



**Universität
Zürich^{UZH}**

Abschlussarbeit

zur Erlangung des
Master of Advanced Studies in Real Estate

**Klimawandel und urbaner Hitzeinseleffekt:
Potenziale und Herausforderungen der Fassadenbegrünung**

-

Handlungsempfehlungen für die Stadtplaner

Verfasserin: Aliya Heinrich

Eingereicht bei: Dr. Karl Tschanz

Abgabedatum: 02.09.2019

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Executive Summary.....	VII
1. Einleitung	1
1.1 Aktualität des Themas	1
1.2 Zielsetzung und zentrale Fragestellungen.....	2
1.3 Abgrenzung des Themas.....	3
1.4 Methodisches Vorgehen	3
2. Ausgangslage und aktueller Forschungsstand	5
2.1 Hitzeinseleffekt: Stadtklima und städtische Umwelt in Zürich	5
2.2 Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung.....	8
2.2.1 Wirkung auf das Gebäude	11
2.2.2 Wirkung auf das Umfeld und Stadtklima.....	12
2.3 Herausforderungen der Fassadenbegrünung.....	13
2.4 Beispiele aus der Praxis	15
3. Kosten-Nutzen der Fassadenbegrünung	18
4. Empirische Untersuchung	20
4.1 Methode	20
4.2 Untersuchung	20
4.2.1 Zusammenhänge der Nachhaltigkeit, des Hitzeinseleffekts und der Fassadenbegrünung	22
4.2.2 Wann wäre ein Investor bereit in die Fassadenbegrünung zu investieren?.....	23
4.2.3 Generieren Standards und Labels im nachhaltigen Bauen einen Mehrwert für Fassadenbegrünung?.....	25
4.2.4 Rolle der öffentlichen Hand bei der Förderung der Fassadenbegrünung ..	28
4.3 Untersuchungsergebnisse.....	32

5. Folgerungen und Handlungsempfehlungen zur Förderung der Fassadenbegrünung für die Stadtplaner	40
6. Schlussbetrachtung	45
6.1 Fazit	45
6.2 Diskussion.....	46
Literaturverzeichnis	47
Anhang	51

Abkürzungsverzeichnis

ARL	Die Akademie für Raumforschung und Landesplanung
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BZO	Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
FFG	Forschungsförderungsgesellschaft
IEA	die internationalen Energieagentur
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design
KLAZ	Klimaanalyse der Stadt Zürich
MeteoSchweiz	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
PBG	Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich
PET	Physiologisch Äquivalente Temperatur
SGNI	Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
SNBS	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz
SSF	Swiss Sustainable Finance

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sommertemperaturen in der Schweiz (1864-2018) - Abweichung vom langjährigen Durchschnitt (Meteo Zürich, 2019)	2
Abbildung 2: Anzahl Tropennächte und Hitzetage in Zürich Affoltern und an den Stationen der Innenstadt in Zürich - Monate Juni, Juli und August. Vergleich von drei Hitzesommer 2003, 2015 und 2018. (MeteoSchweiz, 2018a, S. 16)	6
Abbildung 3: Klimaanalysekarte Zürich, Tagsituatioon (AWEL, 2018)	7
Abbildung 4: Klimaanalysekarte Zürich, Nachtsituation (AWEL, 2018)	7
Abbildung 5: Klimaanalysekarte Zürich, bioklimatische Bedeutung von Grünflächen (AWEL, 2018)	8
Abbildung 6: Gebäudeoptimierung - Wirkungen und Einsparungen/Zugewinn durch Gebäudebegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 121)	12
Abbildung 7: Umfeldverbesserung - Wirkungen und Einsparungen/Zugewinn durch Fassadenbegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 142)	13
Abbildung 8: Fassadenbegrünungssysteme (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 126- 127)	13
Abbildung 9: Magistratsgebäude Stadtreinigung Wien, © Felicitas Matern	15
Abbildung 10: Durchschnittliche Verdunstung der bodengebundenen Fassadenbegrünung (Reichmann, Steffen, Schmidt, Köhler & Hübner, 2011, S. 36)	17
Abbildung 11: Potenziale der Fassadenbegrünung (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 70)	18
Abbildung 12: Integratives Modell der Nachhaltigkeit nach Manfred Stock (vgl. Cornu, N., 2016, S. 22)	22
Abbildung 13: Nachhaltige Anlagen nach Asset-Klassen (vgl. SSF, 2019, S. 7)	24
Abbildung 14: Betroffenheit von Hitzewellen, Schweiz	29
Abbildung 15: Kohärenz zwischen dem innovativen Wissen und der Fassadenbegrünung	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 144-145)	10
Tabelle 2: Mögliche Nachhaltigkeitsbeitrag der Fassadenbegrünung in der DGNB	26
Tabelle 3: Nachhaltigkeitsindikatoren der SNBS	27
Tabelle 4: Investoren: Sensibilität den institutionellen Anleger zum Thema «Hitzeinseleffekt»	32
Tabelle 5: Investoren: Inhalt den Nachhaltigkeitsstrategien von Investoren	34
Tabelle 6: Investoren: Voraussetzungen für Interesse seitens Investoren an der Fassadenbegrünung	35
Tabelle 7: Experten (ausser Investoren): Hitzeinseln in den Schweizer Städten	36
Tabelle 8: Experten (ausser Investoren): Schwächen und Hindernisse einer Fassadenbegrünung	37
Tabelle 9: Experten (ausser Investoren): Voraussetzungen für Interesse seitens Investoren an der Fassadenbegrünung	38

Executive Summary

Durch den Klimawandel wird das ohnehin schon komplizierte Stadtklima vor noch grössere Herausforderungen gestellt. Eine zu hohe Speicherkapazität der Bausubstanz, ein mangelnder Luftaustausch sowie eine Wärmefreisetzung aus Verkehr, Industrie und Gebäudekühlung sind die Hauptverursacher den Hitzeinseln. Um den Hitzeinseleffekt entgegenwirken zu können, müssen die Städte deutlich ökologischer werden.

Die vorliegende Arbeit betrachtet eine intakte Fassadenbegrünung über deren ästhetischen Potentiale hinaus und zeigt die ökologischen und energetischen Vorteile ihrer Umsetzung für den städtischen Raum auf. Die Bedeutsamkeit der Investoren und der öffentlichen Hand in Bezug zu diesem Thema wurden ebenfalls analysiert und begründet.

Ziel der Arbeit ist die Evaluierung:

- der Gründe einer mangelnden bis nicht vorhandenen Ausführung der Fassadenbegrünung in den Schweizer Städten,
- der nötigen Voraussetzungen für eine Veränderung der aktuellen Situation und
- der Rolle der öffentlichen Hand bei diesem Thema.

Nach einer umfangreichen Literaturrecherche wurden Interviews mit institutionellen Anlegern, Grundeigentümern und Vertretern¹ der öffentlichen Hand durchgeführt.

Die Untersuchungen ergaben, dass das Thema Hitzeinsel in Schweizer Städten von den Investoren bis heute nicht wahrgenommen wurde und dementsprechend noch keine Gegenmassnahmen geplant werden.

Als Haupthinderungsgründe bei der Umsetzung der Fassadenbegrünung nannten die Interviewpartnern u.a. mangelnde Präsenz des Themas, fehlendes Wissen über die vielseitigen Vorteile einer Fassadenbegrünung, fehlende behördliche Auflagen und Wettbewerbsvorschriften sowie ihre «Sichtbarkeit» als Eingriff in die Architektur.

Da es in der Arbeit um ein «öffentliches Gut» geht («Kühle» in der Stadt), welches für die Privatwirtschaft keinen Anreiz bietet, richten sich die Handlungsempfehlungen an die Stadtplaner. Auf Grund ihrer Kompetenz sind sie imstande dafür zu sorgen, dass die Akteure mit ihren unterschiedlichen Prioritäten in ihren Wertesystemen zusammenarbeiten.

¹ In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschliesslich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen beiderlei Geschlechts.

1. Einleitung

1.1 Aktualität des Themas

Die durch den Verbrauch an fossilen Energien verursachte globale Erwärmung und die damit verknüpfte Zunahme von Hitzewellen, die durch zunehmende Verstädterung verursachten lokalen Hitzeinseln sowie erhöhte Luftschadstoffkonzentrationen haben negative Einflüsse auf die Gesundheit der Menschen. Die Folgen des Klimawandels, die es zu bekämpfen gilt, werden die Grossstädte in naher Zukunft vor noch grössere Herausforderungen stellen.

Durch die Urbanisierung und die zunehmende Flächenversiegelung weisen die Städte eine hohe Vulnerabilität gegenüber den Folgen der Klimaveränderungen auf.

Die neuesten Klimaszenarien der Schweiz zeigen, dass signifikante Temperaturerhöhungen, Veränderung der Niederschläge und die Zunahme von Extremereignissen wie Hitzewellen zu erwarten sind. Hitzetage und vor allem Tropennächte erhöhen die Gesundheitsrisiken der Bevölkerung. In den Sommern 2003 und 2015 starben in der Schweiz mehrere hundert Personen an den Folgen der höheren Temperaturen (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012, S. 3787), (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013, S. 58), (Bundesamt für Umwelt, 2018, S. 9). Im Jahr 2018 erlebte Zürich das heisseste Sommerhalbjahr (April-September) in den letzten 154 Jahren.

Wie die Grafik von Meteo Zürich (Abbildung 1) zeigt, registrierte die Schweiz 2018 den viertwärmsten Frühling sowie den drittwärmsten Sommer seit Messbeginn im Jahr 1864. Die landesweite Sommerdurchschnittstemperatur lag 2° C über der des Normzeitraums 1981 – 2010. Heisser waren bis heute nur der Sommer 2015 und der Hitzesommer 2003, wo innerhalb von 10 Tagen europaweit geschätzt 70'000 Menschen an den Folgen der Hitzewelle starben. In der Schweiz wurden rund 1'000 vorzeitige Todesfälle registriert (Akademie der Wissenschaften Schweiz, 2016, S. 4). Neuerdings belastet die Hitze die Städte bis spät in die Nacht. In den letzten Jahren wurden immer häufiger Tropennächte mit Temperaturen von über 20° C registriert. Hohe Temperaturen, direkte Sonnenbestrahlung, das Wärmeaufnahme und -abgabeverhalten versiegelter Oberflächen führen zur Entstehung lokaler urbaner Hitzeinseln. Ein Phänomen, welches in den gemässigten Zonen vor der Jahrtausendwende praktisch nie auftrat (MeteoSchweiz, 2018, S. 1-2).

Dank der vielseitigen Leistungsmöglichkeiten ist die Fassadenbegrünung mit ihren innovativen Bautechniken ein wichtiger Baustein, wenn es um den Klimaschutz oder um Klimaanpassung geht, vor allem in Bezug auf den Hitzeinseleffekt (siehe Begründung in Kapitel 2.2 «Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung»). Die Fassadenbegrünung geht über die ästhetischen Gestaltgebung hinaus in eine ökologische und energetische Wertschöpfung eines Hochbaus (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 6, 12).

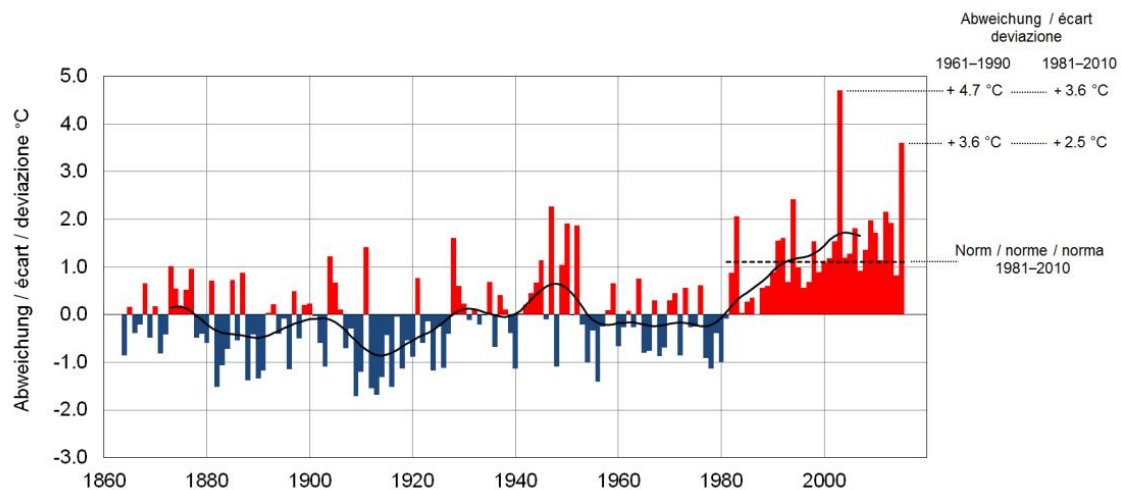


Abbildung 1: Sommertemperaturen in der Schweiz (1864-2018) - Abweichung vom langjährigen Durchschnitt (Meteo Zürich, 2019)

Unter Klimaschutz wird die Reduktion der Treibhausgasemissionen (mitigation) verstanden. Die Klimaanpassung beinhalten die Massnahmen zur Anpassung (adaptation) an die nicht mehr vermeidbaren Auswirkungen der Klimaveränderung.

Zum einen minimiert die Fassadenbegrünung die Flächenversiegelung, speichert oder verdunstet ganz oder teilweise die Niederschläge, was die Kanalisation entlastet und den Hitzeinseleffekt mildert. Zum anderen sorgen die grünen Bauweisen für ein angenehmeres Umgebungsklima, eine Attraktivitätssteigerung einer Stadt, eine Verbesserung der Biodiversität und eine Reduzierung der Luftverschmutzung.

1.2 Zielsetzung und zentrale Fragestellungen

Trotz der wissenschaftlich nachgewiesenen Leistungsmöglichkeiten einer Fassadenbegrünung, auch in Bezug auf den Klimawandel, werden in der Schweiz immer noch kaum Fassaden begrünt.

Mit der Arbeit sollen folgende Fragestellungen, Antworten und Hinweise eruiert werden:

- Was sind Gründe, die dazu führen, dass die Fassadenbegrünung baulich und gestalterisch nicht umgesetzt wird?

- Welche Voraussetzungen müssen gegeben werden, damit die Investoren und Grundstückseigentümer bereit wären, in Fassadenbegrünung zu investieren?
- Welche Rolle könnte und sollte dabei die öffentliche Hand spielen?

Übergeordnetes Ziel der Arbeit ist die Erarbeitung von konkreten Handlungsempfehlungen zur Fassadenbegrünung für die Stadtplaner.

1.3 Abgrenzung des Themas

Im Zentrum der Arbeit steht die Fassadenbegrünung als eine Massnahme gegen den Hitzeinseleffekt. Die Dachbegrünung wird nicht explizit in der Arbeit untersucht.

Geografisch widmet sich die Arbeit in erster Linie der Schweiz. Bei der Beschreibung der konkreten klimatischen Lage und Situationen sowie der Beispiele ist zum grössten Teil eine regionale Abgrenzung gegeben, indem der Fokus auf der Stadt Zürich liegt.

Fassadenbegrünung ist eine von verschiedenen Anpassungsmassnahmen bei Gebäuden an die Folgen des Klimawandels. Andere Anpassungsmassnahmen betreffen den Erhalt kühlender Luftströmungen in den Städten, auf welche in der Arbeit jedoch nicht eingegangen wird.

1.4 Methodisches Vorgehen

Für die Fragenbeantwortung der Arbeit waren mehrere methodische Schritte notwendig. Zu Beginn sind umfangreiche Literaturrecherchen und deren Evaluierung durchgeführt worden, um den aktuellen Forschungsstand der Fassadenbegrünung im Zusammenhang mit dem Klimawandel aufzuzeigen.

Die Literaturrecherche umfasste unterschiedliche Quellen wie z. B. bestehende Forschungen im Bereich Gebäudebegrünung mit dem Akzent auf die Fassadenbegrünung, Schweizer Umweltberichte, die Klimaanpassungsstrategie BAFU, Berichte über die Anpassung Schweizer Städte an den Klimawandel, Schweizer Gesetze (Energiegesetz, Umweltschutzgesetz, CO₂-Gesetz), diverse Gutachten bzgl. Fassadenbegrünung u.a. in Bezug auf energetische Vorteile der Fassadenbegrünung, Stadtratsbeschlüsse der Stadt Zürich sowie existierende Strategien für die Gebäudebegrünung in deutschen und österreichischen Grossstädten.

Die Recherche schaffte den vertieften Überblick über die Thematik der Fassadenbegrünung.

Weiterhin sind Interviews geführt worden mit institutionellen Anlegern, Grundeigentümern, Vertreter und Vertreterinnen der öffentlichen Hand sowie Experten,

die sich mit den Themen Gebäudebegrünung (Dach und Fassade), urban Management und Investorenpräferenzen auskennen.

Aus zeitlichen und prioritären Gründen wurde keine detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, sondern lediglich eine grobe Kosten-Nutzen-Einschätzung im Sinne der Gesamtbetrachtung des Themas vorgenommen.

2. Ausgangslage und aktueller Forschungsstand

2.1 Hitzeinseleffekt: Stadtklima und städtische Umwelt in Zürich

Das Lokalklima in den Schweizer Städten ist an einem durchschnittlichen Sommertag bis zu 7° C wärmer als im Umland (MeteoSchweiz, 2018a, S. 33). Die angestrebte Siedlungsverdichtung nach innen wird diese Situation noch deutlich verschärfen. Das erfordert regionale städtebauliche Antworten auf den globalen Klimawandel. Um diese Antworten geben zu können, muss man sich grundlegend mit dem Thema Hitzeinsel und den möglichen Gegenmassnahmen auseinandersetzen.

Diverse Untersuchungen zeigen, dass mehrere Faktoren für die Entstehung von Hitzeinseln verantwortlich sind. Zum einen weisen Gebäude und versiegelte Oberflächen eine hohe Speichermasse auf, welche die aufgenommene Wärme in der Nacht wiederabgeben. Im Gegenzug sollte die Grünfläche durch den Verdunstungsprozess die Umgebung kühlen. In dicht bebauten und stark versiegelten Städten funktioniert dieser Kühleffekt nur eingeschränkt, insbesondere dort wo nur wenig Vegetation vorhanden ist oder sie gar fehlt. Das Ganze führt zu einer Verkürzung der wichtigen nächtlichen Erholungsphasen einer Stadt. Hinzu kommt die Abwärme aus Klimaanlagen, Betrieben, und Kraftfahrzeugen. Ausserdem bilden die bebauten Flächen eine Barriere für die Luftströme in der Stadt.

Meteo Schweiz (MeteoSchweiz, 2018b, S. 5) hat ein Jahr lang die Ausprägung von Hitzeinseln in den Städten Zürich, Basel, Bern, Genf und Lausanne untersucht. Der Einfluss des urbanen Hitzeinseleffekt ist an den zwei wichtigsten Hitzeindikatoren ablesbar: Hitzetage (Tagesminimumtemperatur grösser oder gleich 30° C) und Tropennächte (Tagesminimumtemperatur fällt nicht unter 20° C). In allen untersuchten Städten ist der urbane Hitzeinseleffekt während des ganzen Jahres eindeutig nachgewiesen worden. Während die Anzahl Hitzetagen in den untersuchten Städten nur leicht höher ausfällt als im ländlichen Umland. (MeteoSchweiz, 2018a, S. 25). Die Anzahl der Tropennächte in den Städten bedeutend höher als auf dem Land (MeteoSchweiz, 2018a, S. 31). An den untersuchten Stationen wurden im Maximum rund 6 – 7° C höhere Nachttemperaturen verzeichnet. In manchen Nächten sinkt die Temperatur in den Stadtzentren nicht unter 24 – 25° C ab. Am grössten ist die Ausprägung der Hitzeinsel bei windschwachen, bewölkungsarmen und strahlungsintensiven Wetterlagen.

Abbildung 2 zeigt den Vergleich der zwei Hitzeindikatoren zwischen vier Messstationen in Zürich während der Sommermonate von Juni bis August für die drei Jahre mit extremen Hitzesommern (2003, 2015 und 2018). Besonders auffällig ist der deutliche Unterschied der Tropennächte zwischen der Stadt und der näheren Umgebung (MeteoSchweiz, 2018a, S. 23).

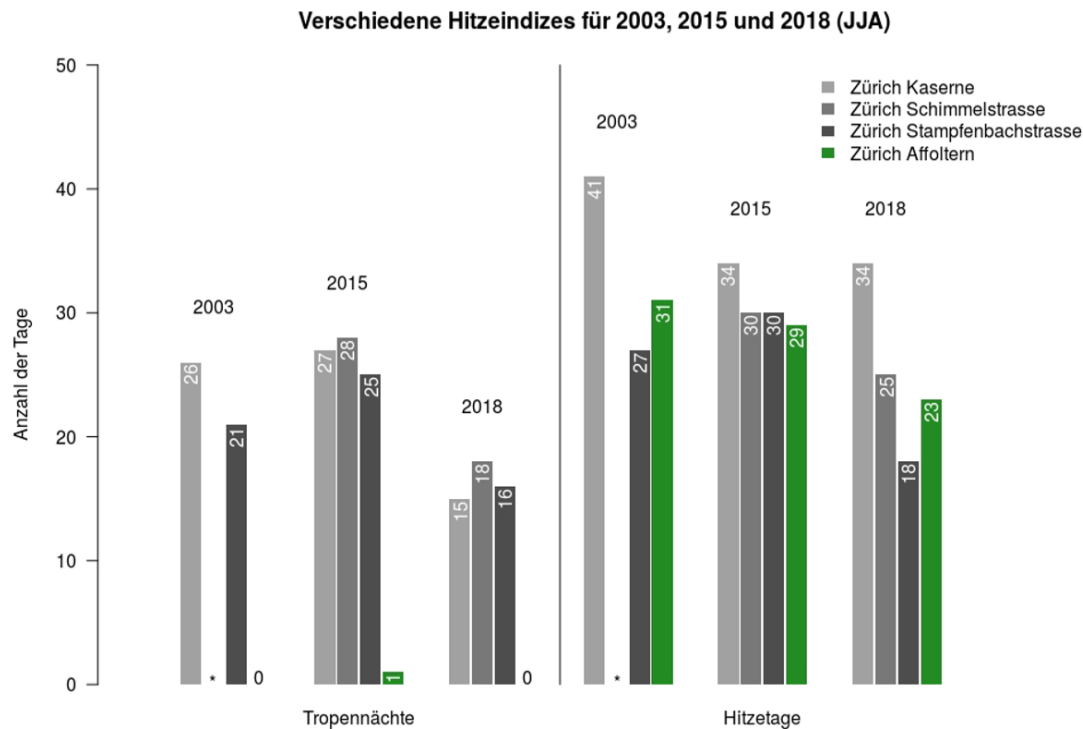


Abbildung 2: Anzahl Tropennächte und Hitzetage in Zürich Affoltern und an den Stationen der Innenstadt in Zürich - Monate Juni, Juli und August (JJA). Vergleich von drei Hitzesommer 2003², 2015 und 2018. (MeteoSchweiz, 2018a, S. 16)

Die folgenden Klimakartenausschnitte vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL) stellen in sehr detaillierten Massstabsebenen die aktuellen Hitzeinseln (Abbildung 3 und 4) sowie die wertvollen grünen Ausgleichsräume (Abbildung 5) in der Stadt Zürich dar. Folgende meteorologischen Grössen wurden berücksichtigt:

- Lufttemperatur in 2 m Höhe über Grund: morgens (4 Uhr) und mittags (14 Uhr)
- Hitzeinseleffekt: morgens (4 Uhr)
- bioklimatische Situation (Physiologisch Äquivalente Temperatur, PET).

Die Abbildung 3 stellt die Tagsituation in der Stadt Zürich dar. Die Aufheizung des Stadtkerns während des Tages ist eindeutig erkennbar. Ausserdem ist ersichtlich, dass der

² Für die Station Schimmelstrasse liegen für 2003 keine Daten vor.

Verkehr ebenfalls einen Einfluss auf die Entstehung von Hitzeinseln hat. So sind z. B. die Lufttemperaturen entlang der Gleisfelder der Bahnen deutlich erhöht.

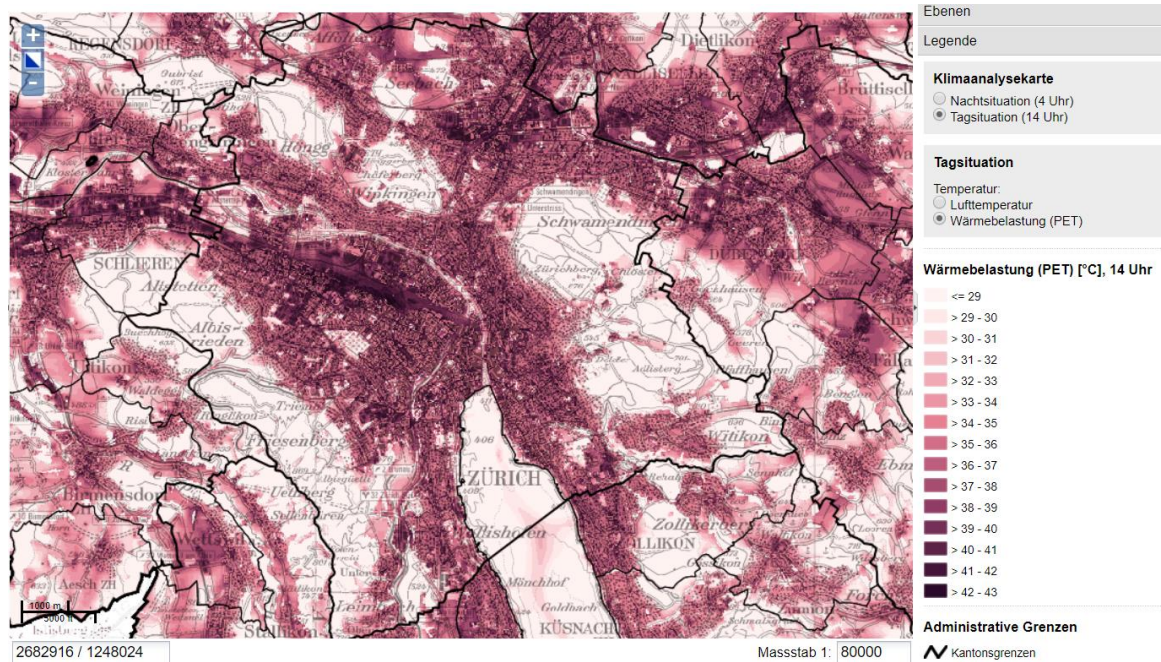


Abbildung 3: Klimaanalysekarte Zürich, Tagsituation (AWEL, 2018)

Tropennacht: Die Abkühlung und Erholung der Stadt in der Nacht ist aufgrund der thermischen Eigenschaften der Baumaterialien nicht mehr ausreichend. Die folgende Abbildung 4 stellt dies anschaulich dar.

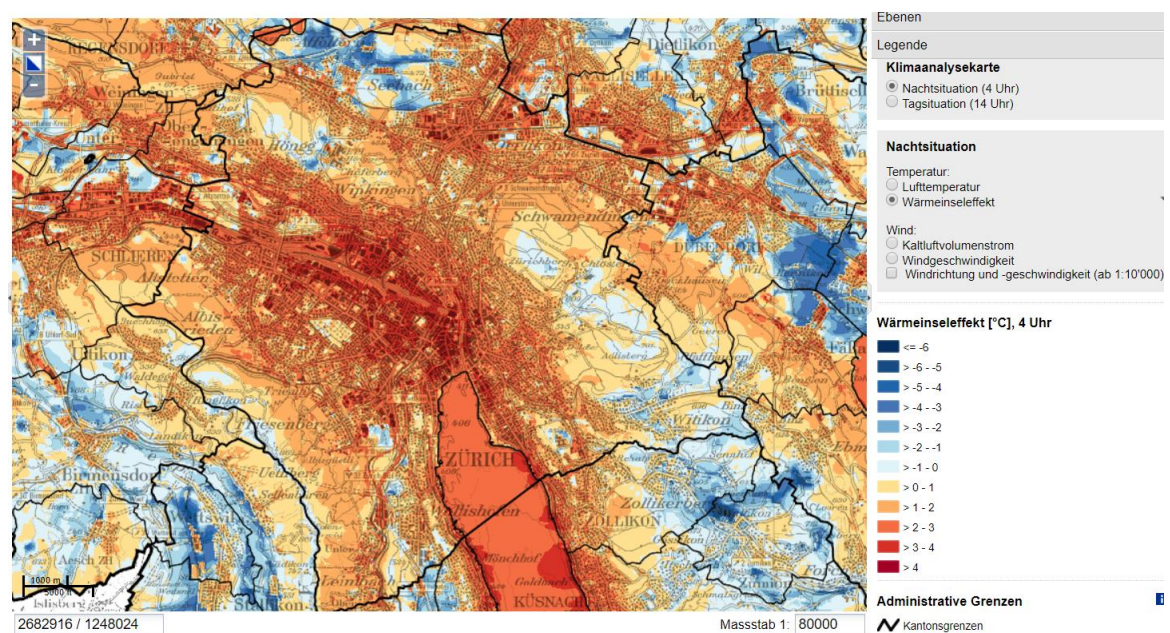


Abbildung 4: Klimaanalysekarte Zürich, Nachtsituation (AWEL, 2018)

Die Planhinweiskarte (Abbildung 5) zeigt die stadtklimatische Situation unter Berücksichtigung der Nähe und der Qualität von ausgleichenden Grünflächen (z. B. Parks, Wälder) auf und macht so die Aufenthaltsqualität im Freiraum deutlich.

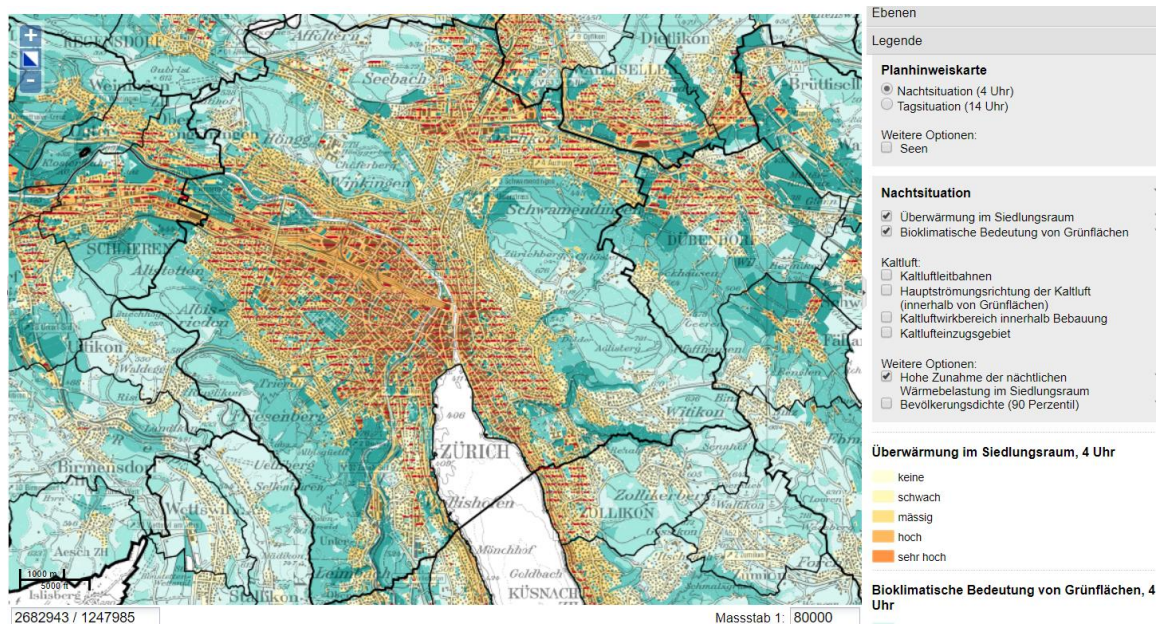


Abbildung 5: Klimaanalysekarte Zürich, bioklimatische Bedeutung von Grünflächen (AWEL, 2018)

Unter Hitzetagen und Tropennächten leiden besonders ältere Menschen, schwangere Frauen und Kleinkinder (Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, 2015, S. 24-36). Aber auch Sportler und Personen, die im Freien arbeiten, sind tagsüber von den Hitzewellen massgeblich betroffen.

2.2 Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung

Der Klimawandel und die globale Erwärmung sind bereits heute eine Tatsache. Dementsprechend müssen Anpassungsmassnahmen auch im Bauwesen möglichst rasch realisiert werden. Die vielschichtigen Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung bieten diese Möglichkeit, was bereits auch wissenschaftlich nachgewiesen wurde. Diese hat viele Vorteile für das Gebäude selber und bei grösseren Flächendeckungen auch für das Umfeld und das Stadtklima (Magistrat der Stadt Wien, 2013).

Als Gegenmassnahme zu urbanen Hitzeinseln ist die Fassadenbegrünung mit ihrem natürlichen Kühlpotenzial sehr wirksam. Der Fakt, dass sie im Vergleich zu der Dachbegrünung wesentlich mehr grüne Fläche bietet, ist nicht ausser Acht zu lassen. Dank ihren innovativen Begrünungsformen ermöglicht die Fassadenbegrünung auch in dichtbebauten, starkversiegelten Stadtkernen, die Grünflächen dort zu schaffen, wo angesichts des Platzmangels oder der vorgeschriebenen Nutzung keine andere

Begrünungsarten bzw. keine Bodenentsiegelung möglich oder gewollt sind. Die grünen Fassaden stellen in solchen Fällen eine perfekte Alternative dar und mindern somit die klimatischen Defizite einer Stadt.

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung verdeutlichen die Einflüsse auf die Ebenen eines Gebäudes. Ausserdem zeigt sie die potenziellen Wirkungen auf das Umfeld und das Stadtklima auf. Die Darstellung dient als Zusammenfassung der Möglichkeiten einer Fassadenbegrünung. Nachfolgend in den Kapiteln 2.2.1 und 2.2.2 werden diese Möglichkeiten detailliert betrachtet.

Gebäude- und umfeldbezogene Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung			
Ökologie-/Umfeldaspekte		Aufenthaltsqualität	Kostenvorteile
Gebäudeoptimierung			
Wärmehaltung	winterlicher Lebensraum, Ressourcenschonung durch Materialschutz bzw. Reduktion Dämmung (Verlängerung des Lebensdauers)	Temperaturausgleich	Reduktion Wärmeverluste der Gebäudehülle, geringere Feuchte und Feuchtebelastung
Kühlung	sommerliche Umgebungskühlung, Kühlung der Gebäudeoberflächen	Temperaturregulierung durch Verschattung und Verdunstungskühlung	Substitution der Klima- und Lüftungsanlagen
Licht	Ressourcenschonung durch Substitution technischer Verschattung, Reduktion künstlicher Innenraumbeleuchtung am Tag	Verschattungswirkung, Blendschutz, Blickschutz	Substitution technischer Systeme, Einsparung Wartung technischer Verschattung, Reduktion Energieverbrauch
Strom	Stromersparnis durch Unterstützung bzw. Vermeidung technischer Verbraucher	ökologische Energie zur Lebensraumverbesserung	Leistungssteigerung Photovoltaik, Kühlenergieeinsparung, Energiebeitrag durch Biomasse
Lüftung	Ressourcenschonung durch Unterstützung bzw. Substitution technischer Systeme	Verbesserung Luftqualität, Lüftreinigung, Lüftbefeuchtung	Luftvorkonditionierung durch Temperaturregulierung und Staubfilterung
Wasser	Umgebungskühlung	erhöhte Verdunstungsleistung bzw. Kühlwirkung	Trinkwasserersparnis, Einsparung Kühltechnik und -kosten, Grauwasserklärung, Regenwasserrückhalt
Material, Ökobilanz	Kohlenstoffspeicherung, Sauerstoffproduktion, Filterung von Feinstäuben	Substitution aufwändiger Sichtfassaden durch Naturelemente	Material-Ökonomie, Materialschutz von UV-Strahlung und Temperaturschwankungen
Umfeld- und Stadtklimaverbesserung			
Regenwasser-rückhalt	Verdunstungsleistung, Umgebungskühlung, Wasserreinigung	zusätzliche Kühlwirkung, Gebäudekühlung im Sommer	Einsparung Leitungswasser, reduzierte Kanalbelastung und Niederschlagwassergebühr
Regenwasser-verdunstung	Reduktion versigelter Flächen, Erhöhung der Verdunstung, Beitrag zu regionalen Niederschlägen	Kühlung des Stadtraums	Kanalentlastung, Reduktion von Starkregenereignissen, Sturm und Hagelschäden
Vermeidung Überhitzung	Verdunstungsleistung, Umgebungskühlung, Ressourcenschonung	Minderung sommerlicher Hitze durch Verschattung und Verdunstungskühlung	Materialschutz (Minderung der Temperaturextreme und der UV-Belastung)
Reduktion Luftbelastung	Kohlenstoffspeicherung, Sauerstoffproduktion, Filterung von Feinstäuben	Verbesserung Luftqualität	Oberflächenschutz Materialien (Instandhaltung, termische Belastung, chemische Beanspruchung)
Minderung Lärmbelastung	reduzierte Umweltbelastung	Lärmminderung durch Absorptions- und Reflexionsleistung, Reduktion der Gebäudetransmission	Aufenthalts- und Kommunikationsqualität
Akzeptanz	Schaffung zusätzlicher Grünflächen, Nutzungsangebot und Lebensraum Fauna	Gestaltungsvielfalt (Raumbildung, Gliederung, Lenkung), Kühlwirkung, Lärmreduktion, Luftqualitätsverbesserung	Aufwertung des Gebäudes, Attraktion, Fernwirkung, Identität, psychologische, medizinische und soziale Vorteile
Biodiversität	Erweiterung Nahrungs- und Lebensraumes	Vielfalt, natürliches Gestaltungspotenzial	Vorbeugung Artensterben bspw. durch Sicherung der Nahrungskette und Bestäubung

Tabelle 1: Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 144-145)

2.2.1 Wirkung auf das Gebäude

In den heutigen klimapolitischen Diskussionen ist die Fassadenbegrünung in der Lage einen bedeutenden Beitrag zur energieeffizienten Gebäudeplanung zu leisten. Die Ausführung der Fassadenbegrünung kann dabei in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der energetischen Optimierung eines Gebäudes stehen (Pfoser, Jenner, Henrich, Heusinger & Weber, 2013, S. 102).

Der Fassadenbegrünung werden positive Wirkungen in den folgenden Bereichen zugeschrieben: Kühlung, Dämmung, Verschattung, Schutz der Baukonstruktion, CO₂-Speicherung und Feinstaubbindung.

Grundsätzlich ist es einfacher eine Fassadenbegrünung bei Neubauten zu realisieren, da man vieles in der Planungsphase berücksichtigen, optimieren und abklären kann, was gleichzeitig zu Kosteneinsparungen führen würde. Die innovativen Begrünungsmöglichkeiten einer Fassade ermöglichen jedoch jede Art von Fassade zu begrünen.

Fassadenbegrünung kann nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei Altbauten (Sanierung/Renovationen) als Gebäudeoptimierungsmassnahme eingesetzt werden, was ein gewichtiges Argument in der Bekämpfung von Hitzeinseleffekten ist. Bei Altbauten würde die Fassadenbegrünung die Gebäudehülle von Auskühleffekten und Wärmeverlusten schützen. Bei Neubauten steht die Reduktion des Kühlbedarfs im Vordergrund. In der näheren Zukunft noch mehr als es bereits heute der Fall ist. Durch die Reduktion des Kühl- und Heizenergiebedarfs kann eine Fassadenbegrünung zudem zur Senkung des CO₂-Ausstosses beitragen.

Ein weiterer Vorteil der Fassadenbegrünung ist ihre Eigenschaft, die Überhitzung der Fassade zu vermeiden, was schonend auf die Bauteile wirkt und damit deren Lebenszyklus verlängert.

Bestimmte Arten der wandgebundenen Fassadenbegrünung können als Synergien der Grauwassernutzung und Gebäudereinigung für Begrünung und Kühlprozesse genutzt werden.

In der Abbildung 6 sind Wirkungen und Einsparmöglichkeiten durch Fassadenbegrünung zusammengefasst. Diese weisen darauf hin, dass die Fassadenbegrünung einen wichtigen und wirksamen Beitrag zur Verbesserung nicht nur der ökologischen Bilanz eines Gebäudes leistet, sondern auch einen wirtschaftlichen Mehrwert mit sich bringt.

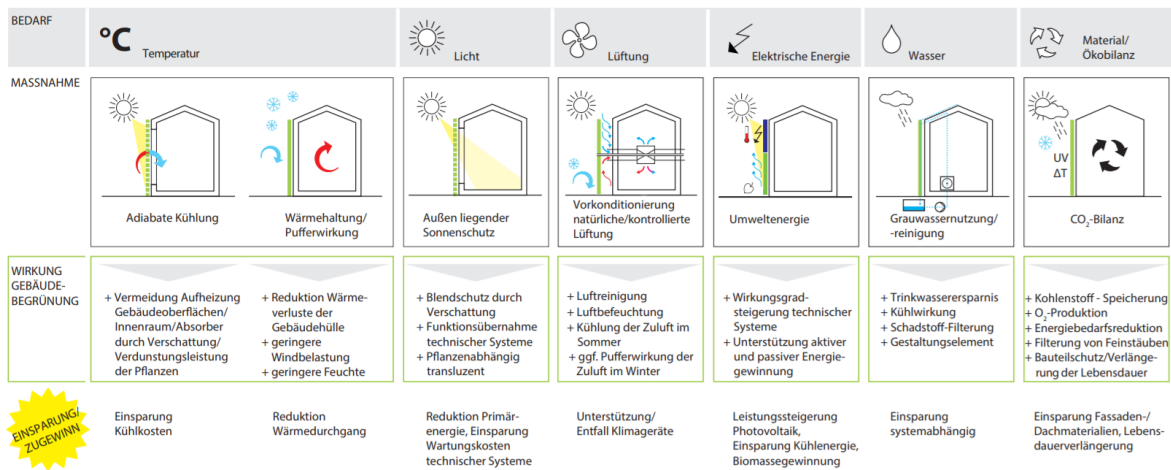


Abbildung 6: Gebäudeoptimierung - Wirkungen und Einsparungen/Zugewinn durch Gebäudebegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 121)

2.2.2 Wirkung auf das Umfeld und Stadtklima

Neben den positiven Auswirkungen für das Gebäude bzw. die Baute an sich wirkt eine Fassadenbegrünung sich auch vorteilhaft auf das gebäudenaher Umfeld aus. Im Vergleich zum Gebäudeoptimierungsbeitrag lassen sich die positiven Auswirkungen auf das Umfeld und die Erhöhung der Lebensqualität jedoch nicht exakt beziffern bzw. berechnen. Unter anderem auf Grund der vielen Synergien mit anderen Massnahmen und der auf dem menschlichen Empfinden basierenden weichen Faktoren.

Durch Regenwasserrückhalt und anschliessender Verdunstung über die Pflanzen entsteht ein natürlicher Kühleffekt (Verdunstungskälte), der eine unmittelbare Rolle zur Vermeidung von Hitzeinseln in Stadträumen spielt. Weiterhin trägt die Fassadenbegrünung zur Bindung von Luftschadstoffen und zur Sauerstoffproduktion bei. Im Gegensatz zu konventionellen schallharten Fassaden kann eine Fassadenbegrünung durch Schallabsorption den Lärmpegel dämpfen (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 95-96). Der Ausbau der Fassadenbegrünung fördert die Entwicklung von Flora und Fauna und kann somit eine wichtige Rolle für die Biodiversität im städtischen Raum spielen (Dettmar, Pfoser & Sieber, 2016, S. 14). Die genannten Fähigkeiten der Fassadenbegrünung führen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität im gebäudenahen und städtischen Umfeld, indem sie die extremen Oberflächentemperaturen und Temperaturschwankungen mindern.

In der Abbildung 7 werden die Wirkungen und die vielfältigen Potentiale der Fassadenbegrünung zur Umfeldverbesserung im städtischen Kontext detailliert ausgewiesen.

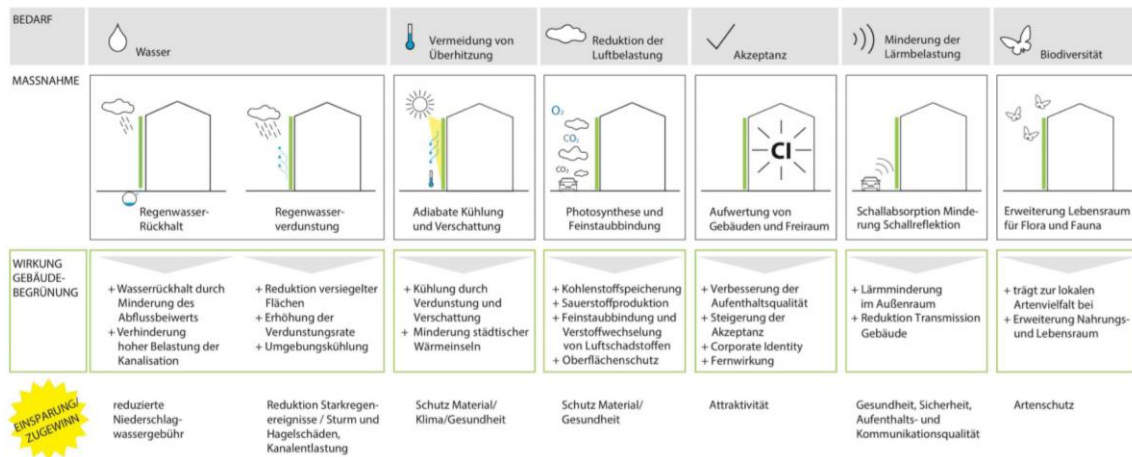


Abbildung 7: Umfeldverbesserung - Wirkungen und Einsparungen/Zugewinn durch Fassadenbegrünung (Pfoser, Vertikale Begrünung, 2018, S. 142)

Würde die Fassadenbegrünung an mehreren nah beieinander liegenden Bauten realisiert, dann würde sich deren positiven Effekte verstärken und im Idealfall auf das gesamte städtische Klima ausweiten (Magistrat der Stadt Wien, 2013).

In Abhängigkeit von der Begrünungstechnik (Abbildung 8) benötigt Fassadenbegrünung eine minimale Grundfläche (bodengebunden) oder gar keine Grundfläche (wandgebunden). Der konsequente Einbezug der unterschiedlichen Fassadenbegrünungssysteme würde den dicht bebauten und von Hitzeinseln betroffenen Städten eine Gegenmassnahme bieten, ohne einen Mehrbedarf an Bodenfläche zu generieren.

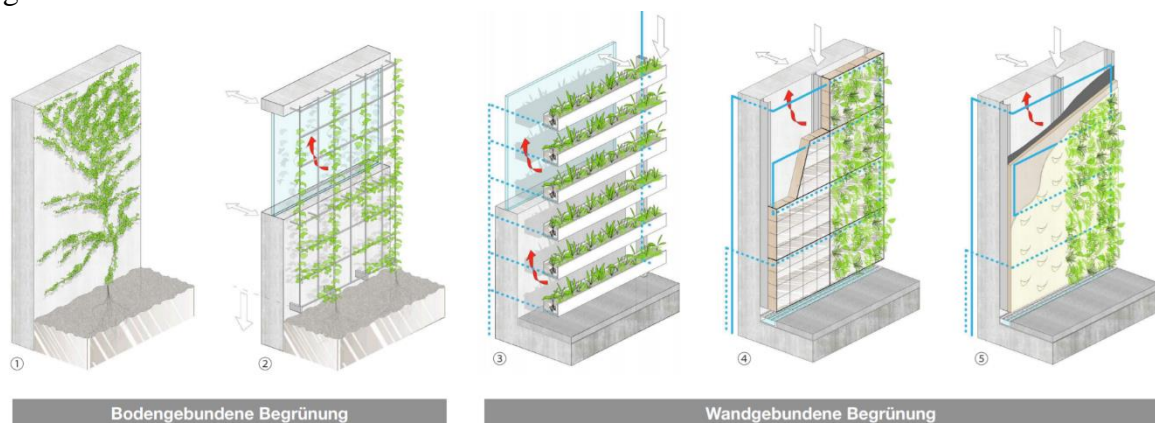


Abbildung 8: Fassadenbegrünungssysteme (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 126-127)

2.3 Herausforderungen der Fassadenbegrünung

Obwohl die zahlreichen Potenziale und Vorteile der Fassadenbegrünung umfassend untersucht und nachgewiesen sind, wird sie in der Praxis von den Investoren und den Grundeigentümern entweder als mögliche Alternative zur Fassadenausführung nicht eingehender betrachtet oder gar von Anfang an abgelehnt. Die häufigsten Gründe hierfür

sind das fehlende Wissen, die mangelhaften Informationen und Ideen oder generelle Vorurteile gegenüber einer Fassadenbegrünung, wie hohe Bewirtschaftungskosten wegen höherem Pflegeaufwand, höhere Nebenkosten, misslungene Projekte, ein «Wildwuchs», usw. Die negativen Beispiele aus der Praxis, die zur Entstehung von Vorurteilen führen, sind oft auf Fehler in der Planung und der mangelhaften Ausführung der Begrünung oder der Gebäudehülle zurückzuführen (Dettmar et al., 2016, S. 17-18). Die grössten Hindernisfaktoren der Fassadenbegrünung sind somit die unzureichende fachkompetente Beratung und Planung (Dettmar et al., 2016, S. 17-18).

Den Investoren und Grundeigentümern fehlt eine zukunftsweisende und dem Stand der Innovationen entsprechende Aufklärung über die Potentiale der boden- und wandgebundenen Fassadenbegrünung. Ausserdem fehlt noch das Verständnis für ein umweltverantwortliches Handeln (Klimaschutz und Klimaanpassung), welches durch die Ausführung der Fassadenbegrünung gegeben wäre und nicht zuletzt sind ihnen die wirtschaftlichen Vorteile noch nicht bekannt. Letzteres würde die Bedenken der Investoren und Grundeigentümern wegen der überproportional hohen Unterhaltskosten eliminieren. Die umfassenden Fachkenntnisse sind besonders bei dem komplexeren fassadengebundenen Begrünungssystem wichtig einzubeziehen.

Während die Realisierung der Dachbegrünung in städtischen Bebauungsplänen heute normativ geregelt und öffentlich gefördert wird, fehlen noch jegliche vergleichbare Festsetzungen in Bezug auf die Fassadenbegrünung. Diese bestehen weder für Neubauten noch für die energetischen Sanierungen im Bestand. Die Dachbegrünung ist aufgrund ihrer Lage am Bauwerk für die Öffentlichkeit nicht erkennbar und stellt somit keinen «Störfaktor» dar. Hingegen ist die Ausführung der sichtbaren Fassadenbegrünung bewilligungspflichtig. Der Datenfundus insbesondere für die innovativen fassadengebundenen Begrünungssysteme ist noch jung, was den Bewilligungsprozess verkompliziert und verlangsamt. Ein weiterer Grund, weshalb Fassadenbegrünungen auf Hindernisse stossen, ist der Wunsch die Freiheit der künstlerischen Entfaltung eines Architekten zu bewahren (Experteninterviews). Die historische Entwicklung der Architektur zeigt, dass sie die Ablenkung von der Form durch die Natur nicht duldet. Es braucht demnach auch hier ein Umdenken im Städtebau, welches diese kulturellen Hürden beseitigt. Die innovativen Fassadenbegrünungstechniken könnten dies möglich machen.

Um den Folgen des Klimawandels wie z. B. den Hitzeinseleffekt entgegenwirken zu können, braucht es eine flächendeckende Ausführung der Fassadenbegrünung in den

betroffenen Stadtteilen. Dafür müssen aber erst die oben beschriebenen Hürden überwunden werden.

2.4 Beispiele aus der Praxis

Die praktische Zusammenarbeit von Architektur, Energie und Botanik zeigen neue Möglichkeiten für ein nachhaltiges Bauen auf. Konkrete Lösungen lassen sich mithilfe von Beispielen nachvollziehen. Zudem werden die Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung dadurch verdeutlicht

Wien

Im Vergleich zu den konventionellen Klimaanlage trägt die Fassadenbegrünung vor allem durch die Verschattung, die Isolierung und dem Verdunstungseffekt zur Abkühlung bei. Im Sommer kann die Fassadenoberflächentemperatur dank Begrünung um 15° C abgesenkt werden. Solche positiven Beiträge der Fassadenbegrünung zur Energieeinsparung und somit zum Klimaschutz konnten an einer Grünfassade in Wien beispielhaft nachgewiesen werden. Das grösste Pilotprojekt Wiens ist das städtische Magistratsgebäude der Stadtreinigung MA 48 (Abbildung 9). Das Gebäude wurde 2010 vollflächig begrünt. Die umfangreichen Messungen der Universität von Bodenkultur Wien, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, zeigen eine positive klimatische Wirkung auf das Gebäude selbst und auf das nahliegende Umfeld, sowohl im Sommer als auch im Winter. Die Verdunstungsleistung der 850 m² grossen grünen Fassadenfläche entspricht einer Kühlleistung von 45 Klimakühlgeräten. In diesem Zusammenhang übernimmt die Fassadenbegrünung die Funktion einer natürlichen Klimaanlage und leistet so einen grossen Beitrag für den Klimaschutz. Durch das gesamte Begrünungssystem reduziert sich ausserdem der winterliche Wärmeverlust des undämmten Gebäudes um bis zu 50 Prozent (Enzi & Scharf, 2012, S. 14-19).



Abbildung 9: Magistratsgebäude Stadtreinigung Wien, © Felicitas Matern

Die Stadt Wien hat die Potenziale der Fassadenbegrünung erkannt. Die Nachfrage nach Expertisen wächst. Die Recherche hat ergeben, dass seit dem Jahr 2010 diverse Pilotprojekte und wegweisende Planungskonzepte ausgearbeitet und ausgeführt wurden. Nach der Fertigstellung des oben genannten Projekts bekam 2011 das Amtshaus des 5. Wiener Bezirks eine begrünte Fassade von 270 m². 2012 folgte die Begrünung des Amtsgebäudes im 8. Bezirk. Als nächstes wurden der Magistratsabteilung 31 (Wiener Wasser) im 6. Bezirk und Magistratsabteilung 22 (Umweltschutz) begrünt. Ein Bundesrealgymnasium erhielt eine Innenraum-, Fassaden- und Dachbegrünung. Ebenfalls werden von der Stadt Wien Fassadenbegrünungen an Privathäusern unterstützt. Alle Projekte werden wissenschaftlich begleitet und nach der Ausführung werden während 3 Jahren noch Daten erhoben und analysiert.

Die jahrelangen Messdaten bestätigen den Sinn und die Notwendigkeit der Anwendung der Fassadenbegrünung als Massnahme gegen die Entstehung urbaner Hitzeinseln.

Ausser den oben beschriebenen Projekten ist die Stadt Wien vorbildlich, wenn es um Informationsmassnahmen und Veröffentlichungen geht. Beispielweise zur Erleichterung der Realisierung von Fassadenbegrünung und der Beantragung von Fördermitteln wurde ein «Behördenguide für Fassadenbegrünung» erstellt.

Berlin

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin gab 2011 «Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung» einen Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung heraus. An ausgewählten Berliner Projekten sind neue Verfahren und Technologien der Fassadenbegrünung entwickelt, erprobt und ausgewertet worden (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010, S. 35-36). Die Forschungsergebnisse zeigen die Synergieeffekte von der Einsetzung der Fassadenbegrünung.

Ein Beispiel ist der Neubau des Institut für Physik der Humboldt Universität Berlin. An diesem Pilotprojekt wurden exakte Messungen zu der Verdunstung von Kletterpflanzen durchgeführt. Ziel des Projektes war vor allem den Wasserbedarf der bodengebundenen Fassadenbegrünung – eine Kletterpflanze mit 20 m Höhe – und ihr Potenzial für die Gebäudeklimatisierung zu messen. Die tägliche Verdunstung beträgt 10 – 15 l/m² Kübeloberfläche (Abbildung 10). In diesem Fall entspricht es einer Verdunstungskühlung von 280 Kilowattstunden pro Fassade und Tag. Es ist nachgewiesen worden, dass es dabei grundsätzlich möglich wäre auf die konventionell erzeugte Kälte zu verzichten, wenn Aussentemperatur von 30° C nicht überschritten werden (König, 2016).

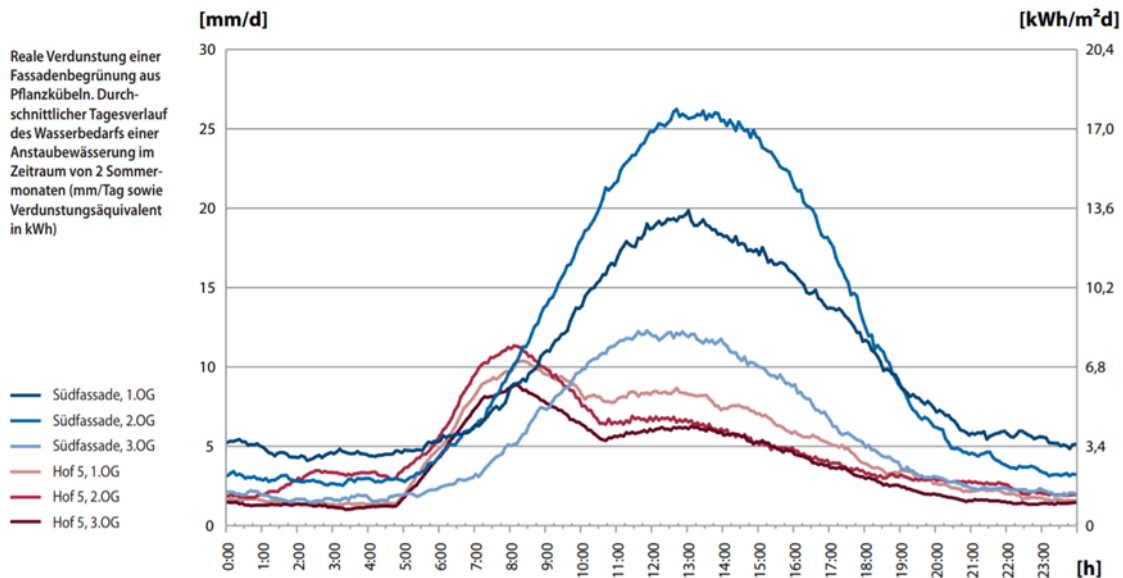


Abbildung 10: Durchschnittliche Verdunstung der bodengebundenen Fassadenbegrünung (Reichmann, Steffen, Schmidt, Köhler & Hübner, 2011, S. 36)

Des Weiteren ergab die 15-jährige wissenschaftliche Untersuchung der Hochschule Neubrandenburg und der Technische Universität Berlin, dass die Beschattung von südlichen Fassaden durch die Begrünung im Vergleich zu konventionellen Kühlsystemen bis zu 90 % an Betriebskosteneinsparung für die Gebäudekühlung ermöglicht (König, 2016).

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Pilotprojekte wurde eine neue Anlagentechnik entwickelt, die in die aktuellen Normen und Vorschriften der Stadt Berlin aufgenommen wurde. Somit steht der aktuelle Wissensstand für künftige Projekte zur Verfügung (Reichmann, Steffen, Schmidt, Köhler & Hübner, 2011, S. 36).

Alleine diese Beispiele, vermögen es den Beitrag der Fassadenbegrünung zum Klimaschutz und Klimaanpassung verständlicher und klarer zu machen.

Im Anhang sind weitere Fotos von den realisierten Begrünungsprojekten zu finden, die zum Teil als Bildmaterial bei den Interviews verwendet wurden.

3. Kosten-Nutzen der Fassadenbegrünung

Die vielseitigen Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung können unter den drei Gesichtspunkten betrachtet werden: ökologische Potenziale, wirtschaftliche Vorteile und die Steigerung der Lebensqualität. Die Fassadenbegrünung bringt Kosten-Nutzen-Vorteile sowohl für die Stadt, als auch für die Eigentümer (Dettmar et al., 2016, S. 32-35). Während die ökologischen Potenziale vor allem für die Stadt eine grössere Rolle spielen, sind die ökonomischen Vorteile und die Steigerung der Lebensqualität mehr im Sinne der Eigentümer (Abbildung 11).

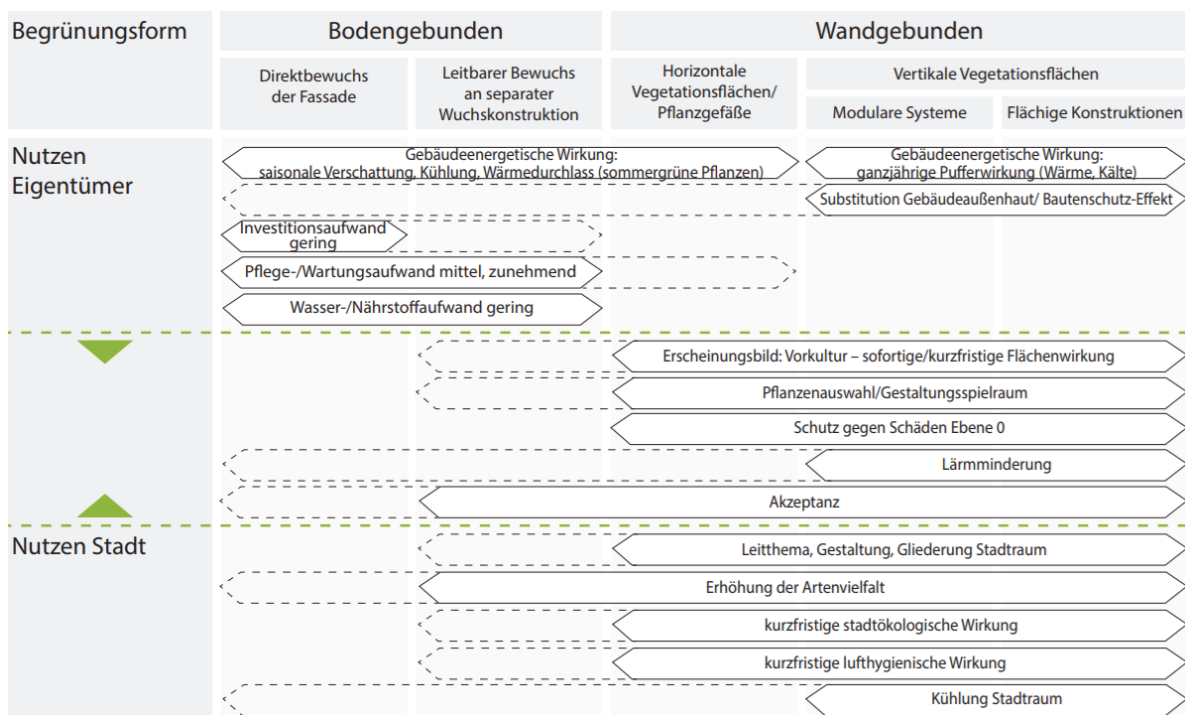


Abbildung 11: Potenziale der Fassadenbegrünung (Pfoser, Fassade und Pflanze, 2016, S. 70)

Aus Kostensicht ist die bodengebundene Begrünung im Vergleich zu der fassadengebundenen Begrünung heute immer noch deutlich günstiger. Die höheren Kosten für die fassadengebundene Begrünungstechnik sind auf ihre komplexe bautechnische Konstruktion und das notwendige Bewässerungssystem zurückzuführen. Auf die Gesamtanschaffungskosten einer Fassadenbegrünung wirken sich ausser den systembedingten Baukosten die variablen Kosten aus. Diese hängen von den individuellen Entscheidungen des Eigentümers ab wie, z. B. die Pflanzenauswahl, die Pflanzendichte, die Substratwahl, die Substrathöhe, die wartungstechnische Erreichbarkeit der fassadengebundenen Begrünung und der Bewässerungssysteme. Die innovativen Fassadenbegrünungstechniken erlauben die Begrünung jeder Art von Fassaden. Die Begrünung von Neubauten oder Fassadenerneuerungen ermöglicht die

Kosten geringer zu halten, weil die entsprechenden Massnahmen frühzeitig eingeplant werden können. Allerdings ist anzumerken, dass die von Hitzeinseleffekt betroffenen Stadtgebiete bereits dicht bebaut sind und somit nur noch wenige Baulücken aufweisen. Um diese zum Teil vollversiegelten Stadtteile abzukühlen, braucht es mehr grüne Infrastruktur. Besonders in engen Strassenzügen gibt es hierfür keine bessere Alternative zur Fassadenbegrünung.

Eine steigende Nachfrage nach innovativen Bautechniken würde sicher die Herstellkosten zukünftig herabsetzen.

Die in der Abbildung 11 zusammengefassten Potenziale einer Fassadenbegrünung zeigen auf, dass die fassadengebundene Begrünung einen signifikant grösseren Nutzen sowohl für Eigentümer als auch für die Stadt in sich birgt.

4. Empirische Untersuchung

4.1 Methode

Für den empirischen Teil der Arbeit sind Experteninterviews mit den institutionellen Anlegern/Investoren (SBB Immobilien, Swiss Life Asset Management (Schweiz) AG, Swiss Prime Site Immobilien AG, Credit Suisse Asset Management (Schweiz) AG und UBS Asset Management AG), öffentlicher Hand (Stadt Zürich Hochbauamt, Kantonsbaumeister Zürich) sowie Experten, die sich mit den Themen Gebäudebegrünung, urban Management und Investorenpräferenzen auskennen, durchgeführt worden. Seitens institutioneller Anleger und Investoren sind Leiter des Portfolios Management, Development & Construction, Asset Managers, Fachspezialisten in Nachhaltigkeit und Entwicklung zum Thema befragt worden. Insgesamt wurden im Rahmen von elf Interviews die Meinungen von zwölf Experten und Expertinnen abgeholt. Positiv anzumerken ist, dass alle angefragten Experten ihre Bereitschaft zum Interview gaben und einzig zwei Experten/Expertinnen der öffentlichen Hand auf die Anfrage nicht reagierten.

Das Ziel der Interviews war das Ergründen:

- des Wissensstandes und der Meinung von Investoren zu dem Thema «Hitzeinseleffekt» sowie «Fassadenbegrünung»,
- des aktuellen Standes der Auseinandersetzung mit den Themen «Hitzeinseleffekt» und «Fassadenbegrünung» als entsprechende Anpassungsmassnahme bei der öffentlichen Hand,
- der Meinung der Experten, die sich mit den Themen Gebäudebegrünung und Urban Management auskennen.

Die Interviewpartner erhielten die Fragen im Voraus per Email zur Vorbereitung.

Alle Interviews fanden im Zeitraum vom 25. April bis 11. Juni 2019 statt. Ein Gespräch dauerte in der Regel 50 – 60 Minuten. Das Abstraktum des Themas Hitzeinseleffekt ist mit dem Präsentieren der Klimakarten (Abbildungen 3 – 5) während der Interviews gelöst worden. Entsprechend gab die Verwendung des Bildmaterials, die Möglichkeit das Konkretum einer Fassadenbegrünung in bestimmten Fällen aufzuzeigen.

4.2 Untersuchung

Mit den steigenden Durchschnittstemperaturen besteht die Gefahr, dass die Hitzewellen häufiger, länger und intensiver werden (MeteoSchweiz, 2016, S. 43). Die Entstehung der

Hitzeinseln geht einher mit den Veränderungen des Lebensraums und der Lebensqualität. Dank ihrer Eigenschaften und Möglichkeiten stellt die Fassadenbegrünung eine hervorragende Gegenmassnahme dar. Bis heute fand die Fassadenbegrünung in der Schweiz kaum Anwendung, was darauf schliessen lässt, dass die ökologischen und energetischen Aspekte einer Fassadenbegrünung weder von der Privatwirtschaft noch von der öffentlichen Hand erkannt oder ernst genommen worden sind.

Hitzeinseleffekt ist ein ökologisches Problem, dessen Folgen das Stadtklima verändern und somit jeden einzelnen Bewohner treffen wird. Bei dieser Problemstellung geht es generell um ein öffentliches Gut – eine kühle Stadt. Genau darin liegen die Schwierigkeit und die Komplexität des Themas. Der Fakt, dass Fassadenbegrünung aus Sicht des Klimawandels sinnvoll ist, ist unumstritten (Pfoser & Jenner, 2013). Die Tatsache, dass die grüne Fassade einerseits ein Bestandteil des Gebäudes ist (Privatbesitz) und andererseits über ein grosses Potential verfügt, dem Hitzeinseleffekt entgegen zu wirken (Stadtraum), verkompliziert die Sache, da die Wirtschaft und die Gesellschaft, die ihre Befugnisse der Politik abgab, nicht immer dieselbe Sprache sprechen.

Für eine umfassende Beurteilung der Hemmnisse, benötigt es grundsätzlich Antworten auf folgende Fragen/Fragenkomplexe:

- Hat ein Architekt das Recht und auch die Pflicht sich bei der Planung eines Gebäudes mit dem Thema «Hitzeinseleffekt» auseinanderzusetzen? Welche Materialien und Farbpalette sollten dabei verwendet werden (Absorption)?
- Haben Bewohner das Recht auf eine kühlere Stadt?
- Wie sensibel sind die Investoren, wenn es um das Thema «Hitzeinseleffekt» geht? (Die Interviews deuteten auf die Relevanz der Fragestellung.)
- Was braucht es, um die institutionellen Anleger und Grundeigentümer davon zu überzeugen, dass in Anbetracht steigender Nachhaltigkeits-Anforderungen bei Immobilienanlagen, eine Fassadenbegrünung mit ihren vielseitigen Leistungsmöglichkeiten (Kapitel 2.2) eine attraktive Anlage sein kann?
- Welche Rolle sollte dabei die öffentliche Hand übernehmen?

Auf Grund der fachlichen Zuständigkeiten/Kompetenzen der Interviewpartner und der beschränkt zur Verfügung stehenden Zeit konnte trotz hoher Relevanz nur in sehr beschränktem Umfang auf die ersten beiden Fragen eingegangen werden. Auf ein tieferes Einsteigen in diese Materie musste daher verzichtet werden. Im Kapitel 4 wird somit nur auf die letzten drei Fragen eingegangen.

4.2.1 Zusammenhänge der Nachhaltigkeit, des Hitzeinseleffekts und der Fassadenbegrünung

Die Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung im Kontext des Klimawandels und als Massnahme gegen den Hitzeinseleffekt stehen im Vordergrund meiner Abschlussarbeit. Besonders wichtig ist ihr Beitrag zur Nachhaltigkeit der Stadtplanung, des Bauwesens und der Immobilienbranche. Aufgrund dessen ist es notwendig, sich anfangs mit dem Thema «Nachhaltigkeit» auseinanderzusetzen.

Der Begriff Nachhaltigkeit wird in Unternehmensvisionen, -strategien und in die Umsetzung konkreter Massnahmen einbezogen. Mit der zunehmenden Verwendung des Begriffs wird dieser unterschiedlich interpretiert, was zur Unsicherheit der Beteiligten in Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen führt (Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz NNBS, 2018, S. 4).

Gemäss dem integrativen Modell der Nachhaltigkeit nach Manfred Stock (Abbildung 12) ist die menschliche Gesellschaft mit der dazu gehörigen Ökonomie nur dann langfristig überlebensfähig, wenn sie auf Dauer in die Tragfähigkeit der natürlichen Umwelt der Erde eingebettet sind. Alle drei Bereiche interagieren sehr stark miteinander. Jegliche Veränderungen in einem Teilsystem erweitern bzw. verengen den Handlungsspielraum der Anderen (Besse, 2015, S. 14).

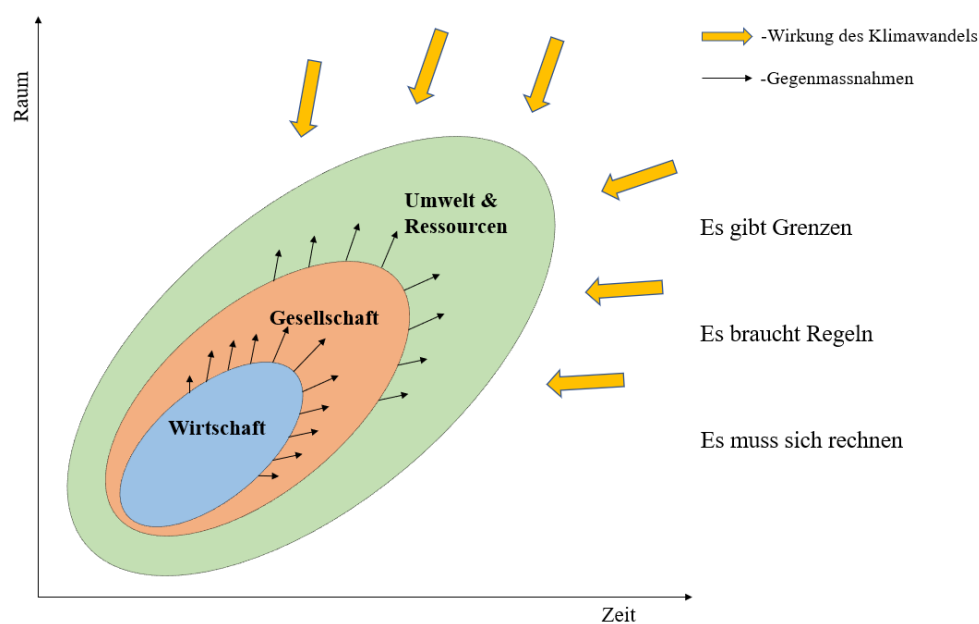


Abbildung 12: Integratives Modell der Nachhaltigkeit nach Manfred Stock (vgl. Cornu, N., 2016, S. 22)

Immobilienwirtschaft: die Bauherren (institutionelle Anleger, Grundeigentümer) mit der planerischen Unterstützung von Architekten, die Areal- und Immobilienentwickler sowie

das Bauwesen mit seinen Entwicklungsvorstellungen bestimmen das Endprodukt einer Stadt – ein Gebäude, das für den Konsum zur Verfügung gestellt wird. Wie die Interviews ergeben haben, werden dabei bis heute keine Massnahmen gegen Hitzeinseln getroffen. Der Fokus liegt in erster Linie auf den ökonomischen Aspekten, weil diese für die Wirtschaft von Relevanz sind. Gleichzeitig werden die Umweltschäden, wie Hitzewellen, von der Gesellschaft bis zu einem gewissen Punkt nicht wahrgenommen (Frey, 1992, S. 40). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die regulierenden Massnahmen in solchen Fällen eine wichtigere Rolle spielen sollten.

Das Phänomen «Hitzeinseleffekt» gehört zu den ökologischen Veränderungen des Stadtklimas, die nachhaltige Gegenmassnahmen benötigen, um die aktuellen und zukünftigen Auswirkungen zu minimieren oder zumindest die weitere Versiegelung der Städte stoppen. Eine Fassadenbegrünung stellt eine solche Massnahme dar.

4.2.2 Wann wäre ein Investor bereit in die Fassadenbegrünung zu investieren?

Die Restriktionen bezüglich verantwortungsvollen Investierens führen dazu, dass viele institutionelle Anleger interessiert und verpflichtet sind, ihre Präferenzen aus Sicht der Nachhaltigkeit möglichst effizient umzusetzen.

In der Schweiz leisten die institutionellen Anleger den grössten Beitrag an nachhaltigen Investitionen (Varnholt, 2018). Von den institutionellen Anlegern werden nachhaltige Anlagen im Wert von CHF 238.2 Mrd. gehalten, was 61 % des gesamten Schweizer Markts entspricht. Das sind 16 % der gesamten von Schweizer Pensionskassen und Versicherungen verwalteten Anlagen (Swiss Sustainable Finance SSF, 2018, S. 6). Wie die Abbildung 13 aufzeigt, hat die Immobilienanlage in Bezug auf nachhaltige Investitionen massiv an Bedeutung gewonnen. Im Jahr 2017 war sie mit CHF 73.8 Mrd. (22.3 %) die zweitgrösste Asset-Klasse (Swiss Sustainable Finance SSF, 2019, S. 7-8).

Aufgrund dessen war es wichtig, aus den Interviews und offiziellen Webseiten der Interviewpartner in Erfahrung zu bringen, was von den institutionellen Anlegern unter Nachhaltigkeit verstanden wird und was ihre Nachhaltigkeitsstrategien beinhalten. Die Erkenntnisse sind im Kapitel 4.3 zusammengefasst.

Das Investitionsvolumen in Immobilienanlagen ist beeindruckend. Dabei entsteht ein Produkt, das während der gesamten Lebensdauer (mindestens 50 – 60 Jahre) besonders in den Städten unsere Umgebung und das Stadtklima beeinflusst.

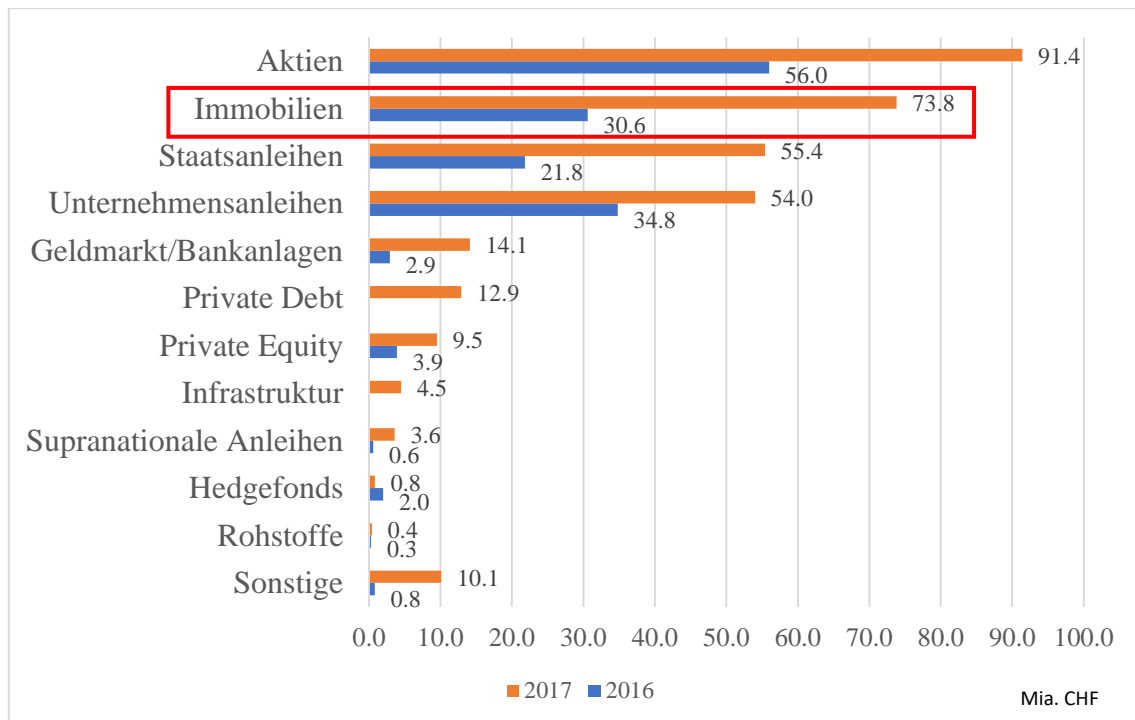


Abbildung 13: Nachhaltige Anlagen nach Asset-Klassen (vgl. SSF, 2019, S. 7)

Aus der Natur der Sache steht bei der Privatwirtschaft nicht die Ökologie, sondern die Ökonomie im Vordergrund ihrer Tätigkeit. Jede Investition muss einen messbaren finanziellen Mehrwert generieren. Gleichzeitig steigt der Druck auf Investoren seitens Anleger und der Gesellschaft bzgl. Erwartungen und Forderungen nach umweltbewussten Investitionen. In dieser Situation sind die zentralen Fragen für Investoren: Wieviel Nachhaltigkeit ist nötig und tragbar? und Was kann zugelassen werden?

Für die Investoren ist ein nachhaltiges Objekt kein Selbstzweck (Kaufmann & Kraft, 2018). Kurzfristig betrachtet ist jede nachhaltige Veränderung oft mit dem zusätzlichen Ressourceneinsatz und/oder dem Verlust von Privilegien und Gewinnen verbunden. Die nachhaltigen Investitionen werden von Investoren nicht aus rein philanthropischen Überlegungen getätigt, auch sie müssen sich rentieren und einen Mehrwert generieren. Nachhaltige Investitionen brauchen oft eine Betrachtungsweise, die den langfristigen wirtschaftlichen Nutzen aufzeigt.

Eine Fassadenbegrünung kann für einen institutionellen Investor als Anlage interessant sein, wenn sie ihn von anderen Institutionellen differenziert und die Aufmerksamkeit der Anleger weckt. Die Aussage wird von der Praxis bestätigt. Der Hauptgrund, warum bis heute Projekte mit Fassadenbegrünung realisiert wurden, ist die besondere Anziehungskraft der Fassadenbegrünung, die zu Marketingzwecken für ein gutes Image

eingesetzt wurde. Der ökologische und energetische Vorteil einer Fassadenbegrünung wurde in meisten Fällen nicht in die Überlegungen einbezogen.

4.2.3 Generieren Standards und Labels im nachhaltigen Bauen einen Mehrwert für Fassadenbegrünung?

Ökobilanzielle Kriterien zum gesamten Lebenszyklus einer Liegenschaft gewinnen immer mehr an Bedeutung. Neben der Betriebsenergie wird auch der Energieeinsatz für die Erstellung bis hin zum Recycling eines Gebäudes immer wichtiger. Um die Nachhaltigkeitskriterien eines Gebäudes messen und bewerten zu können, bieten diverse Zertifizierungssysteme Auszeichnungsmöglichkeiten. Mit dem steigenden Druck seitens Stakeholder, die Anlagekriterien durch eine Nachhaltigkeitsstrategie zu ergänzen, lassen die Investoren ihre Liegenschaften vermehrt zertifizieren.

Nachfolgend sind die drei Zertifizierungssysteme zusammengefasst, die erfahrungsgemäss in der Schweiz am präsentesten sind.

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) / Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (SGNI)

Die Grundsystematik zur Bewertung der Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden wurde gemeinsam von der DGNB und dem Deutschen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Jahr 2009 entwickelt. Mit Hilfe dieser Systematik präziserte BMVBS die Eigenbewertung von Bundesbauten. DGNB entwickelte währenddessen ein vollständiges Zertifizierungssystem für verschiedenste Gebäudenutzungen und Quartiere. Bei der Bewertung von Immobilie werden sechs Kriterien betrachtet: ökologische (22.5 % der maximalen Punktezahl), ökonomische (22.5 %), soziokulturelle (22.5 %) und technische Qualität (15 %), Prozessqualität (12.5 %) und Stadtortqualität (5 %) (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB, 2019).

Aktuell ist die Fassadenbegrünung in vier Kriterien der DGNB explizit ausgewiesen (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB, 2019):

- ENV2.4 Flächeninanspruchnahme – als Ausgleichsmassnahme
- ENV2.4 Biodiversität am Standort – begrüntes Gebäude als Garant der Biotopflächenqualität (Agenda 2030 Bonus – Klima- und Artenschutzziele)
- SOC1.6 Aufenthaltsqualitäten innen und aussen

- SITE1.1 Mikrostandort – als Kompensationsmassnahmen der Luftqualität.

Dank ihrer Potentiale ist die Fassadenbegrünung in der Lage, in dem Zertifizierungssystem der DGNB einen wichtigeren Beitrag zur Nachhaltigkeit einer Liegenschaft zu leisten. In der Tabelle 2 sind die angesprochenen Bewertungskriterien der DGNB/ SGNI konkretisiert.

Ökologische Qualität	
Ökobilanz des Gebäudes	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz natürlicher Ressourcen • Klimaschutzmaßnahmen in Richtlinien, Strategien und Planung • Ressourcenschonung
Risiken für die lokale Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Materialien
Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	<ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen • Integration in die Quartiers-Infrastruktur
Flächeninanspruchnahme	<ul style="list-style-type: none"> • Flächeninanspruchnahme • Versiegelungsgrad und / oder Ausgleichsmaßnahmen
Biodiversität am Standort	<ul style="list-style-type: none"> • Biotopflächenqualität • Vielfalt der Tierarten direkt am Gebäude • Invasive Pflanzenarten • Biotopvernetzung • Biodiversitätsstrategie
Ökonomische Qualität	
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	<ul style="list-style-type: none"> • Lebenszykluskostenrechnungen in der Planung • Lebenszykluskostenoptimierung • Gebäudebezogene Kosten über den Lebenszyklus
Marktfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz natürlicher Ressourcen • Ressourcenschonung • Flächeninanspruchnahme
Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Thermischer Komfort	<ul style="list-style-type: none"> • Operative Temperatur / Raumlufttemperatur / Heizperiode • Klimaanpassung
Akustischer Komfort	<ul style="list-style-type: none"> • Planungsbegleitendes akustisches Konzept • Stressreduktion, Gesundheit und Wohlbefinden
Visueller Komfort	<ul style="list-style-type: none"> • Tageslichtverfügbarkeit Gesamtgebäude • Kunstlicht - Energieeffizienz
Aufenthaltsqualitäten innen und außen	<ul style="list-style-type: none"> • Gestaltungskonzept Aussenanlagen
Technische Qualität	
Qualität der Gebäudehülle	<ul style="list-style-type: none"> • Sommerlicher Wärmeschutz
Einsatz und Integration von Gebäudetechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Passive Systeme
Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclingfreundlichkeit
Immissionsschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Lärm-Immissionen - Immissionsrichtwerte
Prozessqualität	
Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung nachhaltige Produktion
Standortqualität	
Mikrostandort	<ul style="list-style-type: none"> • Luftqualität • Aussenlärm
Ausstrahlung und Einfluss auf das Quartier	<ul style="list-style-type: none"> • Image und Standortaufwertung • Impuls / Attraktor

Tabelle 2: Mögliche Nachhaltigkeitsbeitrag der Fassadenbegrünung in der DGNB

Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS)

Der SNBS wurde auf Initiative von Wirtschaft und öffentlicher Hand entwickelt. Die Entwicklung finanzierte das Bundesamt für Energie über das Programm Energie Schweiz (Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz NNBS, 2019).

Der SNBS Hochbau basiert auf der Strategie Nachhaltige Entwicklung Schweiz des Bundesrats und wurde 2013 lanciert. Im Schwerpunkt stehen drei Bereiche der Nachhaltigkeit: Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt, die jeweils vier Themen beinhalten.

Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
Kontext und Architektur	Kosten	Energie
Planung und Zielgruppen	Handelbarkeit	Klima
Nutzung und Raumgestaltung	Ertragspotenzial	Ressourcen und Umweltschonung
Wohlbefinden und Gesundheit	Regionalökonomie	Natur und Landschaften

Tabelle 3: Nachhaltigkeitsindikatoren der SNBS

Dieses Zertifizierungssystem ermöglicht die Zertifizierung von verschiedenen Nutzungsarten: Büro, Verwaltung und Wohnen. Ab Sommer 2019 ist der SNBS ebenfalls auf Bildungsbauten anwendbar. Es ist möglich sowohl Neubauten als auch bestehende Gebäude zertifizieren zu lassen.

Fassadenbegrünung ist aktuell lediglich in einem einzigen Kriterium «Natur und Landschaft» als Aussenraumgestaltungsmöglichkeit erwähnt.

Leadership in Energy & Environmental Design (LEED)

LEED ist ein vom U.S. Green Building Council herausgegebenes Zertifizierungssystem. In der Schweiz wird es meist bei Büroimmobilien von Immobilieninvestoren mit internationaler Ausrichtung verwendet. LEED etablierte sich bei vielen international tätigen Unternehmen als Standard für die Büroanmietung oder für das Benchmarking für Immobilienportfolios. Zu den Hauptkriterien des Systems zählen Betriebs- und Unterhaltskostensenkung, höhere Nutzungsqualität und in der Regel höhere Mieterlöse (sustainblog.ch, 2015). Somit steht die ökonomische Nachhaltigkeit im Vordergrund des Systems LEED.

Im Bereich «Nachhaltige Standorte» wird das Thema «Hitzeinseleffekt» zwar angesprochen, gleichzeitig werden aber keine möglichen Massnahmen genannt. Fassadenbegrünung ist in keinem Kriterium explizit erwähnt.

Die Analyse dieser drei in der Schweiz gängigsten Zertifizierungssysteme zeigt auf, dass die im Kapitel 2.2 beschriebenen Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung zum Teil im DGNB/SGNI und in einem Kriterium des SNBS-Systems integriert wurden. Allerdings werden ihre Vorteile bezogen auf die energetische Gebäudeoptimierung von keinem Zertifizierungssystem behandelt. Nichtsdestotrotz kann Fassadenbegrünung in verschiedenen Kriterien zu einer Verbesserung der Nachhaltigkeitsbewertung einen bedeutenden Beitrag leisten (Pfoser et al., 2013, S. 204).

Die bis heute als «grüne» Immobilie geplanten und zertifizierten Gebäude schliessen eine strategische Anwendung der Fassadenbegrünung fast aus (Pfoser et al., 2013, S. 10). Nur ein Bruchteil der im europäischen Raum realisierten Projekte, weist eine Auseinandersetzung mit den ökologischen und energetischen Potentialen der Fassadenbegrünungstechniken auf. Die Hauptmotivation der Investoren, die bereits Investitionen in Projekte mit Fassadenbegrünung getätigt haben, sind Image und Besitz eines Statusobjektes.

4.2.4 Rolle der öffentlichen Hand bei der Förderung der Fassadenbegrünung

Im Jahr 2012 gab der Bundesrat den ersten Teil der Klimaanpassungsstrategie der Schweiz heraus. Die Hitzebelastungen in Agglomerationen und Städten sind als eine der grössten Herausforderungen identifiziert worden (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012, S. 3779).

Hitzeinseleffekt gehört zu den Umweltschäden auf der Ebene einer Stadt. In ihrem technischen Bericht von Jahr 2015 nannte BABS die zwölf grössten Risikoszenarien für Katastrophen und Notlagen der Schweiz. Das Schadenausmass ist in vier Bereiche unterteilt und skaliert: Personen, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft (Abbildung 14). Den grössten Schaden bei Hitzewellen tragen einzelne Personen (Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, 2015, S. 26). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Verursacher aus eigener Initiative keine Anpassungen ihrer Tätigkeit beabsichtigen werden. Es braucht ganz klar Regeln.

Der Einfluss der Verursacher auf die Entstehung von Hitzeinseln ist schwer ökonomisch zu bewerten, was eine vollständige Internalisierung externer Effekte verunmöglicht. Nichtsdestotrotz kann das Verursacherprinzip ergänzt durch das Gemeinlastprinzip und das Vorsorgeprinzip als Leitbild der Umweltpolitik dienen (Feess, 2018). Für eine Internalisierung externer Effekte bieten sich unterschiedliche Instrumente an. Verhandlungslösungen sind bei einer geringen Anzahl von Beteiligten und ihres guten

Informations- und Wissensstandes möglich. Mit Zunahme der Beteiligten bieten sich ökologische Steuern an (Britz, 2018, S. 48).

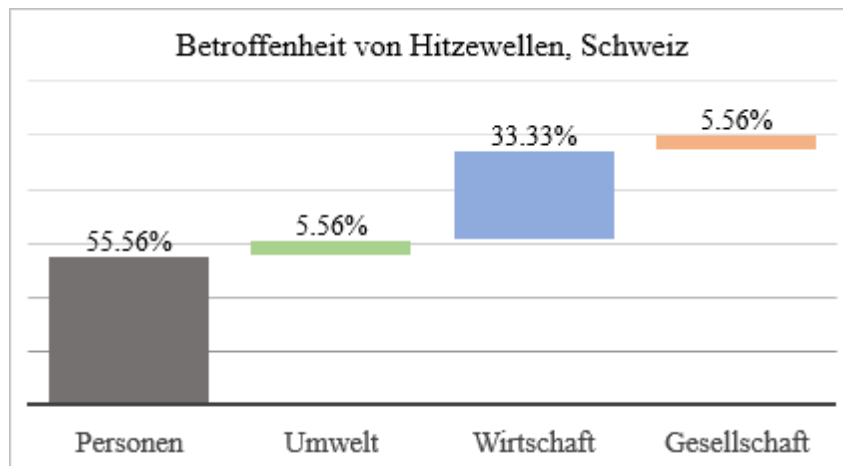


Abbildung 14: Betroffenheit von Hitzewellen, Schweiz

Ein beauftragter Architekt fokussiert sich im Sinne des zugewiesenen Auftrages in erste Linie auf die zur Bebauung vorgesehene Parzelle und das zu erstellende Gebäude und weniger auf deren Wirkung auf die übergeordnete Ebene – das Quartier oder die Stadt. Ein Stadtplaner hingegen bewegt sich umgekehrt vom Grossen ins Kleine. Dies führt zu einer völlig anderen Sichtweise auf das Thema Hitzeinsel. Dieses Phänomen betrifft den Stadtraum als Ganzes und somit die übergeordnete Ebene, was dazu führt, dass die Beurteilung und Behebung des Phänomens auf die Regulierung seitens Politik und Behörden angewiesen sind.

Die Behandlung der Thematik «Hitzeinseleffekt» gehört zu der Kompetenz der öffentlichen Hand. Auf allen Ebenen (Bund, Kanton, Stadt) sind in den letzten Jahren diverse Strategien, Grundlagen und Leitfäden zur Klimawandelanpassung ausgearbeitet worden, die u.a. Hitzewellen thematisieren.

Die vom Bund herausgegebenen Unterlagen haben einen allgemeinen Charakter. Dagegen haben die gebietsspezifischen Massnahmen der Stadtverwaltungen eine grössere Bedeutung, da diese die geografischen, stadtplanerischen sowie architektonischen Besonderheiten einer Stadt berücksichtigen und somit bezogen auf die Stadt massgeschneiderte Massnahmen anbieten.

Die Stadt Zürich erarbeitet aktuell einen «Fachplan Hitzeminderung – Umsetzungsagenda», wobei sich dessen Titel noch ändern kann. Die Veröffentlichung des Fachplans ist für 2019 geplant. Der konkrete Inhalt des Fachplans ist noch nicht bekannt und kann deshalb in meiner Arbeit nicht berücksichtigt werden.

Bereits im Jahr 2011 ist eine Klimaanalyse der Stadt Zürich (KLAZ) erarbeitet worden. Eine wissenschaftliche Studie analysierte den Zustand des Stadtklimas und schaffte einen Orientierungsrahmen für planerische, gestalterische und bauliche Entscheide. In dem Bericht sind Dach- und Fassadenbegrünung dank Verdunstungseffekt der Pflanzen als wärmereduzierende Massnahme genannt worden (Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ, 2011, S. 8).

Die Dachbegrünung wird stark gefördert, indem diverse Normen, Richtlinien besonders für Neubauten existieren. Zum Beispiel gab das Amt für Städtebau, Hochbaudepartement Stadt Zürich im Jahr 2017 den «Leitfaden Dachlandschaften und Projektierungshilfe für Bauten im Dachbereich» heraus. Der Leitfaden beinhaltet praktische Hinweise zu den gesetzlichen Grundlagen und Grundsätze u.a. für die Dachbegrünung.

Eine Förderung für Fassadenbegrünung hingegen wird ausser Acht gelassen. Es gibt weder Auflagen, Richtlinien noch praktische Leitfäden zur Fassadenbegrünung. Die möglichen Gründe für diese Sachlage sind von Interviewpartnern genannt worden und im Kapitel 4.3. zu finden.

Im Folgenden sind zwei Beispiele aus Deutschland und Österreich aufgeführt, wo die Fassadenbegrünung mit konkreten Massnahmen gefördert wird.

Deutschland (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit BMU, 2017)

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) vereinigt eine Vielheit von Aktivitäten, Labs, Forschungsprojekten und Publikationen, um auf vielen unterschiedlichen Ebenen die Erhaltung und Förderung der grünen Infrastruktur in den Städten voranzutreiben. Das Forschungsprojekt «Green Urban Labs» ist eine Massnahme, bei der zwölf Modellkommunen neue Formen für mehr Grün in den Städten entwickeln. Ziel des Forschungsprojektes ist es, innovative Ansätze und kreative Konzepte zur innerstädtischen Begrünung zu erproben. Im Rahmen des Projektes erarbeitet Hamburg seit Juli 2017 innert drei Jahren mit dem Modellvorhaben «Bau nie ohne! Urbanes Grün in allen Dimensionen» eine Strategie zur Fassadenbegrünung sowie Massnahmen zu deren Umsetzung (Förderbescheid über rund EUR 158'000). Es soll untersucht werden, wie eine Fassadenbegrünung mit den vorhandenen baulichen Strukturen verknüpft werden kann. Aus den Erfahrungen des Forschungsprojekts sollen Hinweise für die Weiterentwicklung der Städtebau- und Wohnungspolitik in Deutschland abgeleitet werden. Die Stadt Hamburg entwickelt somit zusammen mit der im Jahr 2014

gestarteten Hamburger Gründachstrategie eine umfassende Strategie für Gebäudebegrünung.

Österreich (Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie BMVIT, 2019)

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) lancierte Anfang diesen Jahres im Rahmen des Forschungs- und Technologieprogramms «Stadt der Zukunft» das Projekt «50 Grüne Häuser», das zusammen mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) realisiert wird. Ziel des Projektes ist die rasche Verbreitung der Fassadenbegrünung in den von Hitzeinseln betroffenen Stadtgebieten.

Bewohner, Eigentümer und Hausverwaltungen konnten sich bis 31. Mai 2019 für die ersten 50 Prototypen des neu entwickelten Wiener Grünfassaden-Moduls bewerben. Diese werden zu Forschungszwecken unentgeltlich von BMVIT vergeben. Das Modul wurde von einem interdisziplinären Team bestehend aus Stadtverwaltung, Wissenschaft und Unternehmen entwickelt.

Für die Realisierung des Projektes wurde das innenstädtische Zielgebiet ausgewählt, das besonders von den urbanen Hitzeinseln betroffen ist. Ausserdem konnten sich auch Interessierte von ausserhalb des Zielgebiets anmelden. Aufgrund des grossen Interesses im Vorfeld reagiert Stadträtin Ulli Sima und verdreifachte die Anzahl der Grünfassaden-Module.

150 Bewerber (50 in von der Stadt ausgewählten Stadtteilen, 100 in anderen Stadtteilen) erhalten noch in diesem Jahr kostenlos das Fassadenbegrünungsmodul inklusive Schulung zur Pflege und zur Wartung der Pflanzen. Abhängig von dem Standort und der Beschaffenheit einer Fassade werden passende Pflanzen und gegebenenfalls eine Rankhilfe zur Verfügung gestellt.

Schweiz

Die Literaturrecherchen haben ergeben, dass in der Schweiz bis heute keine konkrete vergleichsweise bzw. ähnliche Massnahme und Schritte zur Förderung der Fassadenbegrünung gemacht worden sind.

4.3 Untersuchungsergebnisse

Im Vorhinein ist sehr positiv anzumerken, dass die Experten ein grosses Interesse zum Thema Fassadenbegrünung gezeigt haben und die Bereitschaft dazu ein Gespräch zu führen sofort vorhanden war.

Institutionelle Anleger

Die institutionellen Anleger spielen in der Schweiz eine wichtige Rolle, wenn es um Immobilieninvestitionen sowohl im Bestand als auch um Neubauten geht. Die Immobilie ist ein investitionsintensives Produkt, das nach der Herstellung oder Sanierung lange unverändert bleibt, da jede weitere Änderung einen zusätzlichen Investitionsbedarf mit sich bringt. Umso wichtiger ist es, bereits in der Bewilligungsphase die Auswirkungen vom Gebäude auf das Stadtklima zu untersuchen (Baumaterialien, Form, Ausrichtung), damit notwendige Änderungen und Anpassungen frühzeitig vorgenommen werden können.

Die Interviews mit den Investoren haben ergeben, dass das Thema «Hitzeinseleffekt» für keinen präsent ist und dementsprechend in den jeweiligen Nachhaltigkeitsstrategien nicht integriert und nicht behandelt wird. Zwei von sechs Interviewpartnern sind der Meinung, dass die Schweizer Städte von Hitzeinseln nicht betroffen sind.

Insgesamt gaben sechs Personen von fünf unterschiedlichen Gesellschaften ihre Meinung dazu ab. Die Interviewpartner sind intern im Portfoliomanagement, Development, Construction und Nachhaltigkeit beschäftigt. Die Tabelle 4 zeigt die Sensibilität der Investoren zur Thematik «Hitzeinseln» in den Städten auf.

Was verstehen Sie unter dem Hitzeinseleffekt? Sind die Schweizer Städte davon betroffen?

Investor 1	"Das Thema Hitzeinsel [...] in Bezug auf Schweizer Städte ist nicht bekannt."
Investor 2	"Das Thema Hitzeinsel wird [...] nicht behandelt, da man der Meinung ist, dass die Schweizer Städte von Hitzeinseln nicht betroffen sind."
Investor 3	"[...] Es ist bei uns noch nie thematisiert wurde. Das Thema ist zwar nicht neu, aber wir als Immobilieneigentümer wurden bis jetzt darauf nicht aufmerksam gemacht."
Investor 4	"Was uns jetzt [...] beschäftigt, zukunftsfähige Immobilienarten bieten zu können. Das heisst, ich muss das Haus auch in 50 Jahren vermieten können. Die Häuser jetzt so zu bauen, dass sie auch in Zukunft attraktiv für die Nutzer sind."
Investor 5	"Das Thema ist bekannt. Aktuell wird aktiv nicht behandelt."

Tabelle 4: Investoren: Sensibilität den institutionellen Anleger zum Thema «Hitzeinseleffekt»

Die Antworten auf die Frage zu dem Nachhaltigkeitsverständnis und zu den Nachhaltigkeitsstrategien brachten ähnliche Begriffe hervor. Im Allgemeinen wurden 3 wichtige Blöcke der Nachhaltigkeit genannt: Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Der schonende Umgang mit allen, insbesondere nicht erneuerbaren Ressourcen, wurde als ein wichtiger Punkt genannt. Die genauere Betrachtung der Strategien zeigt, dass man sich auf zwei Schwerpunkte des Klimaschutzes festlegt: erneuerbare Energie und CO₂-Ausstoss. Die Klimaanpassungsmassnahmen werden hingegen von keinem behandelt. Was alle gemeinsam haben ist, dass man sich auf das Nötigste beschränkt, was von den Stakeholdern erwartet oder von Bund, Kantonen oder Städten gefordert wird.

In der Tabelle 5 sind stichwortartig die Investorenantworten zu der Nachhaltigkeit und den Nachhaltigkeitsstrategien zu finden. Die Antwort des Investors 4 zur Nachhaltigkeit ist zitiert worden, um die genaue Aussage nicht zu verfälschen. Diese zeigt, dass es Meinungen gibt, die die ökonomische Nachhaltigkeit eines Unternehmens immer noch vor die der Ökologie und der Gesellschaft stellt.

Wie die Interviews ergeben haben, werden die Fragen bzgl. Nachhaltigkeit meist dem Asset Management überlassen oder im besten Fall den relativ frischgegründeten internen Strukturen, die angesichts der Vielseitigkeit und Komplexität des Nachhaltigkeitsthemas ausbaufähig sind.

Für vier von sechs Interviewpartnern war der Zusammenhang zwischen Klimaschutz, Klimaanpassung und Fassadenbegrünung nicht bekannt. Zwei Personen kannten die ökologischen Vorteile einer Fassadenbegrünung. Die im Kapitel 2.2 beschriebenen energetischen Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung waren für alle Investoren neu

Alle befragten Investoren sehen die Anschaffungs- und vor allem die Betriebskosten einer Fassadenbegrünung als problematisch an. Gleichzeitig bleiben der Nutzen und die Einsparpotentiale unberücksichtigt. Allerdings basiert diese Aussage auf einer persönlichen Einschätzung. Es liegt dem keine Kosten-Nutzen-Analyse zugrunde. Aktuell hat Fassadenbegrünung im Vergleich zu einer konventionellen Gebäudehülle meist höhere Anschaffungskosten. Nichtsdestotrotz ist die Aussage, dass sie generell teurer ist, falsch. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus einer Liegenschaft würde den nachhaltigen Nutzen der Fassadenbegrünung im Vergleich zu den Gesamtkosten aufzeigen. Ausserdem ermöglicht die Investition in eine intakte Fassadenbegrünung, die finanziellen Interessen der Investoren mit einem direkten Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung zu verknüpfen.

Was verbinden Sie mit Nachhaltigkeit? / Was beinhalten Ihre Nachhaltigkeitsstrategie?

Investor 1	<ul style="list-style-type: none"> • Verantwortung für die Umwelt • Umwelt- und Klimaschutz • Energiesparmassnahmen • erneuerbare Energien und einen schonenden Umgang mit Ressourcen • stetige Verringerung des ökologischen Fussabdrucks • 5-Jahresprogramm: CO₂ Senkung durch Betriebsoptimierung und Standsetzungsmassnahmen
Investor 2	<ul style="list-style-type: none"> • schonender Umgang mit allen insbesondere nicht erneuerbaren Ressourcen sowie der gesamten Umwelt • Reduktion des CO₂-Ausstosses und der Treibhausgasemissionen und somit der Verbesserung der Luftqualität • Nachhaltigkeitsgütesiegel wie Minergie, DGNB, LEED usw.
Investor 3	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeitsstrategie: eine umfangreiche Zielmatrix mit insgesamt 30 Nachhaltigkeitszielen • die Energieeffizienz, erneuerbare Energie, Abfall, Wasser (Ebene Umwelt) • Lebenszykluskosten, Betriebskosten (Ebene Wirtschaft) • Gesellschaft, Behaglichkeit u. a. soziale Themen (Ebene Gesellschaft) • Gebäudezertifizierung • Elektromobilität
Investor 4	"3 Dimensionen müssen abgedeckt sein: Ökologie, Ökonomie und das Soziale ist auch etwas, was mitschwimmt [...] der letzte Punkt ist weniger das Thema. Es muss vor allem ökonomisch nachhaltig sein."
Investor 5	<ul style="list-style-type: none"> • ressourcensparend und energieeffizient geplante, gebaute und betriebene Gebäude • Reduzieren der CO₂-Emissionen • Einsatz erneuerbarer Energien • Energieeffizienzsteigerung in bestehenden Gebäuden im Rahmen von Sanierungs- und Erneuerungsprojekten • Erstellen und Entwickeln von Neubauten, die nachhaltiger als die gesetzlichen Vorgaben sind • Reduzieren von Betriebsenergie und -kosten durch Betriebsoptimierung im Bestand • Energiedatenermittlung und -erfassung der relevanten Verbraucher als Grundlage für die Weiterentwicklung des Portfolios

Tabelle 5: Investoren: Inhalt den Nachhaltigkeitsstrategien von Investoren

Vier von sechs Investoren (gemeint sind die befragten Gesellschaften und nicht die Personen) haben in ihrem Portfolio keine Liegenschaft mit Fassadenbegrünung. Ein Investor konnte ein Projekt nennen, wo aus optischen Gründen an einem Parkhaus Kletterpflanzen eingepflanzt wurden, um das Bauwerk mit der Hilfe von der Fassadenbegrünung aufzuwerten.

Die Voraussetzungen, die aus der Sicht der Interviewpartner gegeben sein müssten, damit Fassadenbegrünung als eine wirtschaftlich sinnvolle Investition in Betracht gezogen wird, sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit Investoren in die Fassadenbegrünung investieren?

Investor 1	<ul style="list-style-type: none"> • Interesse an Leuchtturmprojekten ist bereits vorhanden, es braucht grobe Kostenevaluierung • Wissen über Vorteile einer Fassadenbegrünung • Unkompliziertes Bewilligungsverfahren
Investor 2	<ul style="list-style-type: none"> • finanzielle Anreize mittels Subventionen • behördliche Auflagen • frühzeitige Einplanung der Fassadenbegrünung in Gesamtkonzept
Investor 3	<ul style="list-style-type: none"> • Schliessung der Wissens- sowie Informationslücken • Präsenz des Themas (analog Dachbegrünung) • Daten u.a. technische zu der Fassadenbegrünung • Flexibilität durch Ergänzung Dachbegrünung-Auflagen mit Fassadenbegrünung
Investor 4	<ul style="list-style-type: none"> • Investition muss Mehrertrag generieren • Vertrauen unter Stakeholder
Investor 5	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung der Chancen bezüglich Nachhaltigkeit von Investoren und Architekten (aktuell nicht der Fall) • Durchsetzung des breiten Nachhaltigkeitsbegriffs (nicht nur Energie) • Erkennung von Potentialen in der Aussenraumgestaltung/Aufenthaltsqualität durch Investoren und Städte • Wettbewerbsvorgabe für Fassadenbegrünung

Tabelle 6: Investoren: Voraussetzungen für Interesse seitens Investoren an der Fassadenbegrünung

Gemäss Feedback, welches nach dem Interview eintraf, hat ein Investor vor, ein Projekt mit Fassadenbegrünung zu realisieren. Aktuell werden die notwendigen Vorgehensweisen bei der Planung, Bewilligungsverfahren und Ausführung analysiert.

Die Ergebnisse der einstündigen Interviews bestätigen die Annahme, dass eine fachkompetente Beratung, der institutionellen Anleger bezüglich der vielfältigen Potentiale der Fassadenbegrünung, ihr Interesse wecken würde.

Öffentliche Hand und andere Experten

Ausführliche Recherchen und Interviews mit Vertretern der öffentlichen Hand zeigten auf, dass man sich in der Schweiz seit ca. sieben Jahren mit der Thematik Hitzeinseln in den Städten beschäftigt. Demzufolge ist es für Behörden ein unumstrittener Fakt, dass die Schweizer Städte von dem Hitzeinseleffekt betroffen sind. Die Mehrheit der interviewten Experten der Wissenschaft und Privatwirtschaft teilen ebenfalls diese Auffassung.

In der Tabelle 7 sind die zitierten Antworten aufgelistet.

Sind die Schweizer Städte vom Hitzeinseleffekt betroffen?

Experte 1	"[...] Hitzeinseleffekt ein Problem von Schweizer Städten [...] die Frage ist "wer darauf reagiert?". Das ist die Aufgabe der Behörde da Vorgaben zu machen und die Investoren müssen sich daran halten. [...] Der Architekt mag das Grüne nicht. [...] Er will schöne Fassade haben, auch viele Kunden wollen schön glatt haben. [...] grüne Fassade wegen dem Klima, [...] würde keine Begeisterung auslösen. Die Hitzeinseln sind in der Schweiz noch ein verstecktes Phänomen."
Experte 2	"Definitiv [...]"
Experte 3	"Die Hitzeinsel ist ein Problem den Schweizer Städten, besonders in Bezug auf alte, kranke Menschen (Altersheime, Pflegezentren usw.) und kleine Kinder."
Experte 4	"Es gibt global warming winner. Es kann sein, dass die Schweiz dazu gehört, da wir jetzt angenehmeres mediterranes Klima haben. [...] Was natürlich nicht bedeutet, dass wir uns keine Gedanken in der Gebäudeklimatisierung machen müssen."
Experte 5	"Eindeutig, sind Hitzeinseln ein Thema den Schweizer Städten."
Experte 6	"Das Thema ist zwar noch wenig präsent, [...] aber die Schweizer Städte sind davon betroffen."

Tabelle 7: Experten (ausser Investoren): Hitzeinseln in den Schweizer Städten

Der Fakt, dass die öffentliche Hand sehr viel Energie ins Thema urbane Hitzeinsel investiert und dass dieser Einsatz und die Ergebnisse der von den Behörden getanen Arbeit der Privatwirtschaft bis heute nicht bekannt sind, deutet auf eine Diskrepanz zwischen dem Handeln der öffentlichen Hand und dem Wissensstand den Investoren hin. Die Konsequenz daraus ist, dass in den letzten boomenden Jahren der Bauwirtschaft sehr viel gebaut wurde, ohne eine Aufmerksamkeit dem Phänomen Hitzeinseleffekt zu widmen (z. B. vollverglaste Fassaden, die entsprechend grossen Anzahl von Klimaanlageanlagen benötigen, die ihrerseits viel Wärme nach Aussen ausstossen) und entsprechende Massnahmen vorzunehmen.

Die im Jahr 2011 erarbeitete KLAZ und «Fachplan Hitzeminderung – Umsetzungsagenda», dessen Herausgabe in diesem Jahr geplant ist, trennen acht Jahre. Die Trägheit des Handels deutet darauf hin, dass auch die Politik den Druck und die Folgen des Klimawandels, wie urbane Hitzeinseln, noch nicht verspürt bzw. sich dessen nicht bewusst ist. Dabei würden frühzeitige Festlegungen und Anwendungen bzgl. Klimaanpassungsmassnahmen für die Immobilienbranche in den Städten eine Art Vorsorgemassnahme darstellen. Es macht vor allem in Anbetracht dessen, dass die neu entstandenen Gebäude aus wirtschaftlichen Gründen lange Zeit kaum verändert werden, grossen Sinn.

Fassadenbegrünung als Massanahme gegen Hitzeinseln wird in der Schweiz von der öffentlichen Hand noch mit Vorsicht betrachtet, da man die Freiheit des Investors oder

des Eigentümers nicht einschränken und die künstlerische Entfaltung des Architekten nicht beschränken will. Die Interviews ergaben, dass die Informations- und Wissenslücke über die ökologischen und energetischen Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung nicht nur bei der Privatwirtschaft, sondern auch bei den Behörden vorhanden sind. Die Meinung der Interviewpartner zu den Schwächen und Hindernissen einer Fassadenbegrünung bildet die Tabelle 8 ab.

Wo sehen Sie die Schwächen einer Fassadenbegrünung?

Experte 1	"[...] Die mangelhafte Ausführung von der Dachbegrünung und die fehlende Fassadenbegrünung sind ein gesellschaftliches Problem, dass wir nicht sauber analysieren. Die Potentiale sind so evident. Wo liegt denn dann der Knoten? Man muss den Knoten suchen, um den lösen zu können. Die Begrünung an sich ist kein Knoten. [...] Man muss analysieren, wo ist der springende Punkt, warum die Sachen nicht realisiert werden und da versuchen die Lösungen zu suchen."
Experte 2	<ul style="list-style-type: none"> • Kompliziert in der Realisierung und intensiv im Unterhalt • Sichtbar – löst Konflikte • Erweiterung den zwingenden Dachvorschriften, die die Dachbegrünung zwingen mit der Fassadenbegrünung würde zu den Kostendiskussionen führen • Fehlende Diskussionen über Aufwertung durch Fassadenbegrünung. Die Investitionskosten stehen im Vordergrund • Ablehnung des Verzicht auf Klimaanlage von Mieter mit der hohen Zahlungsbereitschaft führt zum fehlenden Anreiz des Vermieters die Alternativen für eine konventionelle Kühlung zu suchen • Mangelnde bis nicht vorhandene Information über Fassadenbegrünung • Auflockerung vor wenigen Jahren des Anbau von Klimaanlage in Zürich
Experte 3	<ul style="list-style-type: none"> • Unbekanntheit der Thematik «Fassadenbegrünung» • Konfliktpotential mit Denkmalpflege aus ästhetischer und technischer Sicht <p>[...] Grundsätzlich gibt es kein Problem der Fassadenbegrünung, das man nicht lösen könnte, wenn man den Willen hätte.</p>
Experte 4	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Betriebskosten • Ansichten den Planer über "gute" Architektur (Natur vs. Kultur)
Experte 5	<ul style="list-style-type: none"> • Fassadenbegrünung ist noch ein emotionalerer Schritt als Dachbegrünung • Risiko des grossen Pflanzenausfalls in kalten Wintern • innovative Fassadenbegrünung ist immer noch zu teuer • mangelnde Daten aus Erfahrungen • Fassadenbegrünung ist im Vergleich zu der Dachbegrünung sichtbar. Das gefällt nicht jedem. • Das ist ein Neues Thema, deswegen geht man damit vorsichtig um.

Tabelle 8: Experten (ausser Investoren): Schwächen und Hindernisse einer Fassadenbegrünung

Alle Experten/Expertinnen sind sich darüber einig, dass ohne kulturellen Wandel, generell keine Handlungsänderungen zu erwarten sind.

Aus der Sicht der Experten nötige Voraussetzungen dafür, dass das Interesse der Investoren an der Fassadenbegrünung steigt, sind in der Tabelle 9 aufgeführt.

Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit Investoren in die Fassadenbegrünung investieren?

Experte 1	<p>"[...] Der Architekt hat andere Reize. [...] ist es Aufgabe der Behörde zu sagen: [...] du muss es machen, sonst ist das Stadtklima bedroht. [...] Der Punkt ist: die Behörde weiss, wenn ein Architekturwettbewerb kommt, dann wird es wahrscheinlich nicht positiv aufgenommen. [...] die Dachbegrünung [...] vorteilhafter ist, weil sie keiner sieht und sie keinen stört. Die Fassade ist sichtbar, sie geht direkt ins Geschäft von den Architekten. [...]</p> <p>Es muss von oben befohlen werden [...] oder Anreize wie [...] Steuervergünstigung [...] oder günstigere Baukredite [...] geschaffen werden. [...] Die Stadt braucht einen Beauftragten, der die Hindernisse beseitigt: das sind die rechtlichen Sachen, [...], der Bewilligungsverfahren [...], [...]finanzielle Unterstützung [...].</p> <p>[...] Eine nationale Studie zeigte, dass die Vorschriften die günstigsten Massnahmen sind. [...] Die Kosten steigen enorm, wenn man über unterschiedliche Kompanien, [...] versucht den Anreiz zu wecken.</p> <p>Das Thema wird politisch nicht akzeptiert – das ist der Punkt. Die Fassadenbegrünung ist nice to have. [...] Der Druck ist zu gering."</p>
Experte 2	<p>"Der rechnerische Nachweisverfahren von positiven Effekten einer Fassadenbegrünung würde helfen, die Entscheidungsträger zu überzeugen. Subventionen helfen [...]. Sie haben einen Steuerungseffekt. Man muss aber aufpassen, was man mit einem Fördergeld auslöst, dass es nicht negativ kippt. Die politischen Steuerungen sind immer heikel.</p> <p>Eine andere Möglichkeit wären die indirekten Kosten. Etwas Anderes bestrafen, was auf indirekte Weise zur Lösung führt. Beispielweise der Strompreis ist so günstig, dass es einfach ist, zu kühlen. Wieso soll man da in eine aufwändige Fassadenbegrünung investieren?! Aktuell hat man null Motivation zum Stromsparen. In der Zukunft möchte man alles auf Strom umstellen und wir werden da wirklich grosse Probleme haben. Vor allem sind Kühlung, Wärmeerzeugung, Autos etc. gemeint."</p>
Experte 3	<p>"[...] Baudirektion [...] könnte vorstellen ein Pilotprojekt zu realisieren und damit die Vorbildfunktion übernehmen. [...] Pilotprojekt [...] ist am effektivsten. [...] Zum Beispiel [...] Realisierung eines Schulhauses, wo man ökologische Aspekte unter anderem Fassadenbegrünung in Vordergrund stellt. Um Konflikte mit der Denkmalpflege zu vermeiden, sollte es am besten ein Neubau sein, wo man Begrünungstechnik bereits in die Planung integrieren kann."</p>
Experte 4	<ul style="list-style-type: none"> • Innovationsförderung • Vorbildfunktion der öffentlichen Hand – Begrünung eigenen Gebäude
Experte 5	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten-Nutzen-Analyse • rechtliche Rahmenbedingungen sollen verschärft werden • Auflagen sollen gegeben werden • Subventionen können besonders am Anfang ein sinnvoller Auslöser sein • Erfahrung über die Fassadenbegrünung aus den Forschungsprojekten • Investitionen in Forschung

Tabelle 9: Experten (ausser Investoren): Voraussetzungen für Interesse seitens Investoren an der Fassadenbegrünung

Der finanzielle Aufwand der Fassadenbegrünung ist relativ schnell quantifizierbar. Der Gesamtnutzen dagegen ist nicht einfach zu berechnen. Einerseits sind gewisse Kriterien wie Erhöhung der Lebensqualität, positive Wirkung auf die Biodiversität, Reduktion von Luftschadstoffen schwer zu beziffern, andererseits muss man für die ökonomische Berechnung des Nutzens den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie berücksichtigen.

Aktuell fehlende Informationen führen dazu, dass dem Thema keine Aufmerksamkeit geschenkt wird.

5. Folgerungen und Handlungsempfehlungen zur Förderung der Fassadenbegrünung für die Stadtplaner

Bei meiner Arbeit liegt der Schwerpunkt auf der Fassadenbegrünung als eine Massnahme gegen urbane Hitzeinseln. Die Interviews mit den Investoren zeigten allerdings, dass das Thema Hitzeinseleffekt in Schweizer Städten für sie nicht präsent ist. Aus diesem Grund möchte ich zu Beginn des Kapitels eine Stellungnahme dazu abgeben.

Hitzeinseleffekt

Das Unterschätzen urbaner Hitzeinseln in den Städten seitens der Privatwirtschaft fordert das Eingreifen der Politik und Behörden. Hitzewellen werden sich in der näheren Zukunft häufen. Das fordert eine klimaangepasste Stadtentwicklung und ein verantwortungsbewusstes Bauen.

Der klimagerechte Städtebau ist zwar im Prinzip unumstritten: mehr grüne Infrastruktur, weniger Flächenversiegelung, offene Luftkorridore und mehr Beschattung. Dennoch fehlt es den Investoren und den von ihnen beauftragten Planern immer noch an der notwendigen Sensibilität dafür, dass die Schweizer Städte durch die Hitze eine hohe Vulnerabilität aufweisen. Die Interviews ergaben, dass sowohl das Thema Hitzeinseleffekt, als auch das Thema Fassadenbegrünung als Gegenmassnahme in den Nachhaltigkeitsstrategien der institutionellen Anleger nicht berücksichtigt und somit nicht behandelt werden.

Um diese Situation zu ändern und die Kühlung der Städte zu gewährleisten, brauchen Städte dringend Strategiepläne mit konkreten Massnahmen zur Bekämpfung von urbanen Hitzeinseln. Das Mikroklima rund um die einzelnen Gebäude spielt dabei eine signifikante Rolle.

Generell und auch aus wirtschaftlicher Sicht gesehen ist es sinnvoller, vorsorglich Anpassungsmassnahmen zu treffen. Die Wirkung von nachträglichen Massnahmen benötigt wesentlich mehr Zeit und ist sehr kostenintensiv.

Das Problem der urbanen Hitzeinseln zu lösen bedarf einer systematischen Herangehensweise. Zürich ist einer der ersten Kantone der Schweiz, der die detaillierten Klimakarten (Abbildung 2 und Abbildung 3) und die Klimaszenarien für die kommenden 80 Jahre (siehe Anhang) erstellt hat. Damit ist ein wichtiger Meilenstein gesetzt worden. Darauf basierend sind die von Hitzeinseln betroffenen Stadtquartiere zu definieren. Diese Daten stellen ein wichtiges Instrument für Entscheidungsträger dar.

Sicherung und Entwicklung «Grüner Infrastruktur», zu der auch die Fassadenbegrünung zählt, nimmt bei der klimasensiblen Stadtplanung einen wichtigen Stellenwert ein. Nach der Identifizierung der betroffenen Stadtteile, ist es von Bedeutung das Flächenpotenzial in diesen Gebieten zu berechnen (Analog Wien), welches begrünt werden könnte (mit Ausnahmen wie z. B. denkmalgeschützte Objekte). Dabei sollte die gesamte zur Verfügung stehende Gebäudefläche (Fassaden- und Dachflächen) berücksichtigt werden. Es muss zwischen Neubau- und Bestandsflächen unterschieden werden.

Fassadenbegrünung

Fassaden- und Dachbegrünung spielen bei der Einschränkung und Minimierung vom Hitzeinseleffekt eine wichtige Rolle. Die Sonnenenergie wird von Pflanzen zur Photosynthese genutzt und die Umgebung wird durch den Verdunstungseffekt der Pflanzen gekühlt. Dieser Prozess wirkt gleichzeitig positiv auf das Gebäudeinnere, was den Bedarf an nach aussen wärmeproduzierenden Kühlanlagen reduziert. Zudem kann Gebäudebegrünung im Gegensatz zu einer konventionellen Fassade kaum wärmer als die Lufttemperatur werden.

Somit stellt die Fassadenbegrünung eine natürliche Lösungsquelle für technische Innovationen des Bauwesens dar. Das Zusammenspiel von energetischer Bauweise, Begrünungstechnik und Architektur bietet neue Zukunftsmöglichkeiten für ein erfolgreiches nachhaltiges Bauen. Dank ihrer ökologischen und energetischen Leistungsfähigkeiten ist die Fassadenbegrünung in der Lage Stadtklima zu schützen und als Stadtklimaanpassungsmassnahme zu dienen. Allerdings wird sie von den entscheidungstragenden Akteuren immer noch als eine Abweichung von der «guten» Architektur gesehen (Experteninterviews). Ein umfassender und kompetenter Wissensstand über die vielseitigen Leistungsspektren der Fassadenbegrünung und die beispielhaften Vorbilder würden das Interesse und den Umsetzungswillen der Investoren wecken. Die bereits existierenden Forschungsergebnisse und Erkenntnisse aus den realisierten Pilotprojekten in benachbarten Ländern wie Deutschland und Österreich stellen ein hervorragendes Grundwissen dar. Mit geringerem Aufwand ist es möglich, die Information zu sammeln, auszuwerten, an die Schweiz zu adaptieren, zu ergänzen und in der Praxis umzusetzen. Der inhaltsreiche Datenfundus würde einerseits die vorhandenen Wissenslücken über die Fassadenbegrünung auffüllen, andererseits ist er ein solides Wissensfundament, worauf man durch weitere Forschungen neues Wissen aufbauen kann (z. B. Erforschung des möglichst wasser- und pflegearmen Fassadenbegrünungssystems). Erst dann wird die Fassadenbegrünung die Chance bekommen, nicht nur als ein

gestalterischer Aspekt angesehen zu werden, sondern als eine sinnvolle und ernstzunehmende Massnahme zur Bekämpfung von urbanen Hitzeinseln.

Während dem Interview mit Andreas Loepfe Anfang Mai 2019 entstand eine Skizze, die in ergänzter und leicht veränderter Form in der Abbildung 15 dargestellt ist. Sie bildet die Kohärenz zwischen dem Wissensstand und der Lage der Fassadenbegrünung ab.

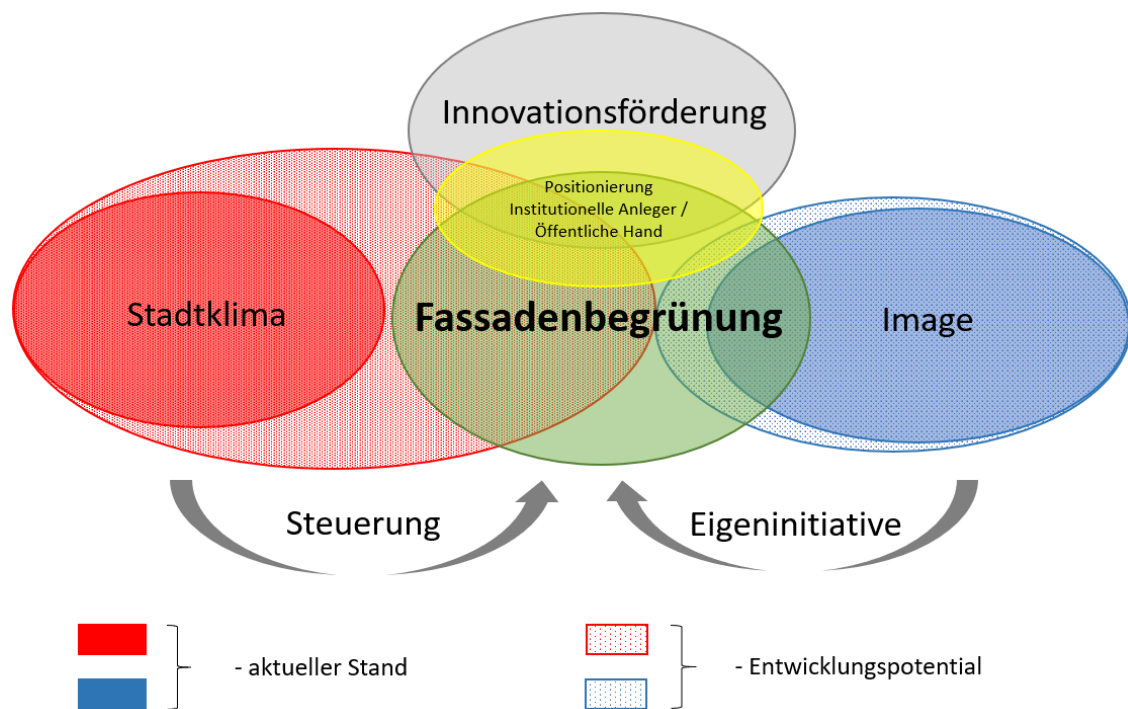


Abbildung 15: Kohärenz zwischen dem innovativen Wissen und der Fassadenbegrünung

Die schematische Darstellung zeigt den aktuellen Stand der Realisierung von Fassadenbegrünung, nicht vorhandene Nutzung der Fassadenbegrünung als Massnahme gegen Hitzeinseln und das Entwicklungspotential dieses Themas. Die Innovationsförderung ist als eine der wichtigsten Massnahmen identifiziert worden. Sie wäre in der Lage die Situation effektiv und effizient zu verändern. Genau da sollten die Kräfte der Privatwirtschaft und der öffentlichen Hand mobilisiert werden. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse könnten einen kulturellen Wandel ermöglichen und so die Kluft zwischen Ökologie und Ökonomie in Zusammenhang mit der Fassadenbegrünung verringern.

Vom Wissensstand und der Innovationsförderung abgesehen, sind weitere Massnahmen nötig. Die Ausführung der Fassadenbegrünung sollte in die Klimastrategien der Städte integriert werden. Entscheidend ist dabei die separate Behandlung des Themas «Fassadenbegrünung» (analog Dachbegrünung). Es braucht einen praxisorientierten Leitfaden eigens für die Fassadenbegrünung (analog Wien), der in einer ausführlichen

Übersicht die Planungs- und Ausführungsparameter sowie die bau- und nachbarschaftsrechtlichen Auflagen zusammenfasst. Zum grundlegenden Verständnis und zur Veranschaulichung des Themas «Fassadenbegrünung und Energieeinsparung» sollte der Leitfaden mit interdisziplinären Handlungsempfehlungen und internationalen und vor allem europäischen Best-Praxis-Beispielen ergänzt werden. Das wäre besonders wichtig, da diese konkreten und aussagekräftigen Beispiele, die die Möglichkeiten der Energieeinsparung aufzeigen, die Investoren dazu bewegen würden, aus eigener Initiative heraus in die Fassadenbegrünung zu investieren.

Die Ausführung der Fassadenbegrünung kann im Grunde wegen zwei Motivationen vorangebracht werden. Diese:

- basieren auf den gestalterischen Fähigkeiten der Fassadenbegrünung, die dem Image und Marketing dienen (blaues Feld – Abbildung 15),
- basieren auf den ökologischen und energetischen Fähigkeiten, die für die Behebung der Folgen des Klimawandels wie Hitzeinseln von grosser Bedeutung sind (rotes Feld – Abbildung 15).

Bis heute ist der Hauptrealisierungsgrund für Projekte mit Fassadenbegrünung immer noch Image und Marketing. Die ökologischen und energetischen Fähigkeiten wurden dabei völlig ausser Acht gelassen. Ein Trend hin zu grünen Fassaden würde möglicherweise das Interesse der Investoren wecken, aber das Potential wäre minimal, da mit der wachsenden Realisierung der Fassadenbegrünung der Investor sein Privileg verlieren könnte, etwas Besonderes zu besitzen, was ihn von den Anderen abhebt. Ausserdem würde die Ausführung der Fassadenbegrünung in einem «falschen» von Hitzeinsel nicht betroffenen Stadtgebiet keine positiven Effekte für die vorhandenen Hitzeinseln mit sich bringen. Nichtsdestotrotz ist die Ausführung auch solcher Projekte für die Stadt relevant, besonders in Anbetracht dessen, dass die Daten zu den energetischen Leistungsfaktoren einer Fassadenbegrünung in der Schweiz noch nicht vorhanden sind und somit die überzeugenden Argumente fehlen, die die Investoren dazu bewegen könnten aus Energieeffizienzgründen in Fassadenbegrünung zu investieren.

Um die Anzahl von Gebäuden mit Fassadenbegrünung trotzdem zu verbreiten, sollten parallel mehrere Handlungsoptionen angesetzt werden:

- Image (gestalterische, ästhetische Fähigkeiten)
- Hitzeinselabwehr (ökologische Fähigkeiten),
- Energieeinsparung (energetische Fähigkeiten).

Im Grunde werden zwar unterschiedliche Ziele verfolgt, die aber zu demselben Ergebnis führen – Minderung des Hitzeinseleffektes durch die Verbreitung der Fassadenbegrünung. Die parallele Verfolgung unterschiedlicher Strategieansätze erlaubt ökologische, soziale und ökonomische Aspekte zu vereinen und somit das Thema «Fassadenbegrünung» für unterschiedliche Akteure interessant zu machen: für die öffentliche Hand die Potentiale in Zusammenhang mit Bekämpfung der urbanen Hitzeinseln, für die private Wirtschaft das Image und die Energieeinsparpotentiale. Letzteres soll künftig immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Die Realisierung eines Leuchtturmprojektes mit der Beteiligung der Privatwirtschaft, Forschung und der Stadt würde die nötigen Nachweise zu den Leistungsfaktoren der Fassadenbegrünung mit sich bringen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse könnten bei den Investoren dazu führen, dass die Umsetzung der Strategieansätzen beschleunigt werden. Mit der Realisierung der Fassadenbegrünung z. B. an einem öffentlichen Gebäude, würde die Stadt ihre Vorbildfunktion wahrnehmen.

Das Thema Nachhaltigkeitszertifizierung ist eine freiwillige Sache der Investoren, welches von den Stadtplanern nicht beeinflusst werden kann. Nichtsdestotrotz könnte die Präsenz des Themas Fassadenbegrünung und eine kompetente Beratung dazu führen, dass die Investoren, die einen grossen Wert auf u.a. ökologische Nachhaltigkeit ihren Portfolios legen, die Sache aus einer anderen Perspektive betrachten und die in z. B. DGNB und SNBS integrierte Kriterien mit Fassadenbegrünung realisieren, um so den nötigen Standard zu erreichen.

Nicht zuletzt würde die Gründung einer Anlaufstelle das Problem der unzureichend fachkompetenten Beratung und Planung lösen. Diese sollte eine umfangreiche Beratung in Fragen Planung, Ausführung, Unterhalt, Begrünungssystem-, Pflanzen- und Substratauswahl, sowie Bewilligungsverfahren oder Netzwerk bieten.

6. Schlussbetrachtung

6.1 Fazit

Die ökologischen und energetischen Potenziale einer Fassadenbegrünung wurden wissenschaftlich mittels Forschungen und Pilotprojekten nachgewiesen. Für Stadtgebiete, die zwar von Hitzeinseln betroffen sind, aber nicht ausreichend Platz für eine konventionelle Begrünung bieten, stellt die Fassadenbegrünung eine hervorragende Alternative dar.

Ziel meiner Arbeit war zu evaluieren, was sind die Gründe einer mangelnden bis nicht vorhandenen Umsetzung der Fassadenbegrünung, welche Voraussetzungen müssen gegeben werden, um die Situation zu ändern und welche Rolle muss dabei öffentliche Hand übernehmen.

Gründe einer mangelnden Umsetzung der Fassadenbegrünung

Die Gründe der mangelnden Umsetzung und Herausforderungen der Fassadenbegrünung sind in Kapiteln 2.3 und 4.3 ausführlich beschrieben. Wissensmangel über die Möglichkeiten der Fassadenbegrünung, fehlende behördliche Auflagen und Wettbewerbsvorgaben, mangelnde Präsenz des Themas, «Sichtbarkeit» der Fassadenbegrünung als ein möglicher Konfliktfaktor und vermutlich hohe Betriebskosten – das sind die oft während den Interviews genannten Gründe gewesen.

Voraussetzungen

Nachfolgend sind die wichtigen Schritte für die Förderung der Fassadenbegrünung zusammengefasst. Die Auflistung basiert auf den Untersuchungsergebnissen (Interviews und Literaturrecherche):

- Forschung – Innovationsförderung; Durchführung von Forschungsprojekten mit der Beteiligung der Privatwirtschaft, Forschung und der Stadt; Gewährleistung des freien Zugangs der Entscheidungsträger und Planer zu den wissenschaftlichen Ergebnissen.
- Information – Herausgabe eines eignen für die Fassadenbegrünung abgestimmten Leitfadens; Erhöhung der Präsenz des Themas durch Dialog unter allen Beteiligten.
- Aktive Umsetzung – Realisierung eines Leuchtturmprojektes, das die Potenziale und Möglichkeiten der Fassadenbegrünung besonders aus der Sicht des energetischen Bauens aufzeigt (grösster Bedarf).

- Beratung – Gründung einer Anlaufstelle für eine fachkompetente Beratung in Fragen der Planung, Ausführung, Unterhalt, Begrünungssystem-, Pflanzen- und Substratauswahl, sowie Bewilligungsverfahren und Fördermöglichkeiten.
- Minimale rechtliche Rahmenbedingungen für die Ausführung.
- Förderung – punktuelle Förderung (Subvention und/oder Steuern) mit Fokus auf die von dem Hitzeinseleffekt betroffenen Stadtteile (analog Wien – Kapitel 4.2.4).
- Nachkontrolle von realisierten Projekten (Ausführungsqualität).

Rolle der öffentlichen Hand

Die «Kühle» in den Städten ist ein «öffentliches Gut», das unentgeltlich jedem zum Konsum zur Verfügung steht. Eine logische Konsequenz daraus ist, dass für Privatwirtschaft kein Anreiz besteht, die Kühle in den Städten zu bewahren. Deswegen spricht man in solchen Fällen über ein Marktversagen. Aus diesem Grund ist es die Aufgabe der öffentlichen Hand, dafür zu sorgen, dass solche Güter zur «Verfügung» gestellt und eventuell durch Zwangsabgaben finanziert werden. Deswegen richten sich meine Handlungsempfehlungen im Kapitel 5 an die Stadtplaner. Aus meiner Sicht sind nur sie in der Lage die Zusammenarbeit zwischen Akteuren mit unterschiedlichen Wertesystemen zu fördern.

6.2 Diskussion

Die Interviews mit den Investoren haben ergeben, dass eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse der Umsetzung einer Fassadenbegrünung, die ihre Vorteile präzisiert aufzeigt, die Bereitschaft in Fassadenbegrünung zu investieren deutlich erhöhen würde. Eine Empfehlung für weitere Untersuchungen ist daher, eine genaue Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, was im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der Zeitbegrenzung und dem Datenmangel nicht möglich war.

Es ist ebenfalls anzumerken, dass die Betrachtung der energetischen Potentiale einer Fassadenbegrünung eine Differenzierung zwischen einer gedämmten und einer ungedämmten Fassade zwingend erforderlich macht. Je dichter eine Fassade ist, desto geringer ist das Energieeinsparpotenzial, welches durch die Fassadenbegrünung erzielt werden kann. Aus diesem Grund ist eine umfassende Auseinandersetzung bei der Planung mit der Dichtigkeit der Gebäude in Zusammenhang mit der Ausführung der Fassadenbegrünung wünschenswert.

Literaturverzeichnis

- Akademie der Wissenschaften Schweiz. (2016). *Brennpunkt KLima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven*. Bern.
- AWEL. (6. Juni 2018). *Klimamodell: Klimaanalysekarte*. Von Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft: <http://maps.zh.ch/?topic=AwelLHKlimaanalyseZH> abgerufen
- Besse, V. (2015). Nachhaltigkeit – von der grauen Theorie zur persönlichen bunten Praxis. *SOL Magazin: Solidarität, Ökologie und Lebensstil*, S. 14-16.
- Blanc, P. (kein Datum). *Vertical Garden Patrick Blanc*. Von <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/> abgerufen
- Blank, P. (kein Datum). *Vertical Garden Patrick Blanc*. Von <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/> abgerufen
- Britz, G. (2018). *Dann machen Sie doch mal krank! Notizen aus deutschen Amtsstuben*. Hamburg: tredition GmbH.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS. (2015). *Technische Risikobericht*.
- Bundesamt für Umwelt. (2018). *Hitze in Städten. Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung*. Bern.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2. März 2012). *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder*. Von <https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2012/3777.pdf> abgerufen
- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2013). *Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen*. Bern.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit BMU. (28. Juli 2017). *Bundesbauministerium fördert Hamburger Strategie zur Fassadenbegrünung. Pressemitteilung Nr. 265/17*. Von <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesbauministerium-foerdert-hamburger-strategie-zur-fassadenbegruenung/> abgerufen
- Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie BMVIT. (25. März 2019). *Grün statt grau: Wie lebendige Fassaden wachsen*. Von <https://infothek.bmvit.gv.at/gruen-statt-grau-wie-lebendige-fassaden-wachsen/> abgerufen

- Cornu, N. (3. Februar 2016). *Bildung für Nachhaltige Entwicklung - Verständnis von éducation21*. Von <https://www.slideshare.net/NicoleCornu/bneverstndnis-von-ducation21-61329100> abgerufen
- Dettmar, Pfoser & Sieber. (2016). *Gutachten Fassadenbegrünung*. Darmstadt.
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen DGNB. (2019). Von <https://www.dgnb-system.de/de/system/zertifizierungssystem/> abgerufen
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB. (2019). *DGNB System: Übersicht aller Kriterien*. Von <https://www.dgnb-system.de/de/gebaeude/neubau/kriterien/> abgerufen
- Enzi, V. & Scharf, B. (2012). Das Haus im «Grünen Pelz». Bürogebäude der MA 48, Einsiedlergasse 2, Wien 5. *Wettbewerbe, Jg.36, Nr.303*, 14-19.
- Feess, E. D. (19. Februar 2018). *Gabler Wirtschaftslexikon. Das Wissen der Experten*. Von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/internalisierung-externer-effekte-39210/version-262624> abgerufen
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau FLL. (2018). *Fassadenbegrünungsrichtlinien*.
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau FLL. (2018). *Fassadenbegrünungsrichtlinien*.
- Frey. (1992). *Umweltökonomie*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Frey, R. S.-W. (1991). *Mit Ökonomie zur Ökologie: Analyse und Lösungen des Umweltproblems aus ökonomischer Sicht*. Basel: Helbing & Lichtenhahn.
- Kaufmann & Kraft. (8. Oktober 2018). *Nachhaltigkeit im Bestand Teil 1: Wo wir heute stehen*. Von Immobilienblog Hochschule Luzern: <https://blog.hslu.ch/immobilienblog> abgerufen
- König. (5. August 2016). *B_I MEDIEN*. Von <https://www.bi-medien.de/artikel-11581-gb-kuehlung-und-beschattung.bi> abgerufen
- Magistrat der Stadt Wien. (2013). *Wiener Umweltschutzabteilung – Magistratsabteilung 22, Bereich Räumliche Entwicklung*. Von Leitfaden zur Fassadenbegrünung: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/fassadenbegruenung.html> abgerufen

- Meteo Zürich. (18. Januar 2019). Von 2018: ein Winterjahr wie am Mittelmeer:
<http://www.meteozurich.ch> abgerufen
- MeteoSchweiz. (2016). *Fachbericht MeteoSchweiz*, 260, 68 pp. *Der Hitzesommer 2015 in der Schweiz*. Zürich.
- MeteoSchweiz. (2018a). *Fachbericht MeteoSchweiz*, 272, 38 pp. *Hitze und Trockenheit im Sommerhalbjahr 2018*. Zürich.
- MeteoSchweiz. (2018b). *Fachbericht MeteoSchweiz*, 273, 61 pp. *Städtische Wärmeinsel in der Schweiz - Klimatologische Studie mit Messdaten in fünf Städten*. Zürich.
- MeteoSchweiz. (2018). *Klimabulletin Sommer 2018*. Zürich.
- Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz NNBS. (24. Oktober 2018). Landkarte Standards und Labels: Nachhaltiges Bauen Schweiz. Zürich.
- Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz NNBS. (8. Juli 2019). *Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz Hochbau*. Von <https://www.nnbs.ch/standard-snbs-hochbau> abgerufen
- Pfoser & Jenner. (2013). Gebäude, Begrünung, Energie – Potenziale und Wechselwirkungen. Bonn, Deutschland.
- Pfoser, Jenner, Henrich, Heusinger & Weber. (2013). Technische Universität Darmstadt. *Gebäude Begrünung Energie: Potenziale und Wechselwirkungen*. Darmstadt, Deutschland. Von Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen: 978-3-940122-46-9 abgerufen
- Pfoser, N. (2016). Fassade und Pflanze. TU Darmstadt, Deutschland: urn:nbn:de:tuda-tuprints-55879.
- Pfoser, N. (6. November 2018). Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen. *Leistungsfaktoren von Dach und Fassadenbegrünungen*. Nürtingen-Geislingen, Deutschland.
- Pfoser, N. (2018). *Vertikale Begrünung*. Deutschland, ISBN: 978-3-8186-0088-4: Ulmer Eugen Verlag.
- Reichmann, Steffen, Schmidt, Köhler & Hübner. (2011). *Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung*. Berlin: Kulturbuch.

- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. (März 2010). Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung. *Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung*. Berlin, Deutschland: allprint GmbH.
- Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich UGZ. (2011). *Ergebnisbericht Grundlagenarbeiten und Massnahmenvorschläge aus stadtklimatischer Sicht*. Zürich.
- sustainblog.ch. (21. September 2015). *LEED-Label: Wann sich eine Zertifizierung auch in der Schweiz lohnt*. Von <https://www.sustainblog.ch/20152068/> abgerufen
- Swiss Sustainable Finance SSF. (März 2018). *Schweizer Marktstudie Nachhaltige Anlagen 2018*. Von http://www.sustainablefinance.ch/upload/cms/user/SSF_Schweizer_Marktstudie_Nachhaltige_Anlagen_2018_D_final.pdf abgerufen
- Swiss Sustainable Finance SSF. (22. Januar 2019). Change in asset class distribution for sustainable investments.
- Swiss Sustainable Finance SSF. (22. Januar 2019). *Nachhaltige Immobilienanlagen - Marktentwicklung in der Schweiz und Chancen für Investoren*. Von http://www.sustainablefinance.ch/upload/cms/user/2019_01_22_SSF_NachhaltigeImmobilienanlagen_JDG_V2.pdf abgerufen
- Varnholt, B. (Februar 2018). *Ganzheitliches Denken. Wichtiger denn je*. Von <https://www.credit-suisse.com/scope> abgerufen

Anhang

Beispiele aus der Praxis

LONDON, Hotel The Athenaeum (eigene Aufnahme)

links – Juli 2019, rechts – Februar 2019

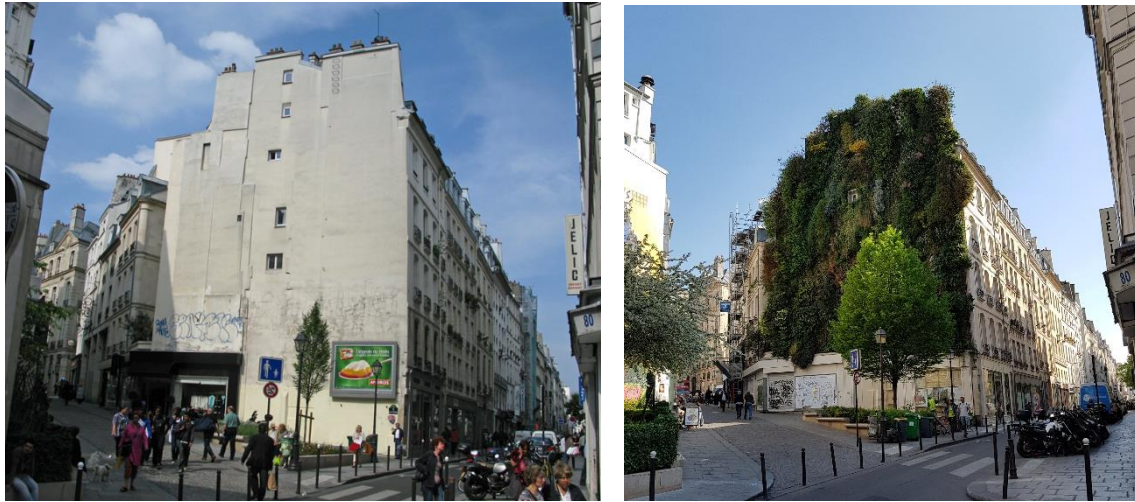


PARIS, Quai Branly Museum (eigene Aufnahmen)

Mai 2019



PARIS, l'Oasis d'Aboukir (links - ©Patrick Blanc, rechts . eigene Aufnahme) (Blank, kein Datum)



PARIS, Rue D'Alsace 2008 (©Patrick Blanc)



PARIS, Pershing Hall Hotel – Innenhof (©Patrick Blanc)

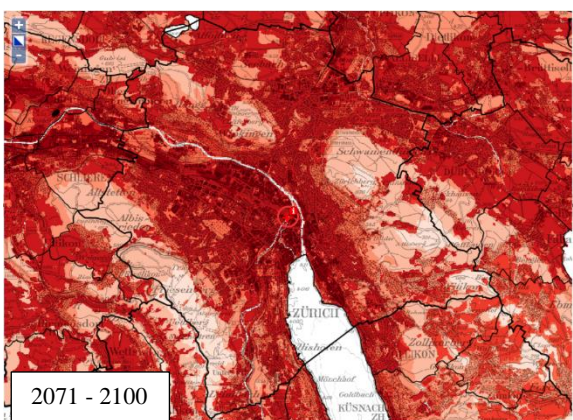
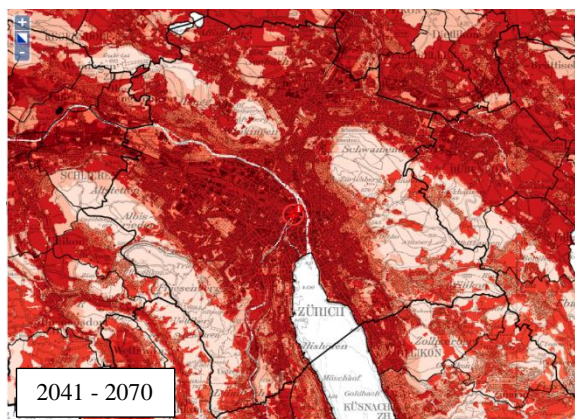
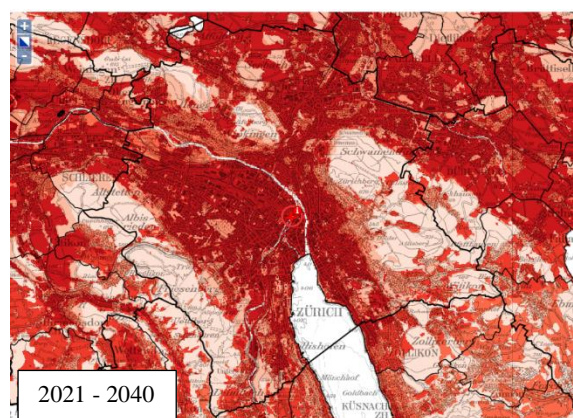
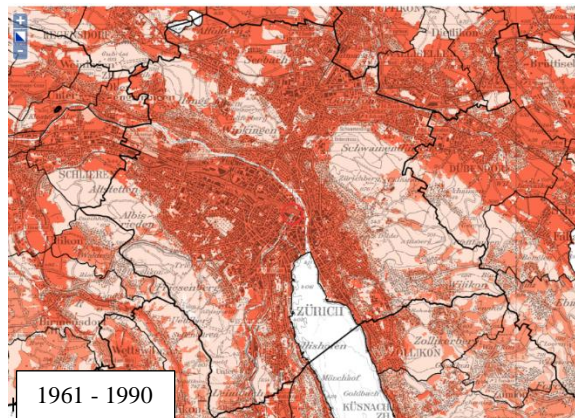


PARIS, Alpha Park 2 (©Patrick Blanc)

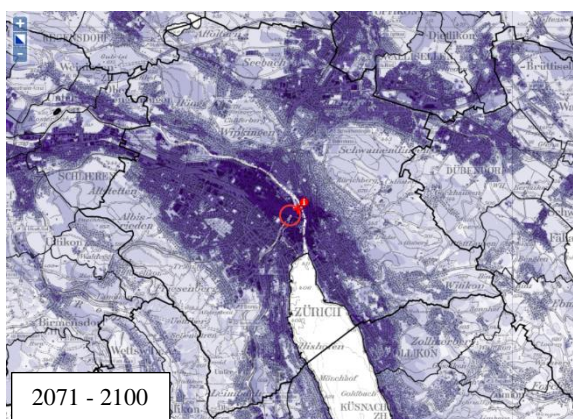
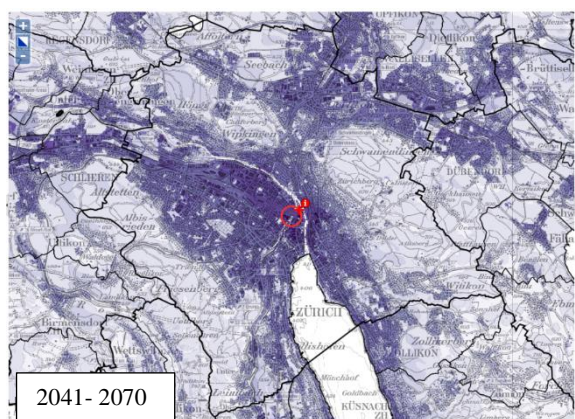
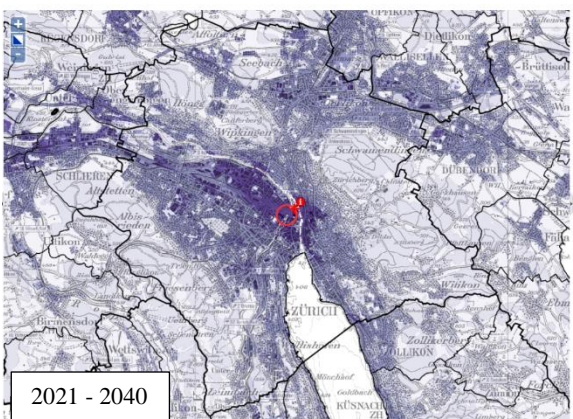
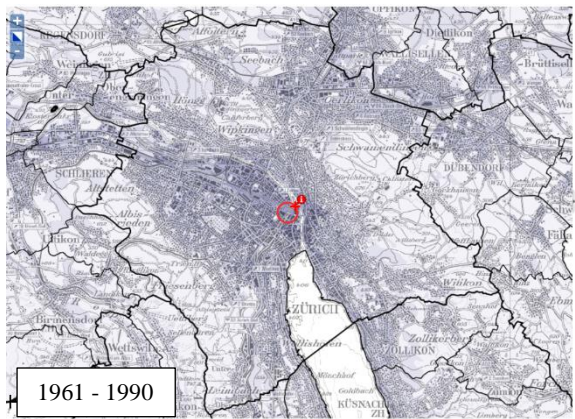


Klimaszenarien-Karten Zürich von AWEL

Hitzetage



Tropennächte



Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema „Klimawandel und urbaner Hitzeinseleffekt: Potenziale und Herausforderungen der Fassadenbegrünung – Handlungsempfehlungen für die Stadtplaner“ selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe.

Alle Stellen die wörtlich oder sinngemäss aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung kenntlich gemacht.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Zürich, den 02.09.2019

Aliya Heinrich