
Grüne Bauweisen für Städte der Zukunft



Versuchsanlage Dachbegrünung



Versuchsanlage Fassadenbegrünung



Versuchsanlage versickerungsfähige Oberflächen

**Optimierung des Wasser- und Lufthaushalts urbaner Räume
mittels Gründächern, Grünfassaden und versickerungsfähigen
Oberflächenbefestigungen**

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt

>>> GrünStadtKlima

Verband für
Bauwerksbegrünung 

[Das Projekt GrünStadtKlima wurde unter Federführung des Verbandes für Bauwerksbegrünung durchgeführt und durch die Forschungsförderungsgesellschaft gefördert]

Projektpartner

Verbände



Firmenpartner



Bauträger



Forschungseinrichtungen



Optimierung des Wasser- und Lufthaushalts urbaner Räume mittels Gründächern, Grünfassaden und versickerungsfähigen Oberflächenbefestigungen

Im Auftrag des **ÖSTERREICHISCHEN VERBANDS FÜR BAUWERKSBEGRÜNUNG**.

Gefördert durch die **ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSFÖRDERUNGSGESELLSCHAFT**.

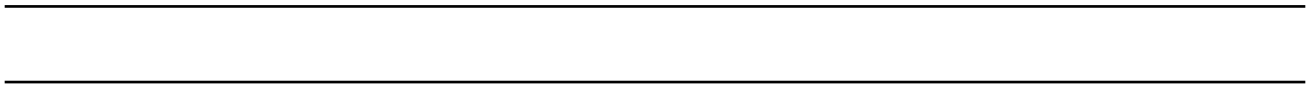
Verfasst von: **UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN**
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
Univ. Ass. Dr. DI Ulrike PITHA
DI Bernhard SCHARF
DI Vera ENZI

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Meteorologie
Ao. Univ. Prof. Dr. Erich MURSCH-RADLGRUBER
DI Heidelinde TRIMMEL

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur
Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung
Ass. Prof. DI Dr. Walter SEHER
DI Evelyn EDER
BSc. Johannes HASLSTEINER

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Dipl. Ing. Dr. techn. Roza ALLABASHI

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT WOHNEN, BAUEN, PLANEN
Mag. Andreas OBERHUBER



01. Anliegen und Motivation des GrünStadtKlima Teams	Seite 06
02. Wachsende Herausforderungen für Städte	Seite 08
03. Klimawandel trifft Stadt	Seite 12
03.a. Hitze- und Kälteschutz von Gebäuden	Seite 14
03.b. Mikroklima und Wohlbefinden: Thermischer Komfort	Seite 15
04. Passiver Hochwasserschutz	Seite 18
05. Grundwasserschutz	Seite 21
06. Werkzeuge und Barrieren am Weg zur zukunftssicheren Stadt	Seite 23
06.a. Raumplanerische Aspekte	Seite 24
06.b. Sozialwissenschaftliche Aspekte	Seite 25
07. Resümee	Seite 27
08. Das GrünStadtKlima Team & Kontakt	Seite 28
09. Quellenangaben	Seite 30

01. Anliegen und Motivation des GrünStadtKlima Teams

Die Städte wachsen weltweit. Derzeit leben bereits über 50 Prozent der Weltbevölkerung in einer Stadt. Glaubt man den Prognosen der ExpertInnen, sollen es 2050 bereits 80 Prozent sein. Gleichzeitig verändert sich das Weltklima. Diese beiden Entwicklungen stellen die Städte der Zukunft vor enorme Herausforderungen. Städte sind von der Klimaerwärmung überproportional betroffen. Dieser Effekt wird vom Wachstum und steigender Dichte verstärkt. Die Folge sind weitreichende negative volkswirtschaftliche Auswirkungen (Verlust an Lebensqualität, Wert und Standortattraktivität, steigender Energieaufwand, negative Folgen für Gesundheit, Biodiversität, etc.). Am Beginn des Projekts GrünStadtKlima stand daher die Frage, wie und ob man diesen negativen Entwicklungen für unsere Städte mit „grünen“ Bauweisen entgegen wirken kann.

Das städtische Klima wird von externen Faktoren wie Energieeintrag (Sonneneinstrahlung), Niederschlag und Wind bestimmt. Städtische Oberflächen wie Dächer, Gebäudewände, Fahrbahnen und Gehsteige, auf die diese Faktoren einwirken, reagieren darauf mit z.B. Reflexion, Umwandlung und Emission der Strahlung, Speicherung und verzögerte Abgabe (Puffer) von Niederschlag oder Umlenkung und Veränderung der Geschwindigkeit von Luftbewegung. **Entscheidend für diese Reaktionen ist die Beschaffenheit der urbanen Oberflächen.**

FRAGE 01: Wie reagieren begrünte, versickerungsfähige städtische Oberflächen auf die Einwirkung von externen Faktoren? Bei Hitze verdunsten Pflanzen bekanntlich Wasser. Dabei wird der Umgebung Energie entzogen. Es entsteht Verdunstungskälte. Der Schluss liegt nahe, dass begrünte, versickerungsfähige, städtische Oberflächen wie Gründächer, Grünfassaden oder versickerungsfähige Oberflächenbefestigungen einen positiven Einfluss auf das Stadtklima haben.

FRAGE 02: Wie stark ist dieser positive Einfluss von begrünten, versickerungsfähigen Oberflächen auf das Stadtklima? Kann dadurch der Einsatz von Bauwerksbegrünungen und offenporigen Oberflächenbefestigungen gerechtfertigt werden?

Ziel des Forschungsprojekts GrünStadtKlima ist es, Antworten auf die gestellten Fragen zu finden, um damit die Förderung einer nachhaltigen, zukunftsorientierten Gestaltung unserer Gebäude und Freiräume wissenschaftlich fundiert voranzubringen.



Gründächer halten 50–80% der Jahresniederschlagsmenge zurück



Fassadenbegrünung wirkt ausgleichend auf die Gebäudetemperaturen



Atmungsaktive, versickerungsfähige Fugen entlasten die Kanalisation

02. Wachsende Herausforderungen für Städte



Ästhetische Akzente durch Fassadenbegrünung

Unter dem städtischen Mikroklima werden kleinräumige klimatische Verhältnisse verstanden, welche unmittelbar auf die StadtbewohnerInnen wirken. Es kann auf kurze Distanz stark variieren. Man denke an eine Straße im Sommer, die zur einen Hälfte im Licht und zur anderen im Schatten liegt, oder an kühle Innenhöfe. Für die Ausbildung des Mikroklimas **sind im Wesentlichen folgende Faktoren verantwortlich:**

- **Sonneneinstrahlung**
- **Wind**
- **Eigenschaften der urbanen Oberfläche**

Während die **Sonneneinstrahlung** und das **Windaufkommen** von übergeordneten Rahmenbedingungen abhängen, liegt es in der Hand der Planenden und Behörden, die **Oberflächeneigenschaften** und die Anordnung der Baukörper zu definieren. Damit kann das **Mikroklima** wesentlich beeinflusst, ja sogar gesteuert werden, da Energiehaushalt sowie Luftaustausch eines Stadtquartiers durch die Baukörper, ihre Beschaffenheit und Anordnung zu einander vorgegeben wird.

Oberflächlichkeiten mit tiefgreifenden Folgen

Trifft Sonnenlicht (Globalstrahlung) auf die Gebäudeoberfläche, kommt es zu verschiedenen Prozessen. Die Globalstrahlung kann je nach Materialeigenschaft und Aufbau der Gebäudehülle in den Körper **eindringen, reflektiert werden oder dazu beitragen, dessen Oberfläche zu erwärmen.** Abhängig von der Oberflächentemperatur erwärmt sich die Umgebung. Diese Wärme wird als „sensible“ oder **fühlbare Wärme** bezeichnet. Wärmedämmung von Gebäuden führt dazu, dass sich Oberflächen besonders stark erwärmen und auch viel sensible Wärme erzeugt wird.

Je wärmer eine Oberfläche, desto mehr langwellige Strahlung emittiert diese. Die Oberflächentemperatur kann zum Beispiel mit Hilfe von Thermographieaufnahmen gemessen und dargestellt werden. Hohe Oberflächentemperaturen können beim Menschen **thermisches Unbehagen** auslösen, welches auch Stress und Kreislaufbeschwerden verursachen kann. Im städtischen Kontext führen die Eigenschaften der Gebäude auf Grund der beschriebenen Prozesse zur **Überhitzung,** der sogenannten **städtischen Wärmeinsel („UrbanHeat Island“).** Betroffen von diesem Phänomen sind vor allem dicht verbaute, stark versiegelte Stadtteile mit geringem Grünanteil.

02. Wachsende Herausforderungen für Städte

Grün wirkt „g’scheit“

Im Gegensatz zu „gewöhnlichen“ urbanen Oberflächen wie Gebäudewänden, Fahrbahnen oder Gehsteigen reagieren Flächen aus Pflanzen **aktiv** auf die vorherrschende Witterung. Trifft auf eine Pflanze Globalstrahlung, beginnt sie mit der Photosynthese. Um diese betreiben zu können, führt die Pflanze Gasaustausch durch: Sie nimmt CO₂ auf und gibt Sauerstoff ab – aber nicht nur das! Pflanzen transpirieren auch, sie „schwitzen“. Das in der Pflanze vorhandene Wasser wird verdunstet und an die Umgebung abgegeben.

Dies hat drei positive Folgen für das urbane Mikroklima: Zunächst ist Energie erforderlich, um Wasser von der flüssigen in die gasförmige Phase zu überführen. Diese Energie wird der Umgebung entzogen und **kühlt diese dabei ab**. Jeder kennt den Effekt der Verdunstungskälte, der dazu führt, dass uns nach dem Baden im Sommer plötzlich fröstelt.

Die Pflanze kühlt aber auch sich selbst. Ihre Oberflächentemperatur liegt stets im Bereich der Lufttemperatur und verursacht folglich nur geringe zusätzliche sensible Wärmeströme. Dies trägt in Folge zu unserem Wohlbefinden bei.

Die dritte positive Auswirkung der Transpiration von Pflanzen ist eine **Erhöhung der Luftfeuchtigkeit**. Dies führt ebenfalls zu einer gesteigerten Behaglichkeit.

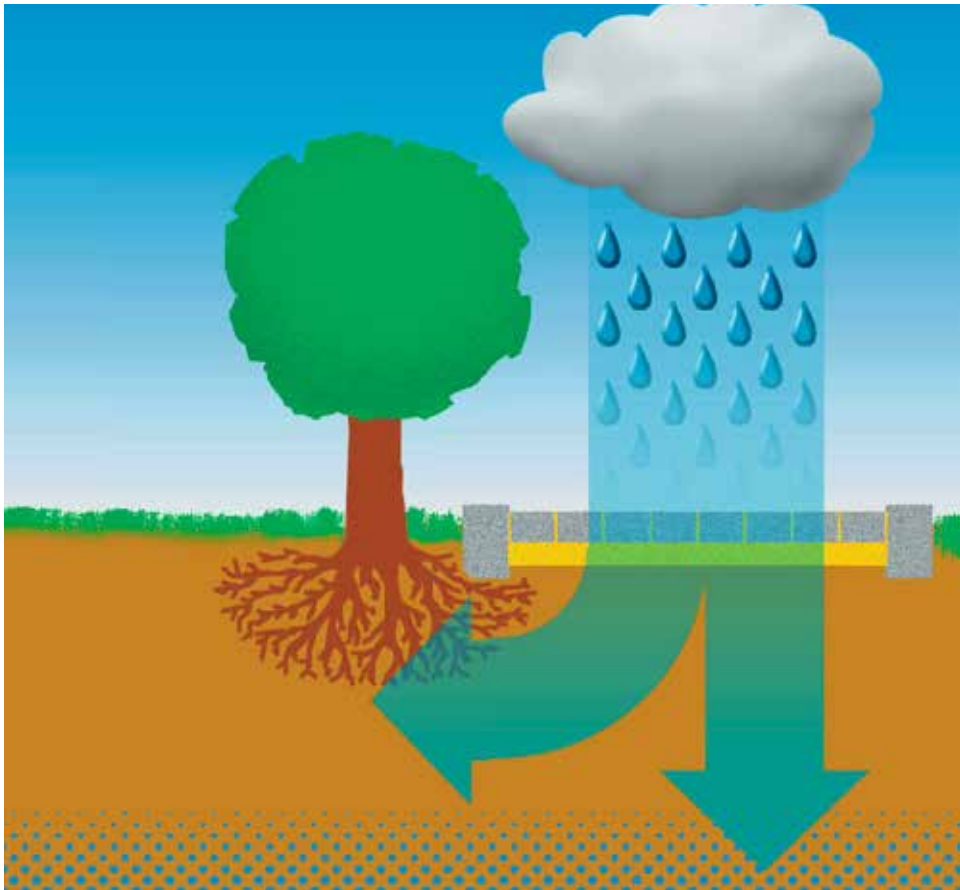
Die Untersuchungen des Instituts für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur Wien haben gezeigt, dass die **Kühlleistung der Pflanzen mit der Lufttemperatur perfekt zusammenspielt**.

Das heißt, die Pflanzen kühlen dann am stärksten, wenn wir es am dringendsten brauchen – in Hitzeperioden. Eine Grünfassade in Wien mit rund 850 m² Fläche erbringt an einem heißen Sommertag in etwa die Kühlleistung von 75 Klimageräten mit 3000 W Leistung und 8 h Betriebsdauer.

Es spricht also sehr viel dafür, Pflanzen verstärkt einzusetzen, um den Energiehaushalt und das Mikroklima von stark verdichteten Stadtquartieren zu verbessern und damit die **Lebensqualität und Gesundheit** ihrer BewohnerInnen zu steigern.

Atmungsaktive, benutzbare Oberflächen

Der überwiegende Teil der Oberflächen in europäischen Städten ist **versiegelt**. Etwa die Hälfte aller versiegelten Flächen sind Verkehrsflächen für den fahrenden und ruhenden Verkehr sowie für RadfahrerInnen und PassantInnen. Diese Flächen sind zumeist mit Asphalt- oder Betondecken ausgeführt. Gerade die Flächen der Geh- und Radwege sowie Innenhöfe könnten durch **alternative Befestigungen**, wie Pflasterungen, Platten, Rasengittersteinen sowie durchlässigen Decken aus verklebten Edelsplitten ästhetisch hochwertig, ökologisch **wertvoll und ressourcenschonend** gestaltet werden.



Versickerungsfähige Oberflächen reduzieren den oberflächlichen Abfluss an Regenwasser

Versickerungsfähige Oberflächenbefestigungen erlauben den Boden-Luft-Wasseraustausch. Das heißt, sie sind in der Lage, Niederschläge aufzunehmen, zu puffern und zu versickern. Dies bewirkt eine **Entlastung** des Kanalsystems und zählt somit zum **passiven Hochwasserschutz** urbaner Räume. Die Versickerung der Niederschläge führt letztlich auch zu einer Erneuerung des Grundwassers. Der Luftaustausch erlaubt ein natürliches Bodenleben, welches für die Reinigung von Niederschlagswasser von großer Bedeutung ist. Darunter liegende Bodenschichten bleiben im Gegensatz zu versiegelten Flächen fruchtbar. Einige versickerungsfähige Oberflächenbefestigungen können mit geeigneten Gräsern und Kräutern **begrünt** werden. Dadurch steigt ihr **Wasserretentionsvermögen** (Interzeption, Transpiration) und sie bilden einen wichtigen **Lebensraum** für andere Pflanzen (Sukzession von Arten) und Tiere.

03. Klimawandel trifft Stadt

Der städtische Temperatur- und Strahlungshaushalt

Die Oberflächentemperatur ist im Grunde der Ausdruck der Menge an langwelliger Strahlung, die beispielsweise von urbanen Oberflächen emittiert wird. Es ist daher für den städtischen Wärmehaushalt entscheidend, wie viel Globalstrahlung eintrifft und in Folge reflektiert, absorbiert oder in langwellige Strahlung umgewandelt wird.

In Ballungsgebieten kommt es aufgrund der Luftverschmutzung und der veränderten Oberflächenbeschaffenheit zu einer Veränderung des Strahlungshaushaltes. Die **Dunstglocke** über mitteleuropäischen Städten bewirkt eine Reduktion der einfallenden Globalstrahlung um 10% gegenüber dem Umland (HENNINGER 2011, HORBERT, 2000).

Die Reflexion oder Albedo von geschlossenen Stadtgebieten ist wegen der Materialvielfalt und den verschieden geneigten Oberflächen sehr unterschiedlich einzuschätzen. Dunkle Oberflächen, vor allem aber auch die Mehrfachreflexionen zwischen Gebäuden, führen zu einer Verringerung der Albedo. Die verbleibende **langwellige Strahlung** zwischen den Häuserschluchten trägt zur Temperaturerhöhung bei.

Grüne Bauweisen reagieren im Gegensatz zu Standardbauweisen mit Verdunstung (Evapotranspiration) auf die eintreffende Strahlung. Im Vergleich zu dunklen Asphaltdecken **reflektieren** helle Oberflächenbefestigungen mehr Sonnenstrahlung. Dies führt insgesamt zu einer deutlichen **Verbesserung des thermischen Komforts** für die BewohnerInnen.



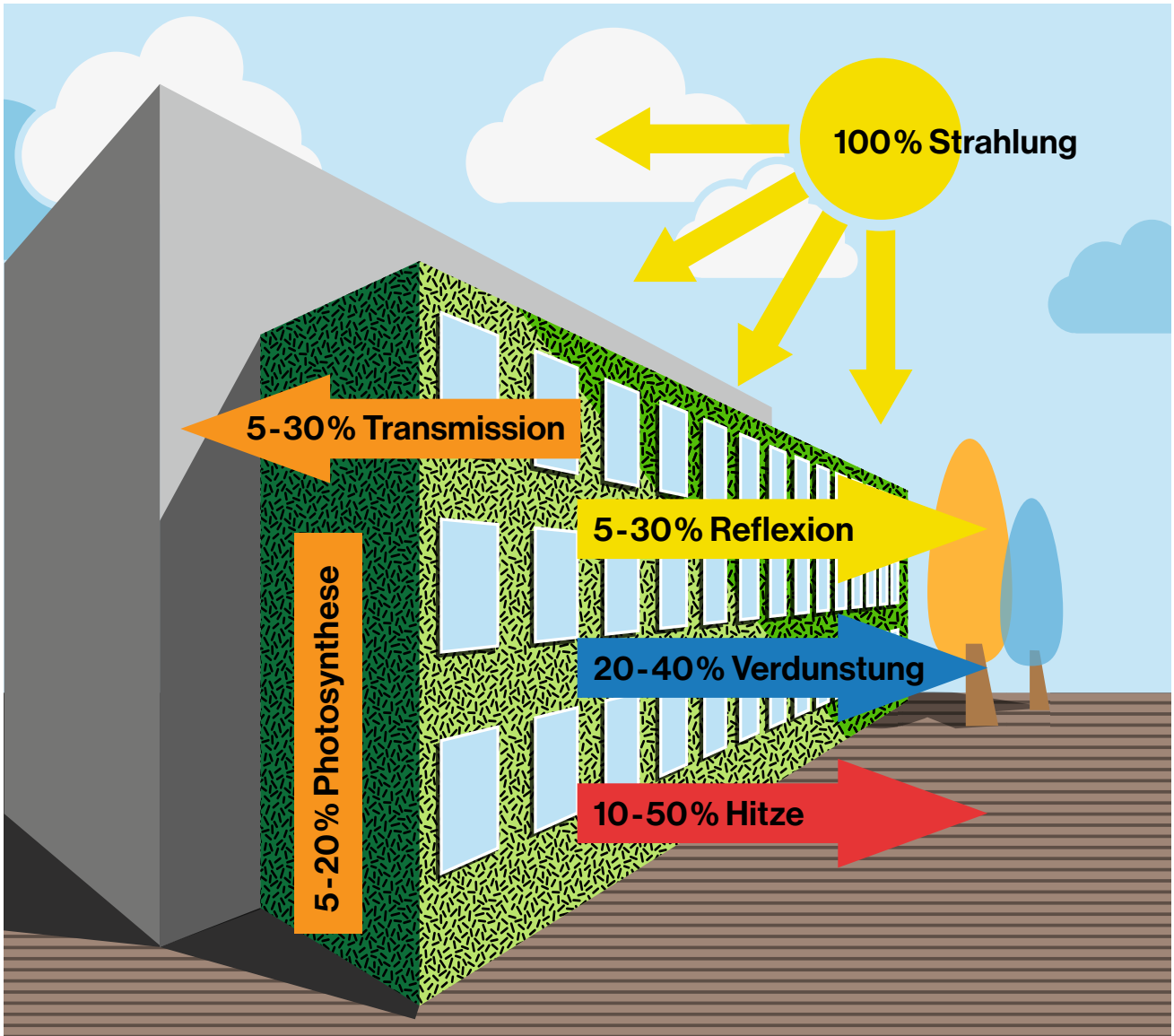
Dachbegrünung



Fassadenbegrünung



Versickerungsfähige Oberflächen



Energiebilanz einer begrünten Fassade (KRUSCHE et.al., 1982)

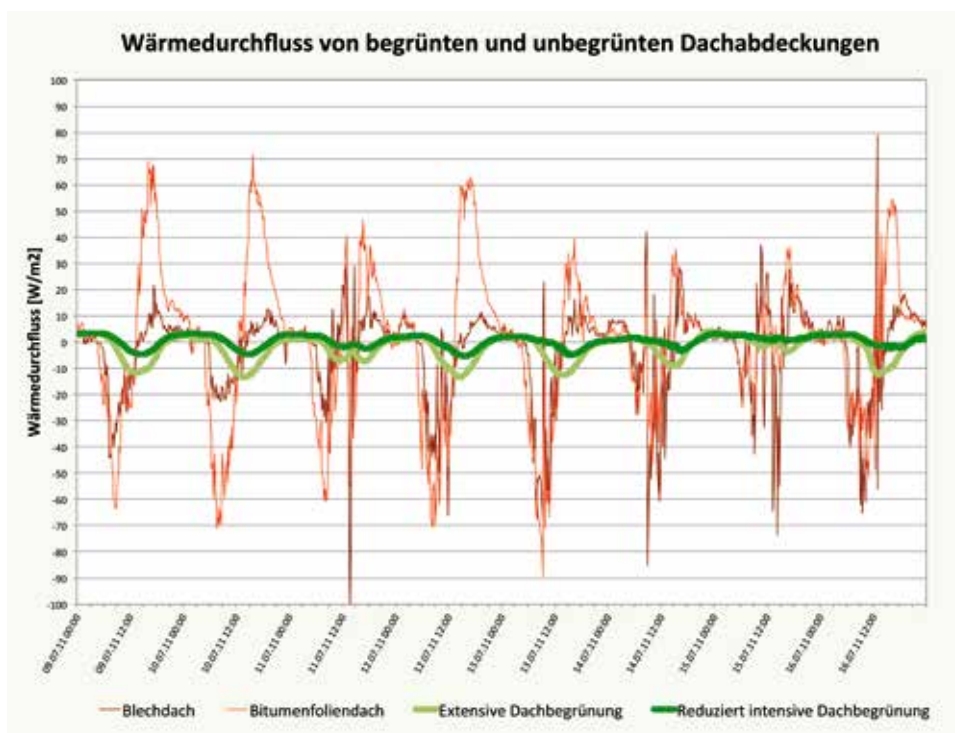
03.a. Hitze- und Kälteschutz von Gebäuden

Gründächer mit Pufferwirkung

Gerade die Dachflächen von Gebäuden sind – bedingt durch ihre Exposition – hoher Globalstrahlung ausgesetzt. Die Strahlung trifft auf die Dachfläche auf. Abhängig von der Ausstattung der Gebäudehülle wird die Strahlung reflektiert oder dringt ins Gebäude ein und trägt zu seiner Erwärmung bei. In heißen Klimazonen der Welt sind Gebäudedächer oft weiß gestrichen. Die eintreffende Strahlung wird daran reflektiert, das Gebäudeinnere bleibt kühl. Messbar wird diese Leistung mit der Kenngröße **Wärmedurchfluss**.

Gründächer wirken wie ein Hitzeschild. Die untenstehende Grafik zeigt die Ergebnisse einer Wärmedurchflussmessung von begrünten und unbegrünten Dachabdeckungen. Es wird verdeutlicht, dass die von der Sonne eingetragene Energie von Dachbegrünungen (grüne Grafen) im Vergleich zu einem Blech-, Bitumenfolien- bzw. Kiesdach (graue und schwarze Grafen) nicht oder nur stark vermindert an den Baukörper weitergeleitet wird. **Dachbegrünungen** wirken somit puffernd!

Fazit: Gebäude mit Gründächern bestechen im Sommer durch **ein kühles Inneres**.



Messergebnisse zum Wärmedurchfluss von begrünten und unbegrünten Dachabdeckungen. Die puffernde Wirkung von Gründächern wird an den nur gering ausschlagenden grünen Grafen ersichtlich. Energie in Form von Wärme der Globalstrahlung wird kaum oder nur stark vermindert an den Baukörper weitergegeben.

03.b. Mikroklima und Wohlbefinden:

Thermischer Komfort

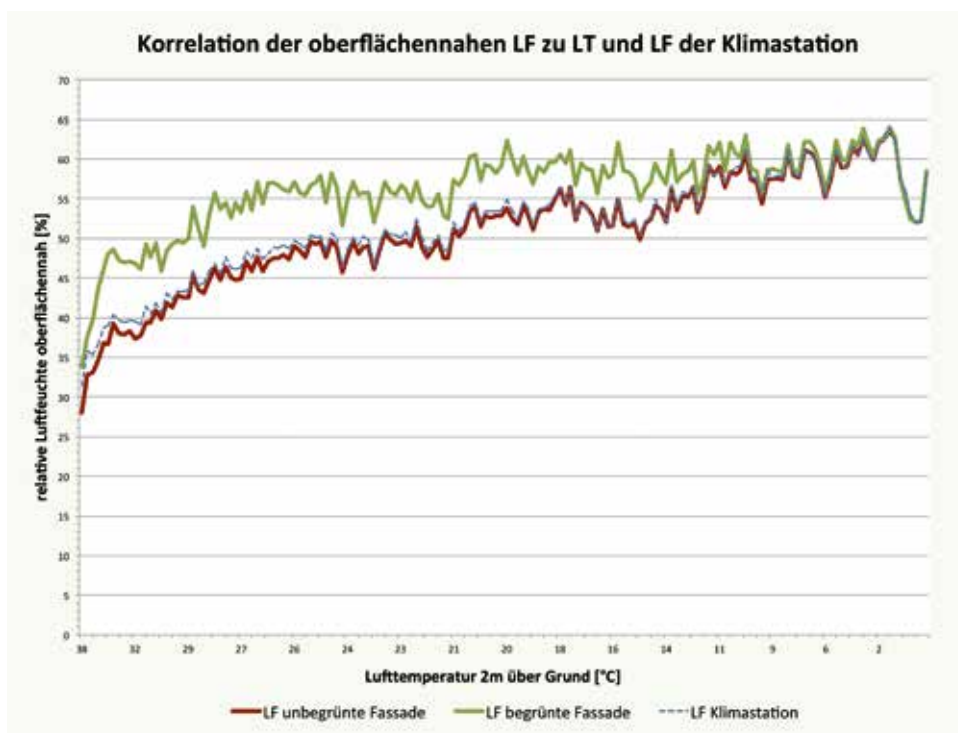
Mehr Behaglichkeit mit Grünfassaden

Städte besitzen etwa 2- bis 3-mal so viele Fassadenflächen wie bebaute Grundfläche. Somit stellen Fassaden gerade in dicht bebauten Stadtquartieren ein enormes – bisher nur gering genutztes – Potenzial als Freiflächen für Pflanzen dar. Egal ob als bodengebundene oder als wandgebundene Begrünung ausgeführt, tragen Pflanzen in der Vertikalen positiv zur **Verbesserung des städtischen Mikroklimas bei**.

In der untenstehenden Grafik wird die Auswirkung der Verdunstung der Pflanze und des feuchten Substrates – der sogenannten **Evapotranspiration** – einer Grünfassade (grüner Graf) im Vergleich zu einer Putzfassade (roter Graf) auf die umgebende Luft gezeigt. Es wird klar ersichtlich, dass bereits eine nur 4 m² große Wand deutlich zur **Erhöhung der Luftfeuchte beiträgt**.

Wohlbefinden

Die erhöhte Luftfeuchtigkeit hat eine Verbesserung der Behaglichkeit für die StadtbewohnerInnen zur Folge. Gleichzeitig sinkt auch die Umgebungstemperatur, da der Verdunstungsprozess der Umgebung Energie, also Wärme, entzieht. Die Belastung des Körpers durch Hitze sinkt und damit steigt der sogenannte thermische Komfort. Insgesamt können **Fassadenbegrünungen** daher unser **Wohlbefinden im Außenraum deutlich verbessern**.



Luftfeuchtigkeit (LF) an einer Grünfassade und an einer Putzfassade in Relation zu den von einer Klimastation aufgezeichneten Werten der Lufttemperatur und Luftfeuchte

03.b. Mikroklima und Wohlbefinden:

Thermischer Komfort

Auswirkungen der Bebauungsstruktur

Die Anordnung und die Dichte von Gebäuden, Verkehrsflächen und Freiflächen sind ausschlaggebend für die Entstehung von **Hitzeinseln**. Bebauungsstrukturen in heißen Klimazonen sind meist durch eng aneinander gefügte Gebäudekomplexen mit schmalen, zum Teil überdachten Gassen gekennzeichnet. Dadurch beschatten sich die Gebäude gegenseitig und eine Beschattung des Straßenfreiraums wird möglich.

Wien als gewachsene Großstadt weist **vielfältige Baubauungsstrukturen** auf: In dicht verbauten Gebieten wie beispielsweise um die Pulverturm-gasse (1090, s. Abb. unten) beschatten die Gebäude mit Innenhöfen die Frei- und Verkehrsflächen. Andere, locker bebaute Gebiete wie beispielsweise in der Nähe der Adalbert-Stifter-Straße (1200) mit weit auseinander platzierten Gebäudestrukturen und dazwischen liegenden Rasenflächen, haben nur **geringes Beschattungspotenzial**.

Auswirkung der Oberflächen

Im Rahmen des Forschungsprojektes GrünStadtKlima wurden ausgewählte Stadtquartiere für die Simulation unterschiedlichster klimatischer Parameter herangezogen. Unter anderem wurde auch die „mittlere Strahlungstemperatur“ untersucht, welche ein räumlich stark differenzierter Faktor für thermischen Komfort ist. Dieser Wert berechnet sich aus allen lang- und kurzwelligen Strahlungsströmen, die auf einen Punkt wirken. Instinktiv wechseln Menschen z.B. im Hochsommer auf die „**schattige Straßenseite**“, welche eine viel geringere mittlere Strahlungstemperatur hat als die sonnige. Berechnet wurde die Auswirkung von **Begrünungs- und Entsiegelungsszenarien** auf diese Kennwerte. Unterschieden wird in eine realitätsnahe **Minimalvariante** und eine **Maximalvariante**, welche die größte Wirksamkeit verspricht.

Die Berechnung für das dicht bebaute Gebiet um die Pulverturm-gasse zeigt eine **Abkühlung** der mittleren Strahlungstemperatur nahe den Fassaden von **bis zu 20°C**.

Im Testgebiet Adalbert-Stifter-Straße wirkt die angenommene südseitige Fassadenbegrünung und bringt eine **Abkühlung** der mittleren Strahlungstemperatur direkt vor der Fassade von **15 bis 30 °C**.



Historisch gewachsene dichte Bebauungsstruktur: Pulverturm-gasse im 9. Wiener Gemeindebezirk

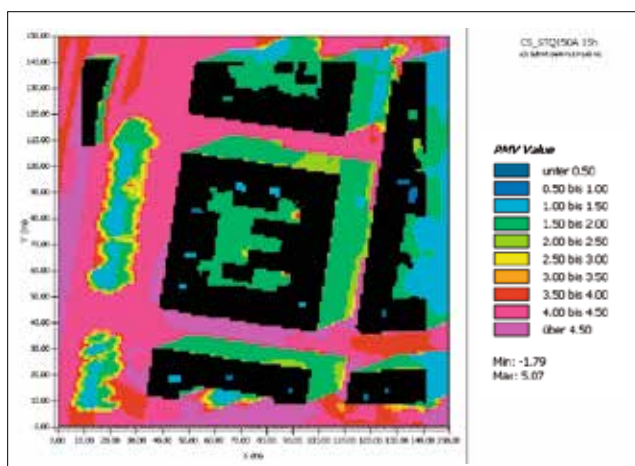
Auswirkung auf den thermischen Komfort

Für ausgewählte Stadtquartiere in Wien wurde der thermische Komfort der IST-Situation und einer mit GrünStadtKlima Bauweisen ausgestatteten Variante simuliert. Für den Vergleich wurde das **Klimaszenario 2050 bis 2080** ausgewählt, um zu zeigen, wie effektiv einzelne Maßnahmen (Dach-, Fassadenbegrünung, versickerungsfähige Wege) der zu erwartenden **Überhitzung entgegenwirken** können. Als Kenngröße für den thermischen Komfort wird der PMV-Wert (Predicted Mean Vote) herangezogen. In diesen Wert fließen alle klimatischen Größen ein, die für das menschliche Temperaturempfinden relevant sind (wie beispielsweise Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, etc.). Ein Wert von 4 wird beispielsweise als sehr heiß empfunden, ein Wert von 2 bedeutet ein merkbares Wärmeempfinden. Negative Werte beschreiben bereits als kalt empfundene Bereiche.

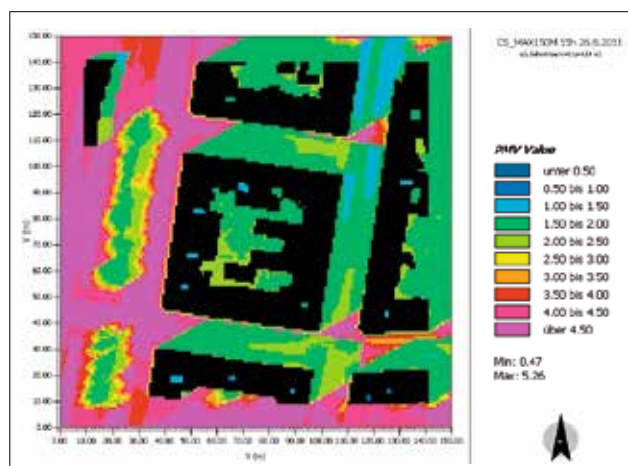
Gründächer zeigen die geringste Auswirkung auf den thermischen Komfort in Bodennähe. Jedoch ist auf Dachniveau eine deutliche Abkühlung erkennbar. Eine Reduktion des PMV-Werts von 3 („heiß“) auf 1 („leicht warm“) konnte berechnet werden. Grünfassaden wirken sich direkt auf ihre unmittelbare Umgebung aus. Besonders an den sonnenexponierten Fassaden ist die Wirkung der Begrünung erkennbar. Dort konnte eine Reduktion des PMV-Werts von über 4,5 („sehr heiß“) auf 3 („heiß“) simuliert werden. Versickerungsfähige Oberflächen wirken auch **kühlend**.

Eine PMV-Wert Reduktion von über 4,5 auf 4 in den besonnten bzw. 2,5 auf 2 in den beschatteten Flächen konnte berechnet werden. Werden alle Maßnahmen gemeinsam verwendet (Gründächer, Grünfassaden und versickerungsfähige, atmungsaktive Oberflächenbefestigungen), verstärkt sich die Gesamtwirkung. So wird nahe der besonnten Fassaden eine Reduktion des PMV-Wertes von **über 4,5 auf 2** möglich, sowie die Kühlung der Verkehrsflächen **von 2,5 auf 1,5**.

Fit für die Zukunft. Fazit: Durch Begrünung und Entsiegelung kann die fühlbare **Wärmebelastung deutlich reduziert** oder ganz kompensiert werden!



Pulverturmstraße, Status quo 1980 – 2010,
PMV um 15 Uhr in Bodennähe



Pulverturmstraße, Maximal Begrünung. 2050 – 2080,
PMV um 15 Uhr in Bodennähe

04. Passiver Hochwasserschutz

Wasser in der Stadt

Der urbane Wasserhaushalt ist maßgeblich von den Eigenschaften der städtischen Oberflächen und den klimatischen Rahmenbedingungen geprägt. Ein hoher Anteil versiegelter Oberflächen führt zum raschen Abfluss von Niederschlägen. Dies kann in Folge zur Überlastung des Kanalsystems führen und letztlich zu **örtlichem Hochwasser**.

Die GrünStadtKlima-Bauweisen sind in der Lage, den Niederschlag zu speichern und verzögert abzugeben bzw. im Zuge der Evapotranspiration zu verbrauchen. Dies führt zur **Entlastung** des Kanalsystems sowie zur Reduktion von Abflussspitzen und -mengen.

Gleichzeitig wird das gespeicherte Wasser bei wärmeren Wetterbedingungen evapotranspiriert und leistet einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung des städtischen Mikroklimas. Diese Eigenschaften der GrünStadtKlima-Bauweisen sind insbesondere im Kontext des **Klimawandels** von größter Bedeutung, aber auch für die **Lebensqualität, Sicherheit und Gesundheit** der städtischen Bevölkerung.

Auffangen und Verzögern

Dächer sind die ersten Flächen, auf die Regen auftrifft. **Gründächer** sind je nach Bauform in der Lage, enorme Mengen Niederschlag zu speichern bzw. verzögert abzugeben. Beide Effekte können wichtige Beiträge zum **passiven Hochwasserschutz** leisten.



Sickerwasserabfluss einer *extensiven* Dachbegrünung bei einem 100-jährigen Regenereignis

(Extensive Dachbegrünung = Schichtstärke des durchwurzelbaren Substrates liegt bei 10 – 15 cm)



Sickerwasserabfluss einer *reduziert intensiven* Dachbegrünung bei einem 100-jährigen Regenereignis

(Reduziert intensive Dachbegrünung = Schichtstärke des durchwurzelbaren Substrates liegt bei 15 – 20 cm)

Versickerungsleistung

Je nachdem, wie Oberflächenbefestigungen gestaltet sind – offenporig oder geschlossen –, kann ihr Versickerungspotenzial unterschiedlich quantifiziert werden.

Die beiden untenstehenden Diagramme zeigen den **Oberflächenabfluss** (blauer Graf) und den **Sickerwasserabfluss** (brauner Graf) einer **15 m² großen versiegelten Fläche** und im Vergleich dazu die Ergebnisse einer genauso groß dimensionierten **versickerungsfähigen, begrünten Fläche**.

Das Potenzial von versickerungsfähigen, begrünten Oberflächenbefestigungen, den städtischen Wasserhaushalt zu verbessern und das Kanalsystem zu entlasten, wird gut ersichtlich: Bei der versickerungsfähigen Fläche kommt es im Zuge der Messberechnung zu keinem Oberflächenwasserabfluss (blaue Linie). Die versiegelte Fläche hingegen erreicht bereits nach wenigen Minuten einen Oberflächenabfluss (blaue Linie) von **über 40 l**.

Das heißt, auftreffende Niederschläge können von versickerungsfähigen Oberflächen **aufgenommen, gespeichert und wiederum verzögert abgegeben** werden. Eine oberflächliche Abführung von Niederschlägen ist in diesem Fall nicht notwendig. Es würde **keine Belastung** des Kanalnetzes stattfinden.



Oberflächen- und Sickerwasserabfluss einer versickerungsfähigen und begrünten Fläche mit 15 m² bei einer Messberechnung von 200 l



Oberflächen- und Sickerwasserabfluss einer versiegelten Fläche mit 15 m² bei einer Messberechnung von 200 l in 30 Minuten

04. Passiver Hochwasserschutz

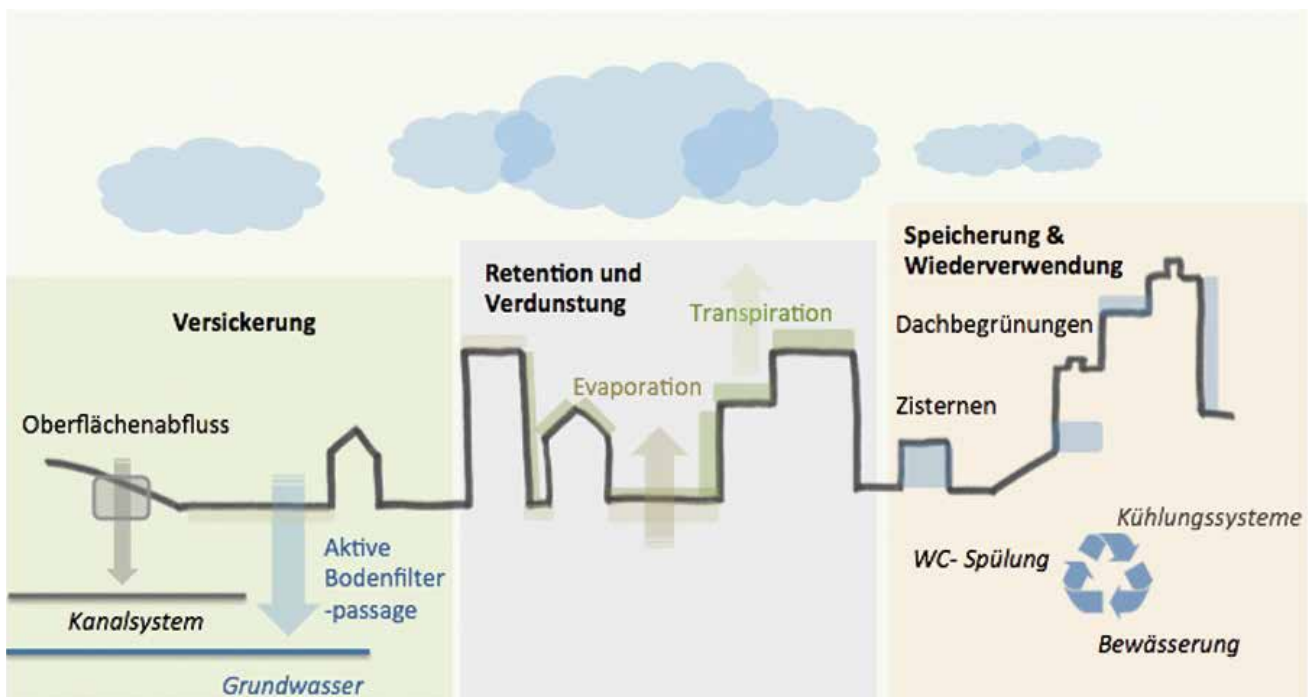
Speicherung, Retention, Verdunstung und Wiederverwendung

Niederschläge, die auf Gründächer auftreffen, werden von ihnen gespeichert, zurückgehalten, verdunstet und für Wiederverwendungszwecke zur Verfügung gestellt.

Dachbegrünungen sind – bedingt durch ihre optimierten physikalischen Eigenschaften – in der Lage, Niederschlagswasser im System zu speichern, zu binden und damit zurückzuhalten. Substrate, Vliese, Drain- und Speicherelemente übernehmen diese Aufgaben. Untersuchungen im Rahmen dieses Forschungsprojekts zeigen ein Wasserspeichervermögen von Dachbegrünungen im Ausmass von bis zu **137 l pro m²**. Dies entspricht der Füllung einer **Badewanne**.

Über die große Substratoberfläche und mit Hilfe des Pflanzenbewuchses kann Niederschlagswasser in Folge an die Umgebung abgegeben werden. Dabei wird von Verdunstung bzw. **Evapotranspiration** gesprochen. Niederschlagswasser wird durch diese Prozesse in den städtischen Wasserkreislauf wieder eingebunden. Zusätzlich entsteht beim Verdunstungsprozess Verdunstungskälte, die für ein gutes **Mikroklima** sorgt. Nicht zu vergessen ist die Möglichkeit, gesammeltes und gespeichertes Wasser beispielsweise für die WC-Spülung oder Bewässerung **wiederzuverwenden**.

Gründächer tragen somit nachhaltig zum **Regenwassermanagement** in Städten bei.



Urbaner Wirkungskomplex aus Versickerung, Retention und Verdunstung, Speicherung und Wiederverwendung

05. Grundwasserschutz

Niederschlagswasser von Straßenräumen

Niederschlagswasser von stark befahrenen Straßen weist deutliche **Belastungen** durch Abgase und Abrieb von Bremsen und Reifen auf. Straßenwässer beinhalten Schwermetalle, polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und mineralische Kohlenwasserstoffe. Dadurch kann das Schutzgut der sogenannten „**Aquatischen Lebensgemeinschaften**“ – also Grund- und Oberflächenwasser – **gefährdet** werden.

Aus diesem Grund sind zur Behandlung von Regenwasser und Straßenabflüssen einige **Reinigungs- verfahren** im Einsatz, deren Reinigungsmechanismen meistens auf den wesentlichen Mechanismen der Filtration, der Sorption und des Abbaus beruhen.

Wichtige Faktoren für die Schadstoffbelastung der Straßenabwässer sind vor allem das Verkehrsverhalten, die angewandten Verkehrstechnologien, die Wetterverhältnisse bzw. -ereignisse, und auch die Fahrbahn selbst (GÖBEL et al.; 2007). **Die Bauweise** und die eingesetzten Materialien im Straßenbau beeinflussen einerseits die Belastung der Abwässer durch eigene **Schadstoffemissionen** (Abrieb von der Oberfläche oder Bodenmarkierung) und andererseits haben sie einen großen Einfluss auf das **Abflussverhalten** bzw. die **Sickerfähigkeit** des Niederschlagswassers. Dies wiederum hängt unmittelbar mit der **Umweltbelastung** zusammen, insbesondere mit der **Belastung des Bodens und des Wasserkörpers**.



Versuchsberegnung



Messeinheit versickerungsfähige Wegebefestigungen

05. Grundwasserschutz

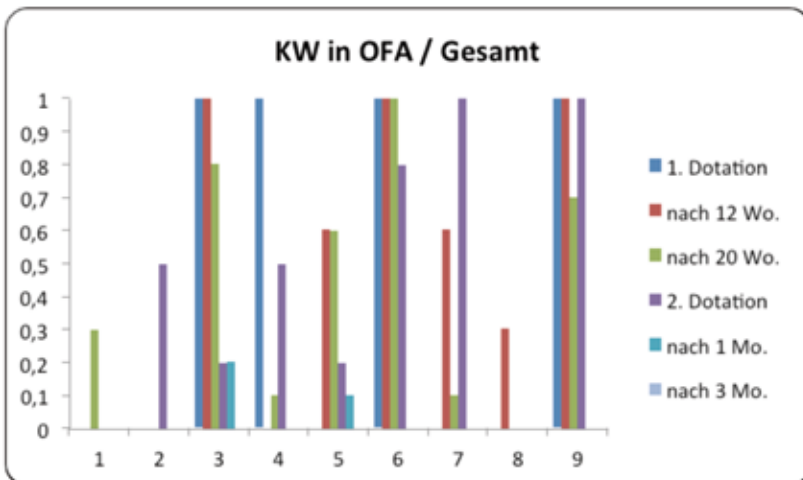
Versickerungsfähige Oberflächenbefestigungen reinigen Straßenabwässer

Ziel des Projektes war es auch, die **Reinigungsleistung** der versickerungsfähigen Oberflächenbefestigungen zu untersuchen, da der Schutz des Grundwassers höchste Priorität hat. Die zum Untergrund hin abgedichteten Versuchsflächen wurden daher mehrfach mit „**Schadstoff-Cocktails**“ kontaminiert. Das Oberflächenwasser und das Sickerwasser wurden von der Versuchsanlage getrennt erfasst und gesammelt. Bei der ersten Kontamination wurden sehr hohe Konzentrationen an Schadstoffen auf die Flächen ausgebracht, die ein reales Szenario deutlich übersteigen. Dies führte vereinzelt zu geringen Überschreitungen der Grenzwerte im Oberflächen- und Sickerwasserabfluss.

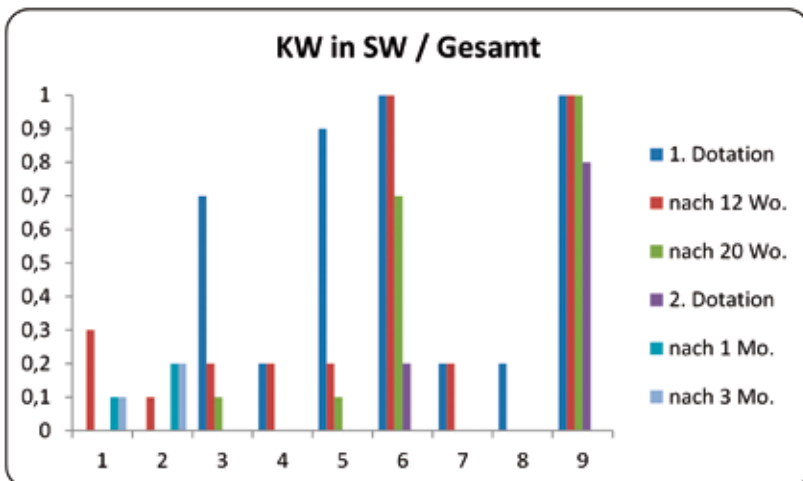
Die Untersuchungen zeigten, dass bei den getesteten Oberflächenbefestigungen die **Elimination** der meisten Schadstoffe bei **über 95%** – also sehr zufriedenstellend – liegt. Eine schwächere Elimination ist bei den Schwermetallen Chrom, Nickel, Zink (Cr, Ni, Zn) sowie bei Nitratsalzen zu erkennen.

Sickerwässer aus versickerungsfähigen Oberflächenbefestigungen sind weniger stark belastet als Oberflächenwässer von geschlossenen Decken (beispielsweise Asphaltdecken).

Exemplarisch wird hier die Auswertung für **Kohlenwasserstoffe** gezeigt. Der Unterschied zwischen versiegelten (Varianten 6, 9) und versickerungsfähigen Befestigungen (z.B. Varianten 1, 2, 8) wird klar ersichtlich.



Konzentration (in mg/l) von Kohlenwasserstoffen in Oberflächenabfluss (OFA) und Sickerwasser (SW) bei allen Versuchsflächen (1 – 9) und über den gesamten Untersuchungszeitraum.



06. Werkzeuge und Barrieren am Weg zur zukunftssicheren Stadt

Grüne Bauweisen in der Raumplanung

Ziel unseres Forschungsprojekts ist es, grüne Bauweisen verstärkt in Regulativen zu verankern. Die Frage stellt sich, in welchen **raumplanerischen Rechtsgrundlagen** haben **Empfehlungen für Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen Platz?**

Regelungen auf Bundesebene

Strategien und Programme auf nationaler Ebene wie z.B. das Österreichische Raumentwicklungskonzept (ÖREK) und die „österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ beinhalten zum Teil **konkrete klimawandelrelevante Handlungsempfehlungen** für die Raumplanung. **Jedoch fehlt ihnen die rechtliche Verbindlichkeit**, da sie lediglich einen Orientierungsrahmen mit empfehlendem Charakter darstellen.

Raumordnungsgesetzgebung und weitere Bestimmungen auf Landesebene

Die Raumordnungsgesetze der Bundesländer weisen unterschiedliche Bezüge zu Begrünungsmaßnahmen und versickerungsfähigen Oberflächen auf. **Umweltschutzziele** finden sich in allen Gesetzen. Im Gegensatz dazu ist das Thema **Klimawandeladaption** bislang in den Grundsätzen und Zielsetzungen noch nicht angeführt.

Raumplanungsinstrumente auf kommunaler Ebene

Auf kommunaler Ebene werden Aspekte der **Klimawandelanpassung** aktuell zu wenig in den strategisch orientierten Raumplanungsinstrumenten berücksichtigt. **Entsiegelungs- und Bauwerksbegrünungsmaßnahmen** sind, sofern sie dort als Maßnahmen vorgesehen sind, meist auf die Erhöhung des Erholungsflächenanteils bzw. die Schaffung neuer städtischer **Freiräume** ausgerichtet.

Über die **Bebauungsplanung** haben Gemeinden schon jetzt die Möglichkeit, **Begrünungsmaßnahmen und Versickerungsflächen zu fördern**. Da diese Maßnahmen jedoch unter die optionalen Bestimmungen der Bebauungspläne fallen, gibt es diesbezüglich bislang **kaum Beispiele mit verbindlichen Vorgaben**.



Potentiale für Ausgleichsmaßnahmen sind vorhanden: Grün eingefärbt = Anteil der begrünbaren Industrieflächdächer am Beispiel des Gewerbegebietes Auhofcenter in 1140 Wien

06.a. Raumplanerische Aspekte

Empfehlungen zur Integration von Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen in die Raumplanung

Verankerung der Klimawandeladaption in der Raumordnungsgesetzgebung

In den Raumordnungsgesetzen der Länder sind generelle Zielsetzungen und Raumordnungsgrundsätze definiert. Diese sollen um den Aspekt der Klimawandeladaption **ergänzt** werden, wie beispielsweise mit folgender Formulierung: „**Die natürlichen Lebensgrundlagen und die Bevölkerung sind vor negativen Auswirkungen des Klimawandels zu schützen [...]**“

Daraus ergibt sich in weiterer Folge der **Auftrag an die Planungsbehörden und PlanerInnen**, sowohl auf Landes- als auch auf Gemeindeebene, Raumforschung auch hinsichtlich **klimarelevanter Planungsgrundlagen** zu betreiben und die Klimawandeladaption im Rahmen der Erstellung von Raumplanungsinstrumenten zu behandeln. Unter „**Climate Proofing**“ werden Methoden, Instrumente und Verfahren verstanden, um Pläne, Programme und Strategien hinsichtlich des Klimawandels anpassungsfähig zu machen (vgl. BIRKMANN und FLEISCHHAUER, 2009, S. 118). Insbesondere das „**prozessbezogene Climate Proofing**“ – ein Prüfverfahren zur Sicherung resilienter Raumstrukturen gegenüber zukünftigen Klimafolgen – ist für die Raumplanung von Relevanz. Daher wird empfohlen, dass „**Climate Proofing**“ als klimawandelbezogenes Prüfinstrument im Rahmen der **Strategischen Umweltprüfung (SUP)** von Plänen und Programmen **in den Raumordnungsgesetzen zu verankern ist**.

Strategisch orientierte Pläne und Programme

Grundsätzliche Festlegungen zur räumlichen Entwicklung finden sich auf überörtlicher Ebene in der Landesentwicklungs- und Regionalplanung, auf örtlicher Ebene im Örtlichen Entwicklungskonzept bzw. in Stadtentwicklungskonzepten. Eine **verpflichtende Berücksichtigung klimatologischer Aspekte** als Mindestinhalt dieser Planungsinstrumente soll in die Raumplanungsgesetzgebung mit aufgenommen werden.

Grundsätzlich bieten diese strategischen Instrumente ein breites Spektrum zur Verankerung von Zielen und Maßnahmen: Zum einen sind das allgemeine **Zielformulierungen der Klimawandeladaption**, zum anderen konkrete räumliche Festlegungen, wie beispielsweise die Definition von klimaaktiven Freihaltezonen mit Bebauungsverbot. Abgestimmt auf bestimmte Siedlungstypen, Stadtstrukturtypen oder „Klimatope“, die sowohl auf Landes- als auch auf Gemeindeebene abgegrenzt werden, können in diesen strategischen Instrumenten zudem konkrete Maßnahmen, wie **Begrünungs- oder Entsiegelungsgebote**, festgelegt werden.

Bebauungsplanung

Die Realisierung von Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen kann aus Sicht der Raumplanung am effektivsten durch die **Bebauungsplanung** gesteuert werden. In Bebauungsplänen können **Mindest- und Maximalwerte von Grünflächenanteilen** bzw. versiegelten Flächen, die zu verwendenden **Materialien und Technologien**, eine **klima-angepasste Ausrichtung** der Baukörper sowie **Begrünungsgebote** festgelegt werden.

Ergänzende Instrumente zur Umsetzung der raumplanerischen Zielsetzungen

Ergänzend zu den normativen Instrumenten der Raumplanung haben die Länder und Gemeinden die Möglichkeit, **sektorale Strategien** wie Verkehrskonzepte oder Freiflächenstandards zu erarbeiten. Neben diesen Strategien sind auch Maßnahmen der **Öffentlichkeitsarbeit, Informationsinstrumente und Förderprogramme** zu nutzen, um Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen auch mittel- bis langfristig zu realisieren.

06.b. Sozialwissenschaftliche Aspekte



*Expertengruppe
zum KickOff
des Projekts 2010*

Besser verkaufen – mit Grün!

Inwieweit sind begrünte und versickerungsfähige Bauweisen am oder um das Gebäude im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen in der Verwert- bzw. Veräußerbarkeit von Gebäudestrukturen bereits ein Thema am Markt? Besteht aus Sicht von Angebot und Nachfrage eine Relevanz, in welcher sich die **wirtschaftlichen Vorteile** von begrünten Objekten nachverfolgen lassen?

Für die Immobilienwirtschaft ist die **Immobilienbewertung** ein essentielles Instrument der Wertermittlung. Daher wird ergänzend die Frage untersucht, ob bei Bewertungsgutachten die erwähnten baulichen Maßnahmen eine Rolle spielen. Im Rahmen der Untersuchungen wurden einerseits rechtliche Rahmenbedingungen erhoben sowie andererseits Befragungen von Bauträgern und Bewohnern durchgeführt.

Lücken in der Gebäudequalitätsermittlung

Die spezifische Gebäudequalität kann auch derzeit bereits in der Wertermittlung abgebildet werden: Baujahr, Qualität der Baustoffe sowie durchgeführte Instandhaltungsarbeiten spielen bei der **Verkehrswertermittlung** eine Rolle. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass Gebäude in der Regel den ökologischen Standards entsprechen, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung Stand der Technik waren, so wird in der Bewertung der **zeitbedingte Zustand** der Gebäudeteile und der Gebäudetechnik berücksichtigt. Derzeit wird allerdings nur dieser Zustand der Gebäudeteile, nicht aber deren **energetische bzw. ökologische Qualität** in die Liegenschaftsbewertung einbezogen. Der zusätzliche Wert von Gebäuden, die unter Aspekten der Energieeffizienz oder ökologischen Nachhaltigkeit errichtet wurden, wird nicht berücksichtigt; dadurch sind diese Qualitäten – ihren Wert betreffend – im Nachteil. **Gebäudebewertung** wird im internationalen Kontext bereits wesentlich umfassender behandelt.

Es besteht **Aufholbedarf!**

06.b. Sozialwissenschaftliche

Aspekte

Gemeinsam mit Mehrwert sanieren

Klimaschutz- bzw. energierelevante **Maßnahmen im Rahmen der Wohnbauförderung** umfassen im Wesentlichen Förderungen zur Erhöhung des Wärmeschutzes an der Gebäudehülle, Maßnahmen im Bereich des Heizungs- und Warmwassersystems, Modelle zur Reduzierung des Grundverbrauchs oder baubiologische Anforderungen. Der **Einsatz von Begrünungsmaßnahmen** sowie versickerungsfähigen Wegebefestigungen erfährt noch keine ausreichende Berücksichtigung hinsichtlich der generierten, **messbaren Mehrwerte**. Diese sind nicht nur für die direkten NutzerInnen der Bauwerke, sondern auch für das **Stadtquartier** selbst von immenser Bedeutung. Für neue Regelungen der Preisgestaltung ist eine faire Aufteilung von Sanierungskosten für Maßnahmen der Energieeffizienz bzw. ökologischen Nachhaltigkeit auf EigentümerIn und NutzerIn Priorität, innovative Modelle müssen jedoch auch den **Mehrwert für die gesamte Gesellschaft** berücksichtigen.

Den Vorreitern folgen

Ein beliebtes Instrument zur **Erreichung hoher ökologischer Standards** stellen in zahlreichen Bundesländern **Förderungszuschlagssysteme** (Punktesysteme) und damit verbundene **Anreize** zur Durchführung ökologischer bzw. energiesparender Maßnahmen (höhere thermische Qualität der Gebäudehülle, Art des Energieträgers für die Raumheizung und Warmwasserbereitung oder auch Verwendung biologischer Baustoffe) dar. **Anreizsysteme** über Punktezuschlagsmodelle sind vor allem in Niederösterreich, Salzburg und Vorarlberg präsent. Im Rahmen dieser zum Teil sehr komplexen Anreizmodelle werden derzeit nur bei Durchführung von **Dachbegrünungen** Förderzuschläge zuerkannt. In Wien und Linz gibt es **Förderungen** für Dach- und Fassadenbegrünungen – diese könnten jedoch im Vergleich zu den Errichtungskosten großzügiger bemessen werden. **Viele Städte setzen weltweit** bereits auf die nachhaltige und gezielte Förderung von **grüner Infrastruktur sowie intelligenten Wassermanagementmaßnahmen**, um eine Anpassung an den Klimawandel zu erreichen (beispielsweise Kopenhagen und Stuttgart in Europa), hier darf Österreich **nicht zurückbleiben**.

Spiegel Bauträger

Die Bauträgerumfrage zeigte eine starke **Polarisierung**: ein Drittel der Bauträger setzt in ihren Projekten bereits stark auf Grün und führt pro Jahr über 25 Wohnanlagen mit Dach- und/oder Fassadenbegrünung aus. Als Gründe werden Schutz der Bausubstanz, ästhetische Aspekte sowie Kosten-Nutzen-Überlegungen angeführt. Nur jedes fünfte Objekt entsteht unter Zuhilfenahme von Fördermitteln – ein deutliches Zeichen. **Zwei Drittel** der Bauträger haben grüne Technologien aus verschiedenen Gründen bisher nicht berücksichtigt: **Know-how Defizite** bezüglich Bauschäden und statischen Schwierigkeiten werden als Erstes genannt, gefolgt von nicht wahrgenommener Nachfrage und rechtlichen Unklarheiten. Interessant: zu hohe Kosten wurden definitiv nicht als Hemmnis identifiziert. Zwei von drei Unternehmen würden bei **gezielten Fördermaßnahmen** bauaktiver werden.

Grün kommt an!

Im Zuge der durchgeführten **Bewohnerbefragungen** in begrünten Wohnanlagen im Wiener Raum konnten bei den Projekten sehr hohe Zufriedenheitswerte (mit durchgehend über 80% der befragten Haushalte) in Hinblick auf die jeweilige Wohnung als auch die gesamte Wohnanlage samt Wohnumfeld festgestellt werden. **Internationale Studien** belegen die positiven Auswirkungen eines grünen Umfelds auf die BewohnerInnen: unter anderem werden Gesundheit und soziale Kompetenz gesteigert, die Stadt wird als „**lebenswerter**“ empfunden. Für Lebensqualität wird auch gerne mehr Geld ausgegeben, die Vorbild- und Kommunikationsfunktion von Politik und öffentlicher Hand stehen im Mittelpunkt einer **gemeinsamen Vision der sicheren, lebenswerten Stadt der Zukunft**.

07. Resümee

Das Forschungsprojekt GrünStadtKlima hat bewiesen, dass grüne Bauweisen erheblich zur Verbesserung des städtischen Luft- und Wasserhaushalts beitragen.

Die GrünStadtKlima-Bauweisen sind in der Lage ...

... **das Klima zu regulieren** und damit die Städte an den Klimawandel anzupassen. Die Simulationen haben gezeigt, dass eine Kompensation des Klimawandels bei intensiver Begrünung bis 2080 potenziell möglich ist. Die fühlbare Wärmebelastung wird deutlich reduziert, in näherer Umgebung der Begrünungen sogar überkompensiert.

... **sogar Starkregenereignisse aufzunehmen** und zu speichern. Intelligentes Regenwassermanagement entlastet das Kanalsystem, Ausbaumaßnahmen sind nicht mehr notwendig.

... **Schadstoffe aufzunehmen**, aus dem natürlichen Kreislauf zu eliminieren und somit das Grundwasser vor Verunreinigungen zu schützen.

Die GrünStadtKlima-Bauweisen haben in allen getesteten Bereichen **bessere Ergebnisse** erbracht als die Standardbauweisen.

Gemeinsam können sich Städte dem Klimawandel stellen: durch **Climate Proofing** in Fördermitteln und raumplanerischen Instrumenten, durch umfassend informierte BewohnerInnen, durch **Vorbildfunktion** von Seiten der Politik und Stadtverwaltung sowie Unterstützung und Engagement motivierter Bauträger und Architekten in Zusammenarbeit mit den ExpertInnen für **hochqualitative, grüne Infrastruktur**.

Es spricht also alles dafür, dass GrünStadtKlima-Bauweisen in der Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen, damit unsere Städte ein lebenswerter, attraktiver und sicherer Wohnort bleiben.



Artenreichtum an der Fassade



Bienenweide am Dach



Gebundene Edelsplittbefestigung mit vollflächiger Versickerung

08. Das GrünStadtKlima Team –

Kontakt

Verbände

- Forum Qualitätspflaster (FQP)
- Garten- und Landschaftsbauverband GALABAU
- Verband für Bauwerksbegrünung (VfB)
- Verband österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)
- Wiener Gärtner Innung (WGI)

Unternehmen

- | | | |
|--|-----------------------------------|---|
| • 90deGREEN GmbH | • Gartengestaltung Anton Rath | • Stauss-Perlite GmbH |
| • Basaltwerk Pauliberg GmbH & Co KG | • Haldittbergbau Verwaltungs-GmbH | • Steinbauer Development GmbH |
| • Bauder Ges.m.b.H | • HELIX Pflanzensysteme GmbH | • Techmetall Erzeugungs-, Handel- und Montage- Ges.m.b.H. |
| • Blazek Garten- und Landschaftsbau GmbH | • Lias Österreich GesmbH | • Wopfinger Baustoffindustrie GmbH |
| • Dachgrün GmbH | • Optigrün GmbH | • ZinCo GmbH |
| | • Sanoway GmbH | |

Bauträger

- BUWOG – Bauen und Wohnen Gesellschaft mbH
- Gemeinnützige Bau- u. Wohnungsgenossenschaft „Wien-Süd“ eGenmbH

Forschungseinrichtungen

- Universität für Bodenkultur Wien (Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau IBLB, Institut für Meteorologie MET, Institut für Raumplanung IRUB, Institut für Siedlungswasserbau SIG)
- Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau (HBLFA) Schönbrunn
- Forschungsgesellschaft Wohnen, Bauen und Planen (FGW)

Kontakt

Verband für Bauwerksbegrünung
DI Vera Enzi
+43 (0) 650 63 49 631
office@gruendach.at



*Das Team, von links nach rechts:
Gerhard Neuper, Dietmar Aspernig,
Franz Gradwohl, Wolfgang Stach,
Ralf Walker, Andreas Lichtblau,
Helmut Prinz, Gabriela Pretz-Preza,
Gerold Steinbauer, Martin Ramharter,
Anton Rath, Vera Enzi, Gernot Brand-
weiner, Roza Allabashi, Andreas
Oberhuber, Martin Bahsitta, Andreas
Stefenelli, Stefan Schmidt, Bernhard
Scharf, Jörg Fricke*

09. Quellenangaben

Literatur

- BIRKMANN, J., FLEISCHHAUER, M.: „Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: Climate Proofing – Konturen eines neuen Instruments“. In: Raumforschung und Raumordnung (2/2009), S. 114–127.
- GÖBEL, P., DIERKES, C., COLDEWEY, W.G.: Storm water runoff concentration matrix for urban areas, Journal of Contaminant Hydrology 91 (2007), 26–42.
- HENNINGER, S.: Das Klima der Stadt. In: Henninger, S. [Hrsg.]: Stadtökologie. Bausteine des Ökosystems Stadt. Schöningh Verlag Paderborn (2011), pp. 63–96.
- HORBERT, M.: Klimatologische Aspekte der Stadt- und Landschaftsplanung. Berlin 2000.

Abbildungen

- ALLABASHI, R.: Universität für Bodenkultur Wien, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Siedlungswasserbau, Industrieressourcenmanagement und Gewässerschutz.
- ENZI, V.; PITHA, U., SCHARF, B.: Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau.
- KRUSCHE, P., ALTHAUS, D., GABRIEL, I. und KRUSCHE, M.W.: 1982. Ökologisches Bauen. Umweltbundesamt, Bauverlag GmbH. Wiesbaden und Berlin.
- MURSCH-RADLGRUBER, E. und TRIMMEL, H.: Universität für Bodenkultur Wien, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Meteorologie.
- STADT WIEN: <http://www.wien.gv.at/stadtplan>.
- EDGE project design GmbH, Arbeitergasse 7/2A, 1050 Wien.

Notizen

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt

>>> **GrünStadtKlima**

Verband für
Bauwerksbegrünung



[Das Projekt GrünStadtKlima wurde unter Federführung des Verbandes für Bauwerksbegrünung durchgeführt und durch die Forschungsförderungsgesellschaft gefördert]