höhere Saugspannungen als Wurzeln von Pflanzen. Die Pflanzen nützen das, wenn die Pflanze mit den eigenen

Wurzeln eigentlich schon längst vertrocknen würde, schaffen sie das mithilfe von Pilzen immer noch Wasser aufzunehmen. Die Pilze sind mit den Wurzeln verbunden. Und dann gibt's einen zweiten synergetischen Effekt, dass die Pilze zusätzlich auch Nährstoffe aus der Luft holen bzw. sind es dann Bakterien. Aber der Baum ist an sich ein Wunder bzw. die Pflanze. Man könnte natürlich adiabatische Kühlanlagen irgendwo hinstellen. In der european green infrastructure strategy steht irgendwo drinnen, wie wichtig die grüne Infrastruktur für die Kühlleistung der Stadt ist. Da ist sogar ausgerechnet worden, wie viel es kosten würde, wenn man einen Hektar grüne Infrastruktur kompensieren müsste mit künstlicher Leistung. Das würde pro Hektar 300.000 Euro im Jahr kosten. Und das wissen wir zunehmend auch aufgrund von konkreten Projekten, wo man wirklich berechnet hat und weiß, wie die Wasserbilanz ist. Die MA 48 ist ein schönes Beispiel. Fassadengebundene Begründung, 3600 Liter an heißen Tagen auf 850 Quadratmeter, da kommt man ungefähr auf vier Liter pro Quadratmeter und Tag. Sehr viel Energie, die ich der Umgebung entziehe. Jetzt könnte man alle Häuser weiß machen. Dann habe ich zwar den Vorteil, dass die Strahlungsenergie reflektiert wird zu einem gewissen Anteil, aber irgendwo geht das dann hin.

S: Und was macht jetzt die Stadt Wien konkret? Was sind die aktuellen Projekte oder Ziele für mehr Grün, abgesehen von beispielsweise Förderungen?

P: Das eine ist der UHI-Strategieplan mit den 37 Maßnahmen, grüne blaue graue Infrastruktur. Die Stadt Wien ist jetzt draufgekommen, nur aufzuzählen, welche Maßnahmen es gibt, bei weitem zu wenig ist. Das Erste was wir tun ist, dass wir die Ziele und die Maßnahmen, die Handlungsmöglichkeiten in den verschiedenen Stadtentwicklungsprozessen als Ziele entsprechend definieren.

S: Gibt es die Möglichkeit, dass man Ziele verpflichtend vorschreibt? Durch Klimaschutzkonzepte z.B.

P: Das Thema Klimaschutz oder Klimawandelanpassung ist gesetzlich noch relativ schlecht verankerbar. Warum? Weil wiederum die Stadt Klimatologie so komplex ist. Was nehme ich denn jetzt als Zielwert an? Darüber diskutiert man derzeit. Ich kann zwar sagen Verschlechterungsverbot oder Verbesserungsgebot, oder du darfst einen gewissen UHI Faktor nicht überschreiten. Die Frage ist nur, wie administriert man das dann oder wie kann man solche Ziele verwalten oder wie kann man denn ein Gesetz gießen bzw. verordnen? Sehr schwierig. Derzeit gibt es eher so Zwischenlösungen, wo man sagt man legt einzelne Maßnahmen fest. Die Möglichkeit der Festlegung von Dachbegrünung gibt es schon relativ lange in der Bauordnung. Fassadenbegrünung können wir seit der letzten Novelle festlegen und wie viel wir tatsächlich festlegen werden, wird man sehen, weil gerade 25-30 Leute befasst sind im Magistrat, sich mit entsprechenden Grundlagen zu beschäftigen, wie man wo wie viel festlegt. Das ist nicht ganz so untrivial, weil Fassadenbegrünungen ein bisschen komplexer sind als Dachbegrünungen. Es sind vielfältigere Systeme, weil es zwar gewisse normative Grundlagen gibt, also Leitfäden, eine FLL-Richtlinie, aber noch keine ÖNORM. Es gibt eine in Ausarbeitung, aber ich kann nicht hineinschreiben in einen Bebauungsplan "sind nach Stand der Technik" oder "die

Fassaden XY sind zu begrünen gemäß Stand der Technik". Gut, könnte ich schon hineinschreiben, aber ich kann mich nicht auf eine ÖNORM beziehen, die es nicht gibt.

S: Wie weit reicht momentan der Tätigkeitsbereich von Planern? Gibt es Vorgaben oder Einschränkungen bezüglich Befugnisse? Fachkompetenz ist das A und O. Gerade bei solchen komplexen Projekten. Aber wie weit ist die Handlungstätigkeit beschränkt?

P: Es gibt starke Diskussionen darüber. Die ist relativ stringent jetzt im Zusammenhang mit Fassadenbegrünungen aufgetaucht, wie wir das Projekt "50 grüne Häuser" gestartet haben. Das Wiener Grünfassadenmodul „Berta“, wo man alle möglichen Kriterien untersucht hat, damit das bestmöglich funktioniert. Öffentlicher Raum ist anspruchsvoll und man muss auf viele Sachen aufpassen. Bei einfachsten Lösungen ist es nicht so kompliziert. Schwierig wird es, wenn dann technische Elemente dazukommen, wie Rankhilfen, und wenn ich dabei in einen Bereich hineinkomme, wo ich unter Umständen auch eine Baubewilligung brauche. Das heißt, ab einer gewissen Dimension, wo schon ziemlich gute statische Kenntnisse erforderlich sind. Da kann es sein, dass man zumindest ein statisches geringfügiges Gutachten vorweisen muss. Und da wird dann klar, dass das ein Garten- und Landschaftsbauer nicht erbringen kann. Da gibt es auch so Regelungen "wie viel darf ein Gärtner mitmachen". Da geht es um die Verhältnismäßigkeit. Wenn es eine große Begrünung ist, ein Trog und Substrat, das wird alles der Gärtner machen können, einschließlich einsetzen der Pflanze. Und wenn es nur darum geht, ein kleines Rankseilchen über ein Geschoß an die Wand zu montieren, macht 10-20 Prozent des Gesamtgewerkes aus, dann wird man sagen, das darf der Gärtner noch in seinem Rahmen machen, vorausgesetzt, er hat die technischen Kenntnisse dafür. Also wenn er das nicht hat, dann kann er u.U. ein Problem haben, wenn irgendwann einmal etwas nicht funktioniert. Das gleiche bei den Dachbegrünungen. Auch da ist es so, dass nicht immer ganz klar ist, wer für die Dachabdichtung bzw. für Abschlüsse zuständig ist. Prinzipiell ist es aber so, dass ab der Dachabdichtung solche Leistungen die Garten- und Landschaftsbauer machen. Heikler wird es, wenn bei einem Umkehrdach die Wärmedämmung über der Dachabdichtung ist, da glaube ich es nicht, weil sie nämlich vom Umfang her doch schon sehr anspruchsvoll ist. Da wird nicht der Garten- und Landschaftsbauer die Wärmedämmung verlegen. Die Gewerbeordnung regelt schon, wer, wie viel und was machen darf. Und die Herausforderung ist, dass bei vielen Begründungssystemen dieses Zusammenarbeiten mehrerer Experten erforderlich ist. Dachbegrünung und PV ist da ein typisches Thema. Und wie schauen dann bei den Ausschreibungen die Schnittstellen aus? Wenn ich eine fassadengebundene Begrünung habe, brauche ich eine Bewässerung. Wer kümmert sich darum, dass der Haustechniker in der Ausschreibung den Anschluss für den Gärtner vorsieht? Da muss man das genau definieren. Die Wasserleitung muss mit einem Anschluss schon da sein, dass sich der Gärtner dranhängen kann, ohne dass er die Installationszange in die Hand nehmen muss, sonst wird es schon kritisch. Oft ist es so, dass der Haustechniker das nicht weiß. Fassade ist nicht mehr nur der

Fassadenbauer, sondern zunehmend auch der Garten- und Landschaftsbau, die sich zusammenschließen müssen, damit ein gutes synergetisches Produkt herauskommt.

S: Jetzt gibt es auch die Möglichkeit auf eine vertragliche Teilung bezüglich Haftung und Kosten mit der öffentlichen Hand...

P: Die Schnittstelle Fassade zum öffentlichen Raum, da geht es dann oft um Haftungsfragen und es geht auch um Kostenfragen. Die Kostenfragen sind vielleicht nicht ganz so kompliziert, das sind eher die Haftungsfragen. Hängt vom System ab: Wenn ich jetzt eine bodengebundene Begrünung mache oder einen Trog am Boden hinstelle, dann bin ich eben im öffentlichen Gut. Dann betrifft das die Eigentümerin, die MA 28 oder die Stadt Wien im Allgemeinen und, was die Straßenverkehrsordnung betrifft, die Verkehrsplanung MA 46. In beiden Fällen wird die MA 46 was zu sagen haben. Ich brauche also eine Gebrauchserlaubnis. Das heißt die MA 46 überprüft, ob alle Kriterien zulässig oder erfüllt sind: Mindestgehsteigbreite, Lichtraumhöhe, Barrierefreiheit und so weiter.

S: Angenommen, ich mache das nicht allein als Privatperson, sondern zusammen mit der öffentlichen Hand. Wie kann diese Teilung aussehen? Ist der Antragsteller prinzipiell in einem gewissen Grad dafür verantwortlich bzw. haftet dafür?

P: Es gibt Public Private Partnership Modelle, die man in einzelnen Fällen versucht hat oder tatsächlich umgesetzt hat, mit dem Hintergedanken, dass es ja eigentlich im Interesse der Stadt Wien steht, für den öffentlichen Raum an privaten Fassaden eine Begrünung umzusetzen. Jetzt sind für die Begrünung im öffentlichen Raum in der Regel die Bezirke budgetär zuständig. Jetzt können sie sagen sie würden gern die Fassadenbegrünung finanzieren, brauchen aber natürlich eine juristische Person. Der Bezirk ist es ja nicht, er kann keinen Vertrag abschließen. Dazu ist der Bezirk nicht befugt. Wenn man das wirklich sicherstellen will und da geht es ja auch um Haftungsfragen, dann muss das die Stadt Wien als juristische Person machen, eine Dienststelle, die dafür zuständig ist. Das macht derzeit die MA 28-Straßenbau, weil sie auch diese Fläche verwaltet. Das heißt die MA 28 muss einen Vertrag mit dem Gebäudeeigentümer schließen, wo Haftungszuständigkeiten geregelt sind und wo auch die Vertragsdauer geregelt ist. Das nennt sich dann Gestaltungserlaubnis zum Beispiel. Das ist derzeit ein gängiger Vertragsbegriff, bis auf Widerruf. Da sind auch Pflegethemen geregelt. Da steht zum Beispiel drin, dass der Private für die Pflege und Erhaltung der Anlage selbst aufkommen muss, unabhängig davon, ob sie ihm gehört oder nicht. Auch da gibt es unterschiedliche Lösungen. Wenn die Stadt Wien Eigentümerin der Anlage ist, dann wird im Endergebnis die Stadt Wien immer dafür haften müssen. Angenommen der Private möchte nicht mehr oder es gibt ein anderes Problem, dann fällt es der MA 28 um den Kopf. Es kann auch zum Beispiel die MA 34-Gebäudeverwaltung zuständig sein, wenn es um Rankhilfen o.Ä. geht. Das ist aber eine Konstruktion, die denkbar selten ist, weil sie sehr schwer ist und weil noch nicht ganz klar ist, ob das überhaupt sinnvoll ist.

S: Wie beurteilt die MA28, ob ein öffentliches Interesse besteht?

P: Es darf jedenfalls dem öffentlichen Interesse nicht entgegenstehen. Das zu prüfen ist ja nicht so einfach und zu sagen, dass etwas nicht im öffentlichen Interesse ist. Ich darf jedenfalls Funktionen im öffentlichen Raum nicht beeinträchtigen. Deshalb sind ja auch die Mindestkriterien einzuhalten, die Mindestgehsteigbreite muss trotzdem gewährleistet sein. Meistens ist es ja so, dass entweder jemandem von der Verkehrsplanung MA 46 im Zuge der alltäglichen Begehungen von öffentlichen Räumen etwas auffällt, dann wird sie wahrscheinlich von sich aus schon einmal einfordern, dass wieder ein ordnungsgemäßer Zustand herzustellen ist. Die MA 28 kommt nur dann zum Tragen, wenn die Begründung bodengebunden ist, wenn es eine Einfassung ist. Wenn es nur ein Trog allein ist, ist nur die MA 46 zuständig, da kümmert sich die MA 28 nicht darum.

S: In der Checkliste heißt es, dass die MA 28 noch vor der Einholung der Zustimmung der Eigentümer das Bestehen eines öffentlichen Interesses zu prüfen hat. Wie ist das zu sehen? Und kann man das Vorhaben bei einer negativen Entscheidung trotzdem umsetzen?

P: Das öffentliche Interesse spielt bei dieser Beurteilung in Wirklichkeit nicht so eine große Rolle. Es spielt dann eine große Rolle, wenn der Bezirk das finanziell unterstützt, weil er schon im öffentlichen Interesse oder im Auftrag der Öffentlichkeit entscheidet. Also wenn das jemand nicht möchte, dann wird der Bezirk ein Problem haben. Der MA 28 ist das öffentliche Interesse eher egal. Es gibt viele Baumscheiben-Patenschaften etc., das sind auch so Art zivilrechtliche Verträge. Da darf jemand machen, aber wenn es Probleme gibt, dann muss man das untersagen. Also wenn etwas verkehrstechnisch ein Problem ist, dann meldet sich die MA 46 jedenfalls. Sie handelt da auch sofort. Bei der MA 28 ist es zwar eine zivilrechtliche Vereinbarung und kein Bescheid, damit aber der Private nicht wegfällt oder plötzlich nicht mehr da ist, muss für diese Gestaltungserlaubnis der Private einen gewissen Betrag im Jahr einzahlen. Da gibt es unterschiedliche Beträge, die da gehandhabt werden. Es könnte auch ein Euro sein. Es geht darum, wenn die Zahlung nicht erfolgt, dass die Aufrechterhaltung der Pflege der Anlage in Frage gestellt wird. Aber den zivilrechtlichen Weg, dass geklagt wird, weil jemand den Vertrag nicht mehr einhält oder etwas nicht macht, den hat es noch nie gegeben.

S: Kann man die Vorgehensweisen, die in dieser Checkliste empfohlen werden, auch auf die anderen Bundesländer entsprechend übersetzen?

P: Theoretisch ja. Wahrscheinlich wäre es in den anderen Bundesländern vielleicht sogar etwas einfacher, je nachdem, wie die magistratischen Dienststelle aufgeteilt sind. Wenn man in einer kleinen Gemeinde ist, wird es sehr einfach sein. Wobei die Straßenverkehrsordnung da schon auch eine gewisse Rolle spielt. Die Frage was zuerst wichtig ist, ist die Zustimmung der Gebäudeeigentümer. Die Anfrage bei der MA 28, ob es grundsätzlich möglich ist, wird einer der wichtigsten ersten Schritte sein, wenn ich eine bodengebundene Begründung mache. Man kann grundsätzlich immer anfragen.

Wenn ich einen Bescheid oder eine Verhandlung will, werde ich einen Mehrheitsbeschluss brauchen. Da braucht man einen Antrag als Partei. Es gibt keine Verhandlung ohne klare Partei. Komplizierter oder anders wär es, wenn das im Interesse des Bezirkes ist, dann wird die MA 46 mit dem Bezirk im Eigeninteresse der Stadt Wien die Verhandlungen führen. Projektleitung macht dann die MA 28 auf Weisung des Bezirkes. Und damit muss die MA 28 dann die Leitung der Bauherrenschaft übernehmen. In der Bauordnung ist es so seit der letzten Novellierung 2018 in Paragraf 5 Absatz 4 eine Anpassung gegeben hat, wonach die Begrünung von Fassaden auch vorgesehen werden können. Und da ist natürlich jetzt die Frage, wo wie viel Begrünungen festgelegt werden sollen. Bei der Dachbegrünung wird es mittlerweile praktiziert. Es werden zur Errichtung gelangene Flachdächer festgelegt, dass sie begrünt werden müssen, nach Stand der Technik bis zu einer Neigung von fünf Grad z.B. oder es gibt auch Festlegungen, wo drinnen steht, dass Dächer als Flachdächer auszubilden sind. Da gibt es heute eine gewisse Entwicklung, die stringenter wird zunehmend. In Stadterweiterungsgebieten, Aspern Seestadt zum Beispiel, da wird es dann so sein, dass vor allem im Nordteil eigentlich alle Dächer als Flachdächer auszubilden und zu begrünen sind. Nicht nur aufgrund der Festlegungen in Bebauungsplänen, sondern da gibt's noch eine andere Gesetzesmaterie, das ist die UVP. Gemäß UVP Bescheid in Aspern Seestadt Nord sind nämlich alle Dächer im Wohnbau und gemischten Bauland mit mindestens 20 cm Substratauflage zu begrünen. Und alle Gewerbegebiete mit mindestens 8 cm, also extensiv. Da kann es sein, dass die Bauordnung das eins zu eins übernimmt, dass es so in den Bebauungsplänen drinnen steht oder es steht nur drinnen "sind gemäß Stand der Technik zu begrünen". Schlagend ist aber daran der Bescheid in der UVP. Sie ist wesentlich strenger als die Bauordnung und die muss dann jedenfalls erfüllt werden. Über einen UVP Bescheid komme ich nicht herum. Städtebau-UVPs sind besonders komplex, weil im UVP-Verfahren die Kriterien bzw. die Schwellwert, warum eine Städtebau-UVP verpflichtend ist, nicht so ganz eindeutig ist. Es sind mehrere Sachen, die da zusammenkommen. Das ist zum Beispiel die Größe des Gebietes. Man spricht von ca. zehn Hektar Mindestgröße, dann der einheitliche Gestaltungswille und die Multifunktionalität. Multifunktionalität heißt, dass dann nicht nur eine reine Wohnsiedlung auf den zehn Hektar geplant ist. Da muss schon auch Gewerbe dabei sein, da muss ein Einkaufszentrum sein, Schulen etc. Also es muss ein multifunktionaler Stadtteil sein, dann ist diese UVP Pflichtigkeit gegeben. Da gibt es seit der letzten UVP-Novelle ein Schutzgut, das dazugekommen ist. Das Schutzgut Klima. Aufgrund dieses Schutzgutes müssen die Auswirkungen auf das Schutzgut Klima im Zuge der UVP geprüft werden. Man muss darlegen, inwieweit sich das Vorhaben auf das Klima im Allgemeinen auswirkt. Und zwar nicht nur im Gebiet selber, sondern auch im Umfeld. Und nicht nur in Bezug auf den Zeitraum der Errichtung, sondern in die Zukunft hineingedacht. Das Schutzgut Klima ist sehr komplex. Da geht es nämlich auch um das Stadtklima. Also muss geprüft werden, inwieweit das Stadtklima auch im Umfeld durch das Vorhaben verändert wird. Wird es z.B. heißer? Oder werden Frischluft-Leitbahnen durch ein gewisses Vorhaben unterbunden? Das passiert jetzt nur in Einzelfällen in mittelgroßen Stadterweiterungsgebieten. Nord-West Bahnhof durchläuft derzeit eine UVP,

Aspern Seestadt, aber viele kleinere nicht. Und so gesehen ist es ein bisschen absurd, weil die Bauordnung gibt das nicht her. In der UVP ist es eine absolute Novität, weil bei der ersten Städtebau UVP, wo das Schutzgut Klima schlagend geworden ist, war die Aspern Seestadt Nord. Zu dem Zeitpunkt hat es noch nicht einmal standardisierte Modelle oder Simulationsverfahren gegeben, die standardgemäß angewandt werden, geschweige denn irgendwelche Grenzwerte oder Richtlinien. Dort war es so, dass man die Auswirkungen eher sehr qualitativ beschrieben hat. In Wirklichkeit problematisch, weil wir heute wissen, dass man stadthematische Auswirkungen aufgrund von Vorhaben nicht qualitativ beschreiben kann, da kann man total daneben liegen. Dh man muss eine gewisse grobe Masterplan Textur schaffen. Masterplan ist meistens die Grundlage für ein städtebauliches Leitbild.

S: Das versucht auch dieses Green Pass-Modell, richtig?

P: Genau. Da ist man schon wesentlich konkreter. Da werden Bäume konkreter dargestellt. Da wird auch definiert "Wo kommt welche Dachbegrünung hin". Die Baukörperstellungen sind auch schon relativ konkret. Das kann man mittlerweile sehr gut simulieren. Und da sieht man, dass Wettbewerbsergebnisse, auch wenn alle supertoll grün ausschauen, ganz schön unterschiedlich sein können, was die klimatische Auswirkung betrifft. Außerdem werden viele Kriterien bei der Beurteilung beim Wettbewerb herangezogen, was die Qualität betrifft. Es ist nicht nur das Stadtklima, sondern soziale Funktionen, Durchmischung, die Aufteilung von Wohnen, Gewerbe, Erschließung etc. Da kann durchaus sein, dass das Siegerprojekt das schlechteste Ergebnis in klimatischer Hinsicht liefert. So ein Verfahren zu simulieren ist trotzdem gut, weil man weiß, wo man liegt wo man dann weiter daran arbeiten muss. Wenn bauliche Strukturen überhaupt noch nicht vorgegeben sind, wie beim Aspang Euro-Gate oder BiotopCity, gibt es auch sehr unterschiedlich starke Auswirkungen. Diese Möglichkeit einen rechtlichen Rahmen zu schaffen, die hat man nicht stringent über die gesamte Stadtentwicklung. Das ist ein großes Problem.

S: Aber kommt diese Konkretisierung jetzt beispielsweise mit der neuen ÖNORM für Fassadenbegrünungen?

P: Naja die ÖNORM ist eine Grundlage, auf die man sich beziehen kann. Die regelt, wie eine Fassadenbegrünung ausschauen soll, welche technischen Rahmenbedingungen beachtet werden müssen, was eine Fassadenbegrünung überhaupt ist. Das muss man definieren. Das war bei der Dachbegrünung auch, da hat es Zeiten gegeben, da gab es Festlegungen für Dachbegrünungen, da war noch nicht ganz klar, was eine Dachbegrünung ist. Das wird bei den Fassadenbegrünungen noch sehr spannend. Da geht es auch um den Deckungsgrad. Wie viel Prozent kann man als begrünt anerkennen nach einem gewissen Zeitraum. Bei den Kletterpflanzen dauert es unter Umständen fünf Jahre. Und wie viel Prozent kann ich dann annehmen? Das ist wichtig, dass das die ÖNORM irgendwie hergibt.

S: Wann kommt die neue ÖNORM?

P: Voraussichtlich heuer. Die Bauordnung ist eine Krücke für das Thema Stadt-Klimatologie, weil sie nur in einzelne Segmente eingreifen kann oder einzelne Maßnahmen. Weil es macht ja auch nicht Sinn über die Bauordnungen festzulegen, auf welche Fassade ich welche Art von Begründung mach. Aber eigentlich wäre es sinnvoller, dass man sämtliche Maßnahmen gesamtheitliche festlegt und sagt, man braucht so etwas wie einen grünen Freiflächenfaktor, was zumindest einmal die grüne Infrastruktur betrifft. Diesen GFF muss man erst einmal schaffen. Eine Freiraumkennzahl, eine Freiflächenkennzahl, die grüne Infrastruktur bzw. verschiedenen Begründungsarten bewertet. Da kann man dann überlegen, ob man dann Bonuspunkte vergibt für bestimmte Funktionen oder nicht-Funktionen, also eine Maßnahme hat dann immer eine soziale Funktion oder eine Biodiversitätsfunktion oder Regenwasserrückhalt ist auch nicht immer abgedeckt. Ein Baum hat besonders wichtige Funktionen, da könnte man besonders viele Bonuspunkte geben. GFF wäre im Grunde genommen das Verhältnis Naturhaushalt zur wirksamen Fläche zu versiegelter Fläche habe ich eine eins. Dann habe ich eine naturnahe Wiese ist null, ist es ein versiegeltes Ding. Und wir haben derzeit ein sehr spannendes Projekt in Aspern Seestadt laufen das grüne Sea and City, welches im Rahmen des städtebaulichen Wettbewerbs Kriterien vorgegeben hat und einen GFF-Mindestwert von 0,6, der zu erreichen war von den WettbewerbsteilnehmerInnen. Grundlage oder Basis war eine Excel-Tabelle, wo der GFF definiert wurde. Jede einzelne Maßnahme, die gesamten Baufelder mussten bilanzmäßig aufgeschlüsselt werden hinsichtlich der Oberflächen. Jede Oberfläche hat dann eine Zahl bekommen. Da gibt es Vorgaben. Ein Rasen bekommt z.B. einen Wert von 0,8 oder 0,9, eine naturnahe Wiese 1, ein Baum bekommt einen Bonus-Faktor, eine begrünte Fassade 0,4, eine extensive Dachbegrünung 0,5 eine intensive 0,8 und so weiter. Dann kommt ein GFF-Wert heraus, je nachdem wie die Architekten diese Maßnahmen verteilt haben. Waren recht gute Ergebnisse, generell aber 0,6 bis 0,7 die besten Beiträge.

S: Wo sind diese Werte dann vorgeschrieben?

P: Vorgeschrieben im Rahmen des Wettbewerbs. Das Siegerprojekt wurde dann weiter begleitet und es wurden die klimawirksamen Maßnahmen verbessert. Man hat dann also nicht nur einen GFF-Wert vorgegeben und hat gesagt, du musst das und das erreichen. Es waren andere Kriterien. Der öffentliche Raum muss mit Baumkronen mindestens 40 Prozent überdeckt sein. Niederschlagswässer dürfen nicht in den Kanal eingeleitet werden. Dächer sind sowieso zu begrünen, das gibt schon einmal die UVP vor. Das Siegerprojekt hat dann witzigerweise das schlechteste GFF-Wert erbracht. Das war zuerst mal eine Ernüchterung. Hat das Ziel sozusagen eigentlich nicht erreicht. Das Einzige, was erreicht wurde, ist, dass alle Ergebnisse relativ gut waren, sie waren nicht zu weit voneinander entfernt. Und dann aber in Wirklichkeit die spannende Aufgabe aus dem, was das Siegerprojekt einmal ergeben hat, das weiter zu begleiten und zu nivellieren, also zu schauen wo hat es da gemangelt.

Wo muss man etwas verbessern. Und dann ist es darum gegangen, noch ein zweites Instrument hinein zu spielen, nämlich die Mikroklima-Simulation mit Green Pass-Technik, wo man dann schaut, wie dieses ganze Setting an Maßnahmen, wie der Entwurf sozusagen, wie sich das auf das Mikroklima auswirkt. Dreidimensional verteilt. Man sieht die Hotspots, man sieht, wo funktioniert die Lüftung nicht, und dann sind dann eben einzelne Maßnahmen gesetzt worden. Zum Beispiel sind Gebäude abgekappt worden an bestimmten Stellen, um in Höfen eine Durchlüftung zu ermöglichen. Oder es gab dann, um eine Querlüftung zu ermöglichen eine zweite Öffnung etc. Und da kann man dann von 0,5 sehr leicht plötzlich wieder auf fast 0,7 hinaufkommen. Da gibt es aber auch schon Ergebnisse. Ein Instrument, so ein Green Pass, oder eine Klima-Simulation ist relativ schwer verankerbar. Einen Grünfreiflächenfaktor könnte man relativ gut verankern, die Grundlage muss abgestimmt werden. Die Frage ist, schafft man einen normativen Rahmen? Macht man eine OIB, also ein Regelwerk, auf das man nicht nur in Wien, sondern bestenfalls österreichweit zurückgreifen kann? Wenn jede Stadt sich was anderes ausdenkt, dann ist das ungünstig. Wenn es etwas ist, was sich laufend verändert, sollte es eine Grundlage geben, auf die, ähnlich wie bei der ÖNORM, ganz einfach zurückgegriffen werden kann. Ähnlich wie die Berechnung des Gebäude-Energieausweises. Damit rechnet ja auch nicht jeder, was er will. Auch da gibt es die OIB 6 usw., die sagt, welche klimatischen Daten man annehmen muss und wie der Energiebedarf zu berechnen ist.

S: Das ist wahrscheinlich ein großes Problem, dass es deshalb nicht wirklich vergleich- oder messbar ist.

P: Also den GFF kann man vergleichen, da geht es um physische Maßnahmen, die dargestellt sind. Stimmt. Das Mikroklima kann man nicht vergleichen. Da geht es eher um die Methodik. Da geht es darum, was entsteht relativ oder wie sind relativ die Auswirkungen. Das macht es besonders schwierig, weil ich den Standort A nie mit dem Standort B vergleichen kann, und ich kann keine Temperaturwerte angeben. Jeder Standort ist individuell abhängig von vielen Parametern: Höhenlage, Durchlüftung, Lage zu großen Grünräumen, Gewässern. Wie ist die Bewässerung von Grünräumen im Umfeld? Es wäre ungerecht, wenn Standorte, die Vorteile haben im Vergleich zu Standorten, wo es ungünstig ist, die selben Rahmen vorzugeben, was die Temperaturverteilung betrifft. Man muss sich das relativ anschauen und deshalb die Kombination mit GFF, weil die kann man relativ gut steuern. Das System ist relativ. Man geht vom Worst-Case-Szenario aus und vergleicht immer mit dem Worst-Case-Szenario. Worst-Case heißt Totalversiegelung, schwarze Oberflächen der Baukörper, ohne Bäume, ohne Nix. Und dann gibt es das Planungs-Szenario, das simuliert wird. Man hat sozusagen den ersten Unterschied und dann kann man noch schauen, was man verbessern kann.

S: D.h. Begrünungsvorhaben werden prinzipiell individuell bewertet.

P: Muss man irgendwie. Man kann gewisse Standards annehmen. Es gibt Standard-Typologien, die definiert wurden, die sogenannten Urban Standard Typologies. Bei denen weiß man, wie sie sich im

Schnitt verhalten. Die kann man auch im Windfeld ausrichten. Und man weiß ungefähr, wie sozusagen der UHI Faktor und die Temperaturverteilung ist aufgrund der Typologie. Was man aber nicht weiß, ist die detaillierte Ausgestaltung. Man kann einzelne Parameter noch anpassen und verändern. Das ist dann Standard bezogen natürlich. Das ist ein bisschen kompliziert, weil ja jeder einzelne Baustein von diesem Rundherum abhängt. Deshalb brauche ich eine Simulation, um eine richtige Aussage treffen zu können. Ähnlich wie bei der Luftschadstoffausbreitung, da muss ich auch wissen, was kommt jetzt daher. Wir haben ja nicht nur die hausgemachten Geschichten, sondern in Wirklichkeit haben wir 3/4 importierte Schadstoffe aus dem Ausland. Wäre das nur die Landesgrenze, wäre die ganze Geschichte um einiges einfacher.

S: Welche Förderprogramme gibt es? Stichwort direkte und indirekte Förderungen.

P: Die Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünungsförderung. Dachbegrünungen bis zu 20.200 Euro Förderung. Es gibt überall 200 Euro dazu. Beratungsleistungen werden im Zuge der Einreichung mitgefördert. Wenn jemand sich vorher beraten lässt und dann erst einreicht, dann bekommt er trotzdem diese Kosten, die er für die Beratung gehabt hat, auch gefördert. Fassadenbegrünung straßenseitig 5.200 und Innenhofbegrünung inklusive Fassadenbegrünung im Innenhof 3.200 Euro. Die Förderung vergeben wir seit einem Jahr. Förderung ist das eine, InteressentInnen bewerben und zu schauen, dass die Leute die Begrünung auch tatsächlich umsetzen ist das andere, vor allem bei der Fassadenbegrünung. Die Innenhofbegrünungen rennen relativ gut. Es reicht so bisschen, dass die Information da ist. Es geht auch relativ einfach, da braucht man keine großartigen Bewilligungen.

S: Liegt das daran, dass das nichts mit der öffentlichen Seite zu tun hat?

P: Das hat sicherlich mit den Behördengängen zu tun. Wir haben auch vor, dass wir diese ganzen Anträge und Bewilligungen unterstützen, dass man eine Beratungsstelle schafft, die die ganze Einreichung abwickelt. Also die gesamten Anträge der Baueinreichungen laufen dann über die Stelle MA 22 für Fassadenbegründungen. Das ist etwas, was wir versuchen jetzt pilothaft umzusetzen. Auch als Lernprozess zu schauen, wo hapert es, wo sind die Schwierigkeiten, weil wir nicht automatisch von den anderen Stellen erfahren, wo etwas nicht geht. Wir erfahren es zwar manchmal, aber nicht immer. Es ist dann auch schwierig den Sachbearbeiter der Baupolizei herauszusuchen. Also es macht fast mehr Sinn, wenn prinzipiell jede Einreichung über uns läuft, wenn es eine Fassadenbegrünung betrifft. Eine andere große Hürde ist ganz einfach der Mehrheitsbeschluss. Das sind die Miteigentümer, die muss man an einen Tisch kriegen. Wenn es Eigentumsverhältnisse sind, wo das Gebäude im Eigentum von wenigen Personen, die sich kennen, ist, wird es einfacher sein als beim Wohnungseigentum, da kann es kompliziert sein. Kompliziert auch deshalb, weil juristisch noch nicht geklärt ist, inwieweit ein einstimmiger Beschluss erforderlich ist oder ein Mehrheitsbeschluss reicht. Da gibt's noch keinen obersten Gerichtsspruch dazu. Die Frage, in wessen Interesse das ist, wenn es gesetzliche Vorgaben gibt oder ganz klare Zielsetzungen z.B. die Gebäudesanierung, dann brauchst

du keinen einstimmigen Beschluss, weil es die Bauordnung hergibt. Es gibt ja die Verpflichtung das zu tun. Bei der Fassadenbegrünung ist halt die Frage. Bei den Dachbegrünungen gibt es Festlegungen aufgrund der Bebauungspläne, also eigentlich ist es etwas, was Stand der Technik ist und was zu machen ist jetzt überall in ganz Wien. Es gibt keine Differenzierung und nicht mehr so sehr diese Freiwilligkeit. Und das ist natürlich dann Auslegungssache. Sind es klare Einzelinteressen oder ist es im Interesse der gesamten Eigentümerschaft zu sehen. Wenn im Stadtentwicklungsplan, in der Bauordnung, bis zum Regierungsprogramm drinnen steht, dass grüne Infrastruktur eine wichtige Zielsetzung ist, um das Stadtklima zu verbessern und Aufwendungen durch Gebäudeklimatisierung zu minimieren, dann würden wahrscheinlich viele Juristen sagen, das ist wirklich Allgemeininteresse und kann als Einzelinteressen bezeichnet werden, weil der Vorteil der Begründung ja nicht nur für einen selbst gegeben ist, sondern viele etwas davon haben. Mehrheitsbeschluss hat die Frage, was verlangen wir? Ab dem Moment, wo wir einen Vertrag abschließen, wo drin steht, was die Rahmenbedingungen sind. Wenn du das entfernen musst, weil da unten die Straße aufgemacht werden muss wegen Einbauten, dann geht es auf deine Kosten. Den Fördervertrag musst du dann nicht zurückzahlen. Da sind wir immerhin gütig. Und man kann, wenn jemand in die Zwangslage kommt, dass die Begründung entfernt werden muss, weil da ein Einbautenschaden ist oder weil eine Einbautenmaßnahme durchzuführen ist, dann kann er sofort erneut um Förderung ansuchen. Das ist das Trostpflaster. Aber das ist schon auch der Grund, warum viele abgeneigt sind, wenn Sie wissen, dass theoretisch passieren könnte, dass die Begründung irgendwann entfernt werden muss auf meine Kosten. Natürlich wird die Stadt Wien im Straßenbau immer versuchen einen Konsens herbeizuführen und versuchen es zu erhalten. Aber die Kosten wird in der Regel der Private tragen müssen. Auch Sicherungsmaßnahmen für bestehende Begrünungen: Ist sehr oft so im Innenhof, dass die Pflanze hinüberwächst zum Nachbarn und der möchte das nicht haben. Wie löst man das dann? Wenn dann eine Lösung herbeigeführt wird, die zur Sicherung der Begrünung beiträgt, dann möchte ich das als förderwürdig anerkennen. Zum Beispiel die Errichtung einer Überwuchsleiste an der Fassade.

S: Bekommt man prinzipiell den vollen Betrag?

P: 100%, bis zum maximalen Betrag, genau. Es müssen Leistungen sein, die anerkannt werden. Arbeitsleistungen werden nicht gefördert. Aber alles, was für die Herstellung erforderlich ist, sowohl Trogmaterial, als auch Pflanzen und Substrat, auch Bewässerungen, auch der Aushub von einer Pflanzfläche. All diese Leistungen werden zu 100% gefördert.

S: Da wird also nicht nach Grünanteil oder Beitrag zum Mikroklima oder sonstiges unterschieden?

P: Nein, das wäre zu kompliziert. Bei den Dachbegrünungen werden pro Quadratmeter und cm Aufbaustärke unterschieden. Dort, wo es nicht verpflichtend ist, kann man bereits 8 Zentimeter fördern lassen. Das ist ein Minimum, bei weniger bekommt man nichts. Ich glaube, dass die ÖNORM

mit den acht hinaufgehen wird, weil im pannonischen Klima 8cm unterschwellig wenig sind. Da ist uns die Rechnung in Wirklichkeit egal, es muss gemäß Stand der Technik sein. Das kann man bei der Fassadenbegrünung nicht sagen, das können wir schwer einfordern. Aber die 8 cm werden unter Umständen auch überprüft. Wenn jemand 20.000 Euro haben möchte, muss das möglich sein. Es ist dann vertraglich geregelt, dass eine Überprüfung und Begehung vor Ort jederzeit möglich sein muss. Überprüfen kann heißen "schicken Sie ein Foto mit einem Maßstab" und man muss sehen, dass das die acht Zentimeter sind. Oder "schicken Sie uns genau die Leistungsbeschreibungen" oder ein Protokoll, wo man sichergehen kann, dass das tatsächlich erfolgt ist. Ansonsten indirekte Förderungen über die Verpflichtung natürlich bzw. Förderungen für Beratungsleistungen. Für Firmen gibt's Beratungsleistungen im Rahmen von OekoBusiness Wien, oder das Firmengrün für Betriebe. Betriebe können sich für grüne Infrastrukturmaßnahmen, für Begrünungsmaßnahmen auf dem eigenen Bauplatz beraten lassen. Büros können sich in eine Liste eintragen lassen nach gewissen Kriterien und sie werden geprüft, ob die für solche Beratungen geeignet sind. Und die Betriebe können dann aus der Liste auswählen, wen sie haben wollen. Die Förderung geht zweistufig bis zu ca. 800 Euro. Ansonsten unverbindliche Beratungen durch die Umweltberatung zum Beispiel. Das ist auch etwas, was wir subventionieren. Da gibt es auch immer wieder Überlegen, wie man das möglichst forciert machen kann. Interesse und Beratung ist ja noch keine Erfolgsgarantie.

S: D.h. es gibt kein gewisses Budget, welches irgendwann aufgebraucht ist und es dann keine Förderungen mehr gibt?

P: Das Budget, das ist natürlich schon davon abhängig, dass der Gemeinderat das beschließt. Und es muss halt immer wieder neu beschlossen werden. Es kann passieren, dass ein Gemeinderat sagt wir haben kein Geld mehr. Wobei die Förderungen jetzt mehr geworden sind. Wenn zweimal verlängert wird, dann ist es doch relativ sicher, dass es zumindest so bleibt, also diese Summen. Früher waren es 2.200 Euro für Dachbegrünung und Innenhofbegrünung. Jetzt haben wir doch drei-, fünf-, zwanzigtausend, ist doch ein bisschen mehr. Da kommt man mit Gesamtsumme schon über die Million.

S: Wissen Sie wie viele Förderanträge allein letztes Jahr gestellt wurden?

P: Es waren in der Vergangenheit etwa 80 oder es waren plus minus 100.000 Euro pro Jahr. Es gab aber sehr schwache Jahre, da war fast nichts, aber dann auch stärkere. Im Moment gehen die Anfragen sehr nach oben, auch die Förderungen prinzipiell nach oben. Aber solche Sachen gehen langsam. Bis es zu einer Dachbegrünungsförderung kommt muss erst einmal ein Plan da sein. Jetzt gibt's z.B. Anfragen von Bauträgern in Aspern Seestadt, die koordiniert uns eine Excel-Tabelle schicken mit geplanten Bauvorhaben mit Quadratmeterangaben zur Dachbegrünung, wo sie sich sogar schon ausrechnen, wie viel Förderung sie sich erwarten können. Wo man abschätzen kann, das könnte sein Ende 2021 so ungefähr. Das sind dann schon viele. 20, 30 etwa! Da kann viel kommen,

aber es ist schwer abschätzbar, wann. Bei den Fassadenbegrünungen muss man einfach die Hürden aus dem Weg räumen. Aber auch die Informationsarbeit: Das Thema ist schon sehr bekannt, aber dass jetzt BewohnerInnen oder Hausverwaltungen davon Bescheid wissen wäre wichtig. Ich war letzte Woche bei einem Kongress gerichtlich beeideter Bausachverständige, weil ich angefragt worden bin. Für Bausachverständigen ein wichtiges Thema. Das Thema Fassadenbegrünung ist offensichtlich da bei diesem Verband aufgetaucht. Ich hab mir gedacht, ich fahre da hin und erzähle ihnen etwas über Brandschutz und technische Herausforderungen und bin davon ausgegangen, dass es eine kleine Runde sein wird mit 20, 30 Personen. Es waren dann 160 Leute dort, die mit Haftungsregeln, mit Gewährleistungsgeschichten und Bauschäden und so weiter zu tun haben. Es ist kein einfaches Thema, aber spannend. Und Fassaden werden immer komplizierter. Und jetzt kommt die Begrünung auch noch dazu. Und dann habe ich einmal gefragt, wer von den Beteiligten überhaupt jemals mit Fassadenbegrünung schon zu tun gehabt hat. Es war ein einziger von 160. Auf der anderen Seite gibt es oft Überraschungen. Ich denke wir sind richtig unterwegs. Vor 5 Jahren war man vielleicht noch ein bisschen unsicher, aber es gibt eigentlich kaum jemanden, der meint das ist ein Blödsinn. In den Bezirksgremien werden die Anträge von fast allen Fraktionen einstimmig beschlossen, dass die bearbeitet werden sollen. Beim Klimaschutz ist ein bisschen anders, als da, wo es um etwas geht, was man selber spürt. Stadtklimatologie ist ein totales Querschnittsthema. Es braucht auch eine Fachstelle, wo man sich informieren kann und sie muss auch fachliche Entscheidungen treffen. Man muss klare einheitliche Grundlagen schaffen, das ist die Herausforderung. Aber es ist gut, dass man mit der Baudirektion zusammensitzt und überlegt, wie man Fassadenbegrünung zukünftig festlegt, wobei das auch eine Übergangslösung ist. Weil eigentlich eine Art Freiflächenfaktor oder ein Klimanachweis indirekt in irgendeiner Weise verordnungstechnisch wesentlich geschickter wäre, weil man da ein gewisses Minimum erreichen muss. Aber die Planer müssen einfach planen. Man muss dann bei der Planung entsprechende Fachleute, z.B. Stadtklimatologen, dabei haben, um es sicher handeln zu können. Die Gewerke müssen stärker zusammenwachsen, aber es geht schon in diese Richtung.

S: Vielen Dank für das aufschlussreiche Gespräch.

Greta SIMON

geb. 05.11.1993
fon +43 6769439673
mail greta.simon@gmx.at



AUSBILDUNG

2000 – 2004	Volksschule Wöbling
2004 – 2008	Hauptschule Wöbling
2008 – 2012	BORG St.Pölten
2012 – 2017	Bachelorstudium Architektur, TU Wien
seit 2017	Masterstudium Architektur, TU Wien

BERUFSERFAHRUNG

2015 - 2017	Ferialpraktikum Architekt DI Josef Ruhm, Herzogenburg
seit 2017	AHP GmbH, St. Pölten

WEITERBILDUNG

2019	Begrünung von Gebäuden mit Fokus auf Fassadenbegrünung zt akademie Wien
------	---