



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Diplomarbeit

## Intensive Dachbegrünung auf Dächern mit geringer Traglast

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads  
Diplom-Ingenieurin  
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung

unter der Anleitung von

Betreuung: Univ.-Prof.in Dipl.-Ing.in Dr.in techn. **Azra Korjenic**  
E207-Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie  
Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien  
Technische Universität Wien,  
Karlsplatz 13/207-03, 1040 Wien, Österreich

von

**Sara Alasu**  
Matr.Nr.: 01027120

Wien, am

---

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich während der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

In erster Linie möchte ich mich bei Univ.Prof.in Dipl.-Ing.in Dr.in techn. Azra Korjenic bedanken, die meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat, und mich stets ermutigt und unterstützt hat. Ebenfalls möchte ich Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Erich Streit meinen Dank aussprechen für seine Betreuung, wertvolle Ratschläge und konstruktive Kritik während der Erstellung dieser Arbeit.

Ebenfalls möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich stets unterstützt und mein Studium ermöglicht haben.

## Kurzfassung

Die Diplomarbeit *Intensive Dachbegrünung auf Dächern mit geringer Traglast* behandelt die Relevanz von Dachbegrünungen im Kontext der aktuellen nationalen Klimaschutzziele und soll verschiedene Ansätze für eine intensive Dachbegrünung auf Dächern mit geringer statischer Belastbarkeit ausarbeiten. Nach einer umfassenden Einleitung mit dem Zielvorhaben der Arbeit, widmet sich das zweite Kapitel den vielfältigen Vorteilen städtischer Begrünung für Umwelt, Gesundheit und Lebensqualität in urbanen Gebieten. Im dritten Kapitel werden Varianten der Dachbegrünung erläutert, von reduzierten Extensivbegrünungen bis zu intensiven Begrünungen. Das vierte Kapitel bietet Planungs- und Ausführungshinweise sowie Berechnungen für den statischen Nachweis, als auch die verschiedenen Schichten und Materialien sowie geeignete Pflanzen für Leichtsubstrate beinhaltet. Die Arbeit präsentiert zudem das Potenzial für Dachbegrünungen in Wien und zeigt am Beispiel eines Gebäudes am Schwarzenbergplatz die Vorgehensweise und Projektinitiative einer Dachbegrünung, die im Sommer 2022 erfolgreich abgeschlossen wurde. Dieses Projekt dient als überzeugendes Beispiel dafür, dass auch auf Dächern mit geringer Traglast eine intensive Dachbegrünung möglich ist.

## **Abstract**

The thesis “Intensive greening on roofs with low load-bearing capacity” addresses with the relevance of green roofs in the context of current national climate protection goals and aims to develop various approaches for intensive green roofs on roofs with low static load-bearing capacity. After a comprehensive introduction outlining the thesis's objectives, the second chapter delves into the manifold benefits of urban greening for the environment, health and quality of life in urban areas. In the third chapter, variants of green roofs are explained, from reduced extensive greening to intensive greening. The fourth chapter provides planning and implementation guidelines as well as calculations for structural verification, and also includes the various layers and materials as well as suitable plants for lightweight substrates. The thesis also presents the potential for roof greening in Vienna and illustrates the approach and project initiative of roof greening using the example of Schwarzenbergplatz, which was successfully completed in summer 2022. This project serves as an example that intensive green roofs are possible even on roofs with a low load-bearing capacity.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><i>Einleitung</i></b>	<b>1</b>
1.1	Urbane Wärmeinseleffekt (UHI)	3
<b>2</b>	<b><i>Bedeutung und Wirksamkeit von Dachbegrünung</i></b>	<b>5</b>
2.1.	Erste Versuche von Dachbegrünungen auf Schrägdach: Dachterasse „Altane“	6
2.2.	Eine moderne Version des Altans: „Altana Bordeaux“	8
<b>3</b>	<b><i>Varianten der Dachbegrünung</i></b>	<b>9</b>
3.1.	Reduzierte Extensivbegrünungen	9
3.2.	Extensivbegrünungen	9
3.3.	Reduzierte Intensivbegrünungen	10
3.4.	Intensivbegrünungen	10
<b>4</b>	<b><i>Planungs- und Ausführungshinweise</i></b>	<b>14</b>
4.1	Statik	14
4.2	Leichtsubstrate	19
4.2.1	Pflanzenerde BI-B leicht	19
4.2.2	Optigrün L	19
4.2.3	Lightweight Roof Garden Planting Soil	20
4.2.4	Intensivsubstrat CG-IS leicht	21
4.2.5	Interroof-intensiv extra	21
4.3	Agropearl	22
4.4	Lastverteilerplatten	23
4.5	Geeignete Pflanzen für Leichtsubstrate: Auswahl von Flachwurzelpflanzen	24
4.6	Leichtes Begrünungssystem – Hydro Profi Line	28
<b>5</b>	<b><i>Dachbegrünungspotenzial in Wien</i></b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b><i>Vorgehensweise und Projektinitiative einer Dachbegrünung am Beispiel Schwarzenbergplatz in Wien</i></b>	<b>37</b>
6.1	Forschungsprojekt Einführung	37
6.2	Ausführung	41

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>7 Fazit und Ausblick</b>	<b>49</b>
<b>8 Abbildungsverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>9 Tabellenverzeichnis</b>	<b>52</b>
<b>10 Literatur</b>	<b>53</b>
<b>11 Anhang</b>	<b>59</b>
<b>11.1 Gräser und Stauden für Dachbegrünungen- Teil 1 [45]</b>	<b>59</b>
<b>11.2 Gräser und Stauden für Dachbegrünungen- Teil 2 [45]</b>	<b>60</b>
<b>11.3 Gehölze für Dachbegrünungen- Teil 1 [45]</b>	<b>61</b>
<b>11.4 Gehölze für Dachbegrünungen- Teil 2 [45]</b>	<b>62</b>
<b>11.5 Substratanalyse Hydro Profi Line [46]</b>	<b>63</b>
<b>11.6 Datenblatt Agropearl [36]</b>	<b>65</b>
<b>11.7 Datenblatt Substrat „Optigrün i Intensiv -Substrat“ [51]</b>	<b>70</b>

## 1 Einleitung

In Österreich ist die Zahl der Tage mit Temperaturen über 30 Grad Celsius in den letzten Jahrzehnten um das Doppelte bis zum Dreifache gestiegen. Das, was früher als ungewöhnlich betrachtet wurde, ist jetzt zum Durchschnitt geworden. Eine Untersuchung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) lässt vermuten, dass Österreichs Hitzetage bis zum Jahr 2100 ohne umfangreiche globale Klimaschutzmaßnahmen weiter steigen oder sich verdreifachen werden. Marc Olefs, Leiter jener Zentralanstalt, ist der Meinung, dass auch bei Umsetzung der Ziele des Pariser Klimaabkommens sich die Anzahl der Hitzetage in Österreich nur knapp über dem aktuellen Niveau stabilisieren könnten. [2]

Um die nationalen Ziele im Bereich Klimaschutz zu unterstützen, ist die Initiative "Sanierungsoffensive" und die Verbesserung der energetischen Effizienz von Gebäuden in Österreich ein relevanter Aspekt. Die Initiative zielt darauf ab, die Energieeffizienz von Gebäuden zu steigern und den ökologischen Fußabdruck zu verringern. Insbesondere konzentriert sie sich auf die energetische Sanierung von Wohn- und Gewerbegebäuden, um den Energieverbrauch zu senken, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und die Umweltbilanz zu verbessern. Die Initiative wird auf verschiedenen Ebenen umgesetzt, von Bundesregierungsprogrammen bis zu lokalen Maßnahmen. Schlüsselaspekte umfassen Förderprogramme für Gebäudesanierung, die Festlegung von Energieeffizienzstandards, Beratungsdienste und Informationskampagnen, die Förderung von technologischen Innovationen, die Umsetzung von Niedrigenergie- und Passivhausstandards, die Integration von Sanierungsmaßnahmen in soziale Wohnbauprojekte sowie die Ausrichtung an Klimaschutz- und Nachhaltigkeitszielen. Diese Sanierungsoffensive hat das Potenzial, nicht nur den Energieverbrauch zu reduzieren, sondern auch die lokale Wirtschaft zu fördern, Arbeitsplätze zu schaffen und die Lebensqualität anzuheben. [3]

Gemeinsam mit der Sanierungsoffensive ist die Klimaneutralität bis 2025 ein zentrales Ziel, das von vielen Ländern, internationalen Organisationen und Unternehmen als notwendige Maßnahme zur Bekämpfung des Klimawandels

anerkannt wird. Klimaneutralität bedeutet, dass die Menge an Treibhausgasen, die in die Atmosphäre emittiert wird, durch Maßnahmen wie die Reduzierung von Emissionen, die Nutzung erneuerbarer Energien und Aufforstung ausgeglichen wird. Im Idealfall sollte die Bilanz auf Null stehen, sodass die verbleibenden Emissionen durch Absorption oder Kompensation neutralisiert werden. [4]

Einige Schlüsselaspekte sind die Notwendigkeit des Klimaschutzes und die Reduzierung der Treibhausgasemissionen sowie Fortschritte in Technologien wie erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Kohlenstoffabscheidung. Die Erreichung der Klimaneutralität erfordert internationale Zusammenarbeit, um den Austausch von Wissen, Technologien und Ressourcen zu erleichtern. [5]

Es ist wichtig anzumerken, dass Klimaneutralität keine leichte Aufgabe ist und eine umfassende Transformation unserer Gesellschaften und Wirtschaftssysteme erfordert. Dies schließt eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, Energieeffizienz, nachhaltige Landnutzung und Veränderungen im Konsumverhalten ein. Regierungen, Unternehmen und die Zivilgesellschaft müssen gemeinsam handeln, um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen und eine nachhaltige und widerstandsfähige Zukunft zu schaffen.

Österreich hat eine Klima- und Energiestrategie 2030 und eine Klimastrategie 2040, die darauf abzielt, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und erneuerbare Energien zu fördern. Diese Strategien sind wichtige Schritte auf dem Weg zur Klimaneutralität. Eine dieser Strategien sind die Energieeffizienzmaßnahmen umzusetzen. Die Steigerung der Energieeffizienz in verschiedenen Sektoren, einschließlich Gebäude, Industrie und Verkehr, ist entscheidend für die Reduzierung von Emissionen und den Übergang zu klimaneutralen Praktiken. Die Begrünung von Dächern ist aus zahlreichen Gründen wichtig und bietet vielfältige ökologische, ökonomische und soziale Vorteile. Wassermanagement, bessere Wärmedämmung, längere Lebensdauer des Daches und Energieeffizienz sind wesentliche Vorteile für die Gebäude aber auch Menschen und Tiere haben ein Gewinn: Höhere Luftqualität und mehr Lebensraum für Fauna und Flora und insgesamt eine Verbesserung des Stadtklimas durch die Reduzierung des Wärmeinseleffektes. [6]



## 1.1 Urbane Wärmeinseleffekt (UHI)

Der urbane Wärmeinseleffekt (UHI) entsteht aufgrund der thermischen Merkmale der städtischen Umgebung, der wachsenden Versiegelung von Freiflächen und der Abwesenheit von Grünflächen in urbanen Gegenden. Abbildung 1 zeigt den Wärmeinseleffekt der Stadt Wien. Die untenstehende Abbildung zeigt einen Unterschied in den Temperaturen zwischen bebauten Stadtgebieten und Gegenden mit Grünanlagen oder entlang des Donaufufers, wobei letztere tendenziell kühlere Temperaturen aufweisen. Dieser Temperaturunterschied wird als städtischer Wärmeinseleffekt bezeichnet [7]

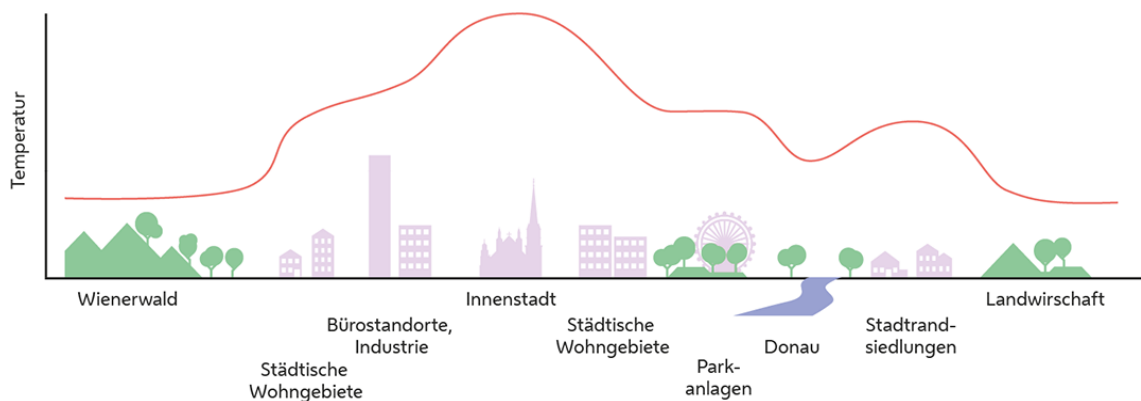


Abbildung 1: Anpassung an den Klimawandel [8]

Im Jahr 2013 wurde im Rahmen des Projekts "Urban Heat Islands - Strategy Plan Vienna" ein Maßnahmenkatalog erstellt, der technische Maßnahmen zur Bekämpfung des UHI-Effekts umfasst. Diese Maßnahmen sind in acht Kategorien unterteilt, wobei für jede Kategorie Erläuterungen und Anweisungen bereitgestellt wurden. Die Kategorien umfassen Gebäude, Mobilität, Albedo, Begrünung, Entsiegelung, Wasser, Verschattung, etc. [9]

Darüber hinaus zeigen Statistiken, dass die Durchschnittstemperatur kontinuierlich steigt, was wiederum bedeutet, dass die Temperaturmaxima im Sommer zunehmend erhöht sein werden. Mit einer geschätzten globalen Durchschnittstemperatur von  $1,54 \pm 0,06 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $2,77 \pm 0,11 \text{ } ^\circ\text{F}$ ) über dem präindustriellen Durchschnitt von 1850 bis 1900, war 2023 das erste Jahr, in dem der Berkeley Earth-Datensatz das Erwärmungsziel von  $1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$  überschritt. Trotz der Tatsache, dass dieses Ziel auf der Entwicklung des Klimas über viele Jahre

hinweg basiert, ist das Überschreiten von 1,5 °C im Jahr 2023 ein deutliches Warnzeichen dafür, wie nahe das gesamte Klimasystem dem Ziel des Pariser Abkommens näher kommt. [10]

Die Idee, die Natur in die städtische Umgebung zurückzubringen, könnte ein Instrument im Kampf gegen den Klimawandel sein, insbesondere aber auch eine Maßnahme zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels darstellen. Um einen neuen nachhaltigen städtischen Lebensstil zu entwickeln, ist es wichtig, die Natur wieder vermehrt in die Stadt zu integrieren. In Regionen, in denen die Begrünung eine praktikable Maßnahme darstellt, kann die Integration von Grünflächen eine entscheidende Komponente bei der Anpassung an den Klimawandel sein. [11]

Da die äußeren Oberflächen von Gebäuden in Städten erheblichen Platz für Pflanzen bieten, hat sich die Begrünung von Dächern und Wänden inzwischen als eines der innovativsten und sich am schnellsten entwickelnden Gebiete in den Bereichen Ökologie, Gartenbau und Bauwesen herausgebildet. Durch Transpiration, Evaporation und Verschattung trägt die Dachbegrünung dazu bei, das städtische Wärmeinselphänomen (UHI) abzuschwächen. [12]

Im Altbau ist die Dachbegrünung, welche viel Potenzial im Hinblick auf die Kombination von Gebäudesanierungen und Abschwächung des urbanen Hitzeinsel-Effekts bietet, aufgrund der wenig belastbaren Dachstühle oftmals nicht oder nur in reduziertem Umfang umsetzbar. Die Industrie bietet bis dato keine Lösungen für Dachbegrünungen im statisch schwachen Altbaubereich an.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, verschiedene Möglichkeiten zur intensiven Dachbegrünung auf statisch wenig belastbaren Dächern zu analysieren und neue Lösungsansätze zu erarbeiten.

## 2 Bedeutung und Wirksamkeit von Dachbegrünung

Die städtische Begrünung ist aus vielerlei Hinsicht von Bedeutung und bietet zahlreiche Vorteile für die Umwelt, die Gesundheit der Einwohner und die Lebensqualität in urbanen Gebieten. Im Folgenden werden einige Gründe aufgezählt, warum die Begrünung von Städten relevant ist [13]:

- **Luftqualität:** Pflanzen absorbieren Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und erzeugen durch Photosynthese Sauerstoff. Die Zunahme von Grünflächen verbessert die Luftqualität, da Pflanzen Schadstoffe filtern und die CO<sub>2</sub>-Konzentration senken. Eine Untersuchung ergab, dass ein Dach mit umfangreicher Begrünung eine CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion von 0,8 bis 0,9 kg/m<sup>2</sup> aufweist. Außerdem wurde in einer Untersuchung festgestellt, dass die extensive Begrünung einen Beitrag zum Abbau von Kohlenmonoxid, Butan und Benzol aus Abgasen um bis zu 90% leistet. [14]
- **Temperaturregulierung:** Grünflächen können dazu beitragen, die Hitzeinsel-Effekte zu lindern, bei denen sich Städte im Vergleich zu ländlichen Gebieten erwärmen. Pflanzen kühlen die Umgebung, indem sie transpirieren, entsprechend das gespeicherte Wasser verdunstet. Zahlreiche Studien haben ergeben, dass es einen signifikanten Temperaturunterschied von bis zu 33 °C zwischen begrünten und unbegrünten Dächern gibt. [15]
- **Biodiversität:** Die Vielfalt von Pflanzen, Insekten, Vögeln und anderen Lebewesen wird durch Stadtbegrünung gefördert. Dies unterstützt die Erhaltung der biologischen Vielfalt und fördert das ökologische Gleichgewicht. Eine Untersuchung über drei begrünte Dächer in Linz zeigte, dass in etwa 358 Käferarten und 18 Wildbienenarten auf einem stark begrünten Dach vorkommen. [16]
- **Lärminderung:** Pflanzen absorbieren und reflektieren Schall, was dazu beiträgt, den Lärm in städtischen Gebieten zu reduzieren. Studien haben herausgefunden, dass bei einer Frequenz von 1000 Hertz eine deutliche Lärminderung um 6 Dezibel entstehen kann. Es lässt sich aus diesen Resultaten schließen, dass die angewandten Lärminderungsmaßnahmen effektiv sind. [17]

- Grünflächen unterstützen das Wohlbefinden der Bewohner. Der Zugang zu Stadtgrün und Natur ist mit einer besseren psychischen Gesundheit, geringerem Stress und einer höheren Lebensqualität verbunden. [18]
- Wenn es sich um das Wassermanagement handelt, so spielen Grünflächen eine bedeutende Rolle im Wasserkreislauf. Sie tragen zur Verhinderung von Überschwemmungen bei, indem sie Regenwasser aufnehmen und den Abfluss von der Oberfläche reduzieren. Durch eine ausgeprägte Begrünung ist es möglich, eine Wasseraufnahme von bis zu 99% der Niederschlagsmenge zu erzielen. Die Speicherkapazität beträgt zwischen 30 und 160 Litern pro Quadratmeter. [19]
- Darüber hinaus verbessern Grünflächen die Ästhetik und Lebensqualität in Städten und machen sie attraktiver und angenehmer. Parks, Bäume und Blumen verschönern das Stadtumfeld und bieten den Bewohnern Orte zur Erholung und Entspannung. [20]

Es lässt sich festhalten, dass die Förderung und Unterstützung der Begrünung von Städten eine wichtige Maßnahme einer nachhaltigen städtischen Entwicklung ist und zur Stärkung des Umweltschutzes wesentlich beiträgt. Es gibt viele positive Auswirkungen, die durch die Einbindung von Grünflächen in städtische Gebiete erreicht werden können.

### **2.1. Erste Versuche von Dachbegrünungen auf Schrägdach: Dachterasse „Altane“**

Die Tradition der Altane, insbesondere in Städten wie Venedig, reicht weit zurück und ist historisch bedeutsam. Es gibt Anzeichen dafür, dass in Venedig bereits im Mittelalter und der Renaissance Dachterrassen, ähnlich den Altanen, vorhanden waren. Altanen variieren je nach historischem Kontext und sind schwer zu datieren. Altane wurden auf Gebäuden errichtet, auf denen die Anlage eines Gründachs nicht möglich war. Ursprünglich stammt der Name "Altane" aus dem Italienischen und bedeutet "Dachterasse". Die "altane veneziane" in Venedig sind traditionelle Dachterrassen, die für die Architektur der Stadt charakteristisch sind. Oftmals befinden sich diese Terrassen auf den obersten Stockwerken der Gebäude und bieten einen unverwechselbaren Blick auf die Kanäle und die umliegende Stadtlandschaft. Altane wurden historisch gesehen

verwendet, um Wäsche zu trocknen, Pflanzen anzubauen oder einfach nur die Aussicht zu genießen. Sie werden immer noch von Bewohnern und Besuchern bevorzugt, um sich zu entspannen und die Schönheit Venedigs zu bewundern. [21]

Ein Altan ist ein Balkon, der vom Boden aus gesichert ist. Ins Bairisch-Österreichische wurde der Begriff "altana" (abgeleitet von "alto" für "hoch" und somit eigentlich "oberer Teil des Hauses") übernommen und breitete sich von dort aus über das gesamte deutsche Sprachgebiet aus. Ursprünglich bezeichnete das Wort „Söller“ einen Balkon, der auf einem Unterbau ruhte. [22] Nachstehende Abbildung zeigt ein Beispiel der traditionellen Architektur.



Abbildung 2: Altane Veneziane, Foto: Sara Alasu



## 2.2. Eine moderne Version des Altans: „Altana Bordeaux“

Im Jahr 2014 schuf der Architekt Lucien Puech eine modernere Version des Altans für einen Wettbewerb. Die zeitgenössische Interpretation dieser architektonischen Typologie, die mit den eleganten Glasdächern von Bordeaux verbunden ist, soll die Quelle des Konzepts darstellen. Diese innovative architektonische Lösung ermöglicht eine neue vertikale Aufteilung der Wohnung um ein Oberlicht herum und passt sich an verschiedene Umgebungen an. Eine Doppelbibliothek mit struktureller Funktion und eine Treppe ermöglichen den Zugang zur Dachterrasse auf einer leicht erhöhten Plattform. Die Glasfläche dieser schwebenden Plattform namens Altana Bordeaux verwandelt sich nachts in eine stilvolle Laterne und ist für Sommerabende gut geeignet. [23]

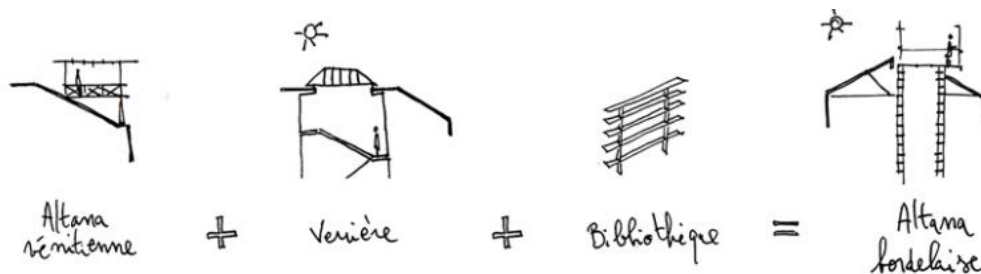


Abbildung 3: Bordeaux ALTANA [23]

### **3 Varianten der Dachbegrünung**

Ein Ziel der Smart City Wien Rahmenstrategie 2019-2050 ist die Nutzung von Gebäuden zur Begrünung und solaren Energiegewinnung. Dächer werden als wertvolle Naherholungsflächen angesehen und sind für die Erreichung der Verdopplung der erneuerbaren Energieerzeugung unerlässlich. [24]

In diesem Kapitel werden die Arten der Begrünung näher betrachtet. Gemäß der ÖNORM L1131:2010 werden sie je nach Pflanzenvielfalt, Pflegeanforderungen, Nutzungsmöglichkeiten und Substrattyp und -stärke in Gruppen eingeteilt. Extensivbegrünung, einfache Intensivbegrünung und Intensivbegrünung sind Begrünungsarten. Die ÖNORM L1131 klassifiziert Begrünungsarten in Österreich in vier Gruppen: reduzierte Extensivbegrünungen, Extensivbegrünungen, reduzierte Intensivbegrünungen und Intensivbegrünungen. [25] Während die extensive Begrünung ein Gewicht von nur 50-170 kg/m<sup>2</sup> bei einer Aufbauhöhe von 5-15 cm aufweist, ist die intensive Begrünung mit einem Aufbau von mindestens 25 cm und ein Gewicht ab 300 kg/m<sup>2</sup> deutlich schwerer. [26]

#### **3.1. Reduzierte Extensivbegrünungen**

Reduzierte Extensivbegrünungen sind für Dächer entwickelt, die nicht begehbar sind und nur für Wartungsarbeiten zugänglich sind. Sie sind mit Moosen und Sedumpflanzen bepflanzt und haben eine dünne Substratschicht. Aufgrund dieser Merkmale sind sie wartungsarm und benötigen keinen Wasseranschluss. Da sie häufig gesetzlich vorgeschrieben sind, werden sie häufig auf den Dächern großer Hallen platziert. [27]

#### **3.2. Extensivbegrünungen**

Normale Extensivbegrünungen erfordern im Vergleich zu reduzierten Extensivbegrünungen etwas mehr Aufmerksamkeit. Durch die Verwendung von zwei Kontrollen pro Jahr, der Zugabe von Nährstoffen während der Wachstumsphase und gegebenenfalls einer zusätzlichen Bewässerung haben Pflanzen die Möglichkeit, ihre eigene Entwicklung zu steuern. Daher werden

Pflanzen ausgewählt, die eine hohe Regenerationsfähigkeit aufweisen und sich an die spezifischen Bedingungen des Standorts anpassen können. Es werden verschiedene Arten von Gräsern, Kräutern, Sedum und Moos verwendet. Extensivbegrünungen sind aufgrund ihrer etwas höheren Substratschicht im Vergleich zur reduzierten Variante in der Regel nicht für die aktive Nutzung durch Menschen vorgesehen. Hauptsächlich dienen sie der Umwelt und sind nur für Überprüfungen zugänglich. [27]

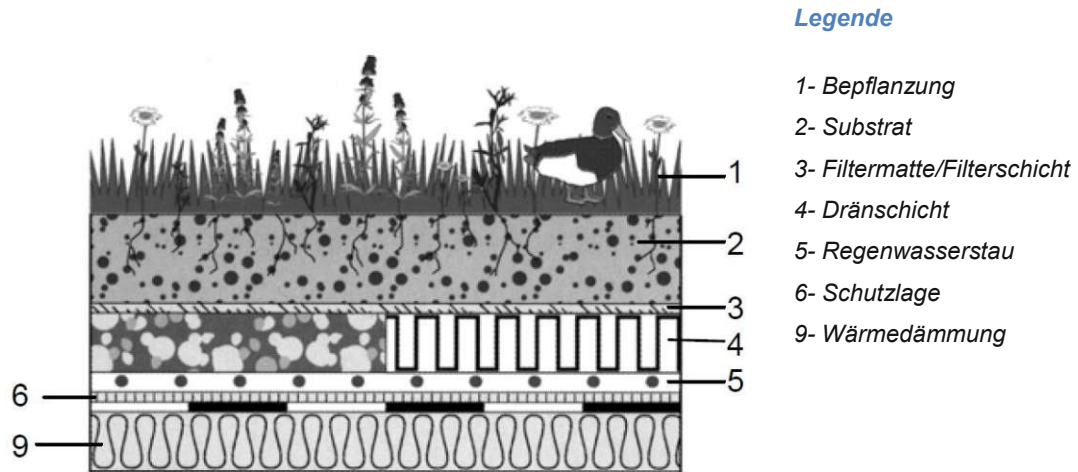


Abbildung 4: Schichtaufbau einer extensiv Begrünung [1]

### 3.3. Reduzierte Intensivbegrünungen

Gräser, Stauden und Gehölze können in reduzierten Intensivbegrünungen vorkommen. Sie erfordern im Laufe des Jahres nur begrenzte Bewässerung und regelmäßige Pflege, erfordern jedoch weniger Substrat als intensive Begrünungen. Im Gegensatz zur ausgedehnten Begrünung sind die Möglichkeiten zur Nutzung und Gestaltung begrenzt. [27]

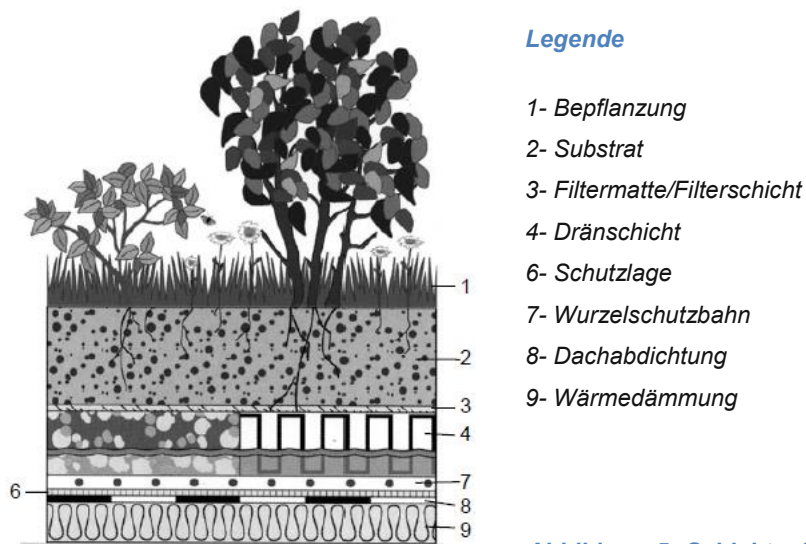
### 3.4. Intensivbegrünungen

Intensive Gründächer ermöglichen eine Vielzahl von Pflanzen, einschließlich größerer Sträucher, Bäume und sogar Nutzpflanzen. Diese Art der Dachbegrünung ermöglicht es, auf den Dächern von Gebäuden grüne Oasen, Gärten oder sogar Parkanlagen zu schaffen. Sie können als Freizeitbereiche, Gemeinschaftsgärten oder Orte für Veranstaltungen verwendet werden. Intensive Gründächer benötigen aufgrund der Vielfalt an Pflanzenarten in der



Regel einen höheren Schichtaufbau und eine intensivere Pflege, darunter regelmäßige Bewässerung, Düngung und Schnittmaßnahmen. Intensive Gründächer sind auch schwerer als extensive Gründächer und können eine robustere Dachkonstruktion erfordern. [25]

Die Vegetationsflächen sind in mehrere Schichten strukturiert, wobei jede Schicht aus unterschiedlichen Materialien besteht und spezielle Funktionen übernehmen. Diese Schichten müssen sorgfältig aufeinander abgestimmt sein, damit sie ineinandergreifen und ihre Funktionen erfüllen. Gemäß ÖNORM L1131:2010 müssen folgende Schichten vorhanden sein: Vegetation, Vegetationstrageschicht, Filterschicht, Dränschicht, Schutzschicht, Wurzelschutzschicht und Trennschicht. Normalerweise beträgt die Gesamtaufbauhöhe 25 bis 200 cm, während das Gewicht etwa 300 bis 1.200 kg/m<sup>2</sup> liegt. In der Regel variiert die Dicke der Vegetationstrageschicht je nach Substratauswahl und den gewünschten Pflanzen zwischen 25 cm und ca. 100 cm. [26] Untenstehende Abbildung verdeutlicht den beschriebenen Schichtaufbau im Detail. [27]



#### Legende

- 1- Bepflanzung
- 2- Substrat
- 3- Filtermatte/Filterschicht
- 4- Dränschicht
- 6- Schutzlage
- 7- Wurzelschutzbahn
- 8- Dachabdichtung
- 9- Wärmedämmung

Abbildung 5: Schichtaufbau einer intensiven Begrünung [28]

Nachstehende Tabelle der ÖNORM L1131:2010 listet die Minstdicken der Aufbauten für verschiedene Arten der Begrünung auf. Für diese Diplomarbeit

sind insbesondere die rot markierten Aufbaudicken für die Intensivbegrünung relevant. [27]

Begrünungsart	Gesamtdicke des Begrünungsaufbaues
Intensivbegrünungen hoher Pflegeaufwand, regelmäßige Bewässerung	
Rasen	≥ 20 cm
niedrige Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 20 cm
mittelhohe Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 25 cm
höhere Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 35 cm
Solitärsträucher und Kleinbäume	≥ 50 cm
Bäume	≥ 80 cm
reduzierte Intensivbegrünungen mittlerer Pflegeaufwand, in Trockenperioden ausreichende Bewässerung	
Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 15 cm
Stauden-Gehölz-Begrünungen	≥ 20 cm
Gehölz-Begrünungen	≥ 25 cm
Extensivbegrünungen geringer Pflegeaufwand, ohne zusätzliche Bewässerung	
Sedum-Moos-Kraut-Begrünungen	≥ 10 cm
Sedum-Gras-Kraut-Begrünungen	≥ 12 cm
Gras-Kraut-Begrünungen	≥ 19 cm
reduzierte Extensivbegrünungen geringer Pflegeaufwand, ohne zusätzliche Bewässerung	
Sedum-Moos-Begrünungen	≥ 8 cm

Abbildung 6: Mindestbegrünungs-Aufbaudicke [27]

Bei der Intensivbegrünung können alle Pflanzen wie im natürlichen Boden angebaut werden, wobei die einzige Begrenzung durch das darunterliegende Dach und tragende Wände gegeben ist. Zur Stabilisierung von Bäumen müssen Verspannungen oder Verankerungen für die Standfestigkeit verwendet werden. Für die Pflege der Begrünung gelten die Richtlinien der ÖNORM L1120. Die entsprechenden Maßnahmen zur Pflege sind in der ÖNORM L1131:2010, in der untenstehenden Tabelle angeführt. [28]

Maßnahmen	Extensivbegrünung	Intensivbegrünung
Bewässerung nach Erfordernis bis Abnahme	x	
regelmäßige Bewässerung		xx
Folgedüngung	x	xx
Entfernung von Fremdaufwuchs	x	xx
Nacharbeiten von Fugen bei Vegetationsmatten	x	x
Flächenschnitt	o	xx
Gehölzrückschnitt		x
Nachsaat	x	o
Nachpflanzung	x	o
Pflanzenschutz		x
Kontrolle der Entwässerungseinrichtungen	xx	xx
Es bedeutet: x Bedarfsfall xx Regelfall bzw. ständig erforderlich o Ausnahmefall		

Abbildung 7: Maßnahmen der Anwuchspflege [27]

## 4 Planungs- und Ausführungshinweise

Im nächsten Kapitel werden Hinweise zur Planung einer intensiven Dachbegrünung auf Dächern mit geringer Traglast präsentiert. Beginnend mit den statischen Vorgaben werden anschließend auf verschiedene Leichtsubstrate eingegangen. Am Ende des Kapitels werden auch geeignete Pflanzen für Leichtsubstrate beschrieben.

### 4.1 Statik

Von einem statischen Standpunkt aus betrachtet, können Dachbegrünungen ihre eigenen Herausforderungen mit sich bringen. Bei Neubauten lassen sich diese Herausforderungen wesentlich einfacher bewältigen, wenn sie von Anfang an in die Planung einbezogen werden. Bevor Entscheidungen getroffen werden können und die Art der Bepflanzung an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden kann, muss bei Altbauten zuerst die Traglast berechnet werden. Das Dachgefälle, die Abdichtungs- oder Wurzelschutzart, der Zugang zum Dach, die Absturzsicherung, Bewässerungs- und Entwässerungsmöglichkeiten sowie Brandschutzvorschriften sind ebenfalls von Bedeutung. Die Struktur und das Gewicht des Gründaches sind von den Zielen der Begrünung abhängig. Für die statische Berechnung ist es notwendig, ein Dach mit dem Gewicht der Begrünung und Substrat, welches sich im wassergesättigten Zustand befindet, einzukalkulieren. Es gibt mehrere Schichten, bestehend aus verschiedenen Materialien, die unterschiedlich viel Wasser aufnehmen und entsprechend unterschiedliche Lasten im Wasser gesättigten Zustand besitzen. Diese Lasten werden für die Ermittlung der Lasten herangezogen. Die FLL-Richtlinien enthalten die Lastannahmen für Materialien im gesättigten Zustand, die in der Regel verwendet werden. [25]

Tabelle 1: Lastannahmen und Wasserspeicherung [25]

Stoffgruppe/Stoffart	Lastannahmen je 1 cm Schichtdicke	
	in KN/m <sup>2</sup>	in kg/m <sup>2</sup>
<b>Mineralische Schüttstoffe</b>		
Lava	0,10 - 0,14	10,0 - 14,0
Bims	0,08 - 0,12	8,0 - 12,0
Blähton	0,05 - 0,08	5,0 - 8,0
Blähschiefer	0,07 - 0,10	7,0 - 10,0
Ziegelsplitt	0,12 - 0,15	12,0 - 15,0
Basaltsplitt	0,15 - 0,17	15,0 - 17,0
Dolomitsplitt	0,15 - 0,16	15,0 - 16,0
Granitsplitt	0,14 - 0,15	14,0 - 15,0
Tuffsplitt	0,11 - 0,12	11,0 - 12,0
Kies	0,16 - 0,18	16,0 - 18,0
<b>Dränmatten</b>		
Strukturvliesmatten	0,050 - 0,070	5,0 - 7,0
Kunststoffnoppenmatten	0,019 - 0,021	1,9 - 2,1
Fadengeflechtmatten	0,008 - 0,023	0,8 - 2,3
<b>Dränplatten</b>		
Hartkunststoff-Profilplatten	0,040 - 0,070	4,0 - 7,0
Hartkunststoff-Profilmatten	0,025 - 0,260	2,5 - 26,0
Schaumstoff-Profilplatten	0,020 - 0,040	2,0 - 4,0
Dämmstoffprofilplatten	0,040 - 0,060	4,0 - 6,0
<b>Drän- und Substratplatten</b>		
Modifizierter Schaumstoff	0,050 - 0,060	5,0 - 6,0
<b>Schutzschichten</b>		
Schutzvlies	0,025 - 0,075	2,5 - 7,5
Schutzplatten	0,110 - 0,190	11,0 - 19,9

Die maßgeblichen Lasten und deren Berechnungsmethoden sind in Eurocode 1 definiert. Nutzlasten und Eigengewicht müssen nach DIN EN 1991-1-1 berechnet werden, Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3, Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 und Temperatureinwirkungen nach DIN EN 1991-1-5. Nur die Lasten des Eigengewichts des Daches sind für diese Diplomarbeit relevant. Ein Statiker braucht jedoch das Gesamtgewicht, die standortabhängigen Schnee- und Windlasten sowie die Nutzlast, die von der Nutzung abhängt. Alle Lastannahmen der verschiedenen Schichten sind Teil der permanenten Lasten des Daches. Bei der Begrünung eines Daches werden sämtliche Schichten im gesättigten

Zustand berücksichtigt. Dabei wird die Bepflanzung, die normalerweise als Flächenlast betrachtet wird, als Last betrachtet. Die nachstehende Abbildung zeigt die Annahmen zur Lastverteilung von Vegetationssubstraten und Vegetationsmatten bei maximaler Wassermenge. In den meisten Fällen ist es notwendig, die Begrünung an die vorhandenen Lastreserven anzupassen, während gleichzeitig kreative Lösungen zur Erreichung des gewünschten Endprodukts (Begrünung) gefunden werden müssen. [29]

Tabelle 2: Lastannahmen und Wasserspeicherung [25]

Stoffgruppe/Substratart	Lastannahmen je 1 cm Schichtdicke	
	in KN/m <sup>2</sup>	in kg/m <sup>2</sup>
<b>Substrate für Intensivbegrünungen</b>		
Boden/Mineralstoff-Gemische	0,16 - 0,19	16,0 - 19,0
Boden/Schaumstoff-Gemische	0,13 - 0,15	13,0 - 15,0
Boden/org.Substanz-Gemische	0,15 - 0,17	15,0 - 17,0
Torf/Mineralstoff-Gemische	0,11 - 0,12	11,0 - 12,0
Kompost/Mineralstoff-Gemische	0,11 - 0,13	11,0 - 13,0
<b>Substrate für Extensivbegrünungen</b>		
Lava-Gemische	0,145 - 0,165	14,5 - 16,5
Lava/Bims-Gemische	0,125 - 0,130	12,5 - 13,0
Lava/Bims/Dolomit-Gemische	0,145 - 0,165	14,5 - 16,5
Lava/Bims/Tuff-Gemische	0,145 - 0,165	14,5 - 16,5
Sand/Lava-Gemische	0,160 - 0,175	16,0 - 17,5
Blähton-Gemische	0,100 - 0,130	10,0 - 13,0
Blähschiefer-Gemische	0,110 - 0,130	11,0 - 13,0
Ziegel-Gemische	0,130 - 0,160	13,0 - 16,0
Schieferschlacke-Gemische	0,140 - 0,150	14,0 - 15,0
Haldenschlacke-Gemische	0,140 - 0,150	14,0 - 15,0
<b>Substrate einschichtbauweisen von Intensivbegrünungen und Extensivbegrünungen</b>		
Lava-Gemische	0,115 - 0,135	11,5 - 13,5
Bims-Gemische	0,075 - 0,095	7,5 - 9,5
Lava/Bims-Gemische	0,120 - 0,130	12,0 - 13,0
Lava/Bims/Tuff-Gemische	0,130 - 0,150	13,0 - 15,0
Blähton-Gemische	0,060 - 0,070	6,0 - 7,0
Blähschiefer-Gemische	0,080 - 0,100	8,0 - 10,0
Leichtmineral/Bims-Gemische	0,085 - 0,100	8,5 - 10,0
Leichtton-Granulat	0,080 - 0,085	8,0 - 8,5
Ziegel-Gemische	0,115 - 0,135	11,5 - 13,5
Schieferschlacke-Gemische	0,115 - 0,135	11,5 - 13,5
Haldenschlacke-Gemische	0,130 - 0,150	13,0 - 15,0

Es ist außerdem von Bedeutung zu berücksichtigen, ob es sich bei der Begrünung um größere Sträucher oder Bäume handeln soll, da diese als Punktlasten einzubeziehen sind. Diese haben einen erheblichen Einfluss auf das Gewicht des Gründachs und erfordern eine genaue Berechnung. Folgende



Tabelle liefert eine ausführliche Darstellung der Lastannahmen für die verschiedenen Begrünungselemente.

**Tabelle 3: Lastannahmen der Vegetationsformen [25]**

Vegetationsform	Lastannahme	
	in KN/m <sup>2</sup>	in kg/m <sup>2</sup>
<b>Extensivbegrünungen</b>		
Moos-Sedum-Begrünungen	0,10	10
Sedum-Moos-Kraut-Begrünungen	0,10	10
Sedum-Kraut-Gras-Begrünungen	0,10	10
Gras-Kraut-Begrünungen (Trockenrasen)	0,10	10
<b>Einfache Intensivbegrünungen</b>		
Gras-Kraut-Begrünungen (Grasdach, Magerwiese)	0,15	15
Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	0,10	10
Gehölz-Stauden-Begrünungen	0,15	15
Gehölz-Begrünungen (bis 150 cm hoch)	0,20	20
<b>Intensivbegrünungen</b>		
Rasen	0,05	5
Niedrige Stauden und Gehölze	0,10	10
Stauden und Sträucher bis 150 cm Höhe	0,20	20
Sträucher bis 3m Höhe	0,30	30
Große Sträucher bis 6m Höhe	0,40	40
Kleine Bäume bis 10m Höhe	0,60	60
Bäume bis 15m Höhe	1,50	150

Es kommt vor allem bei alten Gebäuden häufig vor, dass die vorhandene Lastreserve sehr begrenzt oder sogar völlig fehlt. Bei Renovierungsvorhaben an historischen Baudenkmälern kommt es oft vor, dass das Dach umfassend neu gestaltet wird, wobei manchmal ein Wechsel von einem schrägen zu einem flachen Dach erfolgt. Es gibt jedoch mehrere Faktoren, die beim Umgang mit der Belastung einer Dachbegrünung in Betracht gezogen werden sollten. Um die statischen Anforderungen angemessen zu planen, ist es besonders wichtig, dass der Statiker das gesamte Gewicht einer Dachbegrünung, die aus dem Schichtaufbau und den Pflanzen besteht, im wassergesättigten Zustand (also unter den schwersten Bedingungen) berücksichtigt. Die Flächenlast der Dachbegrünung muss neben den Schneelasten, die regional variieren, und den nutzungsabhängigen Verkehrslasten als konstante Last (Eigengewichtsbelastung) in Betracht gezogen werden. Die dauerhafte



Belastung, die auch als Nutzlast bekannt ist, beinhaltet die Belastung aller Ebenen. Dazu zählen u. a. die Abdichtung des Daches, die Wärmedämmung, der Schutzbereich, die Kiesabdeckung sowie die Drän-, Filter- und Vegetationstragplatten. Als Teil der ständigen Last gilt der Aufbau der Dachbegrünung mit allen Schichten bei maximaler Wasserkapazität, inklusive der Flächenlast der Vegetation. [30]

## 4.2 Leichtsubstrate

Das folgende Kapitel behandelt verschiedene Arten von Leichtsubstraten und beschreibt die Vielzahl von Anwendungen und Merkmalen der Substrate. Bedauerlicherweise gibt es keine Untersuchungsberichte die die verschiedenen Leichtsubstrate überprüft. Daher werden die Herstellerangaben wiedergegeben welche kritisch hinterfragt werden sollten.

### 4.2.1 Pflanzenerde BI-B leicht

Die intensiv begrünbaren Dachsubstrate basieren auf Blähton, wodurch sie sich sehr gut für Rasen sowie Stauden und Strauchpflanzungen eignen. Sie werden als Vegetationstragschicht in intensiver Mehrschichtbauweise ausgeführt. Das Substrat ist sehr leicht und kann auch mit einem Schlauchleitungssystem direkt von den Silofahrzeugen auf die Dachfläche gefördert werden. Es enthält auch hohe Anteile an mineralischen Stabilisatoren und ist strukturstabil. Es hat auch eine gute Puffer- und Sorptionsfähigkeit. Im Lieferzustand beträgt die Sackung etwa 20%, während die Dichte ungefähr  $550 \text{ kg/m}^3$  beträgt. Bei einer maximal möglichen Wasserkapazität kann sie bis zu  $850 \text{ kg/m}^3$  erreichen. [31]

### 4.2.2 Optigrün L

Das Optigrün-Leichtsubstrat L ist speziell auf den Leichtbau zugeschnitten und dient als dränfähiges Vegetationssubstrat für extensive Dachbegrünungen, besonders bei sehr geringen Lastreserven wie zum Beispiel bei Leichtdachkonstruktionen. Es kann auch als leichtes Untersubstrat in hohen Pflanzgefäßen und Pflanzenbeeten im Raum verwendet werden. Bims bildet das Material und weist folgende Gewichtsangaben auf: trocken (verdichtet) ca. 390-

410 kg/m<sup>3</sup>, lieferfeucht ca. 650-670 kg/m<sup>3</sup> und wassergesättigt (verdichtet) ca. 780-820 kg/m<sup>3</sup> mit einer maximalen Wasserkapazität von 39 Vol%. Der pH-Wert beträgt 7,5, während der Salzgehalt bei 0,1 g/l liegt. Die Wasserdurchlässigkeit liegt unterhalb von <450 mm/min, wohingegen der Verdichtungsfaktor 1,15 beträgt. Das Substrat enthält organische Substanzen in einem Massengehalt von etwa drei Prozent und besitzt ein Gesamtporenvolumen von 86%. Darüber hinaus wird die FLL-Richtlinie für Dachbegrünungen erfüllt. Der Boden sollte nur in Zusammenhang mit Vegetationsmatten benutzt werden wegen des Winderosionsrisikos. Er verfügt über eine ETA (Europäische Technische Bewertung) als Bestandteil der Optigrün-Systemlösungen (ETA-13/0557). [32]

#### 4.2.3 Lightweight Roof Garden Planting Soil

Dachgärten und Balkone, die ein leichtes Medium erfordern eignen sich ideal für die Verwendung des leichten grünen Dachsubstrats der Firma Premium Topsoil Supplies. Dies ist eine Mischung aus sauberem, 10 mm gesiebttem Premium-Sandboden, der 4-10 mm LECA, ein leichtes expandiertes Tonkugel-Aggregat, enthält. Die Kombination von Boden und LECA verringert die Schüttdichte des Bodens und verbessert die Entwässerung. Das Ergebnis ist ein hochwertiges leichtes Pflanzsubstrat, das in Nährstoffwert und Leistung natürlicher Erde sehr ähnlich ist. Im Grunde handelt es sich um ein Material für Flachdächer, Balkonpflanzgefäße, Podien und alle anderen leichten Bepflanzungsanwendungen, die eine signifikante Reduzierung der Punktlasten erfordern. [33]

Die Substrate werden nach den eigenen Spezifikationen getestet, die weit über die Anforderungen der britischen Standards hinausgehen. Sie wurden wissenschaftlich von Tim O'Hare Associates, dem führenden Bodenwissenschaftler in Großbritannien, gründlich überprüft. Zu den wichtigsten Merkmalen gehören [33]:

- Schüttdichte (bei Feldkapazität) 1,13 Mg/m<sup>3</sup>
- Schüttdichte (bei Sättigung) 1,28 Mg/m<sup>3</sup>
- Neutraler pH-Bereich von 7,0 bis 8,0
- Gesiebt auf 10 mm
- Gute Entwässerung

- Torffrei

#### 4.2.4 Intensivsubstrat CG-IS leicht

Das Intensivsubstrat ist so konzipiert, dass es als Vegetationstragschicht für Stauden, Sträucher und Bäume dient, die eine intensive Dachbegrünung erfordern. Das Substrat kombiniert dabei hochwertige Zuschlagstoffe mit geringem Gewicht. [34]

Folgende technische Daten können festgehalten werden:

- Hauptbestandteile: Ziegelsplitt, Lava, Bims, Blähton, Blähschiefer und Grünschnittkompost. Seine Mischung variiert je nach Standort.
- Trockengewicht: ungefähr 750 kg/m<sup>3</sup>
- Wassergesättigter Zustand: etwa 1.300 kg/m<sup>3</sup>
- Maximale Wasserkapazität: ≥ 45 Vol%
- Wasserdurchlässigkeit: ≥ 5 mm/min
- Salzgehalt ≤3,0 g/l
- pH Wert: 6.0-8.5
- Organische Substanzen: ≤80g/l
- Verdichtungsfaktor: ca. 1,3

ClimaGrün Substrate entsprechen den jeweiligen regionalen / nationalen Richtlinien (DE, A, I, CH) und können daher technisch unterschiedlich sein.

Die Systemlösungen in Kombination mit einzelnen Produkten bieten unkomplizierte Lösungen für anspruchsvolle Anforderungen. Die Vorteile sind vielfältig und können auf zwei wesentliche beschränkt werden [34]:

- Ein durchdachter Prozessablauf der Planung und Wartung
- Ressourcenschonende Herstellung und Qualitätsgarantie gemäß den geltenden Normen und Richtlinien

#### 4.2.5 Interroof-intensiv extra

Das Dachsubstrat "Interroof-intensiv extra leicht" erfüllt die Richtlinien der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL) und wurde für Dachbegrünungen mit geringen Dachlasten entwickelt. Es besteht aus einer Mischung von Bims, Lava, Blähton und Kompost, wodurch es ein leichtes Gewicht aufweist. Die intensive Dachbegrünung ermöglicht eine vielfältige Bepflanzung und ist für Dachgärten mit Stauden, kleinen Sträuchern und

Bäumen geeignet. Die Dachmatte weist eine Kombination aus mineralischen und organischen Materialien auf und besitzt eine hohe Druckfestigkeit. Dadurch wird die Entmischung verhindert. Eine Wurzelbildung und Wasserdurchlässigkeit wird sichergestellt. Das Produkt verfügt über eine effektive Wasserspeicherfähigkeit und Luftzufuhr, wodurch Staunässe vermieden wird. Es fördert die Nährstoffversorgung und das Pflanzenwachstum, während Setzungen für strapazierfähige Grünflächen minimal bleiben. Zusätzlich zu diesen Merkmalen können folgende Eigenschaften in Verbindung mit dem Produkt erwähnt werden [35]:

- Stabile pH-Werte, niedriger Salzgehalt und langfristige Stabilität
- Unkrautfrei und geeignet für den Transport mit Silowagen bis zu 150 m

Das Dachsubstrat kann auch bei Nässe und leichtem Frost gut genutzt werden und bietet somit flexible Einsatzmöglichkeiten für unterschiedliche Witterungsbedingungen. [35]

### 4.3 Agroperl

Agroperl zeichnet sich durch seine Fähigkeit aus, Feuchtigkeit zu speichern und gleichzeitig eine stabile Entwässerung sicherzustellen. Dieses Merkmal macht es zu einem idealen Bestandteil für Pflanzensubstrate. Agroperl unterstützt die Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Feuchtigkeitsniveaus im Boden, was wiederum das Wachstum der Wurzeln fördert und die Gesundheit der Pflanzen stärkt.

Agroperl zeichnet sich auch durch seine Langlebigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Zersetzung aus. Es zersetzt sich im Vergleich zu organischen Materialien nicht mit der Zeit, was wiederum bedeutet, dass es länger im Boden verbleibt und seine positiven Eigenschaften über einen längeren Zeitraum beibehält.

Insgesamt ist Agroperl ein äußerst vielseitiges Material, das in Dachbegrünungen weit verbreitet ist. Seine Fähigkeit, Feuchtigkeit zu speichern, die Entwässerung zu verbessern, die Belüftung zu fördern und seine Langlebigkeit machen es zu einem wichtigen Element vieler Dachbegrünungsprojekte. [36]

#### 4.4 Lastverteilerplatten

Eine Vielzahl von Werkstoffen, aus denen Lastverteilerplatten hergestellt werden können, sind Holz, Metall, Beton und Kunststoff. In der vorliegenden Diplomarbeit spielen Holz und Beton jedoch keine Rolle. Denn Holz verrottet unter Wassereinwirkung, während Beton aufgrund seines hohen Gewichts nicht für Dächer mit geringer Traglast geeignet ist.

Ein Beispiel für eine Lastverteilerplatte sind Stahl- oder Aluminiumplatten, die den erforderlichen Standards entsprechen (wasser- und windfest, rostfreier Stahl bei Verwendung von Stahl, ausreichende Traglast, geringes Gewicht). Diese können speziell für das jeweilige Projekt entworfen und in ihrer Größe angepasst werden. Sie sollten entweder unter dem gesamten Pflanzentrog platziert werden und so dimensioniert sein, dass der Umfang des Gefäßes kleiner als die Platte ist, oder um das Gewicht zu reduzieren, nur unter den Ecken positioniert werden.

Eine weitere Lastverteilerplatte ist das sogenannte Outrigger Pad der Firma Lodax. Das Outrigger Pad wurde für Auslegerkrane konzipiert und ist eine stabile und zertifizierte Stabilisierungsplattform. Dieses Pad ist aus erstklassigem recyceltem Virgin-Kunststoffmaterial gefertigt und bietet daher eine langfristige Stabilisierung. Das Pad ist quadratisch geformt und hat eine Größe von 300 x 300 mm, was eine Tragfähigkeit von 4 Tonnen verleiht. Das Gerät ist aus HMWPE R-Material und Seil gefertigt. Es ist 30 mm dick und wiegt 2,5 kg. Aufgrund ihrer geringen Masse, ihrer niedrigen Höhe und ihrer Tragfähigkeit von 4 Tonnen können die Platten auch in der Dachbegrünung eingesetzt werden, wenn die Pflanzen in Trögen gepflanzt wurden. Im Beispiel aus Kapitel 5 wird veranschaulicht, wie die Platten unter den Pflanzgefäßen in den Eckbereichen platziert werden können, um die Lasten zu verteilen.

Die Vorteile dieses Pads sind vielfältig: Es wird recyceltes Kunststoffmaterial verwendet, wodurch es umweltfreundlich ist. Es ist dank seines niedrigen Gewichts einfach zu transportieren und zu pflegen. Darüber hinaus wurde es gezielt konzipiert, um eine unkomplizierte Handhabung zu ermöglichen. Außerdem zeichnet es sich durch seine außergewöhnliche Langlebigkeit,

Stabilität und Flexibilität aus. Es ist u.a. wasserabweisend und schützt vor Feuchtigkeitsschäden, was Rost- oder Verrottungsprobleme verhindert.

Das Outrigger Pad 300 x 300 x 30 mm ist insgesamt eine langlebige und verlässliche Lösung zur Kranstabilisierung und eignet sich gut für Anwendungen bei Dachbegrünungen. [37]



Abbildung 8: Outrigger pad 300 x 300x 30 mm [37]

#### 4.5 Geeignete Pflanzen für Leichtsubstrate: Auswahl von Flachwurzelpflanzen

Das Überleben von Pflanzen auf Gründächern hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die die Physiologie und das Wachstum der Pflanzen beeinflussen. Dazu gehört die Menge an Sonneneinstrahlung, die Qualität der Luft und die Eigenschaften des Substrats. Während Beschattung in den meisten natürlichen Lebensräumen die Struktur der Vegetation widerspiegelt, zeigt die Beschattung auch die Heterogenität von Gebäuden in städtischen Umgebungen. Dadurch kann sich die Sonneneinstrahlung, die die Pflanzen innerhalb und zwischen Gründächern erreichen, unterscheiden, und die Temperatur des Substrats sowie das Überleben der Pflanzen werden dadurch beeinflusst. Die Substratbedingungen auf Gründächern können sich im Laufe der Zeit ändern. In der Anfangsphase sind ihre Zusammensetzung und Tiefe jedoch darauf ausgelegt, sowohl den Konstruktionsaspekten als auch den Bedürfnissen der dominanten Vegetation auf dem Gründach gerecht zu werden. [38]

Laut Balachowski und Volaire [39] ist es ratsam, sowohl das Klima des Ursprungs als auch die Merkmale der Pflanze zu berücksichtigen, wenn man die Arten auswählt, da ersteres die Umgebung angibt, in der eine Pflanze angepasst ist, aber letzteres ermöglicht die Vorhersage der wahrscheinlichen ökologischen Strategien, die die Pflanze zur Bewältigung von Ressourcenknappheit verwenden wird.

Nicht jede Pflanze gedeiht gleichermaßen gut in Leichtsubstraten, da einige Arten spezifische Bodenanforderungen haben, die möglicherweise nicht durch ein leichtes Substrat erfüllt werden können.

Flachwurzler sind Sträucher und Bäume, deren Wurzeln sich in den oberen Schichten des Bodens ausstrecken. Eine strahlenförmige, radiale Ausbreitung mit der Sprossachse als Mittelpunkt ist charakteristisch. Ein besonderer Vorteil eines flachen und weitreichenden Wurzelsystems besteht darin, lockeres und rutschiges Erdreich effektiv zu stabilisieren. [40]

Einige geeignete Flachwurzlergewächse für Leichtsubstrate sind Felsenbirne, Ahorn und Obstbäume. Diese werden nachstehend genauer beschrieben.

Die **Felsenbirne**, sowohl einheimische als auch eingewanderte *Amelanchier*-Arten, sind bekannt für ihre Verträglichkeit gegenüber Schnittmaßnahmen, was eine unkomplizierte Gestaltung zu Hochstämmchen ermöglicht. Bei der Auswahl des Standorts sollten windgeschützte Bereiche bevorzugt werden, da Felsenbirnen trotz ihrer flachen Wurzeln sowohl als Zier- als auch Obstgehölze eine robuste Stabilität bieten. Mit einer Wuchshöhe von 250 bis 600 Zentimetern und ihren essbaren Beeren im Herbst ist die Felsenbirne als Leichtsubstrat gut geeignet. Ihre Erscheinung, ihre vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten und ihre unkomplizierte Pflege machen sie zu einer beliebten Wahl für Dachbegrünungen. [40]





Abbildung 9: Felsenbirne [41]

**Der Japanische Ahorn** (*Acer japonicum*) ist ein Laubbaum aus der Familie der Seifenbaumgewächse (*Sapindaceae*), der durchschnittlich 6 Meter hoch wird. Als Mitglied der Familie der Seifenbaumgewächse (*Sapindaceae*) erreicht der Japanische Ahorn im Durchschnitt eine Höhe von 6 Metern. Seine Blütezeit erstreckt sich über den Monat Mai, wobei die Blüten gelb werden. Im Herbst zeigt er eine Farbpalette von Orange bis Rot. Dieser Baum hat ein Flachwurzelsystem und eignet sich gut für Gärten, Parks und Dachbegrünungen. Ursprünglich in Mitteleuropa beheimatet, ist der Japanische Ahorn auch in Deutschland, Österreich und der Schweiz verbreitet. Durch seine weitreichende Verbreitung und Anpassungsfähigkeit kann er ein wertvoller Bestandteil einer Dachbegrünung werden. [42]





Abbildung 10: Japanische Ahorn [43]

Die Nutzung von **Obstbäumen** in der Dachbegrünung bietet ebenfalls optimale Möglichkeiten für die nachhaltige Gestaltung eines Dachs. Der **Apfelbaum**, auch als Kulturapfel bekannt, kann eine beachtliche Höhe von bis zu 10 Metern erreichen. Diese einheimische Sorte bietet auch Raum für andere Sorten, die für die Dachbegrünung geeignet sind. Mit seiner Blütezeit von April bis Mai präsentiert der Apfelbaum nicht nur eine beeindruckende ästhetische Erscheinung mit seinen weiß-rosa Blüten, sondern liefert auch eine essbare Ernte. Seine Fähigkeit, sehr niedrige Temperaturen im Winter zu tolerieren, macht ihn zu einer idealen Wahl für die Dachbegrünung. Besonders im Trend liegen derzeit auch Säulenobst- und Spaliersorten, die sich sowohl für die Dachbegrünung als auch für die Bepflanzung in Töpfen eignen. Die Verwendung von Obstbäumen in der Dachbegrünung bietet nicht nur ästhetische Vorteile, sondern auch ökologische und ökonomische Nutzen. [44]



Abbildung 11: Apfelbaum [44]

Im Anhang sind einige Listen mit weiteren Pflanzen angeführt, die für die Begrünung von Dächern geeignet sind und verwendet werden können. Die angeführten Arten sind für intensive Begrünungen einsetzbar. [45]

#### 4.6 Leichtes Begrünungssystem – Hydro Profi Line

Bei der Hydro Profi Line Begrünung handelt es sich um intensive Begrünungssysteme, welche für professionelle Anwendungen in der Hydrokultur entwickelt wurden und sich aus robusten Pflanzen zusammensetzen. Sie zeichnen sich durch einfache Installation und Bepflanzung aus und sind funktional und vielseitig kombinierbar. Darüber hinaus gelten sie als nachhaltig und sind auch wiederverwendbar. [46]

Die Hydro Profi Line Intensivbegrünungen bieten eine Vielzahl von Vorteilen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen an [46]:

Zum einen verfügen sie über viele kreative Gestaltungsmöglichkeiten, denn sie bieten diverse Varianten und Größen für begrünte Dächer und Flächen an. So können mit einer Auswahl an Pflanzen und Bäumen mit fast jeder Größe alle Ansprüche gut umgesetzt werden. Des Weiteren führen die Hydro Profi Line Intensivbegrünungen oftmals zur Gewichtsreduktion da hier das Substrat nicht maßgebend für das gesamte Gewicht ist. Durch den Einsatz dieser kann das Gewicht der begrünten Flächen, im Vergleich mit gängigen intensiven



Begrünungen, erheblich reduziert werden. Diese Reduktion bietet auch praktische Vorteile, wie die Minderung der Belastung auf schon geschwächte Dächer und die Verringerung der Kosten für statische Anpassungen und Veränderungen. Die Systeme ermöglichen auch eine effiziente Nutzung von Regenwasser, indem dieses im Becken des Systems aufgefangen und gespeichert wird. Bei starken Regenfällen kann das Wasser durch das Ablassen der Becken in Zisternen umgeleitet werden, um mehr Regenwasser zu sammeln. Dieses kann dann später im System zurückgeführt und zur Bewässerung von Pflanzen verwendet werden. Alternativ kann das Wasser für andere Zwecke genutzt werden, wie beispielsweise die Bewässerung des Gartens, oder es kann einfach langsam in die Kanalisation abfließen, nachdem der Regen aufgehört hat. Dadurch wird die Belastung der Kanalisation verringert. Des Weiteren werden Überschwemmungen vermieden, da das aufgefangene Wasser zeitverzögert in die Kanalisation gelangt. Zudem werden die Wasserressourcen erheblich geschont, wenn das aufgefangene Wasser wiederverwendet wird. Es findet auch eine Schonung der Dachhaut statt. Nachdem die Hydro Profi Line Systeme zu einem veränderten Wurzelwachstum führen, werden Schäden durch Wurzeldruck vermieden. Die Abdichtungen der Becken bleiben intakt, und es bietet sich die Möglichkeit, einzelne Pflanzen, wenn notwendig, auszutauschen. Wird ein Blick auf die Reparaturmöglichkeiten geworfen, so erleichtern die Systeme die Reparatur von undichten Stellen auf Flächen, wodurch langfristige Instandhaltungskosten reduziert werden können. Durch den Einsatz einer doppelagigen Bitumenbahn mit einer innen liegenden Leckortungsfolie können undichte Stellen präzise lokalisiert werden. Zur Reparatur wird das Becken anschließend entleert, und die betroffene Pflanze kann ohne aufwendige Arbeit entfernt und danach wieder eingehängt werden. [46]

Insgesamt bieten die Intensivbegrünungssysteme der Hydro Profi Line eine Reihe von Vorteilen, die im Folgenden näher erläutert werden [46]:

**Flexibilität:** Diese Systeme ermöglichen die Gestaltung von Gründächern und Flächen mit einer breiten Palette von Pflanzenarten.

**Gewichtsreduktion:** Durch den Einsatz dieser Systeme kann das Gewicht der begrünter Fläche um bis zu 80 % reduziert werden. Dies trägt potenziell zur Verbesserung der Tragfähigkeit von Dächern bei und kann die Kosten für statische Berechnungen senken.

**Wasserwirtschaft:** Die Systeme unterstützen eine effiziente Nutzung von Wasser, indem sie Regenwasser auffangen und speichern. Auf diese Weise wird die Belastung der Kanalisation verringert.

**Reparatur:** Die Systeme ermöglichen eine einfache Reparatur von undichten Abdichtungen auf den Flächen.

Allgemein eignen sich die Hydro Profi Line Intensivbegrünungssysteme für eine Vielzahl von Pflanzen und sorgen für ein kräftiges Wachstum, ohne dafür viel Wasser oder Pflege zu benötigen. Der Wasserverbrauch wird minimiert und der Pflegeaufwand reduziert.

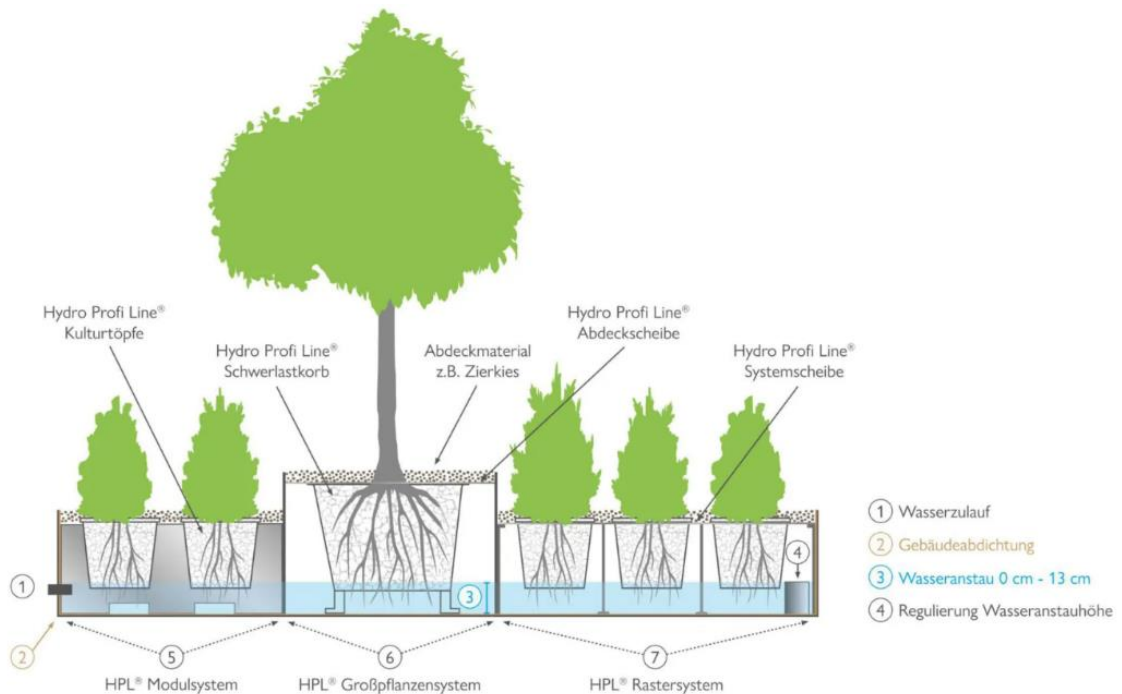


Abbildung 12: Hydro Profi Line Intensivbegrünungssystem [46]

**Funktion:** Die Hydro Profi Line® Intensivbegrünungssysteme bieten flexible Möglichkeiten, sowohl Teilbereiche von Flächen als auch komplette Dachflächen zu begrünen. Dafür werden passende Wasserbecken aus Edelstahl oder Beton

aufgestellt oder die gesamte Dachfläche entsprechend umgewandelt. Die Becken können mit Bitumen oder EPDM-Folien abgedichtet werden und haben eine variierbare Wasseranstauhöhe von 5 cm bis 13 cm. Bezugnehmend eines Telefonats mit dem Hersteller wurde gesagt, dass das System mit 13 cm Wasser, Gefäß, Substrat und einem mittelhohen Baum zu einem Gewicht von 2 KN/m<sup>2</sup> gelangt.

Die Bepflanzung erfolgt in speziellen Kulturtöpfen oder Großkulturtöpfen, die anschließend einfach in die Becken eingehängt werden. Bei Bedarf können Systemplatten und Abdeckscheiben mit Zierkies bedeckt werden, bevor die Becken mit Wasser gefüllt werden. Die Pflanzen werden eigenständig mit dem benötigten Wasser versorgt. Die kontinuierliche Wasserversorgung kann sowohl durch Niederschlag als auch durch ergänzendes Trinkwasser sichergestellt werden. Die Integration von Wasseranschlüssen sowie festen oder regulierbaren Abläufen gestaltet sich einfach.

Es ist wichtig, die Pflanzen regelmäßig mit Dünger zu versorgen und dies auch zu kontrollieren. Düngemessstationen können dabei helfen, diesen Prozess zu automatisieren. [46]

## 5 Dachbegrünungspotenzial in Wien

Generell lässt sich feststellen, dass das Potenzial für Gründächer in Wien noch nicht vollständig erschlossen ist, da viele Gebäude zunächst renoviert oder Dachgeschosse ausgebaut werden müssen, bevor die Installation eines neuen Dachs in Betracht gezogen werden kann. Dieser Prozess könnte eine Änderung der Dachneigung und den Einbau eines neuen Dachs erfordern, was wiederum eine umfassende Neuberechnung der Statik erforderlich machen könnte. Diese Berechnungen werden jedoch im Rahmen des Ausbaus durchgeführt, um festzustellen, ob eine Begrünung möglich ist und unter welchen Bedingungen dies realisierbar wäre.

Im Jahr 2011 wurde in Wien ein Kadaster für das Gründachpotenzial geschaffen. Durch Laserscanning (ALS)-Daten wurden die Dächer erfasst und entsprechend ihrem Neigungswinkel in zwei Kategorien eingeteilt. Um Fehlerquellen zu reduzieren, wurden Flächen kleiner als 5m<sup>2</sup> ausgeschlossen. Dies ermöglichte eine grobe Einschätzung des möglichen Begrünungspotentials in Wien. Eine umfangreiche oder intensive Begrünung ist in Kategorie 1 mit Neigungen von 0 bis 5 Grad ohne zusätzlichen Aufwand möglich. Bei Neigungen zwischen 5 und 20 Grad müssen Maßnahmen ergriffen werden, um zu verhindern, dass das Substrat abrutscht, oder der Aufwand für die Begrünung ist so groß, dass es kaum machbar ist. Von der Gesamtdachfläche Wiens, die 5.417,7 Hektar beträgt, entfallen 1.068,4 Hektar auf Dachflächen mit einer Neigung von 0-5° und 744,9 Hektar auf Dachflächen mit einer Neigung von 5-20°. Der Katalog hat keine bedeutenden Angaben zur Belastbarkeit der Dächer, Schutzzonen oder Vorschriften zum Denkmalschutz berücksichtigt. [47]

Die folgende Abbildung zeigt das Potenzial für Gründächer in jedem Bezirk, ausgedrückt in Hektar. Wie erwartet, weisen die Randbezirke, in denen sich auch viele Industriegebäude mit großen Flachdächern befinden, das größte Potenzial für Begrünung auf.

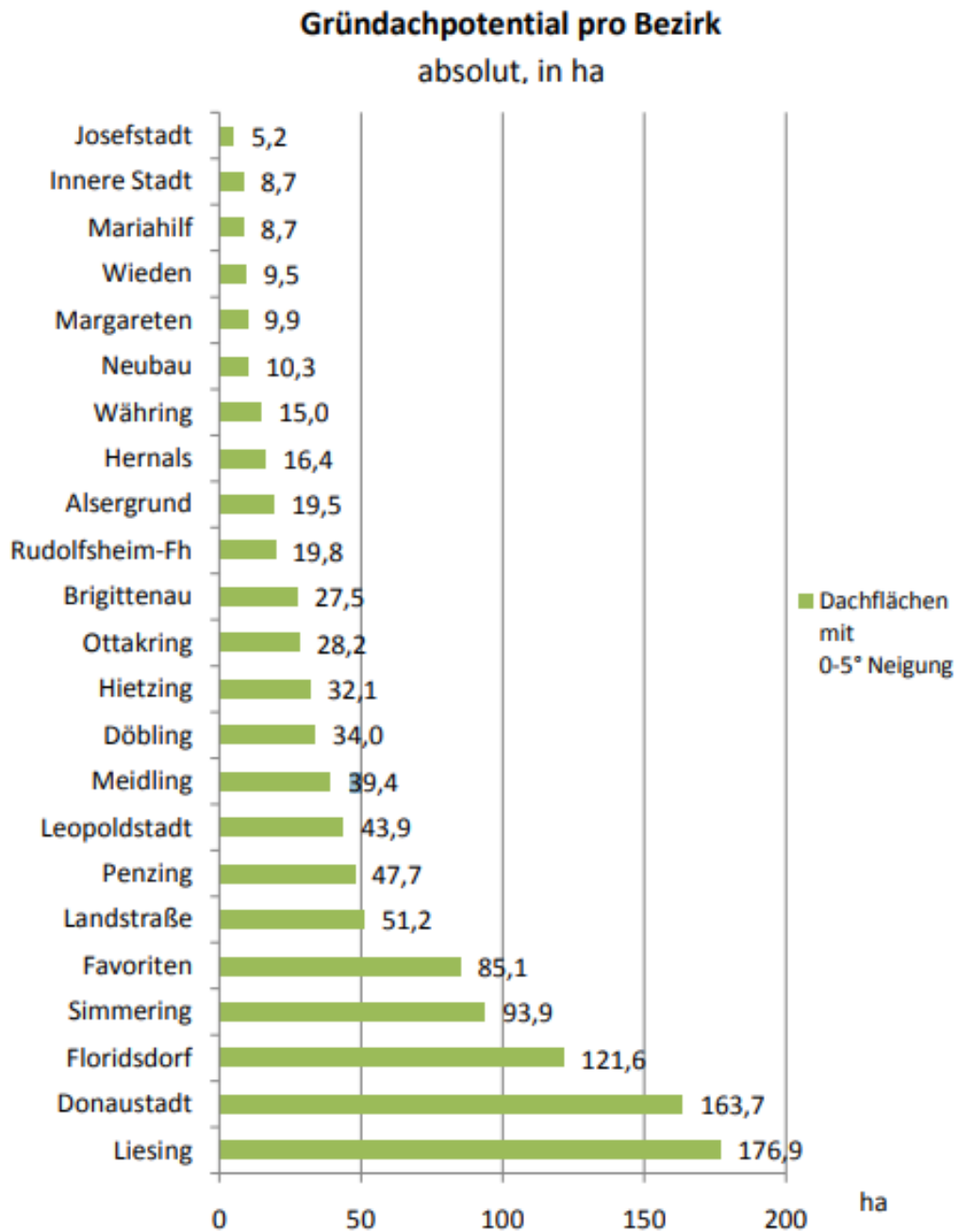


Abbildung 13: Gründachpotential pro Bezirk [47]

Im Rahmen des Projekts "Grünraumanalyse Wien - Dachbegrünung" wurden im Jahr 2010 die begrünten Dächer analysiert. Das Ziel des Projekts bestand darin, Grünflächen zu erfassen und in fünf Grünklassen zu unterteilen. Die Kategorien für Dachgrünflächen umfassen den wilden Dachbewuchs (Kategorie 1), Dachrasenflächen über Sträucher und lichterem Bäumen (Kategorie 2), die Extensivbegrünung (Kategorie 3), Bäume und Übershirmungen (Kategorie 4) und die vitalsten Bäume Wiens, die Dächer übershirmen (Kategorie 5). Die Daten basieren auf digitalen Infrarotbildern, die im Jahr 2009 über die gesamte

Stadt Wien aufgenommen wurden. Dabei wurde der NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) berechnet und klassifiziert. Werte unter 20 wurden ausgeschlossen, da Grünflächen einen NDVI von über 20 aufweisen. Dachrasen wurden im Bereich von 29-41 klassifiziert, während Dachgärten einen NDVI von 41-54 aufweisen. Bäume auf Dachgärten und Übershirmungen haben einen NDVI-Wert von 54-100. Es wird angenommen, dass aufgrund von Gebäudeverschattungen eine Überbewertung um etwa 15% und in lockeren, bebauten Bereichen eine Überbewertung um bis zu ca. 25% festgestellt wurde. [48]

Von den insgesamt 5.242 Hektar Dachflächen im Gemeindegebiet sind 254,04 Hektar begrünt, was 12,64 % der Gesamtfläche entspricht. Es wurde festgestellt, dass ab der Kategorie 3 die Wahrscheinlichkeit für tatsächliche Grünflächen signifikant steigt, obwohl in den Kategorien 21-41 des NDVI auch ähnlich reflektierende Oberflächen enthalten sein können. Statistisch betrachtet sind 0,62 % der gesamten Wiener Fläche von begrüntem Dächern bedeckt, was wiederum 4,88 % der Gesamtdachfläche ausmacht. Wenn man nur die Kategorien 3, 4 & 5 betrachtet, so werden 2,2 % der Dachflächen als begrünt eingestuft. Folgende Tabelle verdeutlicht dieses Verhältnis. [48]



Tabelle 4: Übersicht Flächenstatistik Stadt Wien [48]

Bezirk	Bezirksfläche (ha)	davon Dachfläche (ha)	davon Dachgrünfläche (ha)	Gesamtergebnis 3, 4 & 5	in % der Gesamtfläche 3, 4 & 5
1. Bezirk	286,97	119,31	2,51	0,86	0,7%
2. Bezirk	1.923,61	219,92	11,19	5,42	2,5%
3. Bezirk	739,84	240,62	10,98	5,41	2,3%
4. Bezirk	177,52	76,25	3,56	1,76	2,3%
5. Bezirk	201,15	87,21	4,63	2,37	2,7%
6. Bezirk	145,27	69,99	3,51	1,72	2,5%
7. Bezirk	160,50	84,95	5,01	2,52	3,0%
8. Bezirk	108,99	54,54	2,72	1,41	2,6%
9. Bezirk	296,74	128,49	6,87	2,56	2,0%
10. Bezirk	3.182,52	396,55	19,16	8,27	2,1%
11. Bezirk	2.325,49	317,04	14,12	6,15	1,9%
12. Bezirk	810,31	201,41	9,95	4,19	2,1%
13. Bezirk	3.771,55	228,26	12,36	4,95	2,2%
14. Bezirk	3.376,27	280,74	14,35	6,81	2,4%
15. Bezirk	392,39	141,53	5,76	2,65	1,9%
16. Bezirk	867,40	196,75	12,22	5,84	3,0%
17. Bezirk	1.138,96	140,37	7,49	3,08	2,2%
18. Bezirk	634,72	134,52	6,86	2,92	2,2%
19. Bezirk	2.494,41	242,62	15,25	7,29	3,0%
20. Bezirk	570,96	125,75	3,76	1,68	1,3%
21. Bezirk	4.444,26	518,19	24,91	12,57	2,4%
22. Bezirk	10.230,65	696,74	34,02	16,01	2,3%
23. Bezirk	3.206,92	540,48	24,85	8,60	1,6%
<b>Wien gesamt</b>	<b>41.487,39</b>	<b>5.242,23</b>	<b>256,04</b>	<b>114,75</b>	<b>2,2%</b>

In Wien sind die Grünkategorien wie folgt aufgeteilt: Kategorie 1 (67,54 ha) umfasst vor allem Moose und wilden Dachbewuchs, während die Kategorie 2 73,50 ha Dachgrünflächen aufweist, auf denen verschiedene Vegetationsarten von Rasen bis zu lichterem Bäumen zu finden sind. Typische Dachgartengewächse sowie teilweise Rasen und Bäume sind in der Kategorie 3 (67,21 ha) anzutreffen, während die Kategorie 4 (44,06 ha) vor allem von Bäumen (Überschirmungen) geprägt ist. Kategorie 5 umfasst die wichtigsten Bäume, die die Dächer überschirmen. Auffällig ist, dass der erste Wiener Gemeindebezirk, aufgrund seiner zentralen Lage stark bebaut ist und dabei eine Dachfläche von über 41 % der Gesamtbezirksfläche aufweist. Dies führt zu einem Dachgrünanteil von 0,87 % an der Gesamtbezirksfläche. Jedoch geben die durchschnittliche Dachgrünfläche pro Kopf (1,48 m<sup>2</sup>) und der Anteil der Dachgrünfläche an der Dachfläche (2,10 %, der niedrigste Wert in ganz Wien) ein klareres Bild. Beide Werte liegen deutlich unter dem Durchschnitt von Wien,

was darauf hindeutet, dass die Innere Stadt in Bezug auf Dachgrünflächen unterdurchschnittlich ausgestattet ist. [48]

Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Verteilung der Dach-Grünkategorien in Wien. [48]

**Tabelle 5: Übersicht Verteilung der Dach-Grünkategorien [48]**

Bezirk	Kategorie 1 (NDVI 21 - 29)	Kategorie 2 (NDVI 30 - 41)	Kategorie 3 ~Rasenfläche (NDVI 42 - 54)	Kategorie 4 ~Dachgarten (NDVI 55 - 74)	Kategorie 5 ~Bäume (NDVI 75 - 100)	Gesamt- ergebnis
1. Bezirk	0,93	0,72	0,52	0,32	0,03	2,51
2. Bezirk	2,95	2,83	2,73	2,16	0,53	11,20
3. Bezirk	2,97	2,60	2,40	2,81	0,20	10,98
4. Bezirk	0,92	0,89	0,82	0,94	0,00	3,57
5. Bezirk	1,13	1,13	1,12	1,24	0,00	4,63
6. Bezirk	0,89	0,90	0,78	0,93	0,01	3,51
7. Bezirk	1,21	1,27	1,15	1,35	0,02	5,01
8. Bezirk	0,67	0,64	0,58	0,79	0,04	2,72
9. Bezirk	1,97	2,35	1,97	0,57	0,02	6,87
10. Bezirk	5,42	5,46	4,76	3,35	0,16	19,16
11. Bezirk	4,81	3,17	3,00	3,01	0,13	14,12
12. Bezirk	2,75	3,01	2,67	1,47	0,05	9,95
13. Bezirk	3,04	4,38	3,90	1,01	0,04	12,36
14. Bezirk	3,49	4,06	3,84	2,78	0,19	14,35
15. Bezirk	1,63	1,49	1,38	1,18	0,09	5,76
16. Bezirk	2,89	3,50	3,07	2,33	0,43	12,22
17. Bezirk	1,82	2,60	2,17	0,82	0,09	7,49
18. Bezirk	1,61	2,33	2,29	0,61	0,02	6,86
19. Bezirk	3,25	4,70	4,84	2,33	0,12	15,25
20. Bezirk	0,89	1,19	0,92	0,67	0,09	3,76
21. Bezirk	5,76	6,58	7,28	4,76	0,53	24,91
22. Bezirk	8,13	9,88	9,56	5,80	0,66	34,02
23. Bezirk	8,43	7,82	5,48	2,85	0,27	24,85
<b>Wien gesamt</b>	<b>67,54</b>	<b>73,50</b>	<b>67,21</b>	<b>44,06</b>	<b>3,49</b>	<b>256,06</b>

Die Statik von älteren Gebäuden ist häufig ein Problem, insbesondere, wenn thermische Sanierungen, der Einbau von Aufzügen und der Ausbau von Dachgeschossen durchgeführt werden. Dies erhöht die Belastung der bisher nicht ausreichend belasteten Wände. Die Statik ist entscheidend, um festzustellen, ob eine Begrünung möglich ist. Eine umfassende Begrünung anstelle eines Kiesdaches ist vergleichsweise einfach durchzuführen, da anstelle des Kieses das Substrat, bei ähnlichem Gewicht aufgebracht, wird. Statt Kies lassen sich Substrate mit Pflanzen und kleinen Steinen verwenden. Dies ist eine gängige Praxis bei der Gestaltung von Dachbegrünungen, bei der das Substrat für das Pflanzenwachstum optimiert wird und kleine Steine für zusätzliche Abdeckung und ästhetische Zwecke eingesetzt werden. Obwohl ihre Vorteile für das Stadtklima kaum mit denen einer extensiven Begrünung vergleichbar sind, ist eine intensive Begrünung aufgrund des höheren Gewichts des Substrats in vielen Fällen nachträglich nicht realisierbar.

## **6 Vorgehensweise und Projektinitiative einer Dachbegrünung am Beispiel Schwarzenbergplatz in Wien**

Das folgende Kapitel beschreibt die Strategie und die Projektinitiative für die Dachbegrünung am Schwarzenbergplatz in Wien. Nach einer kurzen Einführung in die relevanten Gebäudestatistiken und Fakten folgt eine detaillierte Beschreibung der angewandten Methodik bzw. Diskussionen und Fortschritte, die im Rahmen des Dachbegrünungsprojekts erzielt wurden.

### **6.1 Forschungsprojekt Einführung**

Das Gebäude am **Schwarzenbergplatz**, das im Jahr 1905 von Oskar Neumann erbaut wurde, erfuhr von 2019 bis 2023 eine umfassende Sanierung und nachhaltige Renovierung. Insgesamt gibt es 8 Stockwerke und die Bruttogeschossfläche beträgt etwa 5300 m<sup>2</sup>. Die Schutzzone umfasst das Gebäude, um das einzigartige Stadtbild zu erhalten und die Fassade an der Straße wurde im Stil von "Alt Wien" renoviert. Die beiden Dachgeschosse wurden modern errichtet und teilweise als Freiflächen genutzt. Aufgrund der Tatsache, dass die Tragfähigkeit des Gebäudes nur durch extensive Dachbegrünung erreicht wurde, und dass der Substrataufbau der extensiven Bepflanzung nicht ausreichend ist, um höhere Sträucher und schattenspendende Bäume zu bepflanzen, wurde eine innovative leichte Konstruktionsvariante mit topfbundenen Bäumen erarbeitet. [49]

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde das Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie der TU Wien mit der Bereitstellung von Richtlinien für die Begrünung und Begleitung des Bauprojekts beauftragt. Dies umfasste, unter anderen, die intensive Begrünung des Dachs, einschließlich der Festlegung von Positionierung, Form und Anzahl der Tröge sowie Bepflanzungsvorschläge und Empfehlungen für die Trögenbefüllung. Eine detaillierte Darstellung dieser Maßnahmen erfolgt im weiteren Verlauf dieses Kapitels.

Das Ziel bestand darin, einen Aufenthaltsbereich für die Mitarbeiter zu schaffen, der auch im Sommer Schutz vor der Sonne bietet und den Ausblick von der Dachterrasse genießen lässt. Eine solche Lösung war bisher nicht auf dem Markt verfügbar, und das integrierte Forschungsprojekt sollte zeigen, dass eine intensive Begrünung mit schattenspendenden Bäumen auch auf Dächern mit begrenzter Tragfähigkeit umsetzbar ist.

Eine besonders leichte Lösung für die Dachbegrünung mit topfgebundenen Bäumen wurde in Rahmen der Diplomarbeit, zusammen mit der Firma Fricke und dem Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien entwickelt. Die zu erreichende Last im gesättigten Zustand musste deutlich unter den Lasten liegen, die für intensive Dachbegrünungen typisch sind ( $3\text{-}12\text{kN/m}^2$ ), um eine Kombination mit extensiven Dachbegrünungen zu ermöglichen, bei denen die Lasten im Bereich von bis zu ca.  $1,7\text{kN/m}^2$  liegen. Darüber hinaus sollte das Langzeitverhalten von Leichtsubstratmischungen untersucht und überwacht werden, die zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist. Sowohl aus technischer als auch aus ökologischer Sicht stellte die Entwicklung dieser besonders leichten Lösung und die Auswahl geeigneter Baumarten eine Herausforderung dar. Die Risiken lagen sowohl in der Möglichkeit, die statischen Zielsetzungen nicht zu erreichen, als auch darin, dass ausgewählte Pflanzenarten unter den gegebenen Bedingungen nicht dauerhaft lebensfähig sind.

Das vorliegende Kapitel beschreibt daher die Vorgehensweise und die Schritte der Bewilligung einer intensiven Dachbegrünung am Schwarzenbergplatz 13. Involviert waren das Team an der TU, die Begrünungsfirma Fricke und die Gebäudeeigentümer, welche die Entscheidungen in Bezug auf die bereitgestellten Unterlagen getroffen haben.

Im September 2020 fand eine erste Diskussion über unterschiedliche Gesichtspunkte der Begrünung von Innen- und Außenbereichen zwischen der TU Wien und dem Eigentümer statt. Neben der Begrünung des Dachgeschosses, sollten Begrünungskonzepte für das Foyer, den Innenhof und andere Bereiche entwickelt werden. Für Oktober 2020 sollte das Begrünungskonzept für den

Innenhof und das Dach ausgeliefert werden, danach wurden die übrigen Innenbereiche folgen.

Für die weitere Planung waren folgende Punkte abzuklären:

- Informationen über das Flächengewicht von Bäumen und des Begrünungsaufbaus am Dach
- Die Bewilligung von MA19 (Architektur und Stadtgestaltung- Stadt Wien) dass Bäume am Dach gepflanzt werden können
- Die Notwendigkeit eines Bewässerungssystems, welche von der Auswahl der Begrünung abhängt

Die Möglichkeit, Bäume am Dach zu pflanzen, wurde im darauffolgenden Schritt von der MA19 bestätigt.

Im September 2020 hat der Forschungsbereich der TU Wien die Fläche auf dem Dach definiert, auf der Bäume platziert werden können. Die mögliche statische Last wurde durch den Generalplaner (GP) bekannt gegeben. Des Weiteren wurde das Begrünungskonzept der TU vorab an das Projektteam übermittelt. Diese Informationen bildeten die Grundlage für die Planung und Umsetzung der Begrünungsmaßnahmen.

Nach weiterer Rücksprache zwischen der TU Wien und dem Projektmanager, worin die Vorstatik und Bewässerung geklärt wurden, wurde das Begrünungskonzept zur ersten Durchsicht an den GP samt den Protokollierungen übermittelt.

Im Zuge der Diplomarbeit wurden die Art und Größe der Gehölzer, die Substrat Zusammensetzung und die Materialien der Pflanzgefäße unter Berücksichtigung der Statik definiert. Diese Maßnahmen waren entscheidend für die Integration von Begrünungselementen und die Optimierung der Standorte auf dem Dach.

In eine nachfolgende Besprechung, zwischen allen involvierten Personen und Projektverantwortlichen, wurden folgende Punkte in Erwägung gezogen:

- Bäume: Es wurde vorgeschlagen, japanische Ahorne (1x grün, 1x rot) und Felsenbirnen zu verwenden. Es wurden Hinweise zur Schattenbildung in Bezug auf die PV-Anlage gegeben, um den Wirkungsgrad nicht zu minimieren. Die Statik in Bezug auf das Gewicht der Bäume (inklusive maximale Größe, Substrat, Wasser, Trog) wurde mit dem Generalplaner abgestimmt. Es wurde festgestellt, dass die Krone der Bäume ausreichend locker ist.
- Baubewilligung: Es wurde festgestellt, dass im Allgemeinen keine Baubewilligung erforderlich ist.

Im Verlauf der weiteren Diskussionen wurden wichtige Entwicklungen und Entscheidungen bezüglich der Gestaltung der Dachlandschaft getroffen:

Am 1.4.2022 wurde festgestellt, dass das Gesamtgewicht eines Baumes am Dach, einschließlich Trog und Substrat im nassen Zustand, 1075 kg beträgt. Zwei Varianten für die Dachlandschaft wurden präsentiert und detailliert diskutiert, wobei verschiedene Elemente wie Baumgröße, Troggröße, Wartungswege, Gehwege, Sonnensegel, PV-Paneele und Bienenstöcke berücksichtigt wurden. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden die Varianten überarbeitet und planerisch dargestellt, um die Freigabe durch die Auftraggeber zu erhalten.

Am 22.4.2022 wurde eine aktualisierte Variante der Dachlandschaft vorgestellt. In dieser Variante erhalten die Baumtröge weniger Substratvolumen da die Maße der Tröge von 2,5m x 2,5m auf 2,0m x 2,7m reduziert wurde. Die Ausstattung des Daches, wie am 1.4.2022 besprochen, wurde intern erneut abgestimmt und zeitnah rückgemeldet.

Die TU Wien hat die Änderungen geprüft und gab bekannt, dass das Gewicht pro m<sup>2</sup> des Baumes mit Trog durch die Größenänderung erhöht wurde. Der Generalplaner sollte dazu Stellung nehmen und gegebenenfalls Anpassungen vornehmen. Da keine Änderungen seitens Generalplaners vorgenommen wurden, musste das Gewicht wieder auf maximal 1,7 KN/m<sup>2</sup> zu reduzieren werden. Die Zusammenstellung der Schichten in den Trögen wurde geändert und die Entscheidung, dass Perlite mit dem Erds substrat gemischt sollen, getroffen.



Ein Lastkatalog wurde übermittelt, der die Lasten für das Gebäude spezifiziert, einschließlich einer gleichmäßig verteilten Belastung am Dach von  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . Es wurde mitunter vorgeschlagen, die Lasten zu reduzieren, um Flexibilität zu gewährleisten. Die Nutzlast wurde ebenfalls berücksichtigt, wobei eine Belastung von  $3,0 \text{ kN/m}^2$  angenommen wird. Aus statischer und hochbautechnischer Sicht wird zu diesem Zeitpunkt festgestellt, dass verschiedene Begrünungsmaßnahmen möglich sind, wobei die Tragfähigkeit der Strukturen berücksichtigt werden muss.

Eine endgültige Aussage über die Tragfähigkeit des Bestands könne demnach erst nach der Bebenberechnung getroffen werden. In einer darauffolgenden E-Mail wurde die statische Stellungnahme betreffend Bäume am Dach erwartet und die Abstimmung der Statik für die Bäume bei der nächsten Baubesprechung zwischen dem Generalplaner und der Firma Fricke, welche die Begrünung durchgeführt hat, geplant.

Das Dach wurde schlussendlich im Sommer 2022 begrünt. Es ist ein überzeugendes Beispiel dafür ist, dass selbst auf Dächern mit geringer Traglast eine intensive Dachbegrünung möglich ist.

## 6.2 Ausführung

Auf der Ostseite waren drei große Gefäße für topfgebundene Bäume geplant (grüne Kreise), während drei Flächen für extensive Begrünung vorgesehen waren. Der untenstehende Plan verdeutlicht anhand der gelben Flächen, welche Teile vorgesehen waren.

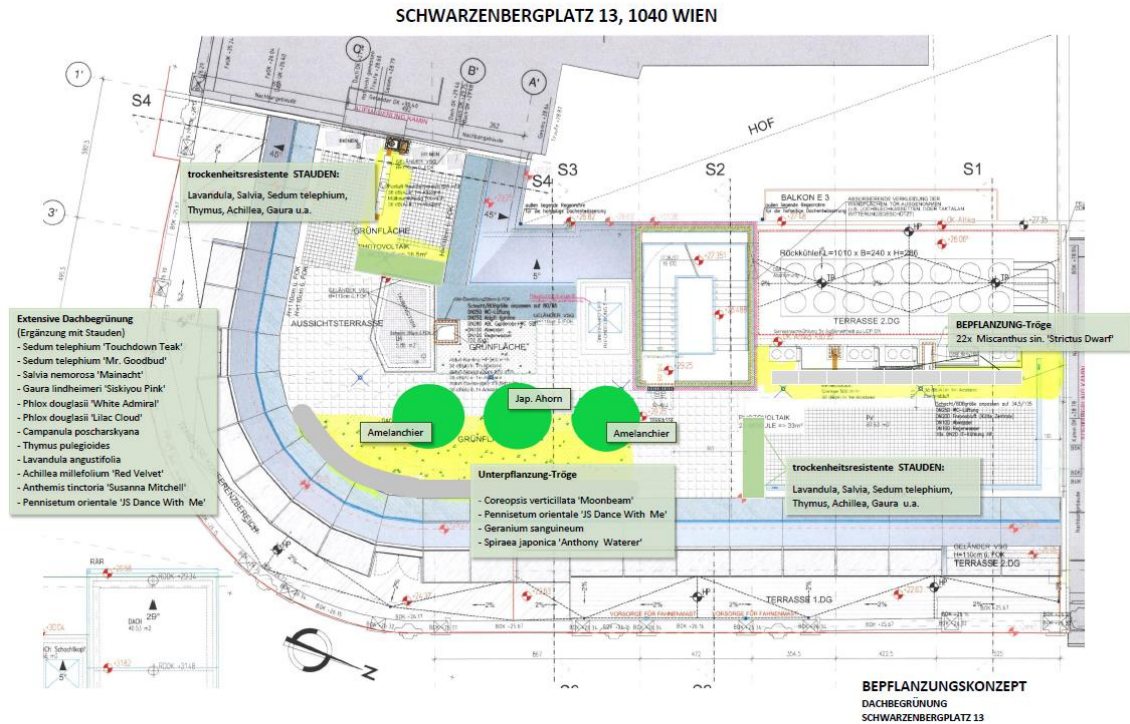
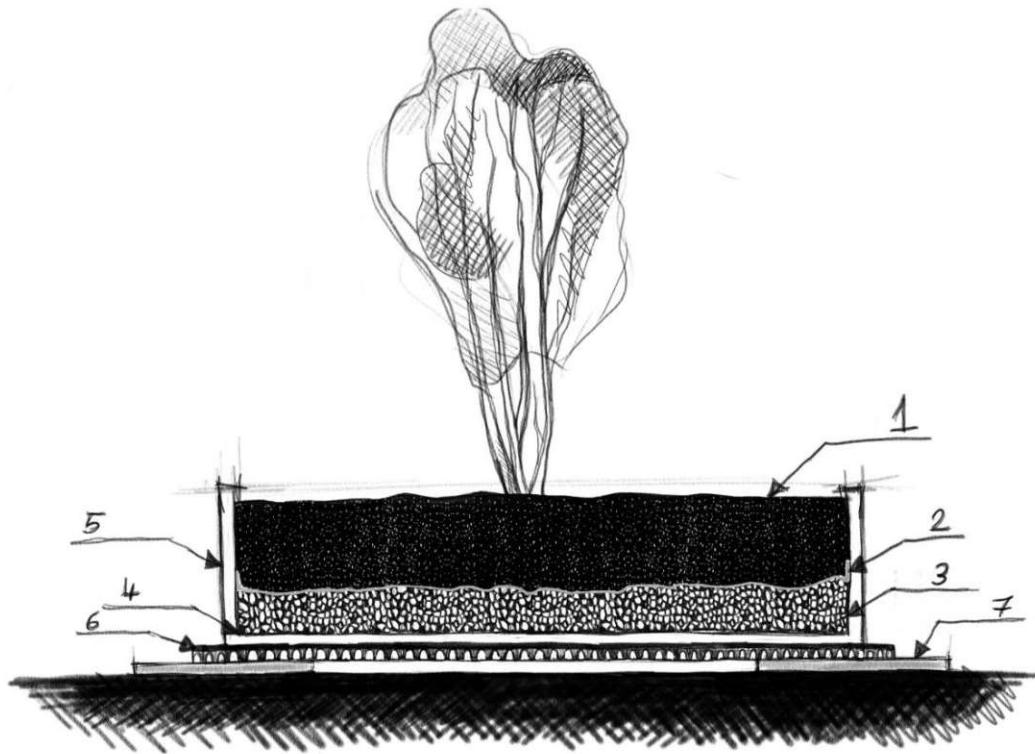


Abbildung 14: Projekt Schwarzenbergplatz 13, 1040 Wien [50]

In der folgenden Abbildung ist ein Schnitt durch den gesamten Aufbau der leichten Lösung für das Projekt Schwarzenbergplatz 13 dargestellt. In diesem Projekt wurden die bereits vorhandenen Substrate und Aufbausichten so kombiniert, dass sie sowohl hinsichtlich Gestaltung als auch Gewicht innerhalb der Lastreserve liegen. Dies ist nur ein Beispiel, und es ist möglich, bereits auf dem Markt vorhandene Materialien beliebig zu kombinieren, sofern sie miteinander kompatibel sind.



**Abbildung 15: Schichtaufbau intensive Dachbegrünung Schwarzenbergplatz 13, Zeichnung: Sara Alasu**

Legende:

- 1 – Optigrün i Leicht Intensiv Substrat mit 30% Agropearl
- 2 – Optigrün Filtervlies FIL-105
- 3 – Drainageschicht Pearl 2-10-BS
- 4 – Optigrün Drainagematte FKD 25
- 5 – Aluminium Trog Maßgefertigt
- 6 – Hochdruckfeste Optigrün Drainagematte FKD 10
- 7 – Aluminium Lastverteilerplatten

Um das Gewicht erheblich zu reduzieren, wurde eine Kombination verschiedener Maßnahmen entwickelt. Die schattenspendenden Bäume wurden in speziell angefertigten, leichtgewichtigen, Aluminium Gefäßen mit den Maßen 2x2.7m platziert. Diese Gefäße wurden von einem Metallbauer hergestellt, der auch Laschen an den Ecken geschweißt hat. Wie üblich wurden eine Drainagematte und ein Filtervlies in die Gefäße eingelegt. Zusätzlich wurde unter den Pflanzgefäßen eine hochdruckfeste Drainagematte angebracht, um den Wasserabfluss zum Ablauf zu ermöglichen, und Lastverteilerplatten wurden in den Ecken platziert, um die Last auf eine größere Fläche zu verteilen. In diesem



Projekt wurden die Aluminium-Auflagenbleche der Firma Optigrün verwendet, um die Auflagefläche für die Auflast zu vergrößern (siehe Foto).



Abbildung 16: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Lastverteilerplatten [50]



Zunächst wurde das vorhandene leichte Substrat von der Firma Optigrün um 30 % Perlite ergänzt, um das Gesamtgewicht zu reduzieren. Das Substrat, Optigrün I Intensiv Substrat genannt, besteht aus einer Mischung von Blähschiefer, Blähton, Lava, Bims, Ziegelsplitt, Porlith und Grünschnittkompost mit einem Trockengewicht von  $830 \text{ kg/m}^3$  und einem Gewicht von etwa  $1400 \text{ kg/m}^3$  im wassergesättigten Zustand. Die verwendeten Perlite sind von Agropearl, die in Kapitel 4 näher erläutert wurden. Die Datenblätter des Leichtsubstrats sowie der Perlite sind im Anhang verfügbar. Nachstehendes Foto zeigt die Befüllung der Trägere mit dunklem Intensiv Substrat und weißem Perlit.



Abbildung 17: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Gewichtsreduktion [50]

Anschließend wurden die Bäume mithilfe eines Krans auf das Dach gehoben, in die Mitte der Gefäße gesetzt und zusätzlich mit Gurten an den Ecken gesichert, um eine zusätzliche Absicherung gegen Windlasten zu gewährleisten. Obwohl dies laut dem Landschaftsplaner keine zwingend erforderliche Maßnahme war, wurde sie aus Vorsichtsgründen durchgeführt.





Abbildung 18: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Bäume [50]





Abbildung 19: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Ankerung [50]

Schließlich wurden die Bälle mit Erds substrat abgedeckt und eine automatische Bewässerungsanlage installiert.





Abbildung 20: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Erds substrat [50]

## 7 Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Diplomarbeit bestand darin, verschiedene Ansätze für die intensive Dachbegrünung auf statisch wenig belastbaren Dächern zu untersuchen und einen Lösungsvorschlag in Form eines Beispiels zu präsentieren. Wie in Kapitel 4 erläutert, spielen Substrate und die Auswahl der Bepflanzung eine entscheidende Rolle für die Umsetzung einer Dachbegrünung. Die präsentierten Leichtsubstrate können entweder allein oder in Kombination mit Perliten oder mit anderen leichten Zusatzstoffe (z. Bsp. Vermiculit, Blähton) als besonders leichte Lösung eingesetzt werden, wenn das Gewicht weiter reduziert werden muss. Auch die Verwendung von Lastverteilerplatten ist hilfreich, um die Last auf eine größere Fläche zu verteilen. Im vorgestellten Beispiel wurde das Gewicht so weit reduziert, dass es mit dem Gewicht einer extensiven Begrünung vergleichbar war. Diese Vorgehensweise ermöglicht in vielen Fällen die Realisierung einer intensiven Dachbegrünung.

Es ist bekannt, dass intensive Begrünung auf viele Dächer aufgrund der statischen Gegebenheiten schwer oder nicht machbar ist. Die Ergebnisse der Diplomarbeit zeigen eindrucksvoll, dass die Umsetzung von Intensivbegrünung unter der Voraussetzung einer umsichtigen Bauplanung und Gewichtsadaptierung des eingesetzten Systems machbar ist. Auch wenn jedes Gebäude hinsichtlich seiner Statistik individuell untersucht werden muss, können Dachgärten mit intensiver Begrünung in verschiedenen Größenordnungen realisiert werden. Bedauerlicherweise fehlt es in der Stadt Wien an einer umfassenden Analyse des Potenzials, um sicher festzustellen, wie viele Gebäude und in welchem Ausmaß deren Dächer für Begrünung genutzt werden können.

Zurzeit existiert kein zentraler Leitfaden, der die verschiedenen Optionen für die Dachbegrünung je nach Art des Daches und seiner Tragfähigkeit aufzeigt. Dieser Mangel an Informationen für Interessenten führt häufig dazu, dass die Möglichkeit zur Dachbegrünung ungenutzt bleibt. Die vorliegende Diplomarbeit kann daher als Baustein betrachtet werden, um intensivere Begründungsmöglichkeiten auf bestehenden Dächern zu erkunden. Es bedarf

weiterer Untersuchungen, um das tatsächliche Potenzial für Dachbegrünung zu ermitteln. Zudem sollten weitere Methoden zur Gewichtsreduktion erforscht werden. Ein fertig gemischtes, besonders leichtes Substrat ist derzeit auch noch nicht verfügbar, jedoch könnte dies ein interessanter Ansatzpunkt für zukünftige Forschung sein. Möglicherweise könnten auch mehrere Anreize seitens der Regierung oder Vorschriften im Rahmen von Baugenehmigungen für die Sanierung von Altbauten dazu beitragen, die Anzahl der begrünten Dachflächen zu erhöhen.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anpassung an den Klimawandel [9] .....	3
Abbildung 2: Altane Veneziane, Foto: Sara Alasu .....	7
Abbildung 3: Bordeaux ALTANA [24] .....	8
Abbildung 4: Schichtaufbau einer extensiv Begrünung [1] .....	10
Abbildung 5: Schichtaufbau einer intensiven Begrünung [28] .....	11
Abbildung 6: Mindestbegrünungs-Aufbaudicke [28] .....	12
Abbildung 7: Maßnahmen der Anwuchspflege [28] .....	13
Abbildung 11: Outrigger pad 300 x 300x 30 mm [38] .....	24
Abbildung 12: Felsenbirne [42] .....	26
Abbildung 13: Japanische Ahorn [44] .....	27
Abbildung 14: Apfelbaum [45] .....	28
Abbildung 15: Hydro Profi Line Intensivbegrünungssystem [47] .....	30
Abbildung 16: Gründachpotenzial pro Bezirk [48] .....	33
Abbildung 19: Projekt Schwarzenbergplatz 13, 1040 Wien [51] .....	42
Abbildung 25: Schichtaufbau intensive Dachbegrünung Schwarzenbergplatz 13, Zeichnung: Sara Alasu .....	43
Abbildung 20: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Lastverteilerplatten [51] .....	44
Abbildung 21: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Gewichtsreduktion [51] .....	45
Abbildung 22: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Bäume [51] .....	46
Abbildung 23: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Ankerung [51] .....	47
Abbildung 24: Projekt Schwarzenbergplatz 13: Erdsustrat [51] .....	48

## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lastannahmen und Wasserspeicherung [26] .....	15
Tabelle 2: Lastannahmen und Wasserspeicherung [26] .....	17
Tabelle 3: Lastannahmen der Vegetationsformen [26] .....	18
Tabelle 4: Übersicht Flächenstatistik Stadt Wien [49] .....	35
Tabelle 5: Übersicht Verteilung der Dach-Grünkategorien [49].....	36



## 10 Literatur

- [1] M. Stahr, *Sanierung und Ausbau von Dächern: Grundlagen – Werkstoffe – Ausführung* (SpringerLink Bücher). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, 2011.
- [2] GeoSphere Austria. "Massive Zunahme an Hitzetagen." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/massive-zunahme-an-hitzetagen>
- [3] Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. "Sanierungsoffensive 2023/2024." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: [https://www.oesterreich.gv.at/themen/umwelt\\_und\\_klima/energie\\_und\\_ressourcen\\_sparen/1/sanierungsoffensive.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/umwelt_und_klima/energie_und_ressourcen_sparen/1/sanierungsoffensive.html)
- [4] T. Schröpfer, *Dense + Green Cities: Architecture As Urban Ecosystem*. Basel/Berlin/Boston: Birkhauser Verlag GmbH, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6033378>
- [5] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. "Nachhaltige Klimaschutz-Maßnahmen." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/agenda2030/bericht-2020/nachhaltigkeit.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/agenda2030/bericht-2020/nachhaltigkeit.html)
- [6] J. H. Azra Korjenic, "Vertikale Begrünung reduziert den Wärmestrom durch die Fassade: Wie begrünte Fassaden die Temperaturen im Gebäude beeinflussen," *Bauen+*, Jg. 2023, Nr. 5, S. 8–13. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bauenplus.de/export/dokumente-bplus/bplus-kostenfreie-artikel/BP-5-2023\\_Energie\\_Begrueung.pdf](https://www.bauenplus.de/export/dokumente-bplus/bplus-kostenfreie-artikel/BP-5-2023_Energie_Begrueung.pdf)
- [7] Umweltbundesamt. "Urban Climate Change Adaptation for Austrian Cities: Urban Heat Islands." Zugriff am: 10. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/boden/rp-projekte/urban-climate-change-adaptation>
- [8] "Anpassung an den Klimawandel." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: : <https://www.wien.gv.at/>

spezial/smartklimacitystrategie/zielbereiche/anpassung-an-den-klimawandel

- [9] Christina Czachs, Florian Reinwald, Doris Damyanovic, Christiane Brandenburg, Birgit Gantner, Brigitte, "Urban heat islands—strategy plan Vienna," Rome, Italy, 2013.
- [10] Berkeley Earth. "Press Release: 2023 Was Warmest Year Since 1850." [Online.] Verfügbar: <https://berkeleyearth.org/press-release-2023-was-the-warmest-year-on-recordpress-release/>
- [11] F. Balany, A. W. M. Ng, N. Muttil, S. Muthukumaran und M. S. Wong, "Green Infrastructure as an Urban Heat Island Mitigation Strategy—A Review," *Water*, Jg. 12, Nr. 12, S. 3577, 2020, doi: 10.3390/w12123577.
- [12] *The Urban Heat Island Effect, its Causes, and Mitigation, with Reference to the Thermal Properties of Asphalt Concrete*. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/profile/abbas-mohajerani/publication/316118695\\_the\\_urban\\_heat\\_island\\_effect\\_its\\_causes\\_and\\_mitigation\\_with\\_reference\\_to\\_the\\_thermal\\_properties\\_of\\_asphalt\\_concrete/links/5cadcb98458515cd2b0d602b/the-urban-heat-island-effect-its-causes-and-mitigation-with-reference-to-the-thermal-properties-of-asphalt-concrete.pdf](https://www.researchgate.net/profile/abbas-mohajerani/publication/316118695_the_urban_heat_island_effect_its_causes_and_mitigation_with_reference_to_the_thermal_properties_of_asphalt_concrete/links/5cadcb98458515cd2b0d602b/the-urban-heat-island-effect-its-causes-and-mitigation-with-reference-to-the-thermal-properties-of-asphalt-concrete.pdf)
- [13] Dr. Gunter Mann, M.Sc. Felix Mollenhauer. "GRÜNSTATTTGRAU-Fachinformation „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)“." Zugriff am: 27. März 2024. [Online.] Verfügbar: D. G. M. M. u. F. Mollenhauer, "GRÜNSTATTTGRAU-Fachinformation „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)," Verband für Bauwerksbegrünung (VfB), 2021
- [14] Dr. Gunter Mann, M.Sc. Felix Mollenhauer, "Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung): Zusammenstellung von Zahlen, Daten, Fakten aus verschiedenen Untersuchungen," 2019. Zugriff am: 27. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://bluehbotschafter.eu/wp-content/uploads/2020/10/BuGG\\_Fachinformation\\_Positive\\_Wirkungen\\_Gebaeudebegruenung19112019.pdf](https://bluehbotschafter.eu/wp-content/uploads/2020/10/BuGG_Fachinformation_Positive_Wirkungen_Gebaeudebegruenung19112019.pdf)
- [15] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.), Hg., "Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung," Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung, 2010. Zugriff am: 10.

- März 2024. [Online]. Verfügbar unter: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfadens für Planung, Bau, Betrieb und Wartung., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, 2010
- [16] Dipl. Biol. Gunter MANN, "Faunistische Untersuchungen von drei Dachbegrünungen in Linz. Dachbegrünungen als ökologische Ausgleichsflächen.," *ÖKO-L*, 18/3, S. 3–14, 1996.
- [17] T. van Renterghem und D. Botteldooren, "Numerical evaluation of sound propagating over green roofs," *Journal of Sound and Vibration*, Jg. 317, 3-5, S. 781–799, 2008, doi: 10.1016/j.jsv.2008.03.025.
- [18] P. P. Groenewegen, A. E. van den Berg, S. de Vries und R. A. Verheij, "Vitamin G: effects of green space on health, well-being, and social safety," *BMC public health*, Early Access. doi: 10.1186/1471-2458-6-149.
- [19] M. Köhler, W. Ansel, R. Appl, F. Betzler und G. Mann, Hg. *Handbuch Bauwerksbegrünung: Planung - Konstruktion - Ausführung*. Köln: Rudolf Müller, 2012. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783481029692](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783481029692)
- [20] T. Reddel. "Stadtgrün: Definition, Vorteile und Maßnahmen." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.forum-verlag.com/blog-ov/stadtgruen>
- [21] W. Klapheck, *Venezia Curiosa: Eine Kuriositätensammlung aus Streifzügen durch Venedig*, 1. Aufl. Dettelbach: Röhl, 2008.
- [22] DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. "Altan, der." Zugriff am: 10. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dwds.de/wb/Altan>
- [23] Atelier INVIT 2016. "BORDEAUX ALTANA." Zugriff am: 11. März 2024. [Online.] Verfügbar: <http://www.atelier-invite.com/surelevation/>
- [24] Magistrat der Stadt Wien, Hg., "Smart City Wien Rahmenstrategie 2019-2050: Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung," Zugriff am: 27. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://smartcity.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/2019/10/Smart-City-Wien-Rahmenstrategie-2019-2050.pdf>
- [25] *Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen*, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., 2018.

- [26] M. Köhler, G. Mann, B. Scharf und F. Kraus, Hg. *Handbuch Bauwerksbegrünung: Planung - Konstruktion - Ausführung*, 2. Aufl. Köln: RM Rudolf Müller, 2022. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783481044039](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783481044039)
- [27] ÖNORM L 1131: *Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung*, Austrian Standards International, Jun. 2010.
- [28] Wiener Umweltschutzabteilung - MA22 der Stadt Wien, Hg., "Leitfaden Dachbegrünung," Mai. 2021. Zugriff am: 10. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/gruendaecher-leitfaden.pdf>
- [29] Nophadrain Bv, Hg., "EXTENSIVE DACHBEGRÜNUNG: Planungs- und Ausführungshilfe," [Online]. Verfügbar unter: [https://www.vbsh-ev.de/db/docs/Nophadrain\\_Ext\\_D\\_internet.pdf](https://www.vbsh-ev.de/db/docs/Nophadrain_Ext_D_internet.pdf)
- [30] Baunetz Wissen. "Flachdach." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: [http://www.baunetzwissen.de/index/Flachdach\\_34075.html](http://www.baunetzwissen.de/index/Flachdach_34075.html)
- [31] Dachgrün GmbH. "Pflanzerde BI." Zugriff am: 9. März 2024. [Online.] Verfügbar: "dachgruen.at," Dachgrün, [Online]. Available: <https://dachgruen.at/s32153hw-pflanzerde-bi/>. [Accessed 12 03 2024].
- [32] Optigrün International AG, Hg., "OPTIGRÜN L: Leichtsubstrat," Zugriff am: 10. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.optigruen.de/fileadmin/Datenblaetter/Optigruen\\_Datenblaetter\\_NEUES\\_LAYOUT/04%20Substrate/Optigruen-Leichtsubstrat-L.pdf](https://www.optigruen.de/fileadmin/Datenblaetter/Optigruen_Datenblaetter_NEUES_LAYOUT/04%20Substrate/Optigruen-Leichtsubstrat-L.pdf)
- [33] "LIGHTWEIGHT INTENSIVE ROOF GARDEN PLANTING SOIL." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://premiumtopsoilsupplies.co.uk/shop/lightweight-intensive-roof-garden-planting-soil/>
- [34] ClimaGrün GmbH. "Intensivsubstrat CG-IS leicht." Zugriff am: 28. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://climagruen.com/produkte/intensivsubstrat-cg-is-leicht/>
- [35] INTERBIMS GmbH. "INTENSIVE DACHBEGRÜNUNG, EXTRA LEICHT SUBSTRAT: Dachsubstrat "interroof-intensiv extra leicht"" Zugriff am: 28. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.interbims.de/intensive-dachbegr%C3%BCnung/substrat/extra-leicht/>

- [36] "Agroperl." Zugriff am: 27. März 2024. [Online.] Verfügbar: [https://www.euoperl.com/fileadmin/downloads/Euoperl/Referenzen/Agroperl\\_Dachbegruenung\\_Schoenbrunn\\_W.pdf](https://www.euoperl.com/fileadmin/downloads/Euoperl/Referenzen/Agroperl_Dachbegruenung_Schoenbrunn_W.pdf)
- [37] Lodax 2024. "Outrigger pad 300 x 300 x 30 mm." Zugriff am: 4. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://lodax.eu/en/outrigger-and-crane-pads/outrigger-pads/standard-square-outrigger-pad-300mm-x-300mm>
- [38] L. Leotta, S. Toscano und D. Romano, "Which Plant Species for Green Roofs in the Mediterranean Environment?," *Plants (Basel, Switzerland)*, Early Access. doi: 10.3390/plants12233985.
- [39] J. A. Balachowski und F. A. Volaire, "Implications of plant functional traits and drought survival strategies for ecological restoration," *Journal of Applied Ecology*, Jg. 55, Nr. 2, S. 631–640, 2018, doi: 10.1111/1365-2664.12979.
- [40] selbstversorger.de. "Flachwurzler: was ist das? 15 flachwurzelnde Bäume und Sträucher." Zugriff am: 11. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.selbstversorger.de/flachwurzler/>
- [41] "Felsenbirne." Zugriff am: 10. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.obi.at/magazin/garten/pflanzen/straecher/kupfer-felsenbirne>
- [42] "ACER JAPONICUM ACONITIFOLIUM 'FULL MOON'." Zugriff am: 11. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.architecturalplants.com/product/acer-japonicum-aconitifolium/>
- [43] "Japanische Ahorn." Zugriff am: 10. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.architecturalplants.com/product/acer-japonicum-aconitifolium>
- [44] "Apfelbäume pflanzen und die richtige Sorte finden." Zugriff am: 11. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.ndr.de/ratgeber/garten/nutzpflanzen/Apfelbaeume-pflanzen-und-die-richtige-Sorte-finden,aepfel133.html>
- [45] ZinCo GmbH. "Zinco Pflanzenlisten." Zugriff am: 10. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.zinco.de/pflanzenlisten>
- [46] GKR Germany. "Intensive Dach- oder Flächenbegrünungen mit Hydro Profi Line Intensivebegrünungssystemen." Zugriff am: 16. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.hydro-profi-line.com/hydro-profi-line-pflanzsysteme/>
- [47] Nima Vali, "Analyse des Dachbegrünungspotenzials Wien," 2011. Zugriff am: 3. März 2024. [Online.] Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/dachbegruenungspotenzial.pdf>



- [48] Magistrat der Stadt Wien, Hg., "Grünraumanalyse Wien: Dachbegrünung,"  
Zugriff am: 27. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/gruenraumanalyse-dachbegruenung.pdf>
- [49] ic group of companies. "Generalsanierung und Dachgeschoßausbau  
Schwarzenbergplatz 13, 1040 Wien – Projektsteuerung, Örtliche  
Bauaufsicht." Zugriff am: 13. März 2024. [Online.] Verfügbar: [https://ic-group.org/fileadmin/Projekte\\_PDFs/Bauwirtschaft\\_und\\_Projektmanagement/41x190267\\_Lukoil\\_PS\\_OEBA\\_SBP13\\_FINAL\\_DE.pdf](https://ic-group.org/fileadmin/Projekte_PDFs/Bauwirtschaft_und_Projektmanagement/41x190267_Lukoil_PS_OEBA_SBP13_FINAL_DE.pdf)
- [50] FRICKE Gründächer und Gartengestaltung GmbH.
- [51] "Optigrün-Intensivsubstrat i-leicht." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.]  
Verfügbar: <https://www.optigruen.de/produkte/substrate/intensivsubstrat-i-leicht>

## 11 Anhang

### 11.1 Gräser und Stauden für Dachbegrünungen- Teil 1 [45]

Name	Deutsche Name	Höhe (cm)	Blütenzeit (Monate)
Achillea „Coronation Gold“	Schafgarbe	80	6-9
Alchemilla mollis	Frauenmantel	40	6-7
Alyssum montanum	Steinkraut	20	4-5
Anemone japonica	Herbstanemone	60-80	8-10
Arabis procurrens	Gänsekresse	10	4-5
Aster amellus	Bergaster	60	8-9
Aster dumosus	Kissenaster	40	8-9
Aster linosyris	Goldhaaraster	60	8-9
Astilbe japonica	Prachtspiere	40-80	7-9
Aubrieta-Hybriden	Blaukissen	10	4-5
Avena sempervirens	Blaustrahlhafer	50-80	6-8
Bergenia cordifolia	Bergenie	30-40	4-5
Buglossoides purpureocaerulea	Steinsame	20-30	5-7
Calamagrostis x acutifolia	Reitgras	50-100	7-8
Campanula carpatica	Glockenblume	30	6-8
Carex pendula	Riesensegge	80-100	6-7
Centaurea dealbata „Steenbergii“	Flockenblume	60	6-7
Centaurea montana „Grand“	Bergflockenblume	40	5-6
Centranthus ruber	Spornblume	60	6-8
Cerastium tomentosum	Hornkraut	10-20	5-6

**11.2 Gräser und Stauden für Dachbegrünungen- Teil 2 [45]**

Name	Deutsche Name	Höhe (cm)	Blütenzeit (Monate)
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Sommermargerite	60	7-9
<i>Chrysanthemum Indicum</i> -Hybriden	Garten-Chrysantheme	50-80	8-9
<i>Coreopsis verticillata</i>	Mädchenauge	60	6-8
Delphinium-Hybriden	Rittersporn	60-150	9-10
<i>Dianthus plumarius</i>	Federnelke	30	6-7
<i>Dicentra eximia</i>	Herzblume	20	5-7
<i>Doronicum caucasicum</i>	Gemswurz	40	4-5
<i>Epimedium grandiflorum</i>	Elgenblume	30	4-5
<i>Erigeron hybridus</i> „Adria“	Feinstahl	70	6-7
<i>Euphorbia polychroma</i>	Goldwolfsmilch	30-40	5-6
<i>Festuca amethystina</i>	Regenbogenschwingel	25-40	6-7
<i>Festuca ovina</i>	Schwingel	20	6-7
<i>Geranium macrorrhizum</i>	Storchenschnabel	30	6-8
<i>Gypsophila repens</i>	Schleierkraut	40	6-8
Helenium in Sorten	Sonnenbraut	60	7-9
Hemerocallis in Sorten	Taglilie	60-80	7-8
<i>Iberis sempervirens</i>	Schleifenblume	20-30	5
<i>Iris sibirica</i>	Sibirische Iris	80	6
<i>Koeleria glauca</i> (ab 8 cm)	Schillergras	20-30	6-7
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavendel	50	6-7
<i>Linum perenne</i>	Blaulein	50	6-8
<i>Melica ciliata</i>	Wimperngras	40	5-6
<i>Molinia caerulea</i>	Pfeifengras	60	8-9
<i>Nepeta x faassenii</i>	Katzenminze	30	5-9
<i>Oenothera missouriensis</i>	Nachtkerze	30	7-9
<i>Origanum vulgare</i>	Dost	30	7-9
<i>Pennisetum compressum</i>	Federborstengras	60	8-9
<i>Phlox paniculata</i>	Gartenphlox	80-120	6-9
<i>Phlox subulata</i>	Teppich-Phlox	10	5-6
<i>Poa pratensis</i>	Wiesenrispe	50	6-7
<i>Rudbeckia sullivantii</i>	Sonnenhut	60	8-10
<i>Salvia nemorosa</i>	Salbei	40-50	6-7
<i>Sedum telephium</i> „Herbstfreude“	Fetthenne	60	9-10
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Edelgamander	30	6-7
<i>Thymus serpyllum</i>	Feldthymian	10	6-7
<i>Thymus vulgaris</i>	Thymian	30	7-9
<i>Verbascum</i>	Königskerze	60-150	6-7
<i>Veronica spicata</i> ssp. <i>incana</i>	Ehrenpreis	30	6-7
<i>Vinca minor</i>	Immergrün	10	4-5

**11.3 Gehölze für Dachbegrünungen- Teil 1 [45]**

Name	Deutsche Name	Höhe (cm)	Blütenzeit (Monate)
<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	500-1000	5
<i>Acer ginnala</i>	Feuerahorn	500-600	5
<i>Acer palmatum</i>	Fächerahorn	300	5-6
<i>Akebia quinata</i>	Akebie R	500-800	4-5
<i>Amelanchier canadensis</i>	Felsenbirne	400-800	4-5
<i>Berberis thunbergii</i>	Berberitze	100-150	5
<i>Berberis verrucandii</i>	Berberitze	100	6-7
<i>Buddleia alternifolia</i>	Sommerflieder	250-300	6
<i>Buddleia davidii</i>	Sommerflieder	300-400	7-10
<i>Buxus sempervirens</i>	Buchsbaum	100-200	-
<i>Caryopteris clandonensis</i>	Bartstrauch	100	8-10
<i>Chaenomeles japonica</i>	Zierquitte	100	3-5
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Scheinzypresse	150-200	-
<i>Clematis alpina</i>	Alpenwaldrebe R	100-300	5-7
<i>Clematis tangutica</i>	Waldrebe R	300-400	6-9
<i>Clematis vitalba</i>	Waldrebe R	800-900	7-9
<i>Cornus controversa</i>	Pagodenhartriegel	800-1000	6
<i>Cornus kousa</i>	Hartriegel	100-200	6-7
<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche	500	3-4
<i>Cornus sanguinea</i>	Hartriegel	200-300	5-6
<i>Corylopsis pauciflora</i>	Scheinhasel	100-150	3-4
<i>Corylus colurna</i>	Baumhasel	1000-1500	2
<i>Cotoneaster adpressus</i>	Zwergmispel	30	6
<i>Cotoneaster bullatus</i>	Strauchmispel	200-300	5-6
<i>Cotoneaster divaricatus</i>	Breite Strauchmispel	200-300	6
<i>Cotoneaster microphyllus</i>	Zwergmistel	40	5-6
<i>Crataegus coccinea</i>	Scharlachdorn	700-900	5-6
<i>Cytisus decumbens</i>	Zwergginster	10-15	4-5
<i>Cytisus kewensis</i>	Elfenbeinginster	20	5
<i>Deutzia gracilis</i>	Maiblumenstrauch	70	5-6
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Ölweide	300	5
<i>Euonymus fortunei „Gracilis“</i>	Spindelstrauch	20	-
<i>Forsythia x intermedia</i>	Forsythie	250-300	4-5
<i>Genista lydia</i>	Balkanginster	50	5-6
<i>Genista radiata</i>	Stahlenginster	80	5-7
<i>Genista tinctoria</i>	Färberginster	100	6-8
<i>Hedera helix</i>	Efeu R	1000-2000	7-8
<i>Hypericum pat. „Hid“</i>	Johanniskraut	100-150	7-9
<i>Ilex crenata</i>	Stechpalme	200	5-6
<i>Jasminum nudiflorum</i>	Winterjasmin	200-300	12-4

## 11.4 Gehölze für Dachbegrünungen- Teil 2 [45]

Name	Deutsche Name	Höhe (cm)	Blütenzeit (Monate)
<i>Juniperus chinensis</i>	Wacholder	100-150	-
<i>Juniperus com.</i> „Repan“	Kriechwacholder	100-150	-
<i>Juniperus communis</i>	Teppichwacholder	20	-
<i>Juniperus horizontalis</i>	Kriechwacholder	20	-
<i>Juniperus sabina</i> „Femina“	Sadebaum	40	-
<i>Kerria japonica</i>	Ranunkelstrauch	200	5-6
<i>Kolkwitzia amabilis</i>	Kolkwitzie	100-200	5-6
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	200-400	6-7
<i>Loncera henryi</i>	Geißblatt R	300-400	6-7
<i>Lonicera tellmanniana</i>	Geißblatt R	400-600	5-6
<i>Nothofagus antarctica</i>	Scheinbuche	600	5
<i>Pachysandra terminalis</i>	Ysander	15-20	4
<i>Pathenocissus quinquef.</i>	Wilder Wein R	1000	6-8
<i>Pathenocissus tricuspid.</i>	Wilder Wein R	2000	-
<i>Perovskia abrotanoides</i>	Blauraute	50	8
<i>Philadelphus</i> „Dame Blanche“	halbhoher Gartenjasmin	100-150	5-6
<i>Pinus cembra</i>	Zirbelkiefer	500	-
<i>Pinus leucodermis</i>	Schlangenhautkiefer	1000-1500	-
<i>Pinus mugo</i> „Pumilio“	Zwerglatschenkiefer	80	-
<i>Pinus mugo mughus</i>	Latschenkiefer	200	-
<i>Potentilla fruticosa</i>	Fünffingerstrauch	80-100	6-9
<i>Prunus laurocerasus</i>	Lorbeerkirsche	80	5-6
<i>Pyracantha</i> - Hybriden	Feuerdorn	400	5-6
<i>Ribes alpinum/sanguineum</i>	Johannisbeere	200	4-5
<i>Rosa canina</i>	Hunds-Rose	200-250	6
<i>Rosa multiflora</i>	Vielblütige Rose	200-300	6-7
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	Bibernell-Rose	80-100	5-6
<i>Rosa rugosa</i>	Kartoffel-Rose	150-200	5-6
Rosen zur Flächenbegrünung	-	30-50	5-6
<i>Sorbus americana</i>	Eberesche	900	5-6
<i>Spiraea arguta</i>	Schneespiree	100-200	4-5
<i>Spiraea bumalda</i>	Rote Sommerspiere	80-100	7-8
<i>Spiraea japonica</i>	Japanische Spiere	40	7-9
<i>Stephanandra</i> „Crispa“	Kranzspiere	50-80	6
<i>Symphoricarpos chenaultii</i>	Purpurschneebeere	150	6-7
<i>Syringa chinesis</i>	Königsflieder	300-500	5
<i>Tamarix pentandra</i>	Tamariske	300-400	6-7
<i>Taxus baccata</i>	Gemeine Eibe	1000	-
<i>Taxus cuspidata</i> „Nana“	Japan. Zwergeibe	100-200	-
<i>Taxus media</i>	Eibe	150	-
<i>Thuja occidentalis</i> „Holmstrup“	Lebensbaum	300-400	-
<i>Viburnum fragrans</i>	Duftschneeball	200-300	2-3
<i>Viburnum opulus</i>	Gem. Schneeball	300-400	5-6
Weigela-Hybriden	Weigelie	200-300	5-6



## 11.5 Substratanalyse Hydro Profi Line [46]

## Prüfprotokoll

Seite 1/2

zeobon®

Substratanalyse in Anlehnung an FLL-  
Dachbegrünungsrichtlinien (2018)

Dr. Martin Upmeier

Zeobon GmbH  
 Auf der Lay 15  
 53547 Dattenberg / Germany  
 Tel.: +49 / 2644 / 603765-0  
 Fax: +49 / 2644 / 603765-9  
 www.zeobon.com

Materialbezeichnung:  
HydroProfiline Granulat 5-16

Substrattyp: Kultursubstrat  
 Deklaration Inhaltsstoffe: Bims, Zeolith  
 Produktionsstätte: Kretz  
 Ort der Probenahme: Produktion  
 Art der Probenahme: lose, vom Haufen  
 Probemenge: 25 l  
 Datum Probenahme: 16.04.2020  
 Probenehmer: Tobias Schmitz  
 Datum Laboreingang: 16.04.2020  
 Probeneingangsnummer: EP-2020-0052  
 Bearbeiter Labor: Dr. Martin Upmeier  
 Datum Protokoll: 27.04.2020

## Analyseergebnisse

Eigenschaften	Einheit	Analysewert
<b>Korngrößenverteilung</b>		
Anteil an abschlämmbaren Teilen ( $d \leq 0,063$ mm)	Masse-%	9,5
Anteile an Kies $d > 4$ mm	Masse-%	87,9
<b>Rohdichte (Volumengewicht)</b>		
im trockenen Zustand	g/cm <sup>3</sup>	0,41
bei max. Wasserkapazität	g/cm <sup>3</sup>	0,83
Schüttdichte (DIN EN 1097-3)	g/cm <sup>3</sup>	0,71
<b>Wasser-/Lufthaushalt</b>		
Gesamtporenvolumen	Vol.-%	84,0
max. Wasserkapazität	Vol.-%	41,3
Luftgehalt bei max. Wasserkapazität	Vol.-%	42,7
Luftgehalt bei pF 1,8	Vol.-%	n.b.
Wasserdurchlässigkeit mod. $K_f$	mm/min	> 450
<b>pH-Wert, Salzgehalt</b>		
pH-Wert (in CaCl <sub>2</sub> )		7,5
Salzgehalt (Wasserextrakt), als KCl	g/l	0,1
Salzgehalt (Gipsextrakt)	g/l	n.b.

# Prüfprotokoll

Seite 2/2



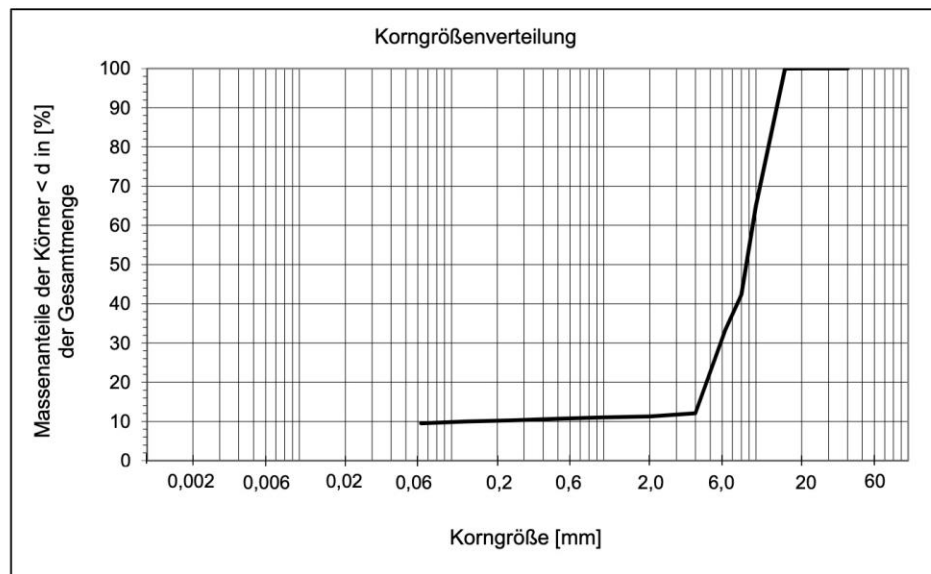
Materialbezeichnung: HydroProfiline Granulat 5-16  
 Probeneingangsnummer: EP-2020-0052

Eigenschaften	Einheit	Analysewert
<b>Organische Substanz</b>		
Gehalt an organischer Substanz (Glühverlust)	g/l	10,2
Glühverlust	Masse-%	2,5
<b>Pflanzenverfügbare Nährstoffe (CAT)</b>		
Stickstoff (N)	mg/l	4
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	mg/l	< 2
Kalium (K <sub>2</sub> O)	mg/l	123
Magnesium (Mg)	mg/l	8
<b>auslesbare Fremdstoffe</b>		
Durchmesser > 6 mm		
Fliesen, Glas, Keramik	Masse-%	0
Metall, Kunststoff	Masse-%	0
Flächensumme bei Kunststoffen	cm <sup>2</sup> /l	0

Die Untersuchungen wurden nach den einschlägigen, in der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (2018) benannten Untersuchungsmethoden durchgeführt.

Alle Kennwerte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung (nach FLL-Dachbegrünungsrichtlinie) bezogen.

n.b.: Kennwert nicht bestimmt



## 11.6 Datenblatt Agroperl [36]

**europerl®**  
www.Stauss-Perlite.at

Boden - Wand - Decke - Dach

## Agroperl® - und Ihre Pflanzen atmen auf!

- ✓ pH-neutraler Bodenhilfsstoff
- ✓ mineralisch - ökologisch - dauerhaft
- ✓ bis 50 % Wassereinsparung
- ✓ befeuchtet, belüftet, drainiert
- ✓ optimiert Luft-Wasser-Verhältnis
- ✓ fördert Feinwurzelwachstum
- ✓ der speichernde Natursand
- ✓ biologisches und gesundes Naturprodukt
- ✓ natürliches Langzeit-Bodenverbesserungsmittel
- ✓ dauerhaft und ungeziefersicher



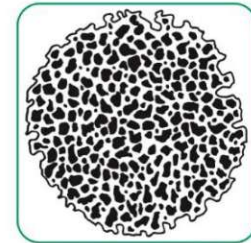
### Agroperl® ein grobporiger Natursand:

Steril, pH-neutral und sehr leicht – es durchlüftet und lockert den Boden und speichert Wasser (bis 50% Vol.!) im Korn.

Agroperl® ist ein durch Hitze expandiertes Vulkangestein (dem Fensterglas eng verwandt) und besitzt viele Poren und Kapillaren - siehe Querschnitt.

Agroperl® ist biologisch und kein Kunststoff! Im Gegenteil: Agroperl® ist pH-neutral und unbrennbar. Es wird weder durch Säuren, Basen, Bakterien oder Sonnenlicht angegriffen oder zersetzt.

Agroperl® fördert durch sein hohes Speichervolumen die Langzeitwirkung von Düngern. Seine helle, reflektierende Farbe unterstützt die Photosynthese auch im UV-Bereich (wichtig bei schwachem Naturlicht!).



Querschnitt Agroperl® Korn

Agroperl® F: ca. 0-3 mm Ø für Wasserspeicherung		Agroperl® G: ca. 0-5 mm Ø für Speicherung u. Durchlüftung	
g - trocken:	80 - 100 kg / m <sup>3</sup>	<b>Analyse:</b>	
g - nass:	400 - 600 kg / m <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub>	65 - 80 %
ph - Wert:	6 - 7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12 - 16 %
λ <sub>D</sub> :	0,04 W / mK	Na <sub>2</sub>	3 - 5 %
Wasseraufnahme:	ca. 50 Vol%	K <sub>2</sub> O	2 - 4 %
		CaO	0 - 2 %
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 - 3 %
		MgO	0 - 1 %
<b>steril - geruchlos - weiß - unempfindlich gegen Verrottung, Säuren, Basen, Bakterien und Feuer - wirtschaftlich!</b>			

Wasserspeicherung bei 20 °C 50 - 60 % relative Luftfeuchtigkeit		
Schichtstärke	4 cm	10 cm
Materialbedarf unverdichtet*	40 l/m <sup>2</sup>	100 l/m <sup>2</sup>
Wasserreservoir	20 l/m <sup>2</sup>	50 l/m <sup>2</sup>
Verdunstungszeit	816 Std.	3.480 Std.
	<b>34 Tage</b>	<b>145 Tage</b>

\* Agroperl® wird in Unterkonstruktionen um 20% verdichtet, d.h. 20 % mehr Material(bedarf) aber auch 20 % mehr Wasserspeichervermögen durch Speicherung im Korn.

Zur Wiederverwertung sowie zur Kulturauffrischung kann bei Bedarf Dampf-, Flamm- oder chemische Sterilisation problemlos eingesetzt werden.

## Samen - Aufzucht

**Agroperl®** beschleunigt das Keimen, fördert die Wurzelbildung und das Wachstum, mindert den Umsetzschock sowie Pikierschäden und ist steril. Speziell feine Wurzeln werden durch die belüftende Wirkung und gezielte Feuchtigkeitsabgabe zum Wachsen animiert. Ebenso wird das Austrocknen der Pflanzen unterbunden und Temperaturschocks gemindert.

Wir empfehlen:

**Agroperl® F** für kleinen bis mittelgroßen Samen, bei Pflanzen mit besonders feuchtigkeitsorientiertem Wachstum.

**Agroperl® G** für stärkere und große Saaten sowie für Pflanzen, die gut durchlüfteten Boden brauchen.

Je nach Pflanze empfohlene Mischungen: 100% **Agroperl®**  
 50 % **Agroperl®** / 50 % Torf  
 30 % **Agroperl®** / 70 % Topferde

Sehr gute Erfolge werden mit 100% **Agroperl®** und Nährstoffzuführung mittels Sprühregen oder Anstauen erzielt. Feinen Torf über die Saat streuen und mit Glas oder Folie abdecken, nach Ansatz der Wurzeln Nährstoff zuführen.

## Saatwürfel (Erdpreßöpfe)

Diese profitieren von **Agroperl® F** als Streuabdeckung (zur Lichtverstärkung und gegen Ungeziefer) und als Beimischung (15 - 40 %) zur Wachstumsförderung, Strukturverbesserung, Durchlüftung und Feuchtigkeitsspeicherung sowie Temperaturstabilität.

Von großem Nutzen ist die Eigenschaft von **Agroperl®** Torffasern vor dem totem Austrocknen zu bewahren. Dies verhindert teure Ausfälle von Kulturen.



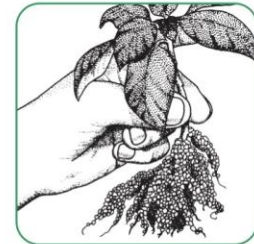
## Setzlinge

**Agroperl®** beschleunigt das Anwurzeln, vermindert das Fäulnisrisiko, stellt zwischen Luft und Wasser das optimale Gleichgewicht her und macht Nässestau praktisch unmöglich (Abflussmöglichkeit nicht vergessen!). Wachstumshemmung, Wurzelschäden bzw. der Umsetzschock werden auf ein Minimum reduziert.

**Agroperl® F** für sehr feine Setzlinge verwenden, sonst **Agroperl® G**.

100% **Agroperl®**: für filigrane Pflanzen oder Sprühberieselung  
 80 % **Agroperl®** / 20 % Torf: für härtere Schnittlinge und für brüchige Pflanzen  
 50 % **Agroperl®** / 50 % Torf: für weiche Stamm- und Blattschnittlinge

Auch hier ist die Sterilität von **Agroperl®** und seine Eigenschaft Feuchtigkeit zu speichern von großer Hilfe. Achten Sie auf freie Drainagen. Gleich nach der Anwurzeln können die Nährstoffe folgen.



## Topferden

Die Belüftung und Drainage, die Isolierung der Wurzelstöcke und das Wasserhaltevermögen sind wichtige Faktoren, die von **Agroperl®** bestens erfüllt werden. Großartig ist auch der Einfluss von **Agroperl®** auf Wurzelstock und Topferden beim Aus- und Umtopfen. Leichter und problemloser geht es nicht.

erdlose Substrate: 25 % **Agroperl®** / 75 % Torf + Kalk und Nährstoffe  
 Erds substrate: 33 % **Agroperl®** / 33 % Torf / 33 % Erde + Kalk und Nährstoffe  
 25 % **Agroperl®** / 50 % Torf / 25 % Erde + Kalk und Nährstoffe

Gut mischen, reichlich wässern und nach dem Setzen je nach Notwendigkeit düngen. Bei kommerzieller Anwendung sind Freifall-, Zwangs- und Bandmischer gut verwendbar.

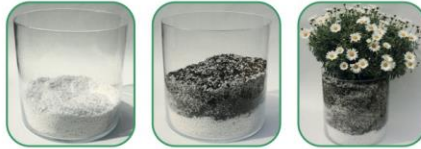




## Große Töpfe, Schalen und Terrassentröge

### Aufbau:

- Schicht 1: **Agroperl® G**  
 Schicht 2: Erde mit 30 - 80 % **Agroperl® G**  
 Schicht 3: Bepflanzung



- ✓ leichtere Töpfe
- ✓ fördert das Feinwurzelnwachstum
- ✓ speichert bis 50 % Wasser
- ✓ Pflanzen müssen weniger oft gegossen werden
- ✓ verhindert Staunässe



## Das ultimative und leichte Hochbeet

### Aufbau:

- Schicht 1: Äste, Reisig oder **Agroperl® G** pur  
 Schicht 2: Kompost, Blätter oder **Agroperl® G**  
 Schicht 3: **Agroperl® G**  
 Schicht 4: Erde mit 30 % - 80 % **Agroperl® G**  
 Schicht 5: Bepflanzung des Beetes



- ✓ leicht & durchlüftend
- ✓ mineralisch & dauerhaft
- ✓ verhindert Staunässe & Setzungen
- ✓ drainierend & wasserspeichernd



## Hydroponic und Kapillarbewässerung

**Agroperl®** hat eine größere Luft- und Wasserhaltekapazität als alle anderen Materialien und vor allem eine bessere Langzeitwirkung.

Im allgemeinen kommt hier **Agroperl® G 2-6** zum Einsatz. Es verhindert bei Hydroponic-Produktionen Staunässe und ermöglicht ein hindernisfreies Abfließen der Nährlösung bei gleichmäßigem Feuchtigkeitsgehalt im Wurzelbereich.

Bei Kapillarbewässerung kommt auch teilweise **Agroperl® F** statt **Agroperl® G** in den Schalen oder den mit Folien versehenen Zuchtbanken zum Einsatz. Werden elektrische Heizkabel eingesetzt, so ist ca. 50% Sand beizumischen, um deren Überhitzung zu vermeiden.



## Kleinst- und Flaschengärten, Microaufzucht

Seine Sterilität, ungewöhnliche Bewurzelungsfähigkeit und Eignung für kritische Wachstumsabschnitte machen **Agroperl®** ideal für diese Anwendung. Durch seine Neutralität können Versuchsergebnisse schnellstmöglich und unverfälscht erzielt werden.

**Agroperl®** bringt hervorragende Erfolge bei der Teilung von Zwiebeln, Tischkulturen und Systemen nach Meristem, ebenso bei „Flaschengärten“ und bei mit Glas oder Kunststoff abgedeckten Systemen. Für das Ansetzen haben sich auch Mischungen 50 % **Agroperl®** mit 50 % Torf bewährt.





## Sträucher und Bäume

**Aufzucht:** 20 - 30 % **Agroperl® G** im Boden fördert das Wachstum und wirkt gegen den Umsetzschock.

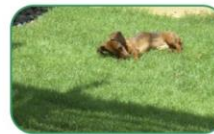
**Umpflanzen:** Pflanzloch mindestens 20 cm größer ausheben und die untere Lochhälfte mit **Agroperl® G**, die obere Lochhälfte mit **Agroperl® G** - Erdgemisch (50 : 50) füllen. Der Umsetzschock wird gemindert und das geförderte Wurzelwachstum verhilft zu früherer Eigenverankerung.



## Rollrasen

**Agroperl® F** in der Topfmischung optimiert das Wachstum. Das verstärkte Feinwurzelwachstum ermöglicht eine bessere Rasenziegel - oder Teppichbildung.

Das Abheben und Transportieren wird zum Kinderspiel, die Überlebensdauer vervielfacht.



## Bodenverbesserung

**Agroperl®** verbessert die Bodenstruktur (lockert, belüftet), verhindert Oberflächenverkrustung und fördert das Auflaufen der Saat. Der Austrocknung wird entgegengewirkt.

**Agroperl® G** zur Auflockerung und Drainage von schweren Böden sowie zur allgemeinen Anwendung und in der Landwirtschaft.

**Agroperl® F** für trockene und sandige Böden, optimiert den Feuchtigkeitshaushalt.

25 % - 50 % **Agroperl® 5** - 10 cm tief einarbeiten.

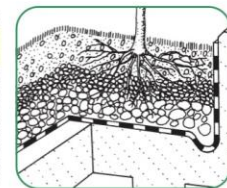


## Begrünte Architektur

Bei Dachgärten, Garagen, Hallendächern, usw.

### Aufbau:

1. Garagen-, Stahlbetondecke, ...
2. Doppelte Flämmung
3. Gefälleausbildung mit **Thermo-Roof®**
4. Dachhaut (z.B.: Slavonia Isoflamm® wf 5, Kautschuk, ...)
5. eventuell Drainagematte
6. Speicher- und Drainageschicht mit **Agroperl® G** 10 - 25 cm
7. eventuell Wurzelsperr-Flies
8. 10 - 20 cm Dachssubstrat mit 30% **Agroperl® G**
9. Bepflanzung mit Intensivbewuchs



- ✓ geringes Gewicht
- ✓ vollwertig nutzbare Grünfläche
- ✓ keine Bewässerung notwendig
- ✓ Wärmedämmung inkludiert
- ✓ Wasserspeicherung am Dach

## Städtischer Bereich Verkehrsflächen, Parkanlagen,...

**Agroperl®** speichert das Wasser vor Ort und stellt es den Pflanzen zur Verfügung, die über ihre Verdunstung das lokale Klima verbessern.

Normgerechte Verkehrsflächen, Parkplätze, ..., die ohne Kanalanschluss auskommen und damit die städtische Infrastruktur entlasten sind mit unserem **DrainGarden®** System in praktisch allen städtischen Bereichen möglich.



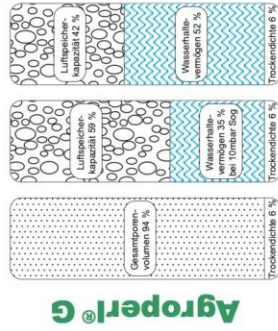
**Stauss-Perlite GmbH**

A-3100 St. Pölten, Stifterstraße 4  
 CH-8800 Thalwil, Alemannenweg 3  
 D-94032 Passau, Nibelungenplatz 4

Tel.: +43 (2742) 74 3 68  
 Tel.: +41 (43) 388 51 15  
 Tel.: +43 (2742) 74 3 68


 Europperl®  
 www.Stauss-Perlite.at

# Agroperl® - Technische Angaben



## Agroperl® G

**Korngröße:** ≤ 6 mm  
**Infiltrationsrate:** hoch (60 - 90 cm/h)  
**Wasserspeicher:** ca. 52 % Vol.  
**Wasserhaltevermögen:** ca. 35 % Vol. (bei 10 mbar Sog)  
**Luftspeicherkapazität:** ca. 59 % Vol.  
**Gesamtporenvolumen:** ca. 94 % Vol.  
**Trockendichte:** ca. 6 % Vol. = ca. 90 kg/m<sup>3</sup>  
**Naßgewicht (gesättigter Zustand):** ca. 52 % Vol. = ca. 600 kg/m<sup>3</sup>

## Agroperl® G 2-6

**Korngröße:** 2 - 6 mm  
**Infiltrationsrate:** hoch (70 - 90 cm/h)  
**Wasserspeicher:** ca. 50 % Vol.  
**Wasserhaltevermögen:** ca. 30 % Vol. (bei 10 mbar Sog)  
**Luftspeicherkapazität:** ca. 64 % Vol.  
**Gesamtporenvolumen:** ca. 94 % Vol.  
**Trockendichte:** ca. 6 % Vol. = ca. 90 kg/m<sup>3</sup>  
**Naßgewicht (gesättigter Zustand):** ca. 50 % Vol. = ca. 550 kg/m<sup>3</sup>

## Agroperl® F

**Korngröße:** ≤ 3 mm  
**Infiltrationsrate:** mittel (40 - 74 cm/h)  
**Wasserspeicher:** ca. 53 % Vol.  
**Wasserhaltevermögen:** ca. 37 % Vol. (bei 10 mbar Sog)  
**Luftspeicherkapazität:** ca. 56 % Vol.  
**Gesamtporenvolumen:** ca. 93 % Vol.  
**Trockendichte:** ca. 7 % Vol. = ca. 100 kg/m<sup>3</sup>  
**Naßgewicht (gesättigter Zustand):** ca. 53 % Vol. = ca. 630 kg/m<sup>3</sup>

### Organische Substanz:

0 % Vol.

### pH-Bereich:

neutrales Verhalten

### Stabilität:

unverrottbar, formstabil

### Sterilisation:

**Agroperl® ist absolut sauber & steril im angelieferten Zustand**

(zur Wiederverwertung verträgt es Sterilisation mittels Chemie, Flamme und Dampf)

### Temperaturbeständigkeit:

bis 800 °C, kurzzeitig bis 1.200 °C

### Leitfähigkeit:

ca. 0,23 mS cm<sup>-1</sup>

Kennzeichnung laut Düngemittelverordnung BGBl Nr. 1007/94:

Inverkehrbringer: Stauss-Perlite GmbH

Bezeichnung: Österreich; Handelsbezeichnung: Agroperl

Ausgangsstoff: Bodenhilfsstoff

Wirkungsbereich: 100 % mineralisch aus zellulär expandiertem Vulkangestein, gezielt kapillar für Agrareinsatz

Gewicht oder Volumen: siehe „Technische Angaben“



## Agroperl® F

## Stauss-Perlite GmbH

A-3100 St. Pölten, Stifterstraße 4  
 CH-8800 Thalwil, Alemannweg 3  
 D-94032 Passau, Nibelungenplatz 4

## 11.7 Datenblatt Substrat „Optigrün i Intensiv -Substrat“ [51]

### PRODUKTDATENBLATT

# OPTIGRÜN i

## Intensiv-Substrat

Optigrün-Intensiv-Substrat i als Vegetationstragschicht für mehrschichtige Intensivbegrünungen, auf Dachflächen mit geringer Tragfähigkeit, strukturstabilisiert für breites Pflanzenspektrum geeignet.



<b>Material (Hauptbestandteile)</b>	Blähschiefer, Blähton, Lava, Bims, Ziegelsplitt, Porolith und Grünschnittkompost. Je nach Region in variabler Zusammensetzung.
<b>Gewicht trocken (verdichtet)</b>	mind. 830 kg/m <sup>3</sup> (leichte Variante) mind. 1.000 kg/m <sup>3</sup> (schwere Variante)
<b>Gewicht wassergesättigt (verdichtet)</b>	1.300-1.480 kg/m <sup>3</sup> (leichte Variante) 1.490-1.560 kg/m <sup>3</sup> (schwere Variante)
<b>max. Wasserkapazität</b>	≥ 45 Vol%
<b>pH-Wert</b>	6,0 - 8,5
<b>Salzgehalt</b>	≤ 2,5 g/l
<b>Wasserdurchlässigkeit</b>	≥ 0,3 mm/min
<b>Verdichtungsfaktor</b>	1,3
<b>organische Substanzen</b>	< 90 g/l
<b>Gesamtporenvolumen</b>	> 60 - 75 Vol%
<b>Lieferform</b>	- lose geschüttet mit offenem LKW - geblasen im Silo-LKW - im Big-Bag mit offenem LKW - als Sackware auf Europalette per Spedition
<b>Menge/Liefereinheit</b>	gemäß Bestellumfang

### Einsatzbereich

- Vegetationstragschicht für intensive Dachbegrünungen in Mehrschichtbauweise.
- Zur Befüllung von Pflanzgefäßen im Außenbereich.

### Besondere Eigenschaften

- Entspricht den Anforderungen der FLL-Richtlinie für Dachbegrünungen.
- Genauere Angaben zum Gewicht sind, in Abhängigkeit der Region des Bauvorhabens, bei Optigrün anzufragen.
- Die von manchen Erdenwerken lieferbaren Intensivsubstrate sind, durch die Verwendung standortbedingter Zuschlagstoffe, auch für Rasenflächen geeignet.
- Verfügt über eine Europäische Technische Bewertung (ETA-13/0557) als Bestandteil der Optigrün-Systemlösungen.



Bei den obengenannten Daten handelt es sich um Richtwerte, die unter Laborbedingungen erzielt wurden. Die Werte unterliegen einer gewissen Fertigungstoleranz. Die in dieser Produktinformation enthaltenen Daten entsprechen dem technischen Wissen von Optigrün z.Zt. Ihrer Herausgabe. Es bleibt Optigrün vorbehalten, sie zu gegebenen Zeitpunkt entsprechend neueren Erkenntnissen zu ergänzen und zu ändern, sowie die genannten Eigenschaften zu modifizieren. Keine Haftung für Druckfehler.

Datenblatt Art.-Nr. i-Stand 19.01.2022

#### DEUTSCHLAND

Optigrün international AG  
Am Birkenstock 15 – 19 | 72505 Krauchenwies-Göggingen  
Tel. +49 7576 772-0 | info@optigruen.de

[www.optigruen.de](http://www.optigruen.de)

#### ÖSTERREICH

Optigrün international AG  
Landstraßer Hauptstraße 71/2 | 1030 Wien  
Tel. +43 1 71728-417 | info@optigruen.at

[www.optigruen.at](http://www.optigruen.at)

**OPTIGRÜN®**  
DIE DACHBEGRÜNER

[www.optigruen.com](http://www.optigruen.com)