



WISSENSDOKUMENT

Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren

HCU

HafenCity Universität
Hamburg



Hamburg

WISSENSDOKUMENT

Wissensdokumente geben einen in Hamburg bekannten Arbeits- und Kenntnisstand wieder. Die Dokumente sollen für ausgewählte Themen sensibilisieren und dienen als Beispielsammlung und Orientierungshilfe bei der Entwicklung und Umsetzung von Planungsvorhaben in Hamburg.

Das vorliegende Wissensdokument basiert auf Forschungsergebnissen der HafenCity Universität (HCU) Hamburg. Die HCU wurde Ende 2014 von der Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (BUE) beauftragt, im Rahmen des Projektes KLIQ – „Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere“ gemeinsam mit Hamburger Fachexperten ein Wissensdokument zur Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburg zu entwickeln. Im Rahmen von vier Arbeitsgruppentreffen mit Vertretern der Fachbehörden, der Bezirke, der Stadtentwässerung, der Handwerkskammer und der Verbraucherzentrale wurden Arbeitsergebnisse vorgestellt und diskutiert. Weiterführende Informationen und Hinweise der AG-Mitglieder wurden bei der Erstellung des Wissensdokumentes berücksichtigt. Darüber hinaus sind aktuelle Broschüren, Leitfäden und Fachartikel zum Thema Überflutungs- und Hitzevorsorge in das Wissensdokument eingeflossen. Hinzu kamen gezielte Expertengespräche sowie der Besuch der drei europäischen Referenzstädte Amsterdam, Kopenhagen und Wien, von deren Ansatz Hamburg lernen könnte. Eine Liste mit den Namen der beteiligten Personen sowie Hinweise auf weiterführende Broschüren, Leitfäden und Fachliteratur befinden sich im Anhang.

Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren

Text: Elke Kruse, Zamna Rodríguez Castillejos

Projektleitung: Wolfgang Dickhaut

Herausgeber : Elke Kruse, Zamna Rodríguez Castillejos, Wolfgang Dickhaut,
Udo Dietrich (jeweils HCU Hamburg); in Zusammenarbeit mit:
Werner Steinke, Behörde für Umwelt und Energie (BUE) Hamburg

Layout: Robert Stürzl, Lucy Henriques (jeweils HCU Hamburg)

Lektorat: Mareike Fellmer, Johanna Fink (jeweils HCU Hamburg)

Das Wissensdokument basiert auf den Forschungsergebnissen des Projektes „KLIQ – Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg“, das die HCU im Auftrag der BUE durchgeführt hat.

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter. Aus Gründen der Gewohnheit findet die männliche Begriffsform Verwendung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliothek; detaillierte Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

Impressum

Tutech Verlag
TUTECH INNOVATION GmbH
Harburger Schloßstraße 6-12
21079 Hamburg



Telefon: +49 40 76629-0
Fax: +49 40 76629-6559
E-Mail: verlag@tutech.de
www.tutechverlag.de

Nachdrucke, Vervielfältigungen, Speicherung oder Übertragung in elektronische, optische, chemische oder mechanische Datenhaltungs- oder Datenverwertungssysteme sind – auch auszugsweise – ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von TUTECH INNOVATION GmbH verboten.

Die Verwertung von Informationen aus „Gerichtete MWCNT/ Polypyrrol Hybride als Material für anisotrope Aktuatoren“ zum Zweck der gewerblichen Informationsvermittlung ist nicht zulässig.

Alle Rechte vorbehalten.
© TUTECH INNOVATION GmbH

1. Auflage: April 2017
ISBN 978-3-946094-15-9

HCU | **HafenCity Universität**
Hamburg



„Ist die Anpassung von Städten an die Folgen des Klimawandels planbar?“ werden sich sicherlich viele fragen. Begründet liegt dies in den hohen Unsicherheiten, welche Folgen wann genau und in welcher Höhe eintreten werden sowie die langen Zeiträume, die bedacht werden müssen. Hinzu kommen die Unklarheiten, welche Veränderungen im Jahresverlauf entstehen mit Blick auf Starkregen, Temperaturerhöhung oder Trockenheit und ihre Auswirkungen auf die Pflanzen- und Tierwelt. Nicht zuletzt die Dynamik der städtischen Entwicklung selbst, also das Wachsen und Schrumpfen von Stadtteilen oder die Veränderung von Nutzungen sowie die verschiedensten Eigentumsverhältnisse und Akteurskonstellationen machen das Aufgabenfeld zu einem sehr komplexen.

Eine Möglichkeit, sich dieser Komplexität zu nähern, besteht darin, den Betrachtungsraum räumlich einzugrenzen und beispielhaft zu untersuchen. Diesen Weg ist die vorliegende Studie gegangen. Hierbei standen die Themenfelder der Überflutungs- und Hitzevorsorge im Fokus der Betrachtung. Ausgewählt wurden zwei innerstädtisch stark verdichtete Hamburger Quartiere in Winterhude-Süd und St. Georg, die gleichzeitig charakteristisch für die Stadt sind und damit übertragbare Lösungsansätze aufzeigen. Zudem sind hier bereits heute nachweislich Probleme mit Überflutungen und Hitzestress bekannt. Die Vorschläge geeigneter Maßnahmen wurden durch eigene Messungen und Simulationen beispielhaft ergänzt, um einen Eindruck von Wirkungen und damit dem Erfolg der Maßnahmen zu gewinnen und veranschaulichen zu können. Unterschieden wurde dabei zwischen öffentlichen und privaten Eigentumsverhältnissen, um aufzuzeigen, wer die Veränderungsprozesse initiieren und Maßnahmen umsetzen müsste. In mehreren Workshops wurden die Ergebnisse der Hochschule mit Behördenmitarbeitern weitgehend abgestimmt und möglichst praxisnah aufbereitet. Nicht zuletzt konnten durch eigene Forschungsaufenthalte in Amsterdam, Kopenhagen und Wien Erkenntnisse aus den Erfahrungen anderer europäischer Metropolen im Umgang mit dieser Aufgabe gewonnen werden. So gelang auch der Blick über den Tellerrand.

Herausgekommen ist eine Studie, die als Wissensdokument in das Handeln der städtischen Verwaltung Einzug nehmen kann und sollte. Sie geht von der Einsicht aus, dass Klimaanpassung kein neuer und eigener Planungsbereich sein kann, sondern systematisch, konsequent und dauerhaft in die laufenden Planungen integriert werden muss. Hierfür dient die neu entwickelte Checkliste, mit deren Hilfe die Gefährdung durch Überflutungen oder Hitzestress in einem frühen Planungsstadium erkannt und geeignete Konzepte zur Überflutungs- und Hitzevorsorge entwickelt werden können. Die zahlreichen Anwendungsorte – die sogenannten Zoom-Ins – veranschaulichen die unterschiedlichen Maßnahmen. Sie wurden auch hinsichtlich einer technisch möglichen Anwendung untersucht. Die Maßnahmen zeigen darüber hinaus einen unmittelbaren positiven Effekt für die heutige städtische Situation, da sie eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum auch kurzfristig möglich machen.

Das Team der HCU bedankt sich für einen spannenden Arbeitsprozess der letzten beiden Jahre mit zahlreichen intensiven Diskussionen in den begleitenden Arbeitsgruppen. Die Erarbeitung des Wissensdokuments wäre ohne diese Kooperation nicht möglich gewesen.

Wir wünschen uns eine umfangreiche Einbeziehung des Wissensdokuments in städtische Planungen. Wir denken, dass hierdurch die Planung der Klimaanpassung bei aller Komplexität ein wenig handhabbarer werden kann.

In diesem Sinne, mit freundlichen Grüßen



Wolfgang Dickhaut im April 2017

8	EINLEITUNG
9	1. Notwendigkeit einer wasser- und klimasensiblen Planung in Hamburg
12	PLANUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERFLUTUNGS- UND HITZEVORSORGE
13	2. Berücksichtigung der Überflutungs- und Hitzevorsorge bei Bau- und Planungsvorhaben
13	2.1 Arbeitsschritte für eine wasser- und klimasensible Planung
16	2.2 Checkliste „Gefährdungsanalyse“
22	2.3 Risikoabschätzung
23	2.4 Klimaleitfragen für die Variantendiskussion
27	3. Empfehlungen für innerstädtische Quartiere
27	3.1 Geeignete Prinzipien und Maßnahmen
30	3.2 Grüne Infrastruktur zur Überflutungs- und Hitzevorsorge
32	3.3. Prinzipien der Überflutungsvorsorge
33	3.4 Prinzipien der Hitzevorsorge
40	ANWENDUNG DER PLANUNGSEMPFEHLUNGEN
41	4. Gefährdungsanalyse und Lösungsentwicklung – beispielhafte Anwendung in zwei Quartieren
42	4.1 Die Quartiere im Überblick: Winterhude-Süd und St. Georg
45	4.2 Überflutungsvorsorge für Winterhude-Süd
45	4.2.1 Gefährdungsanalyse der aktuellen Situation
48	4.2.2 Untersuchungen
56	4.2.3 Konzept zur Überflutungsvorsorge für den öffentlichen Raum
59	4.2.4 Beispiele für die Umsetzung des Vorsorgekonzeptes
68	4.2.5 Blick über den Tellerrand
70	4.3. Hitzevorsorge für St. Georg
70	4.3.1 Gefährdungsanalyse der aktuellen Situation
74	4.3.2 Untersuchungen
82	4.3.3 Umsetzung des Konzeptes zur Hitzevorsorge in St. Georg
83	4.3.4 Beispiele für die Umsetzung des Vorsorgekonzeptes
106	4.3.5 Blick über den Tellerrand

108 FAZIT

109 5. Überflutungs- und Hitzevorsorge flächendeckend, kontinuierlich und systematisch einplanen!

110 ANHANG

112 I. Übersichtstabellen

112 Materialeigenschaften

114 Baualtersklassen

118 Baualtersklassen und Fassadenbegrünung

121 II. Grüne Infrastruktur

121 Kurzporträts ausgewählter Maßnahmen

125 III. Glossar

128 IV. Weiterführende Informationen

128 Literatur und Leitfäden

132 Bachelor-, Master- und Auftragsarbeiten an der HCU im Rahmen von KLIQ

133 V. Abbildungsverzeichnis

136 VI. Beteiligte Personen



Abb. 1.1: Überflutung am Alten Teichweg in Hamburg nach einer Starkregen.

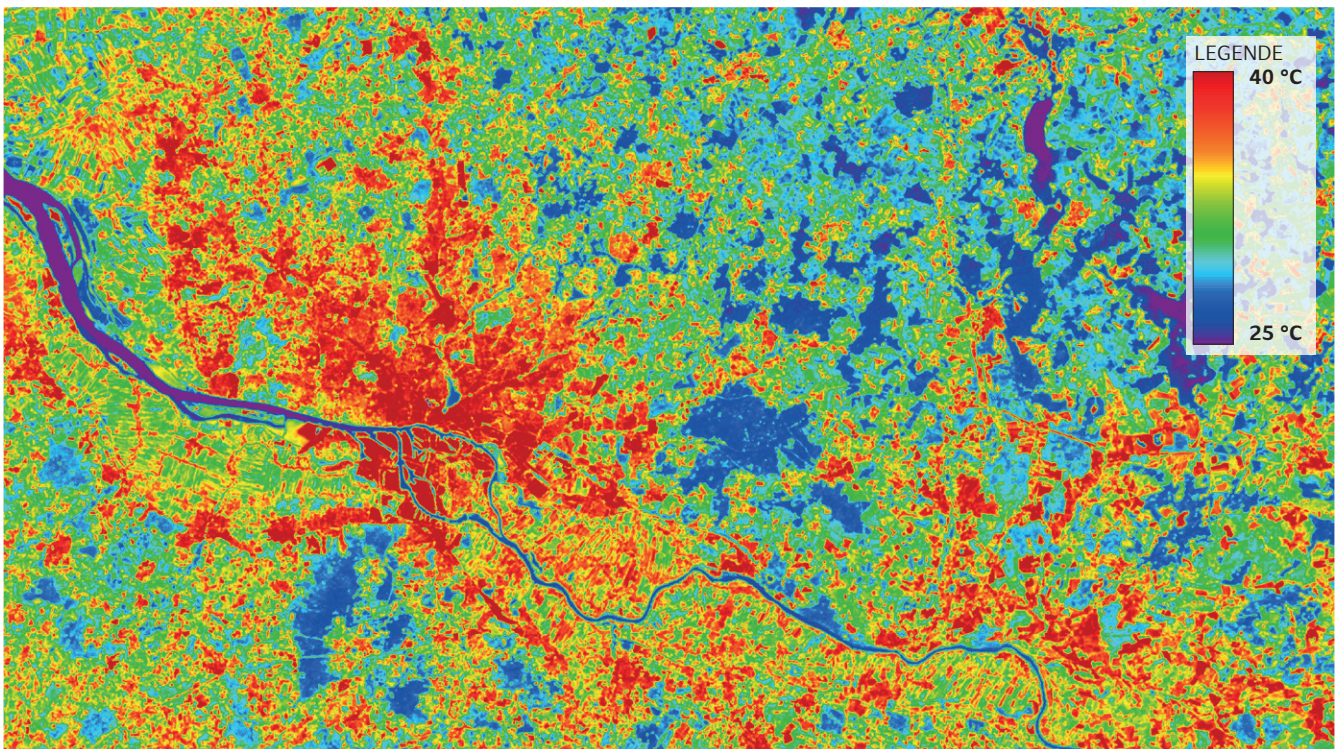


Abb. 1.2 : Das Satelliten-Thermalbild zeigt den Oberflächen-Wärmeinseleffekt in Hamburg (SUHI-Effekt – Surface Urban Heat Island): Unterschiede der Oberflächentemperaturen zwischen Innenstadt (rot), Umland (grün) und Wälder (blau) (23.07.2013 um 11:17 Uhr).

1. Notwendigkeit einer wasser- und klimasensiblen Planung in Hamburg

Der Anlass für dieses Wissensdokument

Hamburg ist eine wachsende Metropole mit einem steigenden Bedarf an Wohnraum. 10.000 neue Wohnungen sollen deshalb jährlich im Rahmen der Wohnungsbauprogramme der sieben Hamburger Bezirke entstehen. Es ist geplant, das Wachstum vor allem durch Innenentwicklung und Nachverdichtung der bestehenden städtischen Strukturen umzusetzen. Somit werden bisher begrünte und durchlässige Böden in der Stadt bebaut und versiegelt. Auch bereits stark verdichtete Innenstadtquartiere sind von dieser Entwicklung betroffen. Aufgrund der baulichen Dichte mit entsprechenden Versiegelungsgraden wirken sich hohe sommerliche Temperaturen und extreme Regenereignisse hier besonders stark aus. In Folge einer weiteren Nachverdichtung und mit Blick auf die Auswirkungen des Klimawandels kann die Gefahr einer Überflutung oder Überhitzung noch weiter steigen.

Je mehr Flächen bebaut werden, desto größer ist die Menge an abfließendem Niederschlagswasser, da dieses nicht mehr auf natürlichem Wege versickern kann. In der Innenstadt sind vor allem die Quartiere gefährdet, in denen die Kapazität der Kanalisation (in Hamburg Sielnetz genannt) aufgrund von Nachverdichtung und zusätzlicher Flächenversiegelung bereits ausgeschöpft ist. Dieser Bereich wird überwiegend im Mischsystem entwässert. Das bedeutet: Das häusliche und gewerbliche Abwasser wird zusammen mit dem Niederschlagswasser in einem gemeinsamen Leitungssystem zum Klärwerksverbund Köhlbrandhöft geleitet und dort behandelt. Im Falle eines Starkregens kann das System überlastet sein und das Wasser nicht mehr aufnehmen. Dies kann zu Mischwasserüberläufen aus dem Sielnetz in die Gewässer oder zu lokalen Überflutungen im Stadtquartier führen.

Darüber hinaus verstärkt die zunehmende Bebauung den städtischen Wärmeinseleffekt. Bebaute innerstädtische Flächen weisen dauerhaft höhere Temperaturen als das Umland auf. Insbesondere tagsüber heizen sie sich erheblich stärker auf, und geben nachts die Wärmestrahlung nur sehr langsam wieder ab. Der Temperaturunterschied zwischen Stadt und Umland ist nachts größer als am Tag. Im Sommer kann die Differenz der nächtlichen Tiefsttemperaturen in Hamburg im Vergleich zu seinem Umland bis zu 3 Kelvin (das entspricht 3°C) betragen. Insbesondere in den innerstädtischen hochverdichteten Quartieren ist dies deutlich zu spüren. Die Überhitzung wirkt sich vor allem auf ältere und kranke Menschen, Säuglinge und Kleinkinder, aber auch auf Personen mit besonders belastenden Berufen negativ aus.

Die Folgen des Klimawandels verstärken die genannten Effekte. Hamburg muss sich auf vermehrte Starkregenereignisse sowie auf erhöhte Temperaturen und längere Trockenperioden im Sommer einstellen.

Ein neues Handlungsfeld für die Verwaltung: Überflutungs- und Hitzevorsorge

Die Überflutungs- und Hitzevorsorge muss ein wichtiger Bestandteil sämtlicher Planungsprozesse in Hamburg werden, um die zukünftige Stadtentwicklung wasser- und klimasensibel zu gestalten. Sie ist eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe, die sowohl von verschiedenen Fachbehörden, den Bezirken, der Stadtentwässerung aber auch von den Grundeigentümern umgesetzt werden muss. Zentrale Akteure kommen aus den Bereichen der Stadt-, Landschafts- und Verkehrsplanung, der Architektur sowie der Wasserwirtschaft. Eine erfolgreiche Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge erfordert folglich eine verstärkte fachübergreifende Zusammenarbeit.

ZIELE DER ÜBERFLUTUNGSVORSORGE

Im Rahmen der Überflutungsvorsorge sollen unkontrollierte Überflutungen sowie unkontrolliert an der Oberfläche abfließendes Niederschlagswasser während eines Starkregens vermieden werden. Ziel ist, Schäden zu verhindern oder zumindest zu reduzieren. Starkregen sind häufig lokal beziehungsweise regional begrenzt und können zum Rück- und Überstau des Kanalnetzes sowie zu Überflutungen entlang von Gewässern führen, in die Niederschlagswasser eingeleitet wird. Dementsprechend fließt das Wasser ungehindert an der Oberfläche den tiefer liegenden Bereichen, wie Geländesenken, Kellern, Straßenunterführungen oder U-Bahn-Tunnel zu, wo es dann zu Überflutungen kommt. Mit Blick auf die seltenen und außergewöhnlichen Regenereignisse, die über den Bemessungsvorgaben des Sielnetzes liegen, müssen zukünftig neue Wege der Ableitung und Rückhaltung verfolgt und der private Objektschutz stärker in den Vordergrund gestellt werden.

ZIELE DER HITZEVORSORGE

Die Hitzevorsorge hat zum Ziel, die Aufheizung von Stadtquartieren sowie der Innenräume von Gebäuden zu vermeiden oder zumindest zu vermindern. Dies kann zum einen durch die Erzeugung von Verdunstungskälte sowie von kühlen Luftströmungen in den Stadtquartieren und in den Gebäuden erreicht werden. Dazu dienen Vegetationsflächen an und auf Gebäuden und in den Quartieren, eine verbesserte Wasserspeicherung der Böden und die gezielte Verdunstung von Regenwasser zur Gebäudekühlung. Zum anderen ist ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz für Gebäude wichtig, der für angenehme Innenraumtemperaturen sorgt und gleichzeitig den Energiebedarf zur Gebäudekühlung durch Klimaanlage verringert. Je nach Orientierung der Gebäude zur Sonne und dem Anteil von Wand- zu Fensterflächen sind eine natürliche Durchlüftung der Räume sowie Möglichkeiten zur Verschattung geeignete Maßnahmen.

Ziel und Zielgruppe des Wissensdokumentes

Den meisten Akteuren in der Stadt ist die konkrete Gefährdung durch Überflutung und Überhitzung und der daraus entstehende Handlungsbedarf noch nicht bewusst. Deshalb hat das vorliegende Wissensdokument das Ziel, über die Möglichkeiten der Überflutungs- und Hitzevorsorge zu informieren und Lösungsansätze für Planungs- und Bauvorhaben aufzuzeigen. Die HafenCity Universität Hamburg (HCU), Fachgebiet „Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung“ hat es im Auftrag und in enger Zusammenarbeit mit der Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (BUE), Amt für Naturschutz, Grünplanung und Energie erstellt. Das Wissensdokument richtet sich an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Hamburger Verwaltung aus den Bereichen der Stadt-, Landschafts- und Verkehrsplanung sowie der Wasserwirtschaft in den Fachbehörden, den Bezirken und bei HAMBURG WASSER. Ergänzt wird es durch den Leitfaden für Grundeigentümer, Bauherren und Planer mit Fokus auf das Gebäude und Grundstück „Mein Haus - in Zukunft klimaangepasst!“.

Es gibt bereits eine Vielzahl von Broschüren zu diesem Thema, auf die im Anhang verwiesen wird. Neu ist jedoch der Fokus auf den Umbau hochverdichteter Bestandsquartiere sowie die Überprüfung, welche Maßnahmen zur Klimaanpassung der innerstädtischen Quartiere in Hamburg geeignet sind.

Mit Hilfe dieses Wissensdokumentes sollen der Hamburger Verwaltung Informationen an die Hand gegeben werden, um möglichst schnell und effektiv entscheiden zu können, ob die Themen Überflutungs- und/ oder Hitzevorsorge bei geplanten Vorhaben zu berücksichtigen sind. Als wichtige Arbeitshilfe wurde dazu eine Checkliste für die Planung entwickelt. Durch die frühzeitige Integration der Themen Überflutungs- und Hitzevorsorge im Planungsprozess können langfristig Schäden vermieden werden. Zudem lassen sich entsprechende Vorsorgemaßnahmen oftmals problemlos in geplante Planungs- und Bauvorhaben integrieren, wenn sie von Beginn an mit bedacht werden. Idealerweise wird nun die Überflutungs- und Hitzevorsorge stärker und systematischer als bisher üblich in die Entwurfsgrundsätze sämtlicher Hamburger Behörden integriert, so dass bei jedem anstehenden Vorhaben geprüft wird, ob ein Gebiet bereits heute oder zukünftig gefährdet sein könnte.

Aufbau des Wissensdokumentes

In der Einleitung wurde bereits erläutert, warum die Überflutungs- und Hitzevorsorge zu einem wichtigen Bestandteil bei Planungs- und Bauvorhaben in Hamburg werden sollte. Im nun anschließenden Kapitel 2 werden zunächst die notwendigen Arbeitsschritte einer wasser- und klimasensiblen Planung beschrieben. Kernstück bildet die Checkliste zur Gefährdungsanalyse. Anhand von verschiedenen Fragen wird der Leser durch die Checkliste geführt und kann am Ende entscheiden, ob für das betrachtete Planungsgebiet eine Gefährdung besteht und das Planungs- und Bauvorhaben wasser- und/oder klimasensibel gestaltet werden sollte. Kapitel 3 beschreibt mögliche Prinzipien und Maßnahmen, die zur Überflutungs- und Hitzevorsorge in innerstädtischen Quartieren beitragen. Anschließend werden Empfehlungen formuliert, die zukünftig vermehrt bei den Planungsprozessen in Hamburg berücksichtigt werden sollten. Sowohl die Arbeitsschritte als auch die Maßnahmen und Empfehlungen werden anschließend im Kapitel 4 exemplarisch für zwei innerstädtische hochverdichtete Quartiere in Hamburg angewendet. Die Umsetzbarkeit und Wirkung der Maßnahmen wird in den Untersuchungsgebieten überprüft und Quartierskonzepte zur Überflutungs- und Hitzevorsorge entwickelt, die auf den Empfehlungen aus Kapitel 3 basieren.

Über den ganzen Leitfaden verteilt befinden sich dunkelblau hinterlegte Info-Boxen. Diese bieten Zusatzinformationen, die bei Interesse gelesen werden können. Zur besseren Lesbarkeit werden im Text keine Quellenangaben aufgeführt. Diese sind nach Themen gebündelt zusammen mit weiterführenden Informationen und Broschüren im Anhang aufgeführt. Dort befindet sich zudem ein Glossar zur Erläuterung von Fachbegriffen sowie verschiedene Übersichtstabellen. Im Anhang werden auch ausgewählte Maßnahmen im Detail dargestellt.



Abb. 1.3: Eine bestehende Grünfläche wurde in Malmö im Stadtteil Augustenbourg nachträglich „tiefergelegt“ zur Überflutungsvorsorge des angrenzenden Wohngebietes.



Abb. 1.4: Wasserspiele in der Stadt erhöhen die Verdunstungsleistung und verbessern das Mikroklima, wie hier in London.

Stadt- und freiraumplanerische Konzepte, Programme, Planungen und Projekte, zum Beispiel:

- Fortschreibung der Wohnungsbauprogramme zur Aktualisierung von Wohnbauflächenpotenzialen und zur Baulückenerhebung
- Entwicklungskonzepte für Quartiere und Stadtteile
- Auslobung von städtebaulich-landschaftsplanerischen Wettbewerben
- Aufstellung von Bebauungsplänen
- Umgestaltung bestehender oder Bau neuer Parkanlagen, Grünflächen, Spiel- und Sportplätze, Stadtplätze, Straßenräume, Schulhöfe oder Gewässer

Verkehrsplanerische Konzepte, Programme, Planungen und Projekte, zum Beispiel:

- Umsetzung des Hamburger Mobilitätsprogramms
- Fortführung der Verkehrsentwicklungsplanung
- Verbesserung des Verkehrsflusses
- Umsetzung der Busbeschleunigung
- Straßenneubau oder -umbau und bauliche Erhaltung (Straßensanierung)
- Ausbau der Velorouten und Fahrradwege
- Bau von größeren Parkplätzen (beispielsweise für Park-and-Ride)

Leistungsgebundene Infrastrukturplanungen, zum Beispiel:

- Ver- und Entsorgungsleitungen (Trink- und Abwasser, Strom, Gas, Fernwärme, Telekommunikation)

Abb. 2.1.1: Übersicht über Vorhaben, die als Planungsanstoß für eine wasser- und klimasensible Planung dienen können.

2. Berücksichtigung der Überflutungs- und Hitzevorsorge bei Bau- und Planungsvorhaben

Im Folgenden wird erläutert, wie ein Planungs- oder Bauvorhaben wasser- und klimasensibel umgesetzt werden kann. Dazu werden in Kapitel 2.1 zunächst idealtypische Arbeitsschritte für den Planungsprozess aufgeführt, die als Orientierungshilfe dienen. Ein wichtiger Schritt ist dabei die Gefährdungsanalyse. Mit Hilfe einer Checkliste kann eine vereinfachte Analyse der Gefahrensituation in einem Stadtquartier durchgeführt werden. Anhand der Antworten lässt sich abschätzen, ob und inwieweit sich Starkregen und Hitze auf das betrachtete Quartier oder geplante Vorhaben auswirken können (siehe Kap. 2.2).

2.1 Arbeitsschritte für eine wasser- und klimasensible Planung

Verschiedene Planungsprozesse und konkrete Vorhaben können als Auslöser dienen, um sich mit einer wasser- und klimasensiblen Planung intensiver auseinander zu setzen (siehe Abb. 2.1.1). Verantwortlich für die Durchführung der Arbeitsschritte ist der/die Projektverantwortliche, der die Aufgaben eventuell auch delegieren und/oder koordinieren kann. Obwohl sich unterschiedliche Vorhaben in ihrer Maßstäblichkeit unterscheiden, können bei allen ergänzende Arbeitsschritte für eine wasser- und klimasensible Planung angewendet werden (siehe Abb. 2.1.2).

Im Folgenden werden die zusätzlichen Arbeitsschritte (hier Steps genannt) beschrieben (siehe Abb. 2.1.2).

Step 1: Gefährdungsanalyse

Nach dem Planungsanstoß sollte als Ergänzung zur Vorplanung beziehungsweise dem Vorentwurf generell eine vereinfachte Gefährdungsanalyse für das zu beplanende Gebiet im Hinblick auf Starkregen und Hitze durchgeführt werden. In Bezug auf das Überflutungsrisiko ist HAMBURG WASSER dabei von Beginn an zu beteiligen. Zudem können Bürgerinnen und Bürger vor Ort befragt oder weitere lokale Akteure eingebunden werden, um ein möglichst genaues Bild der aktuellen Situation zu erhalten. Durch eine Zeitungsrecherche lässt sich klären, ob bereits in der Vergangenheit Überflutungen in Folge von Starkregen aufgetreten sind. Zudem berücksichtigt HAMBURG WASSER im Rahmen ihrer Analyse der Überflutungsproblematik Feuerwehreinsätze aufgrund von Überflutungen.

Falls dabei gefährdete Bereiche identifiziert werden, kann im Anschluss eine umfassendere Prüfung durchgeführt und das Planungsgebiet hinsichtlich des potenziellen Risikos einer Überflutung und Überhitzung bewertet werden (siehe Kap. 2.3). Sollte eine Überarbeitung der Vorplanung oder des Vorentwurfs notwendig sein, dient ein Fragenkatalog mit Klimaleitfragen als Unterstützung (siehe Kap. 2.4). Die Grundlagen, auf denen die Checkliste basiert, sind im Anhang aufgeführt. Die Arbeitsschritte werden anschließend exemplarisch in Kapitel 4 an zwei innerstädtischen Quartieren in Hamburg angewendet.

Anhand der Ergebnisse dieser Gefährdungsanalyse lässt sich erkennen, ob sensible Bereiche oder Gebäude durch Überflutung oder Überhitzung gefährdet sind. Zum Beispiel kann ermittelt werden, ob eine Senke oder ein Fließweg des abfließenden Oberflächenwassers bei Starkregen zur Gefahr für die umgebenden Gebäude oder die unterirdische Infrastruktur werden kann.

Step 2: Risikoabschätzung

Können Senken oder Fließwege eine Gefahr für umgebende Gebäude oder die unterirdische Infrastruktur darstellen, kann eine Risikoabschätzung notwendig werden. Sie erfolgt parallel zur Bestandsaufnahme. Bei der Risikoabschätzung werden die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Überflutung oder Überhitzung und das daraus resultierende Schadensausmaß analysiert.

Step 3: Lösungsentwicklung

Ist anhand der Ergebnisse der Gefährdungsanalyse und eventuell der Risikoabschätzung erkennbar, dass Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge in der weiteren Planung beziehungsweise bei der Konkretisierung der Planungskonzepte notwendig sind, sollte Step 3 erfolgen. So kann man frühzeitig Ursachen klären, verschiedene Lösungsvarianten entwickeln, wichtige Akteure einbinden, Handlungsprioritäten setzen und die Planungen wasser- und/oder klimasensibel weiterentwickeln. Besteht keine Gefährdung, entfallen Step 2 und 3. In diesem Fall kann die Bestandsaufnahme und der Entwurf beziehungsweise das Planungskonzept wie gewohnt fertiggestellt werden.

ARBEITSSCHRITTE			
ÜBLICHE ARBEITSSCHRITTE		ZUSÄTZLICHE STEPS	
0 PLANUNGSANSTOSS / PLANUNGSANLASS durch Vorhaben aus dem Bereich Stadt- und Freiraum, Verkehr, Architektur oder technische Infrastruktur.			
1	VORPLANUNG / VORENTWURF Erste Vorhabens- und Konzeptüberlegungen entwickeln, Grundlagen ermitteln und grobe Aufgabenstellung klären.	STEP 1: BETEILIGUNG Klären, ob bereits Probleme durch Überflutungen und/ oder Überhitzung bestehen. Dafür frühzeitige Beteiligung von HAMBURG WASSER. Zudem Befragung von Bürgerinnen und Bürgern vor Ort oder Zeitungsrecherchen durchführen.	STEP 1: GEFÄHRDUNGSANALYSE* Mit Hilfe der Checkliste (siehe Kap. 2.2) klären, ob Bereiche oder Gebäude im Planungsgebiet durch Überflutung und Überhitzung gefährdet sind. Teil I umfasst die Analyse der aktuellen Situation, Teil II die Vorentwurfsanalyse. Die Bearbeitung bzw. Einholung erforderlicher Informationen erfolgt durch den oder die Projektverantwortliche/n. Falls eine Gefährdung besteht: gefährdete Bereiche** identifizieren.
2	BESTANDSAUFNAHME Detaillierte Bestandsaufnahme durchführen.	STEP 2: RISIKOABSCHÄTZUNG (optional) Falls sensible Nutzungen, Gebäude oder Bereiche gefährdet sind, projektintern abstimmen, ob eine Risikoabschätzung erfolgen soll. Prüfen/ prüfen lassen, welches Risiko für die gefährdeten Bereiche** besteht.	
3	ENTWURF/ PLANUNGSKONZEPT Entwurf bzw. Planungskonzept fertigstellen.	STEP 3: BETEILIGUNG Träger öffentlicher Belange (Fachbehörden, Bezirke etc.) sowie betroffene Bürgerinnen und Bürger bei der Lösungsentwicklung beteiligen.	STEP 3: LÖSUNGSENTWICKLUNG UNTERSUCHUNGEN: Ursachen von Überflutung bzw. Überhitzung klären und Möglichkeiten zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen prüfen (z.B. Versickerung, (temporärer) Wasserrückhalt, Begrünung etc.). VARIANTENDISKUSSION: Varianten zur Minimierung des Risikos bzw. zum Umgang mit dem Risiko entwickeln (siehe Kap. 2.4). Entsprechende Kostenschätzungen aufstellen und Kosten den Akteuren zuordnen, ggf. potentielle Finanzierungs- bzw. Förderungsmöglichkeiten aufzeigen. INTEGRATION: Die ausgewählte Variante zur Überflutungs- und Hitzevorsorge in das Planungskonzept bzw. in den Entwurf integrieren.
4	ABSTIMMUNG Entscheidungen in einem gemeinsamen Beschluss festhalten. Ergebnisse mit Verwaltung und ggf. Politik rückkoppeln. Entsprechende Anträge zur Genehmigung bei den zuständigen Behörden einreichen und Entscheidung voranbringen.		

Da die Überflutungs- und Hitzevorsorge nur mit Beteiligung aller „betroffenen“ Akteure umgesetzt werden kann, werden einige relevante Themen frühzeitig aufgegriffen, die üblicherweise erst in späteren Planungsphasen bearbeitet werden. Dazu gehört zum Beispiel die Erarbeitung des Entwässerungskonzeptes. Auf diese Weise ist ausreichend Zeit, um ein integriertes und wirkungsvolles Konzept zur Überflutungsvorsorge von Beginn an entwickeln und realisieren zu können. Dementsprechend kann bei der Durchführung der Arbeitsschritte die Unterstützung durch externe Fachexperten notwendig sein, beispielsweise für eine weitergehende detaillierte Prüfung der Überflutungsvorsorge oder für die Durchführung der Beteiligungsverfahren.

Eine wasser- und klimasensible Planung stellt hohe Anforderungen an die Integration des Fachwissens unterschiedlicher Disziplinen, vor allem aus den Bereichen der Stadt-, Freiraum- und Verkehrsplanung, der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Architektur. Dazu bedarf es einer koordinierenden Person, in diesem Falle der oder die Projektverantwortliche, der/die für die Umsetzung einer Planungs- oder Bauvorhabens verantwortlich ist. Bei jeglichen Neubau-, Umbau- oder Sanierungsprojekten in Hamburg sollte die Notwendigkeit einer Überflutungs- und Hitzevorsorge überprüft werden. Darüber hinaus sollten sämtliche öffentliche Bauvorhaben Vorbildcharakter für eine wasser- und klimasensible Planung aufweisen und Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge berücksichtigen und umsetzen.

Abb. 2.1.2: Arbeitsschritte für eine wasser- und klimasensible Planung als Orientierungshilfe

* Mit Blick auf die Überflutungsvorsorge stellt die hier aufgeführte Analyse eine vereinfachte Gefährdungsanalyse dar, die durch die Projektverantwortliche/ den Projektverantwortlichen durchgeführt werden kann. Eine detaillierte Analyse wird im DWA-Merkblatt DWA-M 119 beschrieben (siehe auch Kap. 2.2).

** Gefährdete Bereiche: Straßen, Unterführungen, Plätze, Grünflächen, Gebäude etc.

2.2 Checkliste „Gefährdungsanalyse“

Die folgende Checkliste dient dazu, gefährdete Bereiche und Nutzungen von Überflutungen und/oder Hitzebelastungen zu identifizieren und diese bei der weiteren Planung zu berücksichtigen. Die Checkliste besteht aus zwei Teilen: Teil I bezieht sich auf die Analyse der aktuellen Situation, Teil II auf die Analyse des Vorentwurfs. Die Hauptfrage wird jeweils durch weiterführende Fragen konkretisiert, um die Beantwortung zu erleichtern. Wenn möglich werden Hinweise gegeben, wo entsprechende Informationen zur Beantwortung der Fragen zu finden sind.

Die Analyse kann vereinfacht durchgeführt werden, indem vorhandene Unterlagen ausgewertet werden, eine vereinfachte Senken- und Fließweganalyse bei HAMBURG WASSER angefordert und eine Ortsbegehung durchgeführt wird. Falls sich bei der ersten Durchsicht der Fragen und Unterlagen bereits eine Gefährdung erkennen lässt, ist zu prüfen, ob eine detaillierte Analyse weiterer Informationen notwendig ist, beispielsweise eine gekoppelte Berechnung der Abflüsse von den Oberflächen

(topographische Analyse) sowie des unterirdischen Sielnetzes (hydraulische Analyse). Weitere Erläuterungen dazu finden Sie im DWA-Merkblatt DWA-M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge“. Falls dies notwendig sein sollte, können entsprechende Prüfungen bei Bedarf als hydraulische Stellungnahme bei Hamburg Wasser unter anlageninfo@hamburgwasser.de angefordert werden. In diesem Fall ist es notwendig, zusätzlich zum Planungsgebiet das wasserwirtschaftliche Einzugsgebiet sowie die Topografie zu betrachten. Auskünfte zu den Einzugsgebieten der Gewässer erteilen je nach Zuständigkeit die Wasserbehörden in den Bezirken, die Behörde für Umwelt und Energie (BUE) oder der Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG). Auskunft über das Einzugsgebiet des Sielnetzes erteilt HAMBURG WASSER. Es kann sinnvoll sein, für die Beurteilung der Überflutungsgefährdung weitere externe Fachexperten einzubinden. HAMBURG WASSER sollte bei Vorhaben im öffentlichen Raum generell frühzeitig beteiligt werden.

CHECKLISTE „GEFÄHRDUNGSANALYSE“

TEIL I: ANALYSE DER AKTUELLEN SITUATION

Besteht im Planungsgebiet bereits heute die Gefahr von Überflutungen und/oder Hitzebelastung? Oder ist dies mit Blick auf die zukünftigen Klimafolgen zu erwarten?

Für die Beantwortung dieser Frage sollen die folgenden weiterführenden Fragen helfen.

Weiterführende Fragen zur Überflutungsvorsorge:



1. Ist es im Planungsgebiet in der Vergangenheit bereits zu Überflutungen in Folge eines Starkregens gekommen oder sammelt sich bereits heute bei stärkeren Regenereignissen das Wasser an lokalen Tiefpunkten/Senken oder am Ende abschüssiger Straßen innerhalb des Planungsgebietes?

J N

2. Liegen Bereiche des Planungsgebietes in einem bestehenden oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiet? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19.

J N

3. Weisen Bereiche des Planungsgebietes ein mittleres oder hohes Hochwasserrisiko auf? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19.

J N

4. Behindern bauliche Gegebenheiten im Gebiet den natürlichen Abfluss des Wassers, zum Beispiel die Bordsteinausbildung, das Profil der Straße, die Gefällesituation oder die Lage von Gebäuden, Mauern oder Ähnlichem?

J N

5. Gibt es im Planungsgebiet offensichtlich sensible Bereiche, die durch eine Überflutung stark geschädigt werden können, deren Nutzung dann nicht möglich ist oder wo Gefahr für Menschen besteht? Zum Beispiel:

• Straßen- oder S-/U-Bahnunterführungen?

J N

• S-/U-Bahn-Eingänge?

J N

• Krankenhäuser, Altenheime, Kindergärten, Kindertagesstätten oder Spielhäuser?

J N

• Technische Einrichtungen zur Stromversorgung?

J N

• Geschäfte oder Wohnungen mit ebenerdigen Eingängen oder im Souterrain bzw. Keller mit tief liegenden Eingängen oder Kasematten und hochwertiges Inventar?

J N

• Rettungsdienste und Feuerwehr?

J N

• Rettungswege?

J N

• Tiefgaragen oder Tiefgeschosse?

J N

• Anlagen der Wirtschaft/ Industrie?

J N

• Kulturgüter (z.B. Museen)?

J N

6. Liegen diese in unmittelbarer Nähe zu einer Senke oder einem Fließweg (maximal 1 bis 3 m)? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19.

J N

7. Ist die Nutzung wichtiger Straßen im Falle der Füllung einer Senke im Straßen- oder Wegebereich wesentlich eingeschränkt?

J N

8. Können Umweltschäden eintreten, zum Beispiel Verunreinigung von Böden und Gewässern, Beeinträchtigung von sensiblen Ökosystemen?

J N

CHECKLISTE „GEFÄHRDUNGSANALYSE“



Weiterführende Fragen zur Hitzevorsorge:

1. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, die stark versiegelt und im Sommerhalbjahr tagsüber oder nachts spürbar wärmer sind als die benachbarten Straßen und Plätze? J N
2. Gibt es im Planungsgebiet Bereiche, die gemäß Stadtklimaanalyse (Karte 1.13) nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zu größeren Grünflächen oder Parks liegen, die stadtklimatisch bedeutsam sind und zur Kühlung benachbarter Quartiere beitragen? J N
3. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, in denen ein großer Teil der Straßen und Plätze nicht von Bäumen überdeckt ist? J N
4. Gibt es im Planungsgebiet großflächige Bereiche mit Materialien, die sich tagsüber stark aufheizen und damit die Wärmebelastung intensivieren (zum Beispiel Asphaltflächen, Bitumen auf Dächern oder sehr dunkle Fassaden)? J N
5. Köhlen Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karte 1.3) nachts nur sehr gering ab? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19. J N
6. Werden Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karten 1.8, 1.9 und 1.12) im Sommer nachts nur gering oder gar nicht durch Kaltluftvolumenströme beeinflusst? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19. J N
7. Weisen Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karte 1.12) eine hohe bioklimatische Belastung auf? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 13-14. J N
8. Gibt es im Planungsgebiet Kindergärten, Kindertagesstätten, Spielhäuser, Krankenhäuser, Altenheime oder Pflegeeinrichtungen? J N
9. Halten sich in dem Gebiet sensible Personengruppen (insbesondere Kinder unter 5 Jahren und ältere Personen über 65 Jahren) dauerhaft oder über längere Zeiträume auf? J N
10. Können durch die Überhitzung irreparable Umweltschäden auftreten, beispielsweise durch Trockenheitsschäden an der Vegetation, Trockenfallen von Gewässern oder Beeinträchtigung von sensiblen Ökosystemen? J N
11. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, die laut Stadtklimaanalyse (Karten 2.4, 2.8 und 2.9) zukünftig von Überhitzung betroffen sein werden? Für weitere Informationen: siehe Info-Box auf S. 19. J N

Karten im Gutachten zur stadtklimatischen Bestandsaufnahme:

- 1.3: Lufttemperatur abends
- 1.8: Kaltluftvolumenstrom abends
- 1.9: Kaltluftvolumenstrom morgens
- 1.12: Planungshinweise Stadtklima
- 1.13: Handlungsschwerpunkte Siedlungsflächen
- 2.4: Anzahl der Sommertage 2050
- 2.8: Sommerliche Wärmebelastung 2050
- 2.9: Bewertungskarte Klimawandel

Informationen sind zu finden unter:

- **Topographie:** Informationen zum digitalen Geländemodell sowie der Download im Transparenzportal der Stadt Hamburg; zu finden unter:
<http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/digitales-hohenmodell-hamburg-dgm-11>
- **Sielnetz:** Informationen zum vorhandenen Sielnetz sowie auf Anfrage die Prüfung zum Gefährdungspotenzial durch lokale Überflutungen aus dem Sielnetz bei HAMBURG WASSER
- **Fließwege und Senken:** Auf Anfrage wird die vereinfachte Analyse zu Fließwegen und Senken bei HAMBURG WASSER durchgeführt, begrenzt auf das jeweilige Projektgebiet.
- **Gewässer*:** Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten; zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/gefahren-risiko-karten/>
Zudem erteilen die zuständigen Wasserbehörden (Bezirke, LSBG und BUE) auf Anfrage Auskunft.
- **Überschwemmungsgebiete:** Karten zu den bestehenden und den vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebieten sind zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/uebersichtskarte-bestehende-uesg/>
<http://www.hamburg.de/uebersichtskarte-kuenftige-uesg/>
- **Grundwasser:** in Karten zum Grundwasserflurabstand, zu finden unter: <http://www.geoportal-hamburg.de>
- **Stadtgrün:** in Fachplänen zum Landschaftsprogramm, zu finden unter: <http://www.geoportal-hamburg.de>
- **Stadtklima:** im Gutachten zur stadtklimatischen Bestandsaufnahme sowie den entsprechenden Karten, zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/landschaftsprogramm/3957546/stadtklima-naturhaushalt/>
- **Freiraumbedarf:** im Gutachten zur Freiraumbedarfsanalyse und in der Karte mit den prioritären Handlungsräumen, zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/qualitaetsoffensive-freiraum/4145762/freiraumbedarfsanalyse/>
- **Kindergärten, Krankenhäuser etc.:** bspw. bei OpenStreetMap – Deutschland, zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/qualitaetsoffensive-freiraum/4145762/freiraumbedarfsanalyse/>

* für die Aufschlüsselung der Zuständigkeiten siehe: RISA Strukturplan 2030, S. 70, Abb. 2.19, zu finden unter:
<http://www.risa-hamburg.de/Downloadbereich.html>

Kontakt und weitere Information:

HAMBURG WASSER, Billhorner Deich 2, 20539 Hamburg:

- **Sielnetz** (Leitungsplan und Anlagenbestand), Erschließungen, Baurechtsverfahren und Einleitmengenbegrenzung sowie Fließwege und Senken unter anlageninfo@hamburgwasser.de

Behörde für Umwelt und Energie, Neuenfelder Str. 19, 21109 Hamburg:

- **Gewässer und Grundwasser:** Amt für Umweltschutz, Abteilung Wasserwirtschaft:
wasserwirtschaft@bue.hamburg.de sowie grundwasser@bue.hamburg.de;
- **Stadtgrün, Stadtklima und Freiraumbedarf:** Amt für Naturschutz, Grünplanung & Energie, Abteilung für Landschaftsplanung und Stadtgrün.

CHECKLISTE „GEFÄHRDUNGSANALYSE“

TEIL II: VORENTWURFSANALYSE

Wird sich die Vorplanung bzw. der Vorentwurf hinsichtlich der Überflutungs- und Hitzevorsorge negativ auf das Planungsgebiet auswirken?

Für die Beantwortung dieser Frage sollen die folgenden weiterführenden Fragen helfen, die sich auf einzelne Aspekte fokussieren.

Weiterführende Fragen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge:



1. Kann das geplante Vorhaben möglicherweise die Folgen des Klimawandels verstärken, beispielsweise:

- durch eine Erhöhung der baulichen Dichte im Vergleich zur heutigen Situation?
- durch eine Erhöhung des Versiegelungsgrades?
- durch eine Reduzierung der vorhandenen Begrünung?
- durch das Blockieren von Kaltluftschneisen durch neue Baukörper?
- durch die Verwendung dunkler Materialien, die sich schneller oder intensiver aufheizen als die bisherigen (zum Beispiel Asphaltflächen, Bitumen auf Dächern oder sehr dunkle Fassaden)?
- durch eine Reduzierung des Wurzelraumes oder der verfügbaren Wassermenge für Straßenbäume?
- durch eine Einschränkung natürlicher Retentionsräume, also von Bereichen entlang von Fließgewässern, die natürlicherweise das Wasser bei stärkeren oder langanhaltenden Regenfällen zurückhalten und speichern?
- durch eine Schaffung von Abflusshindernissen oder eine veränderte topographische Gestaltung des Geländes?

J N

J N

J N

J N

J N

J N

J N

J N

2. Wenn bei Straßenbaumaßnahmen ein niveaugleicher Ausbau zwischen Fahrbahn und Seitenraum geplant ist, kann es dadurch zu Überflutungen in den angrenzenden Gebäuden im Souterrain oder in den Keller- und Erdgeschossen kommen?

J N

3. Sind die Kapazitäten der vorhandenen Straßenentwässerungsleitungen oder Siele gemäß Auskunft von HAMBURG WASSER unzureichend, um die neuen Wassermengen schadlos und ohne Überlauf an anderen Stellen aufzunehmen?

J N

Falls mindestens eine Frage mit „JA“ beantwortet wird, sollten die gefährdeten Bereiche (Straßen, Unterführungen, Plätze, Grünflächen etc.) oder Gebäude und Nutzungen identifiziert werden. Anschließend sollte das Projektteam entscheiden, ob und in welcher Genauigkeit das Schadenspotenzial bewertet wird (siehe dazu zum Thema „Überflutungsvorsorge“ beispielsweise das Arbeitsblatt DWA-A 118). Das Schadenspotenzial kann vereinfacht bewertet werden, indem lediglich besonders schadensrelevante oder schützenswerte Bauwerke und Bereiche oder sensible Nutzungen verortet werden, zum Beispiel Krankenhäuser, Altenheime, Kindergärten, Kindertagesstätten, Verkehrsunterführungen, U-Bahn-Eingänge, technische Einrichtungen zur Energieversorgung oder Tiefgaragen.

Im Weiteren sollte geprüft werden, ob im Gebiet oder in der Umgebung bereits Maßnahmen zur Überflutungs- und/oder Hitzevorsorge geplant sind, um die nun identifizierten Handlungsschwerpunkte zu entschärfen (siehe Übersicht, rechte Spalte). Ist dies der Fall, ist zu untersuchen, ob durch das geplante Vorhaben zusätzliche Maßnahmen notwendig sind.

Je nach Art der Gefährdung kann anschließend mit Hilfe der Klimaleitfragen (siehe Kap. 2.4) geprüft werden, ob und wie sich die Gefährdung reduzieren lässt. Ist eine deutliche Gefährdung innerhalb des Projektgebietes erkennbar, sollte eine Risikoabschätzung durchgeführt werden (Step 3). Diese wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben. Wurden alle Fragen mit „NEIN“ beantwortet, kann wie gewohnt die Bestandsaufnahme durchgeführt und der Entwurf beziehungsweise das Planungskonzept entwickelt werden (übliche Arbeitsschritte 2 und 3).

Übersicht möglicher Maßnahmen zur Überflutungs- und/oder Hitzevorsorge*

- ☐ Entsiegelung von Flächen
- ☐ Ober- oder unterirdische Versickerungsmaßnahmen
- ☐ Ober- oder unterirdische Rückhaltung von Niederschlagswasser
- ☐ Notwasserwege
- ☐ Temporärer Rückhalt von Niederschlagswasser auf Verkehrs- und/oder Grünflächen
- ☐ Schutzmaßnahmen an Gebäuden gegen eindringendes Wasser
- ☐ Dach- und/oder Fassadenbegrünung
- ☐ Pflanzung von Bäumen
- ☐ Verschattungssysteme für Gebäude
- ☐ Wärmetechnische Sanierung von Gebäuden
- ☐ Verwendung heller Fassaden und Materialien oder spezieller Farben
- ☐ Optimierung der Bebauungsstruktur und Gebäudeausrichtung
- ☐ Schaffung neuer Kaltluftbahnen
- ☐ Schaffung neuer oder Aufwertung bestehender Grünflächen

* Weiterführende Informationen folgen im Kapitel 3.



Abb. 2.2.1: Der tiefgelegte u. begrünte St. Kjelds Platz in Kopenhagen hält nun bei Starkregen das Wasser temporär zurück.

Weiterführende Fragen zur Einstufung der Überflutungsgefährdung

- Wie häufig kann es zu Überflutungen kommen?
- Welches Ausmaß bzw. welche räumliche Ausdehnung können die Überflutung erreichen?
- Welche Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit können die Überflutungen erreichen?
- Wie lange können die Überflutungen andauern?

Weiterführende Fragen zur Einstufung der Hitzegefährdung

- Wie häufig kann es zu einer Überhitzung kommen?
- Um wieviel Grad wird sich die Temperatur voraussichtlich erhöhen?
- Wie lange kann die Überhitzung andauern?

Weiterführende Fragen zur Einstufung des Schadenspotenzials

- Welche materiellen Schäden sind zu erwarten, z. B. Sachschäden oder Gebäudeschäden?
- Welche immateriellen Schäden sind zu erwarten, z. B. Personenschäden, Umweltschäden oder Schäden an Kulturgütern?
- Welche indirekten Schäden, also betriebs- und volkswirtschaftliche Folgeschäden sind zu erwarten, z. B. Produktionsausfälle, Funktionsstörungen bei Verkehrsanlagen, Verkehrsbehinderungen?*
- Welche ideellen Werte könnten verloren gehen?*

** Berücksichtigung jeweils bei einer weitergehenden Schadensbetrachtung.*

2.3 Risikoabschätzung

Step 3 beinhaltet die Risikoabschätzung. Dabei werden die Ergebnisse der Gefährdungsanalyse und des Schadenspotenzials zusammengeführt und hinsichtlich des Risikos von Überflutung und Überhitzung in dem betrachteten Gebiet bewertet. Das Risiko wird definiert als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß bei Eintritt des Schadens ($\text{Risiko} = \text{Eintrittswahrscheinlichkeit} \times \text{Schadensausmaß}$). Die Bewertungsmaßstäbe sollten projektspezifisch ausgearbeitet und mit den Beteiligten abgestimmt werden. Das Vorgehen zur Risikoabschätzung bei Überflutungen wird im Folgenden beispielhaft und stark verkürzt wiedergegeben. Die folgenden Fragen dienen lediglich dazu, die Grundlagen der Methode zur Risikoabschätzung zu verdeutlichen. Die Einstufung des Risikos kann in gering / mäßig / hoch / sehr hoch erfolgen.

Weiterführende Informationen zur Risikoabschätzung im Rahmen der Überflutungsvorsorge sind im DWA-Merkblatt M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen“ zu finden. Diese Risikoabschätzung ist von einer geeigneten Stelle beziehungsweise von Fachexperten durchzuführen. Für die Planung und Bewertung von Maßnahmen zur Minderung des Überflutungsrisikos müssen detailliertere Untersuchungen durch Fachexperten erfolgen, um vor allem die Oberfläche, das Sietnetz und die Gewässer angemessen berücksichtigen zu können.

2.4 Klimaleitfragen für die Varianten-Diskussion

Im Folgenden werden verschiedene Fragen aufgeführt, die helfen sollen, mögliche Varianten für eine wasser- und klimasensible Planung zu entwickeln. Mit Hilfe der Varianten lassen sich unterschiedliche Maßnahmen hinsichtlich Umsetzbarkeit, Wirkung, positiver Effekte und Kosten-Nutzen-Verhältnis miteinander vergleichen. Auch die Betrachtung eines Mix

aus unterschiedlichen Maßnahmen ist möglich. Ob die jeweiligen Maßnahmen geeignet sind, ist von der Art des Vorhabens sowie den Standortbedingungen abhängig. Beim Vergleich der Varianten ist insbesondere zu berücksichtigen, dass durch die Umsetzung der Maßnahmen ein Mehrwert für die Qualität des Stadtraums geschaffen werden sollte.



Abb. 2.4.1: Das Thermalbild zeigt den Bedarf nach Maßnahmen zur Hitzevorsorge am Gebäude.



Abb. 2.4.2: Fassadenbegrünung als mögliche Maßnahme zur Hitzevorsorge.

Folgende Klimaleitfragen sind für die Variantendiskussion relevant:

Ist es möglich:

- die versiegelten Flächen zu reduzieren? [1]
- versiegelte Flächen wasserdurchlässig zu gestalten? [1]
- ober- oder unterirdische Versickerungsmaßnahmen im öffentlichen Raum oder auf privaten Flächen vorzusehen? [1]
- unbedenkliche oder tolerierbare Regenabflüsse in den Pflanzgruben von Straßenbäumen zu versickern, um den Trockenstress der Bäume zu minimieren?
- anfallendes Niederschlagswasser in offenen Wasserflächen, Gräben oder Rückhaltebecken zu sammeln und zurückzuhalten?
- anfallendes Niederschlagswasser unterirdisch zu speichern und ggf. zu nutzen (beispielsweise für die Bewässerung der Vegetation im öffentlichen Raum oder die Klimatisierung von Gebäuden) oder gedrosselt in die Kanalisation einzuleiten?
- Notwasserwege für den schnelleren Abfluss des Wassers bei Starkregen vorzusehen, um somit sensible Bereiche vor Überflutungen zu schützen?
- Grünflächen, Spiel- und Sportflächen, Stadtplätze, Parkplätze oder Straßen mehrfach zu nutzen, um Regenabflüsse bei Starkregen temporär zurückzuhalten? [2]
- Maßnahmen an gefährdeten Gebäuden zum Schutz vor Überflutungen vorzusehen? [3]
- bestehende Grünflächen zu erhalten?
- den Vegetationsanteil im öffentlichen Raum, auf den Grundstücken oder auf bzw. an Gebäuden zu erhöhen, beispielsweise durch zusätzliche Bäume, Dach- oder Fassadenbegrünung? [4], [7]
- klimarobuste Baumarten oder -sorten auszuwählen? [5]
- die Bebauungsstruktur und Gebäudeausrichtung zu optimieren, um eine ausreichende Durchlüftung zu gewährleisten und eine Überhitzung zu vermeiden? [6], [7]
- Luftaustauschbahnen zu erhalten oder neu zu schaffen? [6], [7]
- eine gezielte Verschattung von Stadtplätzen, Straßenzügen und einzelnen Gebäuden vorzusehen? [6], [7]
- gefährdete Gebäude wärmetechnisch zu sanieren? [6]
- helle Materialien für Dächer zu verwenden?
- mittelhelle Farben für Fassaden auszuwählen?
- keine dunklen Bodenbeläge, wie Asphalt, zu verwenden?

Informationen für eine wassersensible Planung:

Geoportal der Stadt Hamburg: hier sind u.a. einzusehen: Versickerungspotentialkarte, Informationen zum Grundwasserflurabstand jeweils zu finden unter: <http://www.geoportal-hamburg.de>

HAMBURG WASSER: hier kann in Einzelfällen die sogenannte Abkopplungspotentialkarte angefragt werden unter anlageninfo@hamburgwasser.de. Diese Karte gibt einen ersten Überblick, ob es aufgrund der vorhandenen Flächenverhältnisse möglich ist, das Niederschlagswasser auf einzelnen Grundstücken komplett oberirdisch zu versickern und somit das Grundstück vom Sielnetz „abzukoppeln“.

Weiterführende Informationen, die auf der RISA-Homepage zu finden sind:

(<http://www.risa-hamburg.de/Downloadbereich.html>)

- [1] Broschüre „Dezentrale, naturnahe Regenwasserbewirtschaftung“ der BUE (Neuaufgabe geplant) sowie „Regenwasserhandbuch“ sowie Handbuch „Regenwassermanagement an Hamburger Schulen“ der BUE
- [2] Wissensdokument „Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung“ der BWVI
- [3] Broschüre „Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen?“ von HW und BUE

Sonstige weiterführende Informationen für eine wasser- und klimasensible Planung:

- [4] Hamburger Gründachstrategie der BUE sowie Fördermöglichkeiten (<http://www.hamburg.de/gruendach/>)
- [5] Projekt SIK „ Stadtbäume im Klimawandel“ (<http://www.hamburg.de/stadtbaeume-im-klimawandel/>)
- [6] Broschüre „Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte“ des BBSR (<http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2015/UeberflutungHitzeVorsorge.html>)
- [7] „Urban Heat Islands – Strategieplan Wien“ der Wiener Umweltschutzabteilung (<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan.pdf>)



Abb. 2.4.3: Beispiel einer wassersensiblen Quartiersgestaltung in Malmö.



Abb. 3.1.1: Fassadenbegrünung trägt zur Reduzierung von Hitzestress bei.



Abb. 3.1.2: Begrünte Dachflächen auf einem Bürogebäude in Hannover halten Niederschlag zurück.

3. Empfehlungen für innerstädtische Quartiere

Kapitel 3.1 führt zunächst geeignete Prinzipien und Maßnahmen zur Klimaanpassung auf, um innerstädtische Quartiere wasser- und klimasensibel zu gestalten. Die Prinzipien stellen die übergeordneten Leitlinien zur Überflutungs- und Hitzevorsorge dar und können durch verschiedene Maßnahmen umgesetzt werden. Gleichzeitig können Maßnahmen auf der Ebene unterschiedlicher Prinzipien wirken.

3.1 Geeignete Prinzipien und Maßnahmen für innerstädtische Quartiere

Die wasser- und klimasensible Anpassung hochverdichteter Quartiere zielt darauf ab, die durch die starke Versiegelung und eventuell geplante Nachverdichtung entstehenden Probleme zu minimieren. Zahlreiche Maßnahmen können dafür eingesetzt werden, die unterschiedlichen Prinzipien folgen.

Überflutungsvorsorge

Zur Überflutungsvorsorge sollte der anfallende Regenabfluss von befestigten Flächen so weit wie möglich vermieden werden, indem Flächen entsiegelt oder Oberflächen wasserdurchlässig gestaltet werden. Der anfallende Abfluss sollte – in Abhängigkeit von den lokalen Standortbedingungen – idealerweise vor Ort versickert oder zurückgehalten werden, beispielsweise in oberirdischen Rasenmulden, bepflanzten Tiefbeeten und offenen Wasserflächen sowie Gründächern. Alternativ können auch unterirdische Versickerungs- und Rückhaltemaßnahmen oder Zisternen zur Regenwasserspeicherung eingesetzt werden. Ist eine Versickerung nicht möglich, sollte das Niederschlagswasser möglichst verzögert ins Sielnetz eingeleitet werden, um dieses im Falle eines Starkregens zu entlasten. Zusätzlich sollte dafür gesorgt werden, den anfallenden Regenabfluss zu lenken, um ungeplante Überflutungen zu vermeiden. Dementsprechend sollten Notwasserwege vorgesehen werden, die das überschüssige Wasser schnell und gefahrlos an der Oberfläche zum nächsten Wasserkörper leiten. Alternativ kann das Wasser temporär auf dafür vorgesehenen Straßen, Plätzen oder Grünflächen für wenige Stunden zurückgehalten werden. Diese Flächen werden dementsprechend topographisch gestaltet, können sonst aber normal genutzt werden.

Hitzevorsorge

Bei vielen der Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge ergeben sich Synergien zu den Prinzipien der Hitze-

Im Kapitel 3.2 wird auf die besondere Rolle Grüner Infrastruktur eingegangen, die oftmals Synergien bei der Bearbeitung beider Handlungsfelder bietet. Ergänzend dazu werden im Kapitel 3.3 und 3.4 Prinzipien der Überflutungs- und Hitzevorsorge näher erläutert, die zukünftig vermehrt bei den Planungsprozessen in Bestandsquartieren berücksichtigt werden sollten.

vorsorge. Hier sollte vor allem Verdunstungskühlung erzeugt, Gebäude und Flächen verschattet sowie die Wärmeabstrahlung von Flächen kontrolliert werden. Dementsprechend sollten auch im Fall der Hitzevorsorge Flächen entsiegelt, Grün geschaffen und Wasser verdunstet werden. Die Vegetation verschattet Oberflächen und erzeugt gleichzeitig Verdunstungskälte durch die Evapotranspiration der Pflanzen sowie des durchfeuchteten Bodens. Dies trägt zur Kühlung des Mikroklimas in den Quartieren und zum Teil auch in den Gebäuden bei. Darüber hinaus ist es wichtig, die entstehende Wärme aus den Stadtquartieren abzuführen. Dies kann durch Kaltluftbahnen innerhalb der urbanen Gebiete gewährleistet werden, die von Bebauung oder störenden Hindernissen freizuhalten oder eventuell im Rahmen von großräumigen städtebaulichen Umbaumaßnahmen neu zu schaffen sind.

Sind diese Maßnahmen nicht umsetzbar oder nicht ausreichend, müssen die Bestandsgebäude angepasst werden. Auf der Gebäudeebene sollten vor allem sogenannte passive Maßnahmen zur Gebäudeklimatisierung zum Einsatz kommen, die das Wohlbefinden im Innenraum verbessern. Passive Maßnahmen benötigen keinen oder nur einen geringen technischen Einsatz. Hierzu zählen unter anderem die Durchlüftung von Gebäuden (vor allem nachts), Verschattungssysteme an Fassaden beziehungsweise Fenstern oder Dächern sowie die energetische Sanierung von Gebäuden. Zusätzlich sollten im Außenraum oder an Gebäuden und auf Dächern helle Materialien verwendet werden, um Sonneneinstrahlung zu reflektieren.

Ausführliche Informationen zu den einzelnen Maßnahmen bieten die weiterführenden Informationen und Leitfäden, die im Anhang aufgelistet sind sowie der Leitfaden „Mein Haus - in Zukunft klimaangepasst!“.

MASSNAHMEN	PRINZIPIEN												
	HANDLUNGSFELD Überflutungsvorsorge							HANDLUNGSFELD Hitzevorsorge					
	Abfluss vermeiden	Abfluss versickern	Abfluss zurückhalten	Abfluss verzögert einleiten	Abfluss lenken	Flächen mehrfach nutzen	Gebäude / Eigentum schützen	Verdunstungskühlung erzeugen	Gebäude / Flächen verschatten	Wärmeabstrahlung kontrollieren	Gebäude anpassen	Wärme abführen	Luftaustausch fördern
Entsiegelung von Flächen	X	(X)						X		(X)			(X)
Oberirdische Versickerungsmaßnahmen [1]		X	(X)	(X)				X		(X)			
Unterirdische Versickerungsmaßnahmen [2]		X	X	(X)									
Oberirdische Rückhaltung in offenen Wasserflächen, Gräben, Rückhaltebecken, auf Dächern (Verdunstungsdächer) etc.			X	(X)				X		(X)			(X)
Unterirdische Rückhaltung, bspw. in Zisternen oder Rigolen			X	(X)									
Notwasserwege					X	X	X						
Temporärer Rückhalt auf Verkehrsflächen (Plätze, Straßen, Parkplätze)			X	(X)	X	X	X						
Temporärer Rückhalt auf Grünflächen		X	X		X	X	X	X					
Verschiedenste Schutzmaßnahmen am Gebäude („Wet or Dry Flood-proofing“) [3]*					(X)		X						
Wasserinstallationen (Brunnen, Wasserspiele, Sprühnebel etc.)								X					(X)
Dachbegrünung	X		X	(X)				X	X	X	(X)		(X)
Fassadenbegrünung								X	X	X	(X)		(X)
Baumpflanzungen [4]		X	X	X				X	X	X			(X)

MASSNAHMEN	Abfluss vermeiden	Abfluss versickern	Abfluss zurückhalten	Abfluss verzögert einleiten	Abfluss lenken	Flächen mehrfach nutzen	Gebäude / Eigentum schützen	Verdunstungskühlung erzeugen	Gebäude / Flächen verschatten	Wärmeabstrahlung kontrollieren	Gebäude anpassen	Wärme abführen	Luftaustausch fördern
Verschattungselemente am Gebäude und im Straßenraum (5)									X		X		
Wärmetechnische Sanierung (6)*											X		
Querlüftung – vor allem nachts (automatisch oder durch Nutzer)*												X	
Gebäudeklimatisierung mit Regenwasser (7)*								X				X	
Klimasensible Auswahl der Oberflächenmaterialien und deren Farben (8)										X	X		(X)
Optimierung der Bebauungsstruktur und Gebäudeausrichtung*									X	X		(X)	X
Kaltluftbahnen freihalten*												X	X
Grünflächen erhalten*	X	X				X	X	X	X			X	

Abb. 3.1.3.: Zuordnung von Maßnahmen zu den entsprechenden Handlungsfeldern und Prinzipien.

Erläuterungen:

- [1] Flächenversickerung, Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-Versickerung (Kombination von ober- und unterirdischer Versickerung), Versickerung über Baumscheiben / Pflanzgruben von Bäumen, wasserdurchlässige Beläge, Versickerungsbecken und -teiche
- [2] Mulden-Rigolen-Versickerung (Kombination von ober- und unterirdischer Versickerung), Rohr-Rigolen, Versickerungsschächte
- [3] wasserdichte Fenster und Türen, Barriersysteme, Aufkantung, Kellersanierung, -abdichtung, Drainage, Rückstauklappe etc. (siehe Broschüre „Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen“)
- [4] Zukünftig sollten klimarobuste Baumarten und -sorten ausgewählt werden (siehe Projekt SIK: „ Stadtbäume im Klimawandel“).
- [5] Metall-/Holzlamellen, Außenrollos / -jalousien, Schiebeläden, Vordächer, Photovoltaikelemente zur Verschattung
- [6] Innen- oder Außendämmung des Mauerwerks oder Dämmung des Dachs
- [7] Nutzung der Verdunstungskälte, bspw. durch adiabate Kühlung oder von Dach- oder Fassadensprühnebel
- [8] Damit ist eine optimale Auswahl der Oberflächenmaterialien und deren Farben für eine klimasensible Planung gemeint (Albedo, Emissionsgrad, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Dicke). Siehe Info-Box: Wichtige Eigenschaften für eine klimasensible Auswahl von Oberflächenmaterialien und deren Farben

X Maßnahmen tragen dazu bei.

(X) Maßnahmen können – je nach konkreter Ausgestaltung – dazu beitragen.

* Maßnahme wird im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

3.2 Grüne Infrastruktur zur Überflutungs- und Hitzevorsorge

Bei der Überflutungs- und Hitzevorsorge spielt die Durchgrünung der Stadtquartiere eine zentrale Rolle. Sie sollte deshalb zukünftig bei allen Planungsprozessen in Bestandsquartieren berücksichtigt werden. Ziel sollte sein, langfristig ein flächendeckendes grünes Netzwerk zu schaffen, das aus natürlichen und naturnahen Flächen und Elementen unterschiedlicher Größe besteht – der Grünen Infrastruktur. Dazu zählen Grünflächen, aber auch begrünte Dächer und Fassaden sowie Straßenbäume und Versickerungsflächen.



Abb. 3.2.1. Fassadenbegrünung in München.

Auf diese Weise lassen sich verschiedene Prinzipien der Überflutungs- und Hitzevorsorge kombinieren, indem:

- mehr Regenabfluss vermieden, versickert oder zurückgehalten wird,
- mehr Verschattung für Gebäude und Flächen erzeugt sowie
- die Kühlung durch Verdunstung erhöht wird.

Regenabfluss vermeiden, versickern oder zurückhalten

In den Innenstadtquartieren ist durch die bisherige oftmals komplette unterirdische Ableitung des anfallenden Regenabflusses in das Sielnetz die natürliche Wasserbilanz stark verändert. Indem Regenabfluss vor Ort vermieden, versickert oder zurückgehalten wird, ist eine Annäherung an einen naturnahen Wasserkreislauf möglich. Auf diese Weise wird die Verdunstungs- und Versickerungsleistung erhöht und eine Verbesserung des Stadtklimas erreicht.

Gebäude und Flächen verschatten

Die Verschattung hat den höchsten Einfluss auf die Temperatur der Luft und von Oberflächen, Dächer und Fassaden, so dass diese weniger Wärme abstrahlen. Durch die Verschattung wird die ankommende Sonnenstrahlung blockiert und somit Straßen- und Gebäudeflächen vor Überhitzung geschützt. Bäume, Dach- und Fassadenbegrünung haben gegenüber anderen Verschattungselementen den Vorteil, dass sie nicht nur verschatten, sondern auch die Verdunstungsrate in der Stadt erhöhen.

Verdunstungskühlung erzeugen

Bei der Verdunstung von Wasser wird der umgebenden Luft Energie entzogen und so abgekühlt („Verdunstungskälte“). Die Luft in der Nähe von Vegetationsflächen oder Wasserkörpern erwärmt sich langsamer und weist dementsprechend niedrigere Temperaturen im Vergleich zu befestigten Flächen auf.

In den hochverdichteten Quartieren einer wachsenden Stadt wie Hamburg ist das Entsiegeln und Begrünen bisher befestigter Flächen kein leichtes Unterfangen. Deshalb sollte der Fokus vor allem auf den folgenden Maßnahmen liegen:

Dächer begrünen

Diese Maßnahme ist für Quartiere geeignet, in denen das Sielnetz ausgelastet ist oder sich die Effekte der städtischen Wärmeinsel deutlich zeigen. Ist eine Begrünung bisher versiegelter Bereiche nicht möglich oder schwierig umzusetzen, sollten vor allem bestehende flache oder flach geneigte Bitumendächer in der inneren Stadt verstärkt begrünt werden. Sie heizen sich insbesondere während der Sommermonate stark auf. Die Maßnahme trägt sowohl zur Reduzierung des Überflutungsrisikos sowie der städtischen Wärmeinseleffekte bei.

Fassaden begrünen

Diese Maßnahme ist für Gebäude geeignet, in denen das Gebäudeklima und auch das Mikroklima der Umgebung verbessert werden soll, jedoch nur wenig Platz für Straßenbäume oder Hinterhofbegrünungen vorhanden ist. Dabei sollten vor allem Fassaden mit Westausrichtung im Fokus stehen (siehe Info-Box auf S. 33).

Straßenbäume erhalten und/oder pflanzen

Diese Maßnahme ist für Straßenräume geeignet, in denen das Mikroklima verbessert und/ oder die Versickerung von Niederschlagswasser erhöht werden soll. Dies gilt vor allem für Straßen mit Verlauf in Ost-West-Richtung. Hier sollten gezielt die Standortbedingungen der Bäume verbessert werden, um eine möglichst lange Lebensdauer sicherzustellen. Ausgefallene Bäume müssen unbedingt ersetzt werden. Wichtig ist hierbei ein ausreichender Wurzelraum bei gleichzeitig ausreichendem Porenvolumen für eine gute Sauerstoff- und Wasserversorgung der Baumwurzeln, Sicherstellung eines funktionierenden Gasaustausches zwischen Boden und Atmosphäre sowie eine ausreichende Wasserversorgung während der Sommermonate, zum Beispiel durch (gespeichertes) Niederschlagswasser.

Die verstärkte Durchgrünung mit Hilfe Grüner Infrastruktur schafft einen Mehrwert für die Qualität des Stadtraums. Begrünte Stadträume versickern nicht nur Niederschlagswasser oder halten es zurück und verbessern das direkte Mikroklima durch Verdunstung und Verschattung. Sie binden auch Feinstaub und Schadstoffe und sorgen somit für ein angeneh-

mes Umfeld für die Bewohner oder die dort arbeitenden Menschen. Je mehr Flächen begrünt werden, desto mehr Lebensräume entstehen für Tiere und Pflanzen in der Stadt. Bienen, Vögel, Käfer oder Schmetterlinge finden Nahrung und Schutz und können sich hier zum Teil auch vermehren. Vertiefte Rasenmulden zur Versickerung und kleine Wasserflächen zum Auffangen von Niederschlagswasser oder Wasserspiele zur Verdunstung und Kühlung während heißer Sommertage können eintönig gestaltete und ungenutzte Grünflächen oder Stadtplätze aufwerten. Wasser stellt seit jeher einen Anziehungspunkt für Menschen jeden Alters dar. Damit Kinder ohne Gefahr am Wasser spielen können, sollte auf flache Böschungen und nur geringe Wassertiefen geachtet werden. Alternativ kann das Wasser auch in einer unterirdischen Zisterne aufgefangen und zum Beispiel zur Bewässerung der Straßenbäume im Sommer genutzt werden.

Für eine Verbesserung des Stadtklimas ist eine flächendeckende Durchgrünung notwendig. Da dies jedoch vor allem in den dicht bebauten Bestandsquartieren nicht überall umsetzbar ist, müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden. Diese sind in Kapitel 3.4 erläutert.



Abb. 3.2.2: Versickerung von Regenabflüssen in den Pflanzgruben von Straßenbäumen in Stockholm.

3.3 Prinzipien der Überflutungsvorsorge

Die zentralen Prinzipien der Überflutungsvorsorge in Hamburg lauten:

- den Rückhalt, die Versickerung und die Verdunstung von Regenabflüssen möglichst vor Ort an die naturnahe Wasserbilanz anpassen und somit die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung stärken sowie
- alle Flächen in die Überflutungsvorsorge gemäß ihrer Funktionen und Potenziale einbeziehen.

In Hamburg sind in den vergangenen Jahren bereits verschiedene einschlägige Dokumente mit der Zielsetzung erarbeitet worden, die Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung von Überflutungsrisiken im Zuge von Planungsprozessen zu fördern. Zudem zeigen sie detailliert Prinzipien der Überflutungsvorsorge für Hamburg auf. Dazu gehören:

- Hamburger Stadtentwässerung AöR und Behörde für Umwelt und Energie (Hrsg.) 2015: RISA Strukturplan Regenwasser 2030. Ergebnisbericht des Projektes RISA – RegenInfraStrukturAnpassung
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) 2006: Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (Hrsg.) 2013: Hinweise zur wassersensiblen Straßenraumgestaltung
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, HAMBURG WASSER, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (Hrsg.) 2012: Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen? Ein Leitfaden für Hauseigentümer, Bauherren und Planer.



Abb. 3.3.1: Wassersensible Gestaltung des Stadtteils BO 01 in Malmö.

3.4 Prinzipien der Hitzevorsorge

Die zentralen Prinzipien der Hitzevorsorge in Hamburg lauten:

- Verschattung vorsehen
- Verdunstung erhöhen
- Wärmeabstrahlung kontrollieren

Einer Überhitzung der Stadt kann durch eine gezielte Berücksichtigung von klimasensiblen Maßnahmen in der Planung entgegen gewirkt werden. Diese werden im Kapitel 4.3 anhand von typischen städtebaulichen Situationen exemplarisch für den Stadtteil St. Georg dargestellt.

Die Effekte der beschriebenen Maßnahmen können zudem gesteigert werden, wenn sie flächendeckend angewendet werden: also sowohl bei der Straßensanierung oder dem Straßenumbau, der Neu- oder Umgestaltung öffentlicher Plätze als auch bei der Gestaltung oder der Sanierung von Gebäuden.

FASSADEN MIT HÖCHSTEM ÜBERHITZUNGSRISIKO

Fassaden mit Westausrichtung weisen das höchste Überhitzungsrisiko auf. Auf diese Fassaden strahlt im Sommer die Sonne bis zu 9 Stunden ein (von circa 12:00 bis circa 21:00 Uhr). Bedingt durch die tiefere Position der Sonne am Himmel erhalten sie mehr Sonneneinstrahlung als Südfassaden, die das zweithöchste Überhitzungsrisiko aufweisen. Hier kommt es zwar zu täglich maximal 12 Stunden Sonneneinstrahlung (von circa 6:00 bis circa 18:00 Uhr). Der Sonnenstand beeinflusst die Stärke der ankommenden Sonneneinstrahlung, sodass das Überhitzungsrisiko bei Westfassaden trotz der geringeren Einstrahlungsdauer höher ist. Da in Hamburg mehr Straßen in Ost-West Ausrichtung verlaufen, kommen Südfassaden entsprechend häufig vor. Aus diesen Gründen werden Gebäude mit einer West- und Südausrichtung für Handlungen im Rahmen der Hitzevorsorge in Hamburg prioritär eingestuft.



Abb. 3.4.1: Sonnenschutz an Fassaden mit Überhitzungsrisiko.

MASSNAHMEN FÜR VERSIEGELTE BODENFLÄCHEN

SITUATION

MASSNAHME

1

Ost-West Straßen
(siehe S. 76)

Baumpflanzungen



Nord-Süd Straßen

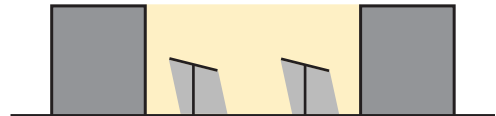
Baumpflanzungen



Straßen ohne Platz für Straßenbäume

(aufgrund von U-Bahntunneln, unterirdischen Leitungen, zu geringen Abständen zu den Gebäuden etc.)

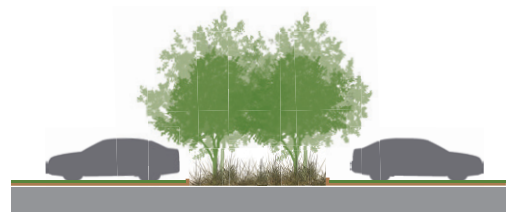
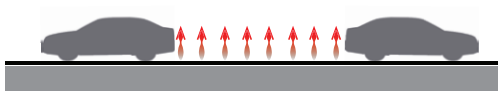
Verschattungselemente im Straßenraum



1

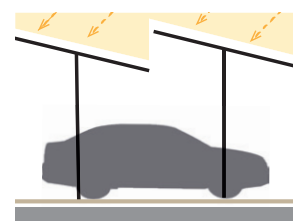
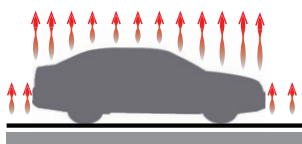
Parkplätze oder befestigte Flächen
mit geringer Verkehrsbelastung

Entsiegelung von Flächen + Baumpflanzungen



Parkplätze mit hoher Verkehrsbelastung

Aufhellung + Verschattungselemente



EMPFEHLUNG ZUR UMSETZUNG

BEITRAG ZUR

Nördliche Straßenseite: Straßenbäume mit dichter, großer Krone pflanzen (circa alle 6 m, abhängig von der Baumart), eventuell Stellplätze verlegen. Laubbäume bevorzugen. Wuchsbedingungen der Bäume verbessern.

- Verdunstung
- Verschattung
- Biodiversität
- Reduzierung von Hitzestress
- Verbesserung des Mikroklimas
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

Östliche Straßenseite: Straßenbäume mit dichter, großer Krone pflanzen (circa alle 6 m, abhängig von der Baumart), eventuell Stellplätze verlegen. Laubbäume bevorzugen. Wuchsbedingungen der Bäume verbessern.

- Verdunstung
- Verschattung
- Biodiversität
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln
- Verbesserung des Mikroklimas

Bei Straßen mit viel Sonneneinstrahlung, in denen keine Straßenbäume pflanzbar sind, Verschattungselemente innerhalb des Straßenraumes vorsehen. Die Elemente können temporär aufgestellt werden, zum Beispiel nur in den Sommermonaten.

- Verschattung
- Reduzierung von Hitzestress

Parkplätze mit dunklen Materialien:

- Flächen entsiegeln
- helle Materialien als Bodenbelag verwenden
- Bäume an Stellen mit mehreren Stunden direkter Sonnenstrahlung pflanzen

- Verdunstung
- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Biodiversität
- Überflutungsvorsorge
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln
- Verbesserung des Mikroklimas

Parkplätze mit dunklen Materialien:

- helle Materialien als Bodenbelag verwenden
- Verschattung erhöhen, zum Beispiel durch Photovoltaikelemente, begrünte Pergolen oder Bäume

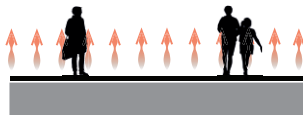
- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Verdunstung (nur mit Begrünung)
- Biodiversität (nur mit Begrünung)
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

MASSNAHMEN FÜR VERSIEGELTE BODENFLÄCHEN

SITUATION

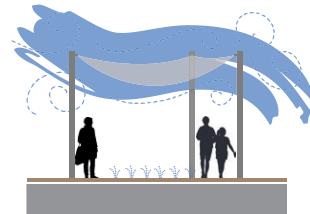
Fußgängernutzung

z.B. Fußgängerzonen, Fußwege, Stadtplätze



MASSNAHME

Optimierter Einsatz von Materialeigenschaften + Wasserinstallationen + Verschattungselementen



Flächen ohne Nutzung



Entsiegelung von Flächen und Begrünung

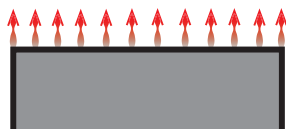


MASSNAHMEN FÜR DACHFLÄCHEN

SITUATION

1

Tragfähige Dächer

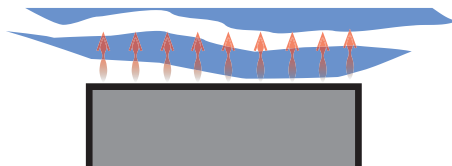


MASSNAHME

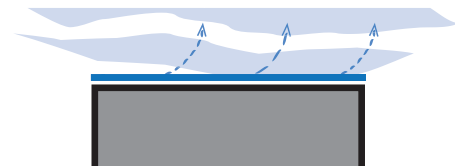
Dachbegrünung



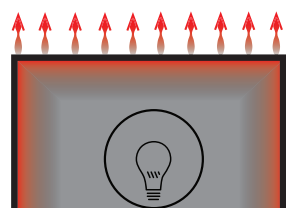
Dächer unter Windbelastung



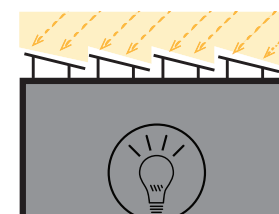
Verdunstungsdächer



Tragfähige Dächer auf Gebäuden mit hohem Energiebedarf



Verschattungselemente am Gebäude (Photovoltaikelemente, Solarthermie-Kollektoren)



EMPFEHLUNG ZUR UMSETZUNG

- mittelhelle Bodenbeläge verwenden
- Verdunstung durch Wasserinstallationen erhöhen, zum Beispiel durch Brunnen, Wasserspiele, Sprühnebel oder Wasserflächen
- Verschattungsmöglichkeiten vorsehen, zum Beispiel Bäume, Sonnensegel, Pergola, Photovoltaik-elemente

BEITRAG ZUR

- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Verdunstung
- Biodiversität (nur mit Begrünung)
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln
- Verbesserung des Mikroklimas

Drei Varianten je nach Gebietstyp:

- Bürogebiet: Begrünte Flächen mit Bäumen
- Wohngebiet: Begrünung mit offenen Flächen, zum Beispiel Wiese
- Mischgebiet: Kombination von offenen Grünflächen und Bäumen

- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Verdunstung
- Biodiversität (nur mit Begrünung)
- Überflutungsvorsorge
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

EMPFEHLUNG ZUR UMSETZUNG

Bei Gebäuden mit Lastreserven Dachbegrünung vorsehen.

- Verdunstung
- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Überflutungsvorsorge
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

Auf Flachdächern mit hoher Windlast und/oder schlechten Wachstumbedingungen für Pflanzen, Wasserflächen zur Verdunstung vorsehen.

- Verdunstung
- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Überflutungsvorsorge
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

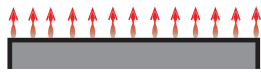
Auf Dächern von Gebäuden mit Lastreserven, die tagsüber einen hohen Energie-, Wärme- oder Kältebedarf haben, Verschattungselemente aus Photovoltaikmodulen oder Solarthermiekollektoren vorsehen. Das Gewicht der Module/Kollektoren variiert, ist jedoch in der Regel maximal die Hälfte des Gewichtes der leichtesten Dachbegrünung (Leichtdach). Kombination mit einer Aufhellung des Daches ist empfehlenswert.

- Verschattung
- Albedo-Optimierung (nur in Kombination mit der Aufhellung des Daches)

MASSNAHMEN FÜR DACHFLÄCHEN

SITUATION

Dächer mit geringen Lastreserven

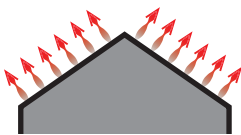


MASSNAHME

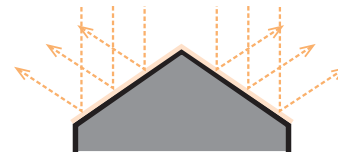
Aufhellung der Dächer



Dächer unter Denkmalschutz



Optimierter Einsatz der Materialeigenschaften

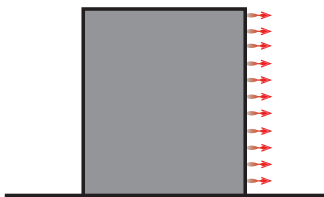


MASSNAHMEN FÜR FASSADEN

SITUATION

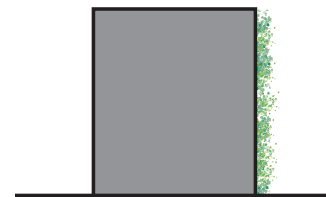
1

Fassaden mit West- und Südausrichtung mit Lastreserven, für Begrünung geeignet

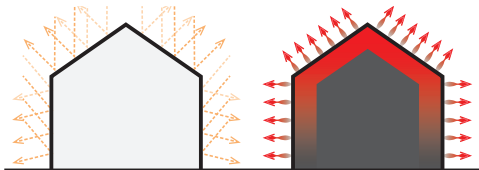


MASSNAHME

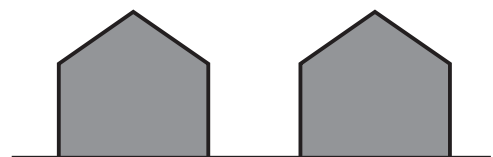
Fassadenbegrünung



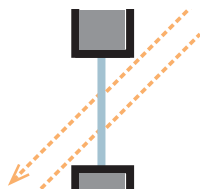
Fassaden unter Denkmalschutz



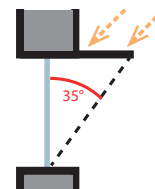
Klimasensible Auswahl von Oberflächenfarben



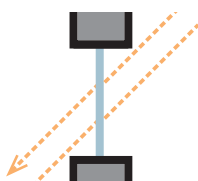
Fenster mit Süd-Ausrichtung



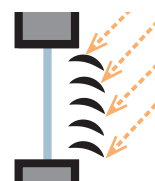
Verschattungselemente: Sonnenschutz (horizontal)



Fenster mit West-Ausrichtung



Verschattungselemente: Sonnenschutz (vertikal)



EMPFEHLUNG ZUR UMSETZUNG

Dächer mit hellen Materialien versehen.

BEITRAG ZUR

- Albedo-Optimierung
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

Bei Gebäuden unter Denkmalschutz, bei denen eine Änderung der Farbe nicht erlaubt ist: Dachmaterialien durch solche mit gleicher Farbe, aber besseren thermischen Eigenschaften, zum Beispiel hinsichtlich ihres Reflexionsvermögens, ersetzen. Wenn ein Ersatz nicht möglich ist, die Beschichtung des vorhandenen Materials anpassen.

- Reduktion der städtischen Wärmeinseln

EMPFEHLUNG ZUR UMSETZUNG

Fassaden begrünen, insbesondere in Straßenräumen, wo eine direkte Verbesserung des Mikroklimas notwendig ist und Bäume nicht gepflanzt werden können, zum Beispiel bei engen Straßenschluchten. Auch wenn eine Verbesserung des Gebäudeinnenraumklimas angestrebt wird, ist dies eine geeignete Maßnahme.

- Verdunstung
- Verschattung
- Albedo-Optimierung
- Reduktion der städtischen Wärmeinseln
- Verbesserung des Mikroklimas
- Verbesserung des Innenraumklimas

Bei sehr hellen (links) oder sehr dunklen Fassaden (rechts), die über einen langen Zeitraum der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, mittelhelle Farbtöne wählen. Dies gilt auch für Fassaden ohne Lastreserven.

- Albedo-Optimierung
- Reduzierung von Hitzestress

Außenliegende, gut hinterlüftete, horizontale Sonnenschutzlamellen, Markisen oder Rollläden im Winkel von 35° (Unterkante des Fensters zur Außenkante der Lamelle) anbringen.

- Verschattung
- Verbesserung des Innenraumklimas

Außenliegende, gut hinterlüftete, vertikale Sonnenschutzlamellen, Schiebeläden, Markisen oder Rollläden anbringen.

- Verschattung
- Verbesserung des Innenraumklimas

4. Gefährdungsanalyse und Lösungsentwicklung – beispielhafte Anwendung in zwei Quartieren

Die in Kapitel 2 vorgestellten Arbeitsschritte für eine wasser- und klimasensible Planung werden im Folgenden anhand von zwei innerstädtischen hochverdichteten Quartieren in Hamburg exemplarisch ausgeführt: Winterhude-Süd im Bezirk Hamburg-Nord und St. Georg im Bezirk Hamburg-Mitte. Winterhude-Süd dient als Beispiel für ein überflutungsgefährdetes, St. Georg für ein hitzegefährdetes Quartier.

Kapitel 4.1 stellt zunächst die beiden Quartiere kurz vor. Anschließend erläutert Kapitel 4.2 das Vorgehen zur Überflutungsvorsorge in Winterhude-Süd und das Kapitel 4.3 das Vorgehen zur Hitzevorsorge in St. Georg.

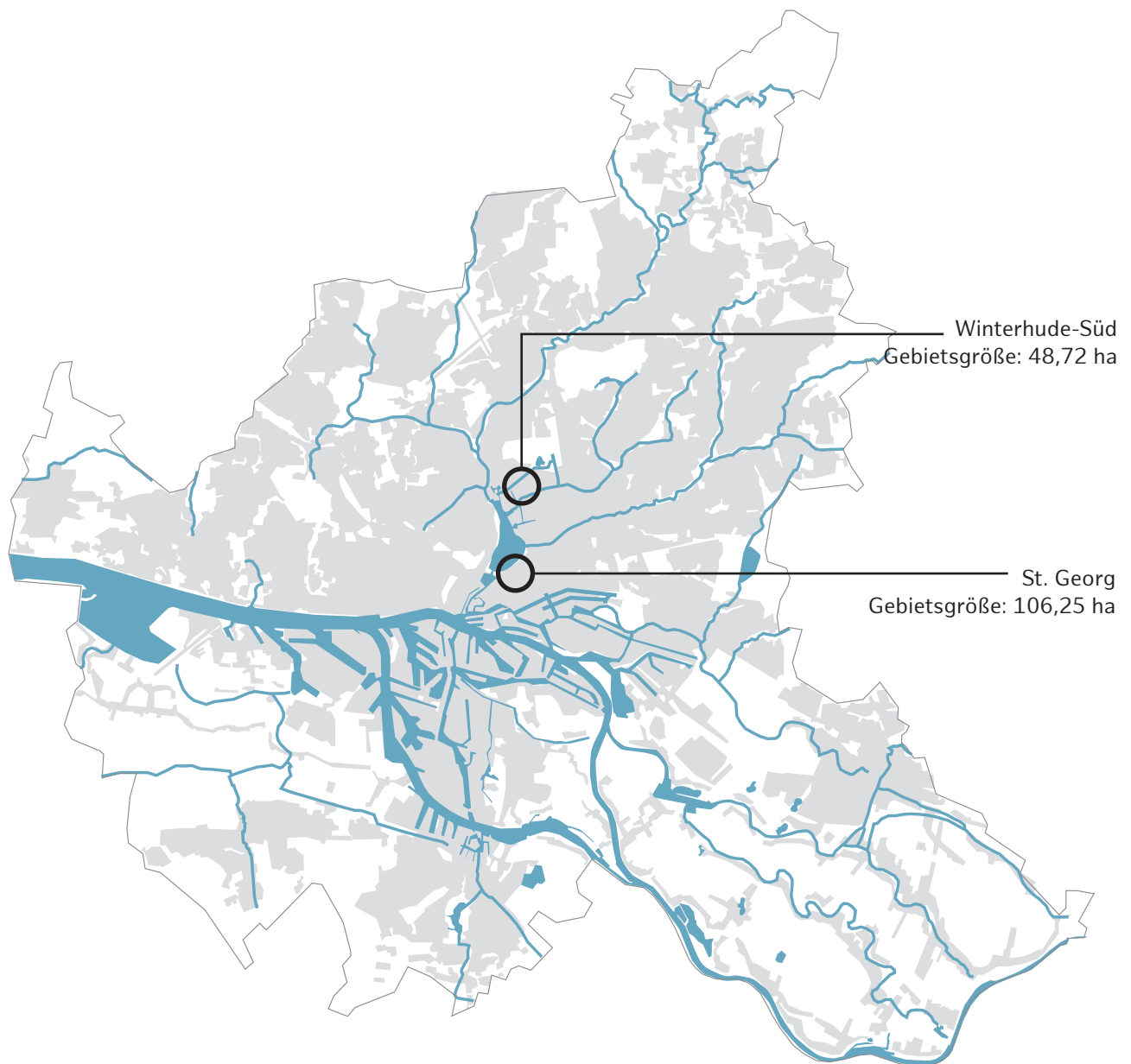


Abb. 4.1.1: Verortung der Quartiere: Winterhude-Süd und St. Georg.



Abb. 4.1.2: Luftbild Winterhude Süd (ohne Maßstab).

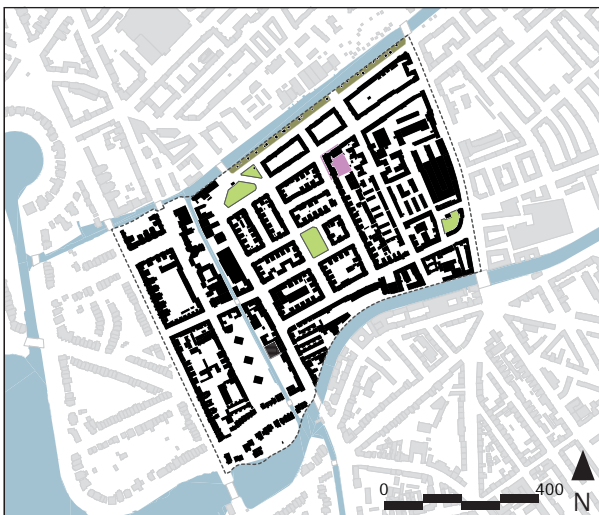


Abb. 4.1.3: Stadtstruktur und Flächennutzungen, Winterhude-Süd.

LEGENDE

	Gebäude
	Baustelle
	Verkehrsfläche
	Grundstück - öffentlich
	Öffentliche Grünflächen
	Schrebergärten

4.1 Die Quartiere im Überblick: Winterhude-Süd und St. Georg

Winterhude-Süd dient als Beispiel für ein überflutungsgefährdetes Quartier. Im Juni 2011 kam es hier nach einem Starkregen insbesondere im Bereich um den Mühlenkamp zu Überflutungen mit entsprechenden Schäden. Das Gebiet ist aufgrund seiner Lage und Topographie quasi wie „eine Badewanne“. Das Gebiet wird im Norden und Süden von Kanälen begrenzt und durch einen weiteren Kanal zerschnitten. Die Straßen, die zu den Kanalbrücken führen, steigen dementsprechend an. Das Innere des Gebietes liegt tiefer, so dass sich hier bei Überlastung des vorhandenen Sielsystems überschüssiges Wasser an den Tiefpunkten sammelt.

Während heißer Sommertage herrscht aufgrund der zahlreichen Bäume, die das Quartier und vor allem den Straßenraum prägen, trotz des hohen Versiegelungsgrades von circa 72 % ein angenehmes Mikroklima. Zudem erfolgt ein Zustrom von Kaltluft aus Richtung Außenalster und Stadtpark, die sich in der Nähe befinden. Dementsprechend beschränkt sich die Hitzeproblematik hier nur auf einzelne Gebäude oder einzelne Straßenabschnitte und wird deshalb nicht vertiefter betrachtet.



Abb. 4.1.4: Typische Quartierstraße in Winterhude.



Abb. 4.1.5: Luftbild St. Georg (ohne Maßstab).



Abb. 4.1.6: Stadtstruktur und Flächennutzungen, St. Georg.

LEGENDE

	Gebäude
	Baustelle
	Verkehrsfläche
	Grundstück - öffentlich
	Öffentliche Grünflächen

St. Georg dient als Beispiel für ein hitzegefährdetes Quartier. Es liegt nordöstlich des Hauptbahnhofs und grenzt direkt an die Außenalster. Hier ist der urbane Wärmeinseleffekt schon heute deutlich spürbar. Mehr als 80 % des Gebietes sind voll versiegelt, nur wenige Flächen teilversiegelt und 18 % unversiegelt. Der hohe Versiegelungsgrad bewirkt eine hohe Wärmespeicherkapazität im Stadtteil. Gleichzeitig behindert die dichte und hohe Bebauung eine gute Durchlüftung. Als Folge kann es im Stadtteil während des Sommerhalbjahrs unangenehm heiß werden. Nennenswerte Überflutungsprobleme sind in diesem Stadtteil bisher noch nicht aufgetreten, weshalb die Überflutungsvorsorge hier nicht weiter thematisiert wird.

Im Folgenden werden die beiden Quartiere einander gegenüber gestellt, um Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Besonderheiten auf einen Blick aufzeigen zu können. Wie deutlich wird, ist St. Georg größer und städtebaulich heterogener als Winterhude-Süd. Interessant ist vor allem die Eigentumsverteilung. Sie hat einen großen Einfluss darauf, wer Maßnahmen zur Überflutungs- und/ oder Hitzevorsorge umsetzen sollte/ kann und wie wirkungsvoll diese Maßnahmen sein können. Aus diesem Grund werden in den nachfolgenden Kapitel 4.2 und 4.3 die Maßnahmen in öffentliche und private Maßnahmen aufgeschlüsselt. Bei den öffentlichen Flächen nehmen die Verkehrsflächen mit 21 % in Winterhude-Süd und 35 % in St. Georg einen sehr großen Flächenanteil ein. Dementsprechend sollten diese Flächen im Fokus der Vorsorgekonzepte für den öffentlichen Raum stehen.



Abb. 4.1.7: Blick über das dicht bebaute St. Georg.

ANWENDUNG DER PLANUNGSEMPFEHLUNGEN

	WINTERHUDE-SÜD	ST. GEORG
Gebietsgröße	48,72 ha	106,25 ha
Städtebauliche Situation und Nutzungen	homogener als St. Georg: gemischte Nutzung überwiegend für Wohnen und gewerbliche Nutzung (Geschäfte, Gastronomie, Büros), nur eine Grundschule	heterogener als Winterhude-Süd: gemischte Nutzung mit öffentlichen Gebäuden für Verwaltung, Hochschule, Gewerbe und Schulen sowie mit Gebäuden für Gastronomie und Wohnen
Stadtstruktur	innerstädtische Blockrandbebauung, innerstädtische Wohn- und Mischgebiete, Gemeinbedarfs- sowie Gewerbeflächen	Gemeinbedarfsflächen, innerstädtische Wohn- und Mischgebiete sowie Blockrandbebauung
Dichte	geringere bauliche Dichte: i.d.R. 4-6 geschossig (Ausnahme: 3 Punkthochhäuser im südwestlichen Teil des Quartiers)	höhere bauliche Dichte: sehr heterogene Geschossigkeit
Versiegelungsgrad für das gesamte Gebiet	ca. 72 %; geringerer Versiegelungsgrad, da weniger Verkehrsflächen und mehr unversiegelte Flächen auf privaten Grundstücken	ca. 80 %; höherer Versiegelungsgrad, aber gleichzeitig mehr öffentliche Grünflächen als in Winterhude-Süd
Eigentumsverteilung	73 % Flächen in privater Hand 27 % Flächen in öffentlicher Hand	52 % Flächen in privater Hand 48 % Flächen in öffentlicher Hand
Verkehrsflächen und Straßentypen	21 % öffentliche Verkehrsflächen; Straßen sind überwiegend Quartiers- und Sammelstraßen	35 % öffentliche Verkehrsflächen; Straßen sind überwiegend größere Verkehrsstraßen (Verbindungsstraßen) und Quartiersstraßen
Straßenbäume im Verhältnis zur Größe der Verkehrsfläche	mehr Straßenbäume (177 m ² Verkehrsfläche pro Straßenbaum)	weniger Straßenbäume (216 m ² Verkehrsfläche pro Straßenbaum)
Topographie und Oberflächenabfluss	geringer ausgeprägt: 8,50 m über NN bis 3,20 m über NN. Der natürliche Abfluss des Oberflächenwassers in die umliegenden Kanäle wird großteils durch die bauliche Überprägung des Quartiers verhindert.	etwas stärker ausgeprägt: 15,20 m über NN bis 2,70 m über NN. Im Falle eines stärkeren Regenereignisses kann das überschüssige Wasser fast überall im Stadtteil ungehindert abfließen.
Stadtklima und Kaltluftströme	bessere nächtliche Abkühlung des Quartiers aufgrund der Kaltluftströme aus Richtung Außenalster im Südwesten und Stadtpark im Norden	geringere nächtliche Abkühlung des Quartiers aufgrund der dichten Bebauung und dadurch Störung der Kaltluftströme
Bestehende Problematik	Überflutung und daraus resultierende Schäden für Gebäudeeigentümer und Mieter im Jahr 2011 nach einem Starkregen	urbaner Wärmeinseleffekt deutlich ausgeprägt, da geringe Durchlüftung und hohe Wärmespeicherkapazität im Stadtteil

Abb. 4.1.8: Gegenüberstellung Winterhude-Süd und St. Georg

4.2 Überflutungsvorsorge für Winterhude-Süd

4.2.1 Gefährdungsanalyse der aktuellen Situation

Im Folgenden wird zunächst die Gefährdungsanalyse für das Quartier Winterhude-Süd mit Fokus auf die Überflutungsvorsorge beschrieben. Für die Beurteilung der Überflutungsgefährdung werden die entsprechenden Fragen der Checkliste aus Kapitel 2 (siehe S. 17) beantwortet. Eine Übersichtskarte zur Gefährdungsanalyse (siehe Abb. 4.2.1.3) fasst die zentralen Ergebnisse zusammen und zeigt auf, wo Problembereiche liegen.

1. Ist es bereits in der Vergangenheit im Planungsgebiet zu Überflutungen in Folge eines Starkregens gekommen oder sammelt sich bereits heute bei stärkeren Regenereignissen das Wasser an lokalen Tiefpunkten/Senken oder am Ende abschüssiger Straßen innerhalb des Planungsgebietes?

JA

Wie schon zu Beginn von Kapitel 4 erwähnt, kam es im Juni 2011 in Folge eines Starkregens zu Überflutungen in Winterhude-Süd. Laut HAMBURG WASSER fielen dort innerhalb von 70 Minuten 48 mm Niederschlag. Zum Vergleich: Für den gesamten Monat Juni beträgt die mittlere Niederschlagssumme 74 mm. Damit war es ein extremes Regenereignis, das statistisch betrachtet seltener als einmal in 100 Jahren auftritt. Warum es zu Überflutungen mit Schäden gekommen ist, lässt sich laut HAMBURG WASSER nicht eindeutig klären. Zum Teil waren verstopfte Straßenabläufe durch Laub sowie mangelhafte oder fehlende Rückstauklappen in den Gebäuden die Ursache.

Wie eigene Auswertungen von Zeitungsartikeln, Feuerwehreinsätzen und Befragungen vor Ort ergeben haben, waren vor allem der Polchaukamp (Nr. 1), der Mühlenkamp (Nr. 3 und 4) und die Gertigstraße (Nr. 4 und 5) betroffen (siehe Abb. 4.2.1.3). Hier befinden sich zahlreiche Gebäude mit Nutzung des Souterrains, vor allem durch Geschäfte und Gastronomie. Zudem sind die Grundstücke hier häufig durch ein Gefälle von der Straße zu den jeweiligen Gebäuden gekennzeichnet und waren deshalb besonders von der Überflutung betroffen. In der Dorotheenstraße wurde eine Tiefgarage überflutet (Nr. 2), zudem wurden Keller in der Gertigstraße sowie am Goldbekufer geflutet (Nr. 5 und 6). Der Verkehrsfluss und die Verkehrssicherheit waren im Bereich des Mühlenkamps und der Gertigstraße erheblich eingeschränkt.



Abb. 4.2.1.1: Überflutung des Mühlenkamps in Folge eines Starkregens am 06. Juni 2011.

2. Liegen Bereiche des Planungsgebietes in einem bestehenden oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiet?

NEIN

3. Weisen Bereiche des Planungsgebietes ein mittleres oder hohes Hochwasserrisiko auf?

NEIN

Entlang der Kanäle im Quartier befinden sich keine bestehenden oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiete. Die drei Kanäle weisen zudem gemäß der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten weder ein hohes noch ein mittleres Hochwasserrisiko auf.

4. Behindern bauliche Gegebenheiten im Gebiet den natürlichen Abfluss des Wassers, zum Beispiel die Bordsteinausbildung, das Profil der Straße, die Gefällesituation oder die Lage von Gebäuden, Mauern oder Ähnlichem?

JA

Falls bei einem Starkregen das Niederschlagswasser nicht vollständig durch das Sielnetz aufgenommen und abgeleitet werden kann, sammelt sich das Wasser in Senken. Dies betrifft wahrscheinlich die Bereiche Mühlenkamp, Goldbekufer, Semperstraße, Kuhnsweg, Schinkelstraße, Peter-Marquard-Straße, Forsmannstraße und Gertigstraße. Zudem wird bei einer Ortsbegehung deutlich, dass die baulichen Gegebenheiten den natürlichen Abfluss von überschüssigem Wasser aus dem Quartier in den angrenzenden Mühlenkamp-, Osterbek- und Goldbekkanal

behindern. Ursache hierfür sind insbesondere die Lage von Gebäuden und Mauern, die topographische Gestaltung der Straßen und Brücken sowie der Kanalufer.

5. Gibt es im Planungsgebiet offensichtlich sensible Bereiche, die durch eine Überflutung stark geschädigt werden können, deren Nutzung dann nicht möglich ist oder wo Gefahr für Menschen besteht?

JA

Im Quartier gibt es insgesamt fünf Kindertagesstätten, eine sechste ist geplant. Auffällig ist zudem, dass es über das ganze Quartier verteilt zahlreiche Gebäude mit Nutzungen im Souterrain oder im Erdgeschoss gibt, deren Eingang sich unterhalb der Geländeoberkante (GOK) befindet. Das bedeutet: es befinden sich mindestens ein bis zwei herunterführende Stufen vor der Eingangstür. Darüber hinaus befinden sich auch zahlreiche Tiefgaragen im Quartier sowie einige Grundstücke, die ein Gefälle von der Straße zum Gebäude oder Innenhof aufweisen. Gebäude mit ebenerdigen Eingängen oder Zufahrten zu Garagen gibt es ebenfalls sehr häufig, die wurden jedoch im Rahmen der Ortsbegehung nicht separat kartiert.

6. Liegen diese in unmittelbarer Nähe zu einer Senke oder einem Fließweg (maximal 1 bis 3 m)?

JA

Wie man anhand der Abbildung 4.2.1.3. erkennen kann, liegen einige der kartierten sensiblen Bereiche in unmittelbarer Nähe zu einer Senke oder einem Fließweg und sind dementsprechend durch Überflutungen gefährdet. Dies bedeutet, dass Wasser in Büros, Geschäftsräume oder Wohnungen eindringen und Schäden an Mobiliar, technischer Ausstattung und Waren verursachen kann. Anschließend können die betroffenen Räume zeitweise nicht nutzbar sein.

Werden Tiefgaragen geflutet, führt dies zu Schäden an den dort geparkten Autos. Zudem kann – je nach Nutzung und Situation – die Gefahr des Ertrinkens bestehen.

7. Ist die Nutzung wichtiger Straßen im Falle der Füllung einer Senke im Straßen- oder Wegebereich wesentlich eingeschränkt?

JA

Auf Grundlage der Fließwege- und Senkenanalyse von HAMBURG WASSER lässt sich keine wesentliche Einschränkung wichtiger Straßen erkennen. Jedoch kam es beim Starkregen 2011 insbesondere im Bereich des Mühlenkamps zu einer Überflutung der Straße. Der Mühlenkamp dient als Verbindungs- und Einkaufsstraße. Die Straße übernimmt damit sowohl wichtige verkehrstechnische Funktionen als auch die der Nahversorgung. Beide Funktionen waren während der Überflutung stark eingeschränkt.

8. Können Umweltschäden eintreten (zum Beispiel Verunreinigung von Böden und Gewässern, Beeinträchtigung von sensiblen Ökosystemen)?

JA

Winterhude-Süd wird im Mischsystem entwässert. Das bedeutet: Das Niederschlagswasser wird zusammen mit dem häuslichen Abwasser zum Klärwerk Köhlbrandhöft geleitet und dort gereinigt, bevor es in die Elbe gelangt. Im Falle eines Starkregens kann es jedoch zu Überläufen des unbehandelten Mischwassers aus dem Sielnetz in die angrenzenden Gewässer kommen, um einen Überstau des Systems in den bebauten Teilen der Quartiere zu vermeiden. Auch wenn laut Auskunft von HAMBURG WASSER bei diesen Mischwasserüberläufen die Wasserrechtliche Erlaubnis nach § 10 des Wasserhaushaltsgesetzes eingehalten wird, werden die Gewässer sowohl hydraulisch als auch stofflich mit sauerstoffzehrenden Schadstoffen belastet.



Abb. 4.2.1.2: Grundstücke mit Gefälle von der Straße zum Gebäude sowie zahlreiche Geschäfte im Souterrain und Tiefgaragen prägen das Quartier.

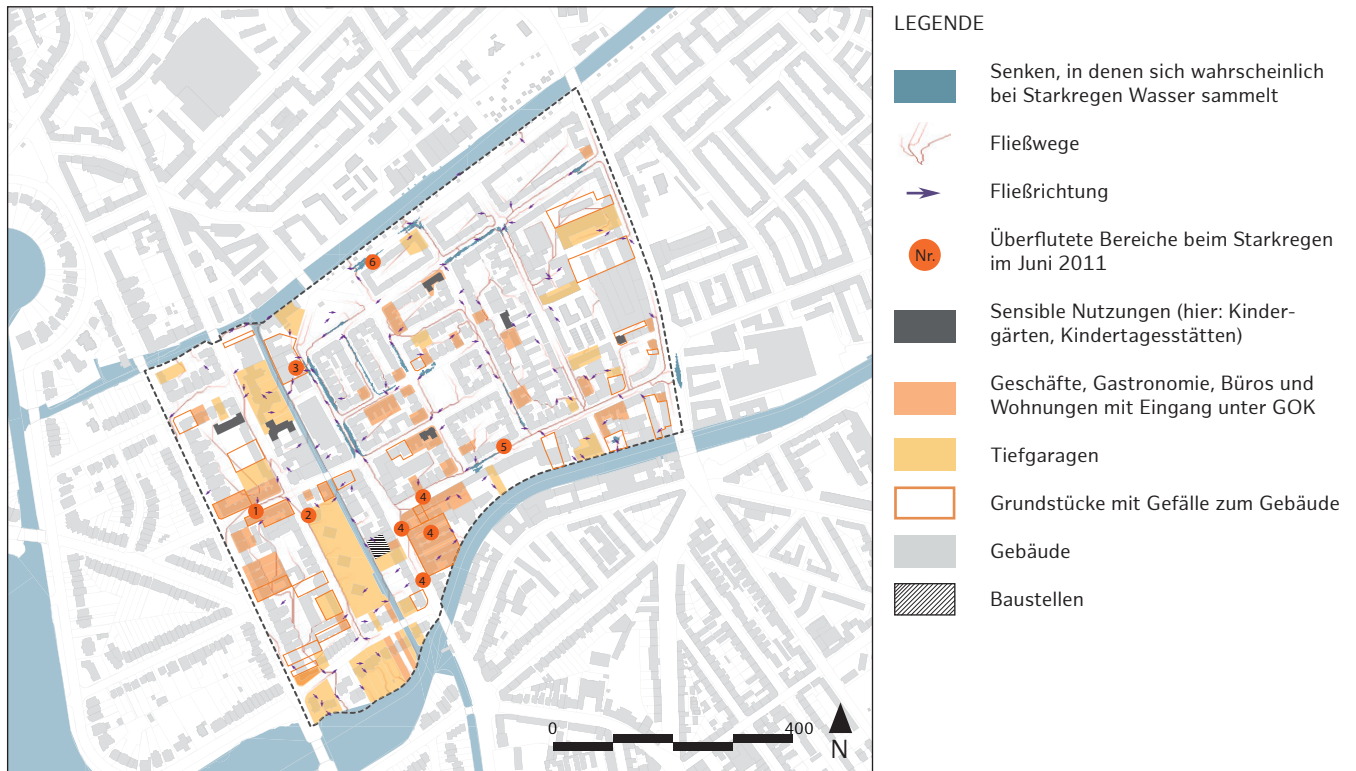


Abb. 4.2.1.3: Vereinfachte Gefährdungsanalyse für das Quartier Winterhude-Süd.

Zusammenfassung

Wie die vereinfachte Gefährdungsanalyse eindeutig zeigt, sind Teilbereiche sowie Einzelgrundstücke im Quartier bei Starkregen gefährdet. Dies lässt sich zum einen durch die zahlreichen sensiblen Nutzungen ablesen, die das gesamte Quartier prägen. Zwar sind nicht alle dargestellten sensiblen Nutzungen gleichermaßen durch Überflutungen gefährdet, befinden sie sich jedoch in unmittelbarer Nähe zu einem Fließweg oder einer Senke, lässt sich eine Gefährdung ableiten. Zum anderen zeigen die bereits eingetretenen Überflutungen von 2011 deutlich die gefährdeten Bereiche im Stadtteil auf.

Vor allem am Mühlenkamp gibt es keinen natürlichen Abfluss in die angrenzenden Gewässer, so dass die Straße und die tieferliegenden Gebäude und Grundstücke wie „eine Badewanne“ das Wasser der umgebenden Straßen auffangen und in Folge dessen überfluten.

Manche der im Jahr 2011 betroffenen Grundstücks- und Gebäudeeigentümer haben bereits Vorkehrungen auf Ihrem Grundstück getroffen, um sich vor neuen Überflutungen zu schützen, wie eigene Befragungen vor Ort ergeben haben. Viele sind jedoch nicht tätig geworden, so dass nach wie vor eine Gefährdung besteht. Aus diesem Grund wird im Folgenden untersucht, welche Prinzipien und Maßnahmen der Überflutungsvorsorge für Winterhude-Süd geeignet sein können.

4.2.2 Untersuchungen

Für die Untersuchungen wird zunächst die Verteilung der Eigentumsverhältnisse und der Flächennutzungen in Winterhude-Süd genauer betrachtet.

73 % der Flächen befinden sich in privater Hand. Einen Großteil nehmen dabei die Gebäude mit 36 % und die versiegelten Flächen, wie Stellplätze und Hofflächen, mit 16 % ein. 21 % sind private unversiegelte Flächen, wie Gärten oder Spielbereiche. Lediglich 27 % der Flächen sind in öffentlicher Hand. Den größten Flächenanteil nehmen die Verkehrsflächen mit 21 % ein. 2 % sind öffentliche Spielplätze und 2 % Kleingärten. Nur etwa 1 % umfasst öffentliche Grundstücke und Gebäude, und 1 % die Kanäle.

Obwohl die Verwaltung nur einen direkten Zugriff auf die öffentlichen Flächen hat, werden dennoch zunächst im Folgenden die Maßnahmen betrachtet, die auf den einzelnen Privatgrundstücken umsetzbar sind, da sie fast dreiviertel des Quartiers einnehmen.

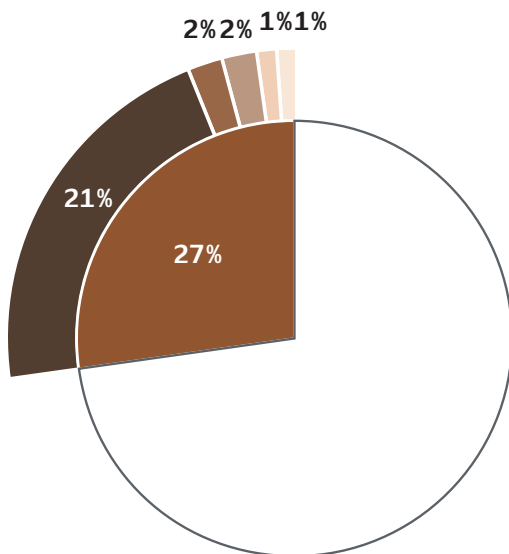


Abb. 4.2.2.1: Verteilung der öffentlichen Fläche (in braun dargestellt).

LEGENDE

	Verkehrsflächen
	öffentliche Grünflächen
	Schrebergärten
	öffentliche Grundstücke und Gebäude
	Gewässer

Maßnahmen auf Privatgrundstücken

- Flachdächer begrünen: dazu werden drei Gründach-Typen untersucht
 - Typ „Leichtdach“ mit 5 cm Schichthöhe
 - Typ „Retentionsdach Mäander 30“ mit 9 cm Schichthöhe
 - Typ „Retentionsdach Mäander 60“ mit 12 cm Schichthöhe und 3 cm Dauereinstau des Wassers
- Niederschlagswasser versickern
 - in begrünten Rasenmulden
 - in unterirdischen Rigolenkörpern aus Kunststoff

Das Potenzial zur Entsiegelung von Flächen wird aufgrund des hohen Nutzungsdrucks innerhalb des dicht bebauten Quartiers als gering eingeschätzt und von daher nicht weiter untersucht. Wie die jeweiligen Gebäude vor eindringendem Wasser geschützt werden können, ist nicht Fokus dieses Leitfadens. Ausführliche Informationen sind in der Broschüre „Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen“ zu finden (siehe Anhang).

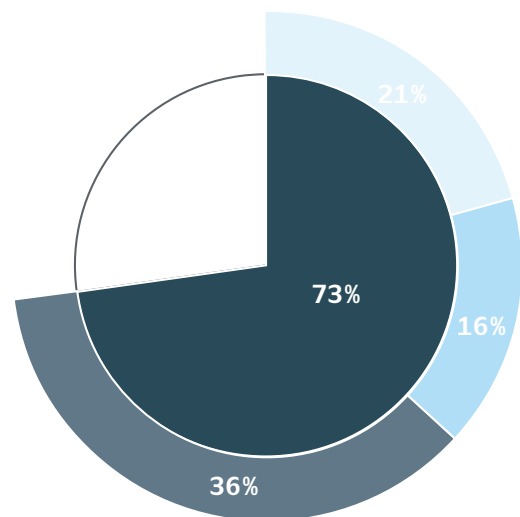


Abb. 4.2.2.2: Verteilung der privaten Fläche (in blau dargestellt).

LEGENDE

	Gebäude
	versiegelte Flächen
	unversiegelte Flächen

DÄCHER BEGRÜNEN

Gebäude nehmen in Winterhude-Süd 36 % der Gesamtfläche ein. Luftbilddauswertungen der HCU aus dem Jahr 2015 ergeben, dass bisher 2 % der gesamten Dachflächen ein intensives Gründach und 5 % der Dachflächen eine extensive Begrünung aufweisen. Diese befinden sich überwiegend auf Neubauten. 45 % der bestehenden Gebäude haben ein flaches oder flach geneigtes Dach, das in der Regel mit Bitumen abgedichtet ist. Diese Dachflächen könnten zukünftig begrünt werden. Bezogen auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes sind es 16 %. Diese Flächen sind bisher komplett versiegelt und leiten in der Regel zu 100 % das Niederschlagswasser unverzögert in die Kanalisation ab. Zudem heizen sich die Flachdächer im Sommerhalbjahr stark auf. Von diesen 16 % der Gesamtfläche könnte also durch die nachträgliche Begrünung je nach Aufbau des Gründachs der Abfluss vermieden, zurückgehalten und verdunstet oder verzögert ins Sielnetz eingeleitet werden.

Nicht jedes Gebäude kann nachträglich begrünt werden. Dazu müssen zunächst die statischen Voraussetzungen, aber auch die Möglichkeit einer Bau-

stelleneinrichtung sowie weitere Aspekte überprüft werden. Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass bei einem Großteil der nach Baualtersklassen unterteilten Gebäude eine nachträgliche Dachbegrünung möglich ist. Nur bei Gebäuden, die im Zeitraum von 1919 bis 1948 errichtet wurden, ist eine nachträgliche Begrünung nicht empfehlenswert. Bei Gebäuden der Gründerzeit sowie aus den 1950er Jahren ist eventuell zu prüfen, ob eine zusätzliche statische Ertüchtigung notwendig ist. Bei diesen Baualtersklassen ist es ratsam, nur Leichtdach-Begrünungen mit 5 cm Schichthöhe umzusetzen. Die Tragfähigkeit dieser Gebäude ist in der Regel sehr gering. Bei Baualtersklassen ab den 1960er Jahren kann eine extensive Begrünung in Leichtbauweise in der Regel aufgebracht werden. Hier könnten die statischen Eigenschaften des Gebäudes sogar eine höherwertige Begrünung erlauben, zum Beispiel ein Gründach mit einem Dauereinstau des aufgefangenen Regenwassers von 6 cm und einer Schichthöhe von 12 cm, um auf diese Weise möglichst viel Wasser auf dem Dach zurückhalten zu können. Im Anhang des Leitfadens befindet sich eine Übersicht über unterschiedliche Baualtersklassen.

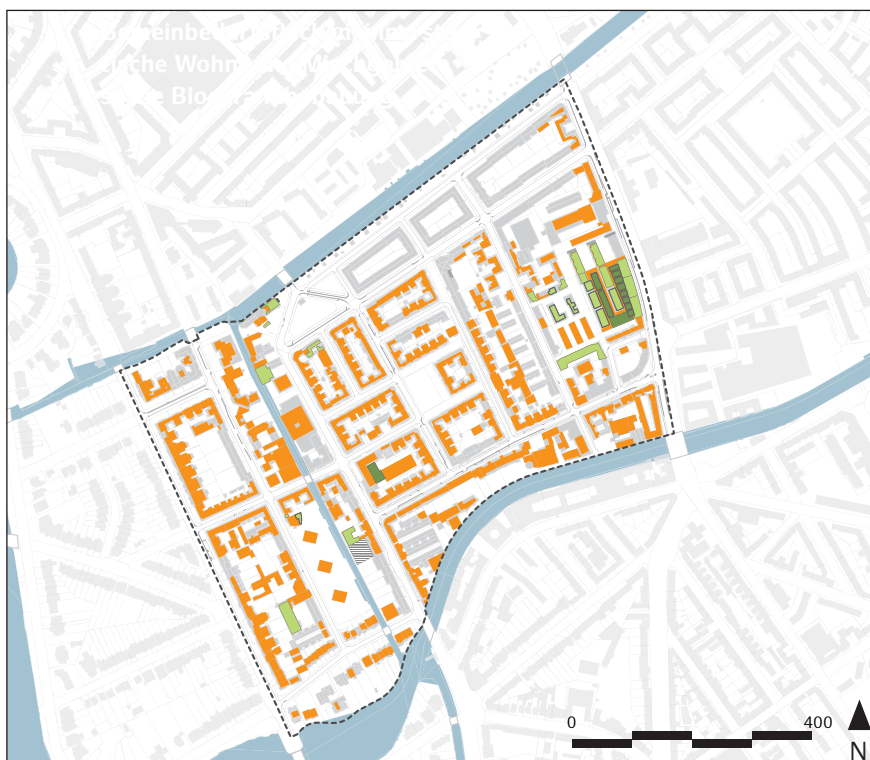
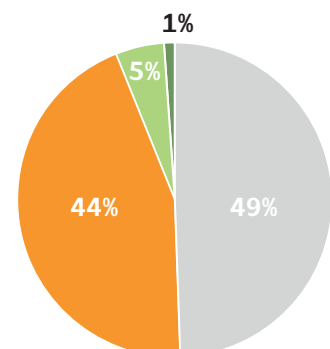


Abb. 4.2.2.3: Bestandsgebäude mit flachen oder flach geneigten Dächern (in orange dargestellt).

LEGENDE

- Flachdächer
- Sonstige Dächer
- Gründach - extensiv
- Gründach - intensiv
- Baustelle



NIEDERSCHLAGSWASSER VERSICKERN

Um beurteilen zu können, ob eine ober- oder unterirdische Versickerung von Niederschlagswasser potenziell möglich ist, müssen zunächst der Grundwasserabstand sowie das Versickerungspotenzial betrachtet werden. Beide Karten stehen im Geoportal der Stadt Hamburg zur Verfügung (<https://www.geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/>).

Anschließend können Analysen bezüglich der Flächenverfügbarkeit durchgeführt werden, um beurteilen zu können, ob eine Mulden- oder Rigolenversickerung theoretisch umgesetzt werden kann.

ANFORDERUNG ZUR VERSICKERUNG GEMÄSS DWA ARBEITSBLATT A 138

Folgende zentrale Anforderungen sind unter anderem gemäß dem DWA-Arbeitsblatt A 138 zum Beispiel bei der Versickerung von Regenabflüssen auf privaten Grundstücken in Rasenmulden oder Rigolen* zu beachten:

- Wenig belastete Regenabflüsse von Dachflächen und Hofflächen mit keinem oder seltenem Fahrzeugwechsel können in Rasenmulden versickert werden.
- Bei der Rigolenversickerung ist eine Vorbehandlung notwendig, wenn der Regenabfluss von unbeschichteten Dachflächen aus Kupfer, Zink oder Blei stammt oder von befahrenen Hofflächen.
- Im Bereich der Versickerungsanlage dürfen sich keine Altlasten im Boden befinden.
- Es muss ein Mindestabstand von 1,00 m vom tiefsten Punkt der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasser eingehalten werden.
- Bei Gebäuden ist ein ausreichender Abstand zwischen der Versickerungsanlage und dem Keller vorzusehen, wenn dieser nicht wasserdicht ausgeführt wurde.

*Rigolen können aus Kies oder anderen Materialien (zum Beispiel Lavagranulat) hergestellt werden. Alternativ sind auch Kunststofffüllkörper einsetzbar. Hier werden im Weiteren Rigolen aus Kunststoff betrachtet, da sie mehr Wasser speichern können und somit weniger Platz benötigen. Zudem gibt es Produkte, die auch unter befahrenen Flächen, wie Parkplätzen, eingebaut werden können.

GRUNDWASSERFLURABSTAND

In Winterhude-Süd ist der Abstand zwischen Geländeoberkante (GOK) und dem Grundwasser im westlichen Teil und auf den Grundstücken, die direkt an die Kanäle grenzen, mit 0 bis 2,5 m überwiegend gering. Im östlichen Teil des Quartiers dagegen vergrößert sich der Abstand auf 2,5 bis 5,0 m, bis er im Bereich der Barmbeker Straße am höchsten Punkt des Quartiers bis auf über 5,0 m ansteigt. Dementsprechend ist in den Bereichen mit einem geringen Grundwasserabstand eine Versickerung nur sehr bedingt möglich, insbesondere eine unterirdische Versickerung in Form von Kunststoffrigolen ist hier sehr wahrscheinlich überwiegend nicht umsetzbar.

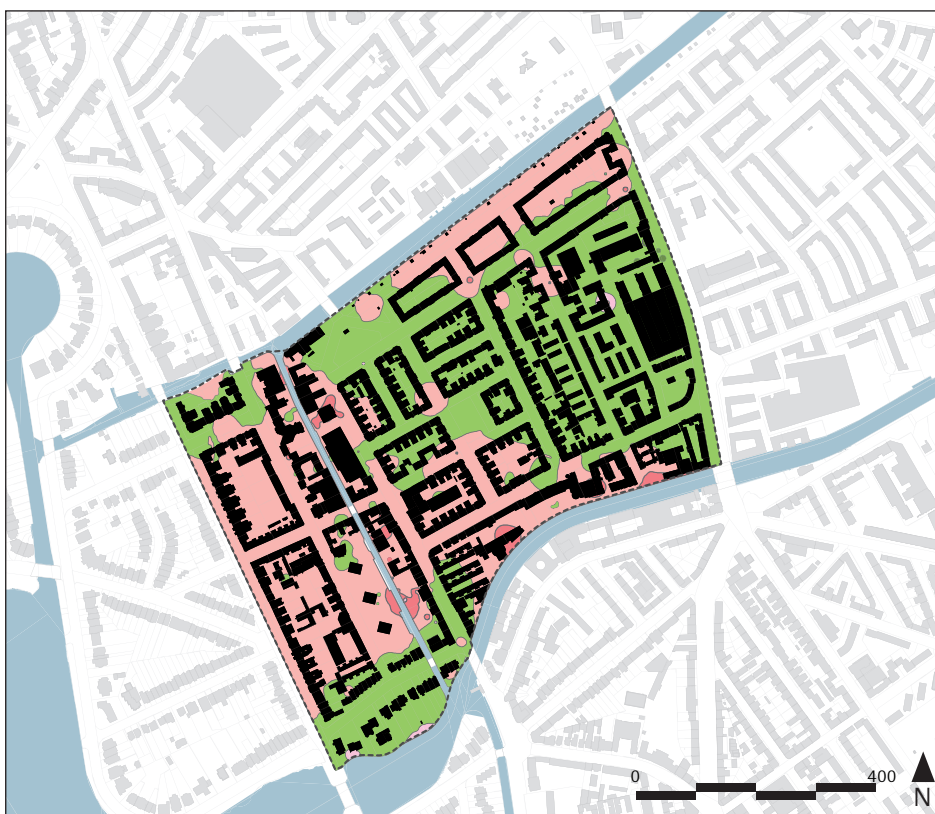
VERSICKERUNGSPOTENZIAL

Der Ausschnitt aus der Versickerungspotenzialkarte der Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (BUE) zeigt für das Quartier ein sehr heterogenes Versickerungspotenzial. Überwiegend zeichnet sich das Gebiet dadurch aus, dass eine Versickerung wahrscheinlich (hellgrün) oder eingeschränkt möglich ist (hellrosa). Nur in wenigen Bereichen ist die Versickerung möglich (dunkelgrün) oder unwahrscheinlich (dunkelrosa). Das bedeutet, dass eine oberirdische Muldenversickerung bezogen auf das Versickerungspotenzial des Untergrundes fast überall umsetzbar ist. Eine unterirdische Rigolenversickerung ist jedoch nur in den Bereichen möglich, wo ein ausreichender Abstand von der Unterkante des Rigolenkörpers zur höchsten mittleren Grundwasserstand vorhanden ist.

VERSICKERUNGSPOTENZIALKARTE DER BUE

Die Versickerungspotenzialkarte der BUE dient dazu, die Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen anhand von hydrogeologischen Daten abschätzen zu können. Dabei wurde insbesondere der geologische Schichtenaufbau des Bodens, der Grundwasserflurabstand sowie die Gelände- oder Hangneigung berücksichtigt. Die Versickerungsfähigkeit des Oberbodens, eventuell vorhandene und lokal begrenzte schwebende Grund- oder Stauwasserhorizonte sowie Altlasten oder potenzielle Schadstoffeinträge sind nicht berücksichtigt.

Weiterführende Erläuterungen sind zu finden unter:
<http://www.hamburg.de/planungskarten/4130764/versickerungspotentialkarte/>



LEGENDE

- 0-1 m: unwahrscheinlich
- 1-2 m: eingeschränkt
- 2-5 m: wahrscheinlich
- > 5 m: möglich

Abb. 4.2.2.4: Versickerungspotenzialkarte der BUE (ohne Gefälle).

MULDEN- UND RIGOLENVERSICKERUNG AUF PRIVATEN GRUNDSTÜCKEN

Für die Analyse des Potenzials von Muldenversickerung auf Privatgrundstücken werden die bisher unbefestigten Flächen betrachtet, die gemäß dem DWA-Arbeitsblatt A 138 einen ausreichendem Abstand zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen aufweisen sowie ein ausreichendes Versickerungspotenzial gemäß der Versickerungspotenzialkarte der BUE (dunkelgrüne, hellgrüne und hellrosa Bereiche, verschnitten mit der Grundwasserflurabstandskarte). Für die Potenzialanalyse von unterirdischen Rigolen aus Kunststofffüllkörpern werden sämtliche befestigte und unbefestigte Flächen auf den privaten Grundstücken mit ausreichendem Abstand zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie ausreichendem Abstand zum Grundwasser betrachtet.

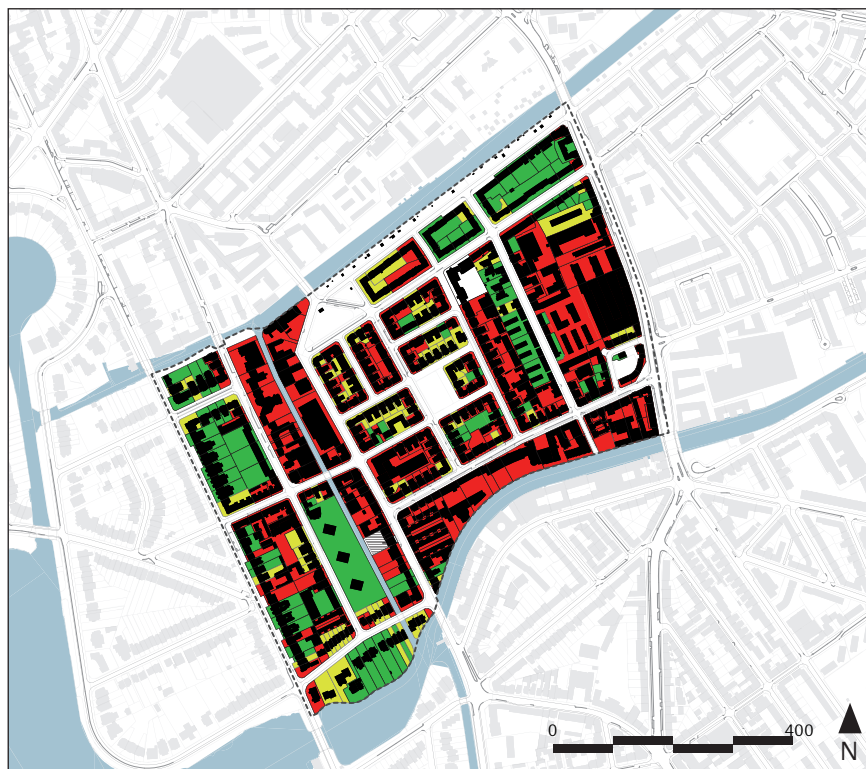
Wie die Potenzialanalyse für die Muldenversickerung ergibt, besteht innerhalb des Quartiers für circa 28 % der Privatgrundstücke ein hohes Potenzial, den

gesamten „privaten“ Regenabfluss jeweils auf den Grundstücken über begrünte Rasenmulden zu versickern. Wenige Grundstücke weisen ein mittleres Potenzial auf (circa 14 %) und etwa 58 % der Grundstücksflächen ein geringes Potenzial.

Im Vergleich dazu ergibt die Analyse des Potenzials zur Versickerung des kompletten Regenabflusses in unterirdischen Rigolenkörpern ein anderes Bild. Etwa 73 % der Grundstücksflächen weisen ein geringes Potenzial auf, deutlich mehr als bei der oberirdischen Versickerung. Grund hierfür ist vor allem der hohe Grundwasserstand im Quartier. Es kann bei vielen Grundstücken kein ausreichender Abstand von der Unterkante der Rigole bis zur Oberkante des Grundwassers sichergestellt werden. Aus diesem Grund ist eine unterirdische Versickerung insgesamt nur bei circa 20 % der Grundstücksflächen (fast) vollständig möglich.



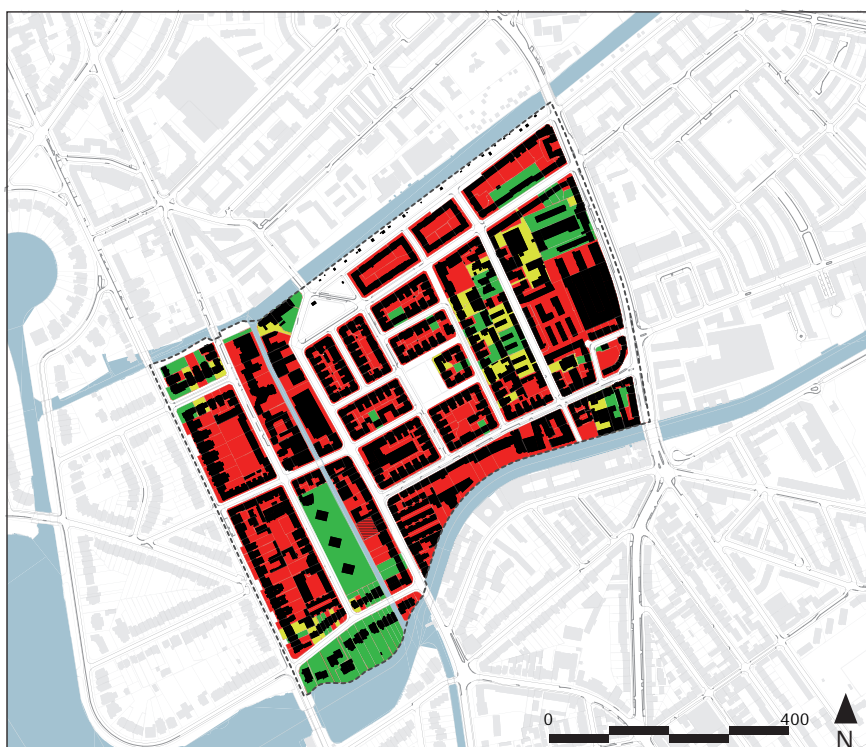
Abb. 4.2.2.5: Einbau einer Kunststoffrigole, die auch befahren werden kann.



LEGENDE

- geringes Potenzial (0 - 25 %)
- mittleres Potenzial (25 - 75 %)
- hohes Potenzial (75 - 100 %)
- Gebäude
- Baustelle

Abb. 4.2.2.6: Potenzial für Muldenversickerung auf bestehenden unbefestigten Flächen.



LEGENDE

- geringes Potenzial (0 - 25 %)
- mittleres Potenzial (25 - 75 %)
- hohes Potenzial (75 - 100 %)
- Gebäude
- Baustelle

Abb. 4.2.2.7: Potenzial zur Versickerung in Rigolen unterhalb von befestigten oder unbefestigten Flächen.

Maßnahmen im öffentlichen Raum

Im Folgenden werden verschiedene Maßnahmen für den öffentlichen Raum untersucht. Dazu gehören:

- Niederschlagswasser versickern
 - in Pflanzgruben von Straßenbäumen
 - in bepflanzten Tiefbeeten entlang von Straßen
- Niederschlagswasser zurückhalten
 - in Pflanzgruben von Straßenbäumen
 - in bepflanzten Tiefbeeten entlang von Straßen und anschließend jeweils verzögert ins Sielnetz einleiten

Das Potenzial zur Entsiegelung von Flächen wird aufgrund des hohen Nutzungsdrucks innerhalb des dicht bebauten Quartiers als gering eingeschätzt und von daher nicht weiter untersucht.

Insgesamt 583 Straßenbäume gibt es in Winterhude-Süd. Wie eigene Auswertungen ergeben, könnte bei insgesamt 47 % theoretisch an den bestehenden Baumstandorten – je nach Standortverhältnissen – das Niederschlagswasser versickert oder zurückgehalten und verzögert ins Sielnetz eingeleitet werden. Die Möglichkeit zur Versickerung dominiert mit 30 %, die Möglichkeit der Rückhaltung beträgt 17 %. Zudem ist denkbar, bestehende Parkplätze durch neue Straßenbäume oder zusätzliche bepflanzte Tiefbeete zu ersetzen, falls dies notwendig sein sollte. Auch hier

könnte der Regenabfluss entweder versickert oder zurückgehalten und verzögert ins Sielnetz eingeleitet werden. Dabei ist ein ausreichender Abstand von der Versickerungsfläche zu Gebäuden und unterirdischen Leitungen zu beachten.

Die folgenden Maßnahmen wurden aufgrund der wenigen Fläche, die dafür zur Verfügung steht, nicht näher untersucht oder simuliert, dennoch können sie wichtige Bausteine im Konzept darstellen, wie das nachfolgende Kapitel 4.2.3 zeigen wird.

- Niederschlagswasser speichern und nutzen
 - in unterirdischen Zisternen innerhalb der Grünflächen zur Bewässerung der Straßenbäume
- Niederschlagswasser schadensfrei ableiten:
 - Notwasserwege auf Verkehrsflächen: hier in Form von wasserableitenden Straßen zur Ableitung des überschüssigen Wassers, das bei Starkregen nicht mehr vom Sielnetz aufgenommen werden kann
- Flächen mehrfach nutzen:
 - wasserspeichernde Grün- und Freiflächen zum temporären Rückhalt von Regenabflüssen bei Starkregen und anschließender Versickerung oder verzögerter Einleitung ins Sielnetz
 - verzögerter Einleitung ins Sielnetz
 - wasserspeichernde Verkehrsflächen zum temporären Rückhalt von Regenabflüssen bei Starkregen und anschließend verzögerter Einleitung ins Sielnetz



Abb. 4.2.2.8: Beispiel für die Versickerung von Regenabflüssen in den Pflanzgruben von Straßenbäumen im öffentlichen Raum (Stockholm).

Wirkung der Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge

Im Folgenden werden zunächst basierend auf den Potenzialanalysen die Wirkungen der einzelnen Maßnahmen auf den Privatgrundstücken für Winterhude-Süd dargestellt und anschließend in einem sogenannten Mix-Szenario zusammen betrachtet. Das Mix-Szenario geht von einer flächendeckenden Anwendung und Kombination wassersensibler Maßnahmen auf Privatgrundstücken aus, bestehend aus Gründächern, Mulden und Rigolen. Da die Umsetzung wassersensibler Maßnahmen auf Privatgrundstücken zwar theoretisch machbar und effektiv, die Möglichkeit zur Einflussnahme von Seiten der Verwaltung aber gering ist, werden zudem die Wirkungen ausgewählter Maßnahmen im öffentlichen Raum betrachtet und die Effekte aller Maßnahmen auf die Hitzevorsorge aufgezeigt. Die Wirkungen der verschiedenen Maßnahmen und ihrer Kombination im Mix-Szenario wurden in Simulationen überprüft. Ausführlichere Informationen zu den Simulationen enthält der Bericht „Hydrologische Berechnungen für das Projekt KLIQ“ (Sieker GmbH, 2017 zu finden unter: <https://www.hcu-hamburg.de/kliq>).

MASSNAHMEN AUF PRIVATGRUNDSTÜCKEN

Dächer begrünen

Die Simulationsergebnisse belegen, dass im Falle eines Starkregens die nachträgliche flächendeckende Begrünung von bisher unbegrüntem Flachdach in Winterhude-Süd die Menge des abfließenden Niederschlagswassers deutlich vermindert, und der Abfluss zeitlich verzögert werden kann. Bereits extensive Gründächer in Leitbauweise mit 5 cm Schichthöhe führen zu einer sichtbaren Reduktion der Regenabflussmenge. Je größer die Substratschicht der Gründächer ist, desto mehr Wasser kann zurückgehalten werden. Dieser Effekt lässt sich durch eine gezielte temporäre Rückhaltung des Niederschlagswassers im Gründachaufbau noch verstärken, zum Beispiel durch technische Elemente wie Abflussdrosseln oder Kunststoffelemente zum Einstau des Regenwassers. Auf diese Weise kann das Sielnetz deutlich entlastet und eine Reduzierung des Überflutungsrisikos erreicht werden.

Niederschlagswasser versickern

In Winterhude-Süd kann gemäß der vorherigen Potenzialanalyse der Regenabfluss von deutlich mehr Privatgrundstücken über begrünte Rasenmulden als in unterirdischen Rigolen versickert werden. Dementsprechend bewirken die begrünten Rasenmulden gemäß der Simulationsergebnisse eine deutliche Verminderung der abfließenden Regenmengen

im Gegensatz zu den Rigolen. Im Falle eines Starkregens ist jedoch die Aufnahmekapazität der Mulden und Rigolen begrenzt, da sie nur für ein 5-jährliches Niederschlagsereignis dimensioniert sind. Tritt ein stärkeres Regenereignis auf, kommt der Notüberlauf der Mulden und Rigolen zum Einsatz.

Mix-Szenario

Die flächendeckende Anwendung und Kombination von Gründächern, Mulden und Rigolen auf Privatgrundstücken leisten einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Überflutungsvorsorge, wie die Simulationsergebnisse zeigen. Das abfließende Niederschlagswasser wird bei einem Starkregen durch die Kombination der Maßnahmen im Vergleich zur Bestandssituation um etwa 40% vermindert. Dies ist ein deutlich größerer Effekt als bei den einzelnen Maßnahmen.

MASSNAHMEN IM ÖFFENTLICHEN RAUM

Niederschlagswasser versickern oder zurückhalten

Die Nutzung der Pflanzgruben von Straßenbäumen sowie von Tiefbeeten für die Versickerung oder den Rückhalt mit verzögerter Ableitung von Regenabflüssen ist gemäß der Simulationsergebnisse ebenfalls eine wirkungsvolle Maßnahme zur Reduzierung des Überflutungsrisikos. Beide Maßnahmen vermindern deutlich die Menge des abfließenden Niederschlagswassers und verzögern den Abfluss. Dementsprechend stellen die Maßnahmen einen wichtigen Baustein zur Überflutungsvorsorge dar.

EFFEKTE FÜR DIE HITZEVORSORGE

Die hier betrachteten Maßnahmen sorgen für den Rückhalt bzw. die Versickerung und Verdunstung des Niederschlagswassers. Diese Aspekte sind dabei aber nicht nur für die Überflutungs- sondern auch für die Hitzevorsorge relevant. Auf den Privatgrundstücken kann vor allem durch begrünte Dächer und Rasenmulden die Verdunstungsleistung im Quartier erhöht werden, wie anhand der Simulationsergebnisse zu erkennen ist. Im öffentlichen Straßenraum tragen die bepflanzten Tiefbeete kaum zu einer Erhöhung der Verdunstung bei. Dagegen weisen Straßenbäume auch ohne wassersensible Maßnahmen bereits eine hohe Verdunstung auf und spenden außerdem Schatten, wodurch sie einer Überhitzung des städtischen Raums entgegenwirken. Werden die Pflanzgruben versickerungsfähig gestaltet oder für den Rückhalt und die verzögerte Ableitung vorgesehen, kann die Verdunstungsleistung etwas erhöht und damit das Mikroklima positiv beeinflusst werden.

4.2.3 Konzept zur Überflutungsvorsorge für den öffentlichen Raum

Im Folgenden wird beispielhaft ein planerisches Konzept zur Überflutungsvorsorge auf Quartiers-ebene für Winterhude-Süd entwickelt, das sich auf die Umgestaltung des öffentlichen Raumes fokussiert. Langfristiges Ziel des Konzeptes ist, ein grünes und lebenswertes Stadtquartier zu schaffen beziehungsweise in diesem Falle zu bewahren und damit zur Überflutungs- als auch zur langfristig zur Hitzevorsorge beizutragen. Als Grundlage dient ein zusammenhängendes Vorsorgesystem, so dass im Falle eines Starkregens das überschüssige Wasser im öffentlichen Raum versickert, temporär zurückgehalten und – wo es notwendig ist – möglichst schadensfrei in die angrenzenden Kanäle abgeleitet wird.

Als wichtige Komponente dieses Vorsorgesystems dient ein neuer Raumtypus von Straßen und Grünflächen zur Reduzierung des Überflutungsrisikos, bestehend aus:

- begrünten Straßen
- wasserspeichernden Grünflächen
- wasserspeichernden sowie wasserableitenden Straßen

Sie orientieren sich an den Raumtypen des Wissensdokuments „Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung“ der BWVI Hamburg (siehe Anhang) und werden im Folgenden genauer beschrieben.

Raumtyp: Begrünte Straßen

Die begrünten Straßen dienen als Grundgerüst des Vorsorgekonzeptes und umfassen sämtliche Quartiers-, Sammel- und Verbindungsstraßen, soweit es die Topographie und die Platzverfügbarkeit innerhalb des Straßenraumes zulässt. Sie werden vor allem durch die Straßenbäume geprägt, die entweder schon vorhanden sind oder ergänzt werden sollten. Ein Großteil des Regens wird – je nach Stärke des Regenereignisses – bereits durch die Baumkronen der Straßenbäume aufgefangen und direkt wieder verdunstet. Der anfallende Regenabfluss von Gehwegen und Straßen wird in die Pflanzgruben eingeleitet, um dort – je nach Standortbedingungen – zu versickern oder zurückgehalten und verzögert ins Sielnetz eingeleitet zu werden. Dazu können sowohl bestehende Baumstandorte optimiert oder neue Baumstandorte geschaffen werden.

Falls in den oftmals beengten Quartiersstraßen kein Platz für Straßenbäume vorhanden ist, werden stattdessen bepflanzte Tiefbeete eingesetzt. Sie dienen zur Versickerung und zum Rückhalt von Regenabflüssen und können anstelle eines Stellplatzes im Bereich der Straße angeordnet werden. Auf diese Weise kann oftmals ein ausreichender Abstand von den Gebäuden zur Versickerungsanlage eingehalten werden. Weitere Erläuterungen folgen in Zoom-In 1 ab Seite 59.



Abb. 4.2.3.1: Beispiel für eine typische Quartiersstraße.



Abb. 4.2.3.2: Bestehende Grünfläche am Schinkelplatz.

Raumtyp: Wasserspeichernde Grünflächen

Die begrünten Straßen werden durch multifunktionale Grünflächen ergänzt. Ihre Hauptnutzung als Grünfläche bleibt weiterhin bestehen. Nur im seltenen Fall eines Starkregens werden sie kontrolliert geflutet und halten das Niederschlagswasser temporär zurück. So können ungeplante Überflutungen und Schäden an anderen Stellen vermieden werden. Dazu wird die Topographie der Grünflächen angepasst und Teilbereiche tiefergelegt. Die Möglichkeit einer Umsetzung dieser Maßnahme besteht insbesondere, wenn bauliche Veränderungen an einer Grünfläche geplant sind.

Die tiefergelegten Bereiche können anschließend als beispielbare Becken dienen, die zum Spiel, Sport oder zum Aufenthalt genutzt werden. Je nach Standortbedingungen und Nutzungsanforderungen kann das Wasser dort anschließend versickern oder es wird verzögert ins Sielnetz eingeleitet, sobald dieses wieder Kapazitäten aufweist. Notwendige Reinigungsarbeiten erfolgen direkt im Anschluss eines Starkregenereignisses, um weiterhin eine einwandfreie Nutzbarkeit der Grünflächen zu gewährleisten. Da ein Starkregen nur selten auftritt, können die Grünflächen die meiste Zeit des Jahres wie gewohnt als Spielplatz oder Erholungsort genutzt werden. Weitere Erläuterungen folgen in Zoom-In 2 auf Seite 62.

Als Alternative oder Ergänzung kann im Bereich der Grünflächen eine unterirdische Speicherung von Regenwasser in Zisternen vorgesehen werden. Das Wasser dient während der Trockenperioden im Sommer zur Bewässerung der Straßenbäume (siehe Zoom-In 2 ab Seite 62).



Abb. 4.2.3.3: Der Mühlenkamp - eine belebte Einkaufsstraße.

Raumtyp: Wasserableitende und wasserspeichernde Straßen

Die Straßen, die nicht als begrünte Straßen umgebaut werden können, werden je nach Höhensituation entweder als wasserableitende oder wasserspeichernde Straßen gestaltet. Bei den wasserableitenden Straßen soll das Straßenprofil so verändert werden, dass das überschüssige Wasser, welches nicht mehr vom Sielnetz aufgenommen werden kann, möglichst schnell an der Oberfläche in die angrenzenden Kanäle eingeleitet wird. Somit gelangt nach wie vor der erste Regenabfluss, der auf die verschmutzten Verkehrsflächen trifft, ins Sielnetz und wird im Klärwerk Köhlbrandhöft gereinigt. Nur das weniger belastete Wasser gelangt direkt in die angrenzenden Kanäle.

Für Tiefpunkte im Straßenbereich, an denen sich aufgrund der Topographie bereits zuvor das Wasser gesammelt hat, bestehen zwei Möglichkeiten: Entweder werden die Tiefpunkte entlastet, indem diese Bereiche mit einer unterirdischen zusätzlichen Leitung in die Gewässer ableiten, oder die Straße speichert bei zukünftigen Starkregen gezielt temporär das Wasser. Dementsprechend muss eine wasserspeichernde Straße so gestaltet werden, dass sie das Wasser im Falle eines Starkregens innerhalb der Straße und auf geeigneten Parkplätzen zurückhalten kann. Weitere Erläuterungen folgen in Zoom-In 3 ab Seite 66.

Wie die einzelnen Komponenten in Winterhude-Süd zusammenwirken könnten, zeigt beispielhaft das Planungskonzept zur Überflutungsvorsorge (siehe Abb. 4.2.3.4). Dieses erfordert – je nach Situation – eine mehr oder weniger aufwändige Umgestaltung des öffentlichen Raumes. Es ist daher nur langfristig und abschnittsweise umsetzbar. Umso wichtiger ist es, das hier dargestellte Vorsorgekonzept für überflutungsgefährdete Quartiere gemeinsam mit allen relevanten Akteuren zu entwickeln. Nur so kann es anschließend bei jeder geplanten Baumaßnahme im öffentlichen Raum des Quartiers berücksichtigt werden. Sämtliche geplante Maßnahmen sollen insgesamt zu einer Aufwertung des öffentlichen Raumes beitragen und so unabhängig von den zukünftigen Folgen des Klimawandels ökologisch und sozial sinnvoll sein.

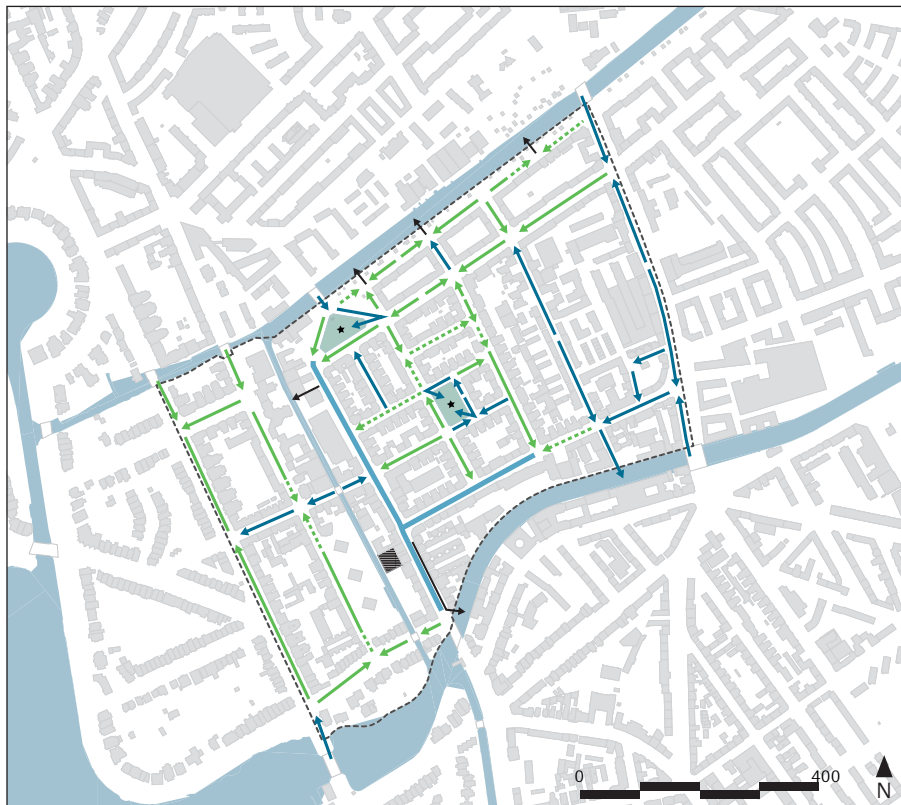


Abb. 4.2.3.4: Beispielhaftes Konzept zur Überflutungsvorsorge für Winterhude-Süd.

LEGENDE

- Begrünte Straße: zur Versickerung von Regenabflüssen oder Rückhaltung mit verzögerter Einleitung in das Sielnetz (mit und ohne Filter)
- An bestehenden Baumstandorten
- An neuen Baumstandorten oder Tiefbeeten auf bisherigen Stellplätzen
- Wasserableitende Straße
- Wasserspeichernde Straße: temporäre Rückhaltung von Regenabflüssen auf Straßen und Parkplätzen, wenn Umbau geplant ist
- Wasserspeichernde Grünfläche: temporäre Rückhaltung von Regenabflüssen auf Grünflächen wenn Umbau geplant ist
- ★ Regenwasserspeicherung: unterirdische Speicherung von Regenwasser zur Bewässerung von Straßenbäumen
- Unterirdische Ableitung des Wassers bei Starkregen
- Gebäude
- Baustelle
- Gewässer

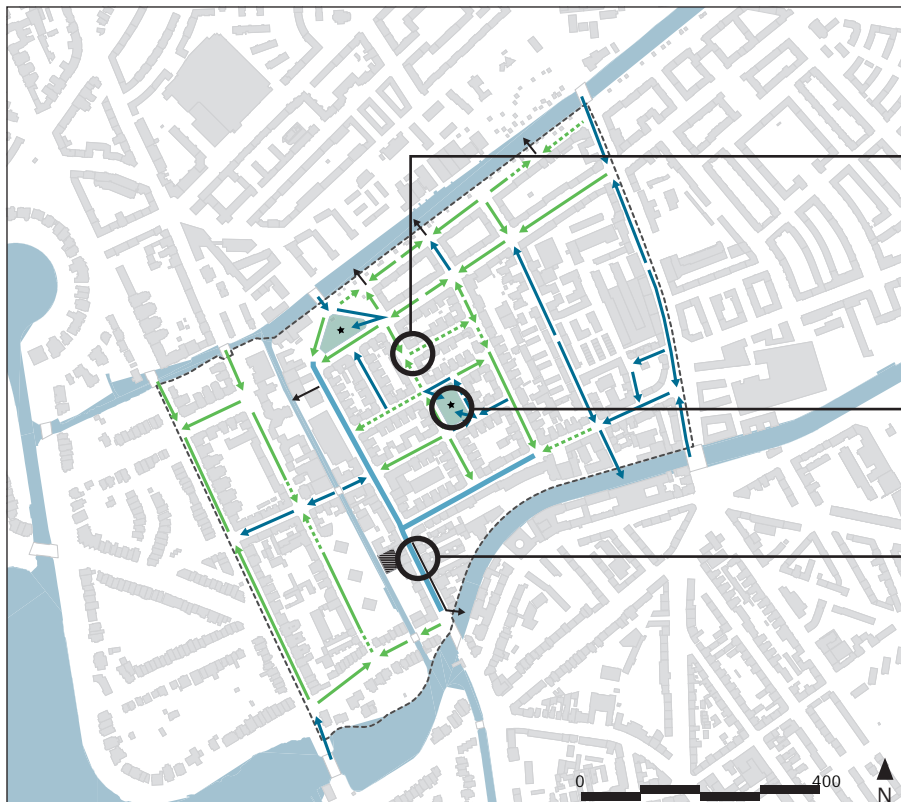


Abb. 4.2.3.5: Verortung der Zoom-Ins in Winterhude-Süd.

Zoom-In 1:
Umbau einer Quartierstraße zu einer begrünten Straße

Zoom-In 2:
Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Spielplatz

Zoom-In 3:
Umbau einer Einkaufsstraße zu einer wasserspeichernden Straße

4.2.4 Beispiele für die Umsetzung des Vorsorgekonzeptes

Dieses Kapitel stellt drei typische städtebauliche Situationen als Zoom-Ins im Detail dar. Anhand der Zoom-Ins werden die neuen Raumtypen beispielhaft konkretisiert, die für die Umsetzung des Konzeptes zur Überflutungsvorsorge notwendig sind:

- **Zoom-In 1:** Umbau einer Quartiersstraße zu einer begrünten Straße (ab Seite 59)
- **Zoom-In 2:** Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Spielplatz (ab Seite 62)
- **Zoom-In 3:** Umbau einer Einkaufsstraße zu einer wasserspeichernden Straße (ab Seite 66)



Abb. 4.2.4.1: Nachträgliche Realisierung eines Versickerungsbeetes in einer Quartiersstraße in New York.



Abb. 4.2.4.2: Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Platz in Rotterdam.

Zoom-In 1: Umbau einer Quartiersstraße zu einer begrünten Straße

Der Zoom-In 1 dient als Beispiel für eine typische Quartiersstraße in Hamburg, die überwiegend durch Straßenbäume geprägt ist. Entlang der Straße befindet sich eine geschlossene Bebauung mit gemischter Nutzung. Je nach Situation gibt es eine Vielzahl an Nutzungsansprüchen, zum Beispiel durch Fußgängerverkehr, Außengastronomie sowie Stellplätze für Autos und Fahrräder. Dementsprechend ist das Raumangebot für Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge sehr begrenzt.

In Winterhude-Süd betragen die Straßenquerschnitte der Quartiersstraßen – also die Abstände von Gebäudefassade zu Gebäudefassade – etwa 15 bis 25 m, je nach Breite der Fahrbahn, eventuell vorhandener Parkplätze, Gehwege und Vorgärten. Dementsprechend bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, das Niederschlagswasser zu versickern oder zurückzuhalten und verzögert ins Sielnetz einzuleiten. Wichtig ist hierbei, einen ausreichenden Abstand von der Versickerungsfläche zum Gebäude einzuhalten, um das Gebäude vor eventuellen Schäden durch Vernässung zu schützen.

Besteht ein ausreichender Abstand zu den Gebäuden, kann die Pflanzgrube der Straßenbäume für die Versickerung von Regenabflüssen der Gehwege und Straßen genutzt werden. Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Versickerungsfähigkeit des Bodens. Außerdem dürfen die Böden keine Altlasten aufweisen. Zudem wäre denkbar, die Dachflächen angrenzender Gebäude in die Pflanzgruben zu entwässern. Das Wasser kann zum Beispiel in offenen oder abgedeckten Rinnen oder über unterirdische Leitungen zur Pflanzgrube geführt werden. Der Zufluss des Wassers in die Pflanzgruben erfolgt über einen Schacht, der gleichzeitig für die Belüftung der Pflanzgrube und damit für einen Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre sorgt. Die Pflanzgrube nimmt unterirdisch einen größeren Raum ein als an der Oberfläche sichtbar ist. Auf diese Weise steht sowohl dem Baum genügend Wurzelraum zur Verfügung als auch der Versickerung des Wassers. Überschüssiges Wasser wird durch ein Drainagerohr aufgenommen und abgeleitet, um Stauwasser zu vermeiden. Falls möglich sind die Pflanzgruben der Bäume unterirdisch miteinander zu sogenannten Wurzelgräben verbunden, um so den Bäumen ideale Wuchsbedingungen zu bieten. Die Pflanzgrube wird an der Oberfläche befestigt und ist direkt am Stamm um die Baumscheibe mit einem Rost oder Ähnlichem abgedeckt. So kann eine Verdichtung des Bodens/Pflanzsubstrates vermieden werden. Je nach Zusam-

mensetzung und Schichtung des Substrats sowie der Art der Verdichtung kann die Pflanzgrube voll versiegelt werden und ist dann sogar befahrbar.

Die konkrete Gestaltung der Pflanzgrube, der Baumscheibe und eines Filters zur Reinigung der Regenabflüsse sowie zum Rückhalt von Streusalz im Winter, wird derzeit im Projekt „Stadtbäume im Klimawandel - SiK“ kritisch diskutiert und konkretisiert. Die Ergebnisse werden voraussichtlich Mitte 2018 zur Verfügung stehen. Weitere Informationen dazu befinden sich im Anhang.

In dem Fall, dass sich keine Vorgärten vor den Gebäuden befinden oder der Gehweg nur sehr schmal ist,

können die Pflanzgruben der Straßenbäume oftmals nicht für die Versickerung von Regenabflüssen genutzt werden. Hier reicht der Abstand von der Versickerungsfläche zu den Gebäuden nicht aus, um die Gebäude/ Keller vor Vernässung zu schützen. Hier können alternativ einzelne Stellplätze, die sich oftmals direkt auf der Straße befinden, durch bepflanzte Tiefbeete zur Versickerung und/oder Rückhaltung mit verzögerter Einleitung ins Sielnetz ersetzt werden. Auf diese Weise entfallen nur wenige Stellplätze, dafür können jedoch die Keller vor Überflutung im Falle eines Starkregens geschützt werden. Alternativ kann auch die Pflanzfläche um die Bäume auf der Straßenseite um die Tiefbeete erweitert werden.



Abb. 4.2.4.3: Typische Quartiersstraße im Bestand, M: 1:250.



Abb. 4.2.4.4: Begrünte Straße mit versickerungsfähigen Pflanzgruben von Straßenbäumen und Tiefbeeten bei Sonne und Regen, M: 1:250

Zoom-In 2: Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Spielplatz

Der Zoom-In 2 stellt dar, wie eine bestehende Grünfläche mit Hilfe kleiner Umbaumaßnahmen zur Überflutungsvorsorge beitragen kann. Voraussetzung ist hierbei, dass sich die Grünfläche nicht an einem Hochpunkt im Gelände befindet. Als Beispiel dient der Schinkelplatz, der als Spielplatz genutzt wird und sich über einem ehemaligen Bunker befindet. Der Bunker bestimmt die Topographie des Spielplatzes und ist im Bestand gestalterisch eingebunden worden. Ziel der Umbaumaßnahmen ist, möglichst wenig in die Gesamtgestaltung des Platzes einzugreifen. Aus diesem Grund wird zur Überflutungsvorsorge nur der nördliche Teil des Schinkelplatzes durch ein paar Stufen abgesenkt. So kann hier im Falle eines Starkregens das überschüssige Wasser der angrenzenden Quartierstraßen und Gehwege hingeleitet, gesammelt und temporär zurückgehalten werden.

Sobald das Sielnetz wieder Kapazitäten aufweist, kann das zwischengespeicherte Wasser verzögert eingeleitet werden. Die Hauptfunktion dieses Spielplatzbereiches sieht weiterhin Basketball spielen vor.

Je nach Befestigung könnte die Fläche auch zum Inlineskaten oder Skateboard fahren genutzt werden. Stufen umfassen den tiefergelegten Bereich und können zum Sitzen oder Spielen genutzt werden.

Bei einem Starkregen wird das Wasser über offene Rinnen entlang der angrenzenden Straßen auf den Platz geleitet. Nach einem Starkregen muss der Platz gereinigt werden, so dass die Hauptnutzung als Spielplatz problemlos wieder aufgenommen werden kann. Entsprechende Schilder und Signale weisen auf die Nutzung als temporäres Rückhaltebecken bei einem Starkregen hin. Die Wassertiefe und die seitlichen Ränder des Beckens sind so zu gestalten, dass keine Gefahr für Kinder besteht.

Zusätzlich wird auf der Südostecke des Platzes eine unterirdische Zisterne zur Speicherung von Regenwasser vorgesehen. Sie sammelt das Wasser und dient zur Bewässerung der angrenzenden Straßenbäume während Trockenperioden. Die Bewässerung erfolgt nach wie vor von Hand. Vor dem Zulauf des Wassers in die Zisterne wird dieses mit Hilfe eines Filters gereinigt. Ein Notüberlauf ins Sielnetz verhindert ein Überlaufen der Zisterne bei einem Regen.



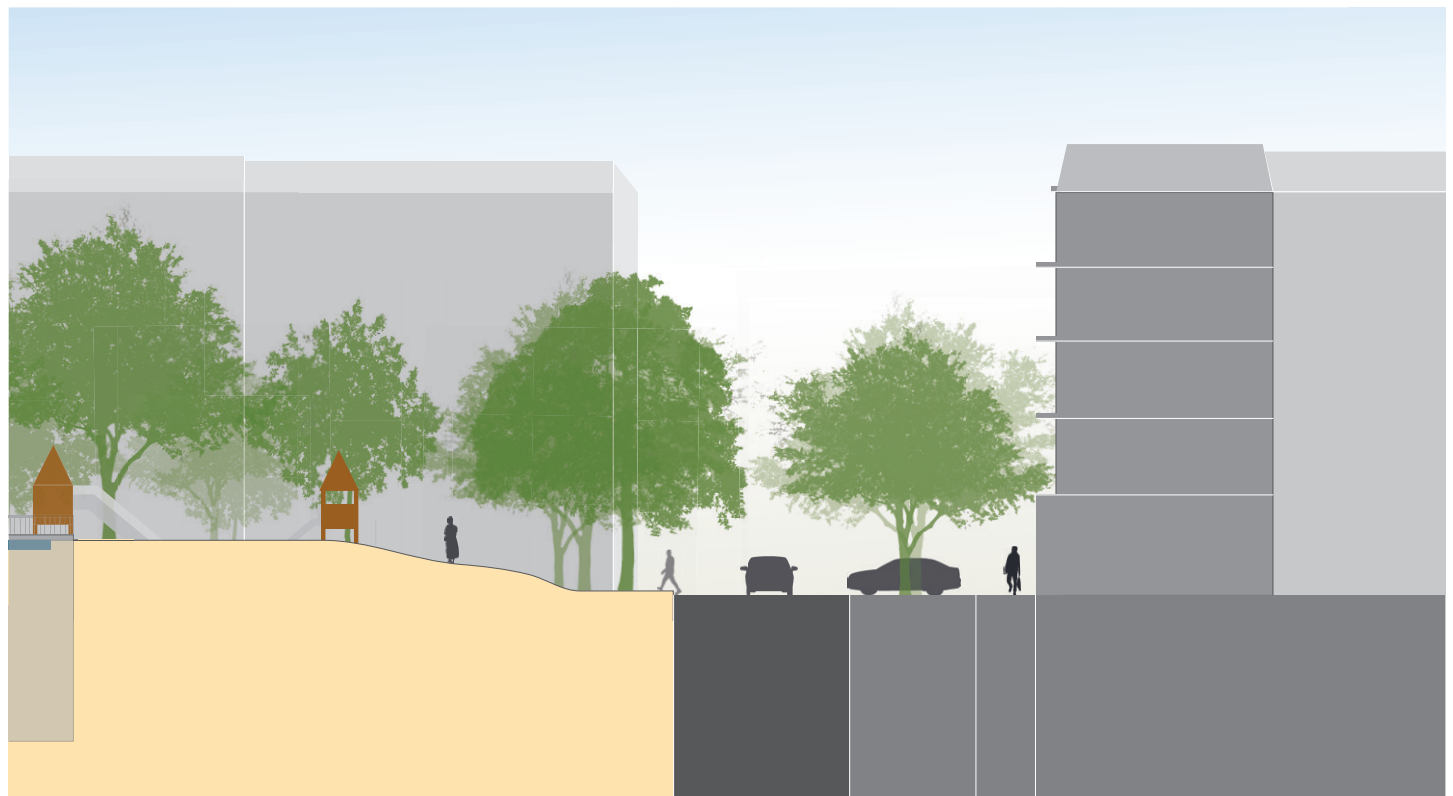
Abb. 4.2.4.5: Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Spielplatz, Bestand. M 1:300.



Abb. 4.2.4.6: Blick auf die Grünfläche im Bestand.



Abb. 4.2.4.7: Blick auf den wasserspeichernden Spielplatz nach dem Umbau bei Sonne und Regen (eigene Darstellung).



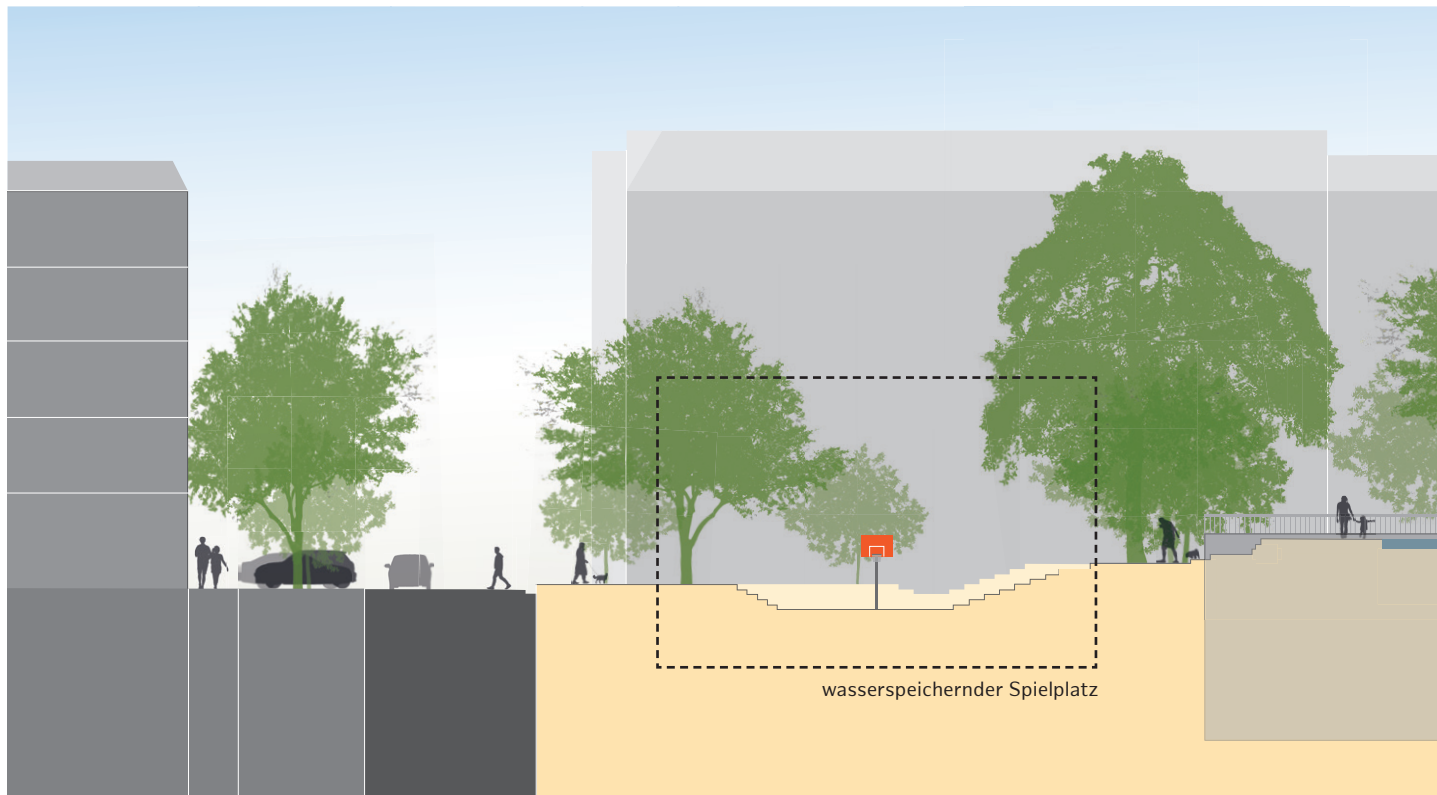
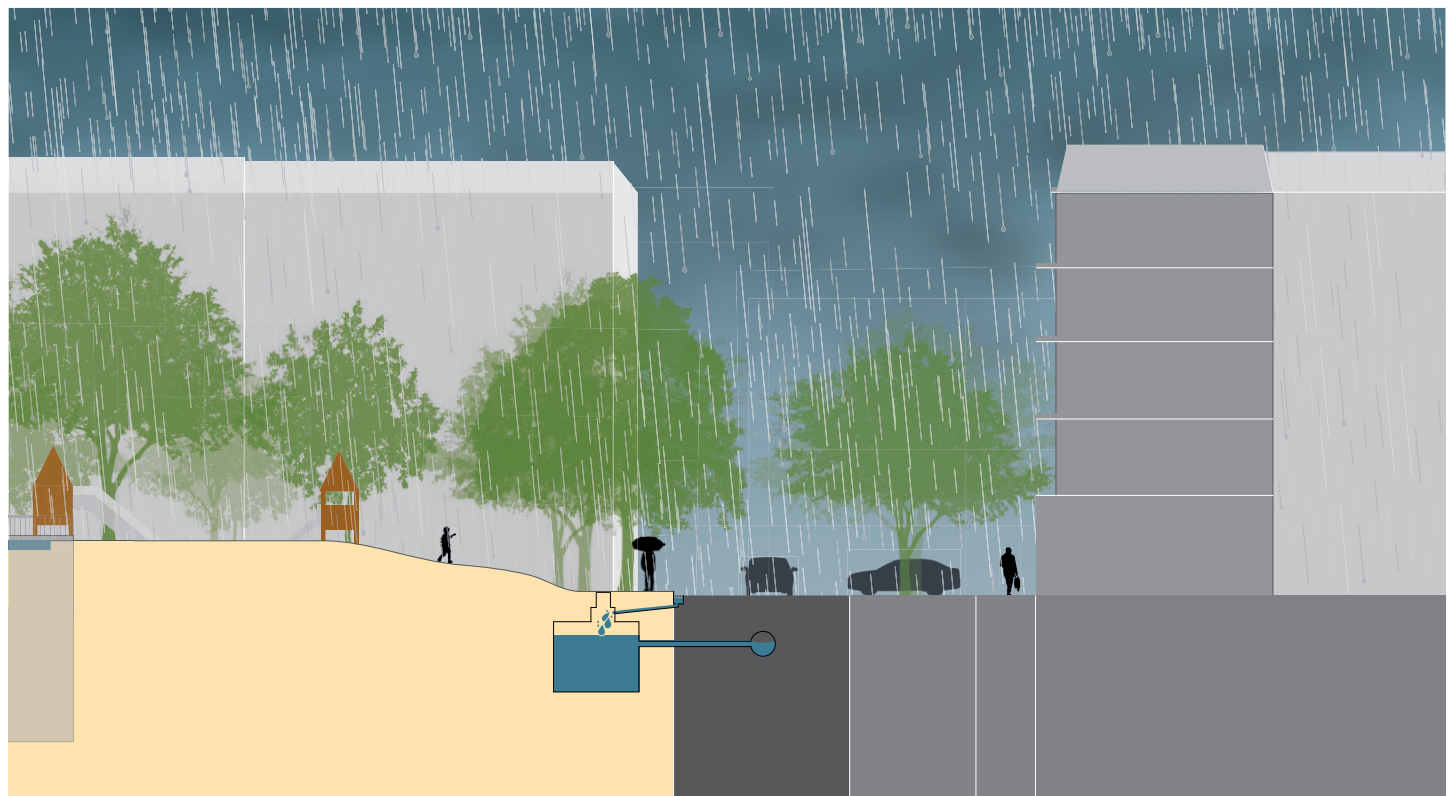
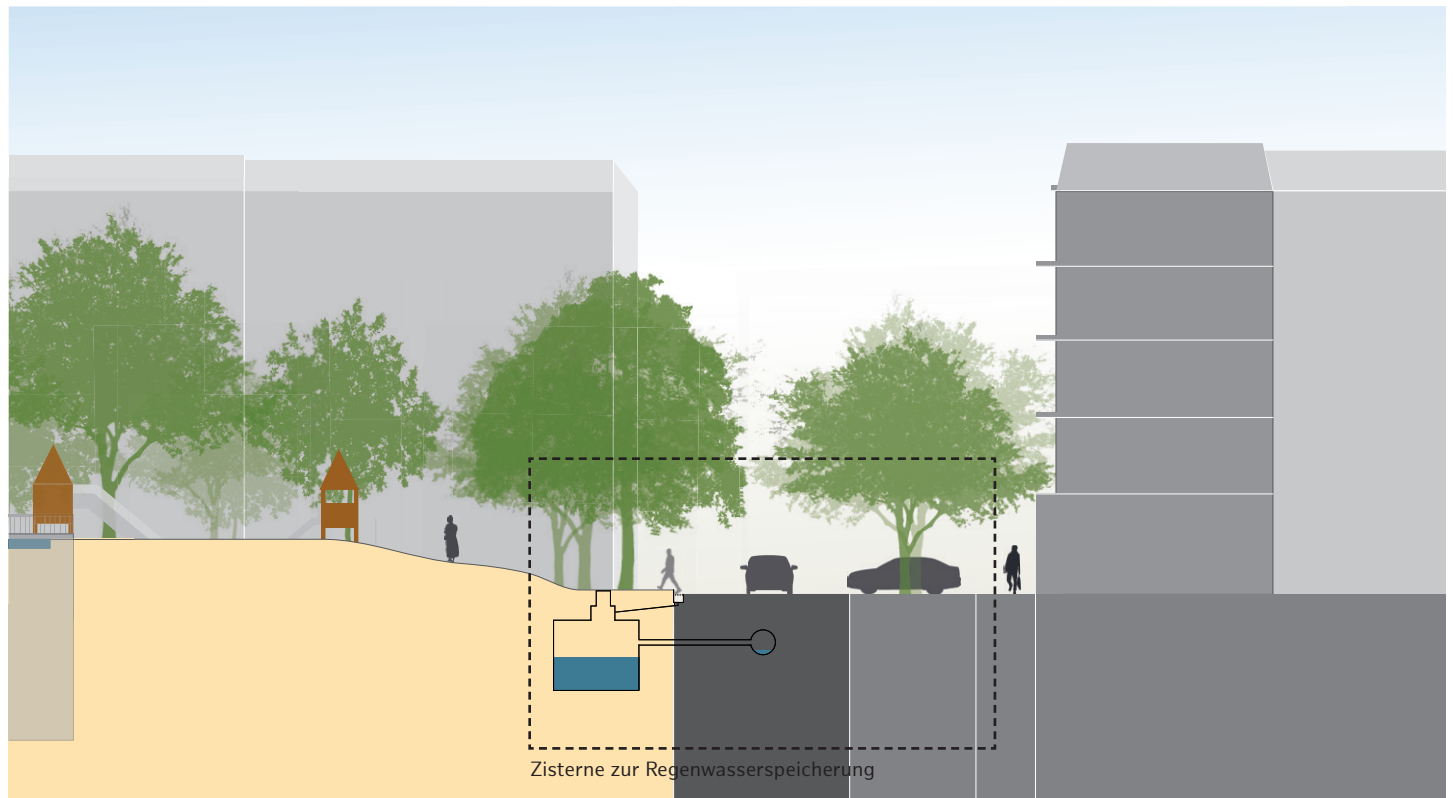


Abb. 4.2.4.8: Umbau einer Grünfläche zu einem wasserspeichernden Spielplatz bei Sonne und bei Regen, M 1:300.



Zoom-In 3: Umbau einer Einkaufsstraße zu einer wasserspeichernden Straße

Zoom-In 3 steht exemplarisch für die Umgestaltung einer Einkaufsstraße zu einer wasserspeichernden Straße. Die wasserspeichernde Funktion sieht man üblicherweise für Quartiersstraßen vor. Aufgrund der topographischen Besonderheit im Quartier zeichnet sich in Winterhude-Süd jedoch der Mühlenkamp für die entsprechende Maßnahme aus, obwohl er als Verbindungsstraße auch für die Erschließung des Quartiers von Bedeutung ist. Beim Starkregen vom Juni 2011 kam es hier zu Überflutungen von Teilabschnitten der Straße sowie von Kellern und Erdgeschossen. Die Straße weist damit ein besonderes Erfordernis für Maßnahmen der Überflutungsvorsorge auf. Die entwickelten Ansätze dienen als Beispiel für Quartiersstraßen und möglicherweise zukünftig auch für Verbindungsstraßen, um Anpassungsoptionen darzustellen.

Um Überflutungen von Kellern und Erdgeschossen zukünftig zu minimieren, könnte die Fahrbahn als temporäre Rückhaltefläche vorgesehen werden. Dafür ist es notwendig, das Profil der Straßen zu verändern und höhere Bordsteine zu setzen. Bisher sind die Straßenabläufe (in Hamburg Trummen genannt) zur Entwässerung der Straße an beiden Seiten der Fahrbahn angeordnet. Der Hochpunkt der Fahrbahn befindet sich in der Straßenmitte. Im Zug eines potenziellen Umbaus wird das Profil der Straße umgedreht, so dass sich nun der Tiefpunkt in der Straßenmitte befindet. Dementsprechend werden hier nun die Trummen angeordnet, ergänzt um eine überfahrbare durchlaufende Rinne. Zusätzlich ist an geeigneten Stellen ein Notüberlauf für das gesammelte Wasser in die angrenzenden Kanäle vorzusehen, um unkontrollierte Überflutungen entlang der Straße zu vermeiden.

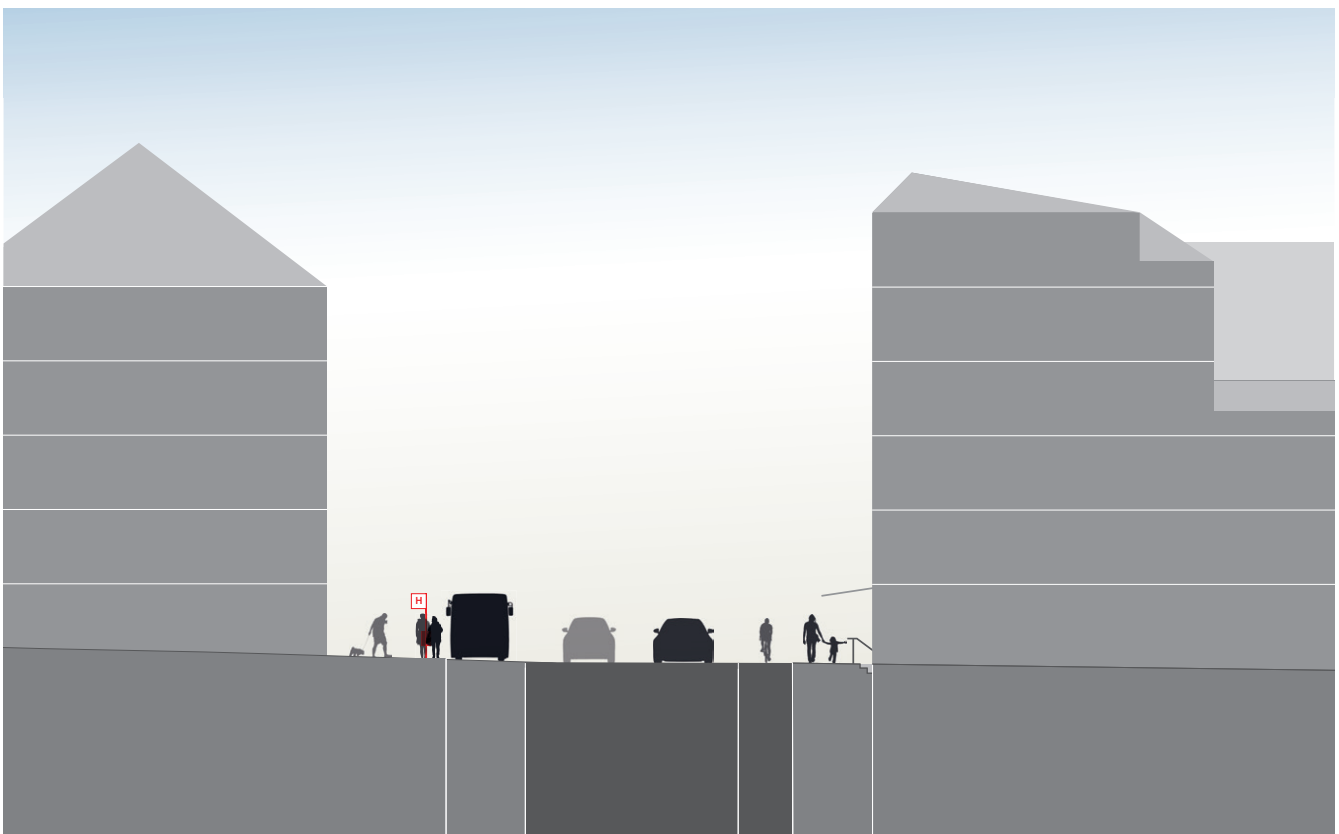


Abb. 4.2.4.9: Einkaufsstraße – Bestandssituation M 1:300.

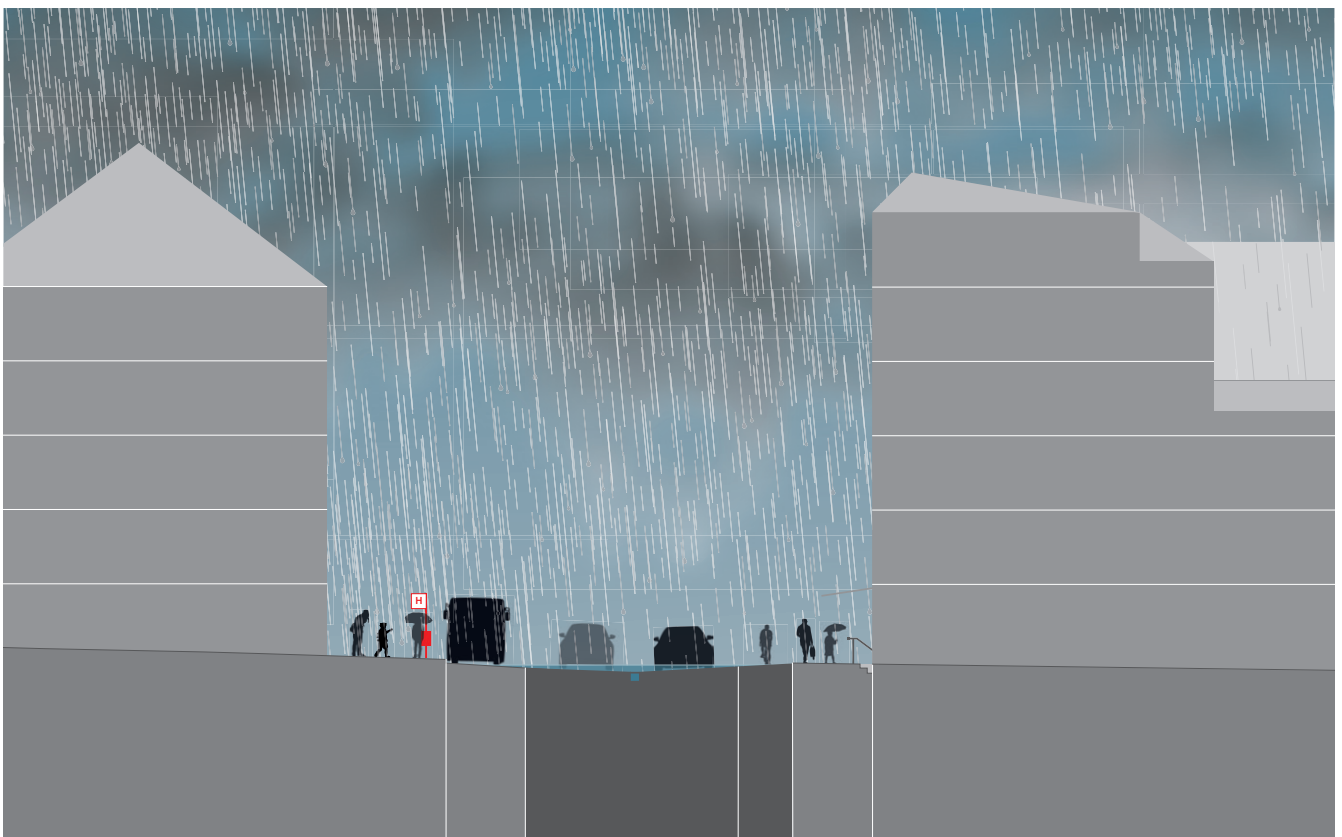
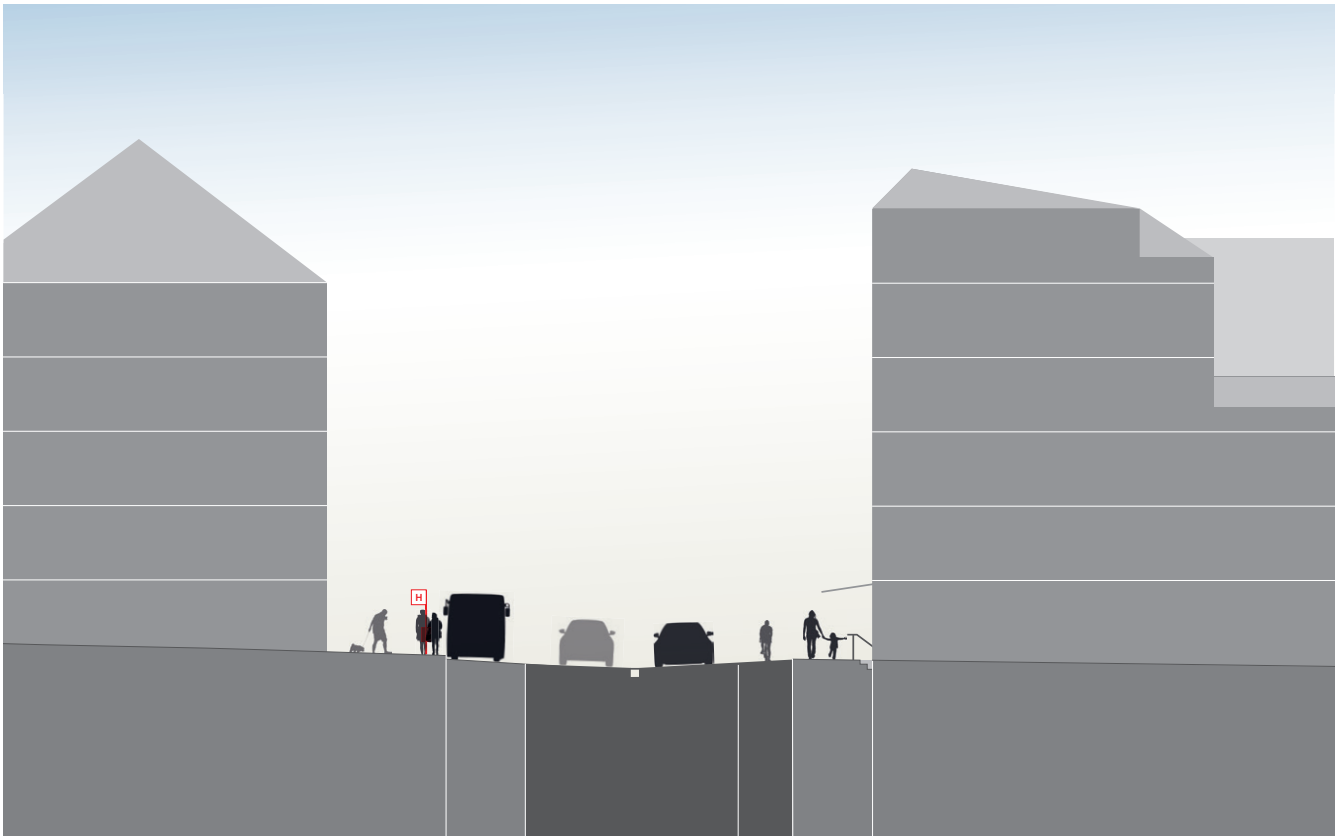


Abb. 4.2.4.10: Wasserspeichernde Einkaufsstraße bei Sonne und Regen, M 1:300

4.2.5 Blick über den Tellerrand

Auch andere Städte beschäftigen sich mit dem Thema der Überflutungsvorsorge. Kopenhagen, Amsterdam und Toronto gehen hier mit innovativen Ideen voran, die auch für Hamburg interessant sein könnte: Sei es ein innovatives Konzept für den öffentlichen Raum, um Überflutungsvorsorge gezielt planen, umsetzen, die Wirkung überprüfen und eventuell nachbessern zu können. Oder eine bürgernahe Öffentlichkeitsarbeit mit Kampagnen für Gebäudeeigentümer und Gartenbesitzer. Oder die Änderung von Rechtsvorschriften, um Hausbesitzer dazu zu veranlassen, wassersensible Maßnahmen auf ihren Privatgrundstücken zeitnah umzusetzen und so zur Reduzierung des Überflutungsrisikos beizutragen.

Cloudburst Management in Kopenhagen:

Umbau des öffentlichen Raumes zur Bewältigung von Wolkenbüchen

2012 hat die Stadtverwaltung Kopenhagen den sogenannten Cloudburst Management Plan verabschiedet. Nach fünf Starkregenereignissen innerhalb von sechs Jahren mit Schäden in Höhe von schätzungsweise circa 1,5 Milliarden Euro baut nun die Stadtverwaltung Kopenhagens den öffentlichen Raum großflächig um. Ziel ist, das Überflutungsrisiko zu minimieren und gleichzeitig die Lebensqualität in den Quartieren zu verbessern. Insgesamt 300 Projekte sollen innerhalb der nächsten 20 Jahre schrittweise umgesetzt werden sollen. Dabei kommen überwiegend Maßnahmen zur Ableitung und zum Rückhalt des Regenabflusses bei einem Starkregen zum Einsatz (siehe Abb. 4.2.5.1):

- Stormwater Roads – Straßen zum oberirdischen Ableiten von Wasser
- Detention Roads – Straßen zum temporären Rückhalten von Wasser
- Detention Areas – Plätze, die als temporäre Rückhaltebecken dienen
- Green Roads – begrünte Straßen zur Versickerung von Wasser in Pflanzbeeten und straßenbegleitenden Mulden sowie zum Rückhalten und Ableiten von Wasser

Bei Bedarf werden diese Maßnahmen mit unterirdischen Leitungen kombiniert, die den Regenabfluss zum Hafenbecken leiten. Dies geschieht insbesondere dort, wo es aufgrund der topographischen Situation nicht zu einer oberirdischen Ableitung des Wassers kommen kann. Ausführlichere Informationen sind dem Artikel „Kopenhagen: Vorreiter beim Thema „Überflutungsvorsorge“ auf der KLIQ-Homepage zu entnehmen (www.hcu-hamburg.de/kliq).

Reduzierung des Überflutungsrisikos in Amsterdam:

Gezielte, bürgernahe Öffentlichkeitsarbeit und Kampagnen für Grundeigentümer und Gartenbesitzer
Im Rahmen des Projektes „Amsterdam Rainproof“ – „Regensicheres Amsterdam“ hat das dortige Projektteam eine digitale Plattform zur Öffentlichkeitsarbeit aufgebaut, die permanent aktualisiert wird. Die Online-Plattform zeigt Hintergrundinformationen rund um den letzten Starkregen in Amsterdam im Juli 2014, erläutert anhand von Infografiken die Möglichkeiten zur Reduzierung der Überflutungsgefährdung, stellt Informationen zu möglichen Maßnahmen mit Beispielen für die Umsetzung und entsprechenden Erfahrungsberichten bereit (siehe Abb. 4.2.5.2). Es wird auf aktuelle Veranstaltungen, Neuigkeiten und Erfolge von Rainproof hingewiesen sowie twitter und facebook aktiv für den direkten Kontakt mit den Nutzern eingesetzt.

Darüber hinaus hat das Rainproof-Team zusammen mit der Gartenbranche die Kampagne „Der wasserfreundliche Garten“ organisiert, um Gartenbesitzer und -nutzer an der Umsetzung einer regensicheren Stadt auf privaten Grundstücken zu beteiligen. Mit Hilfe der Kampagne soll die zunehmende Befestigung privater Flächen für Parkplätze oder Ähnliches verhindert und deren Versickerungs- und Speicherkapazität erhöht werden. Das Rainproof-Team bezieht sämtliche Gartencenter in Amsterdam mit ein, zeigt ihnen, wie sie ihre Kunden zu diesem Thema informieren und welche Produkte sie entsprechend anbieten können. Zusätzlich werden Workshops mit Landschaftsarchitekten organisiert, die den Kunden erläutern, wie ein Garten regensicher gestaltet werden kann. Ausführlichere Informationen sind in dem Artikel „Amsterdam: Eine innovative Art der Zusammenarbeit zur Überflutungsvorsorge“ auf der KLIQ-Homepage aufgeführt (www.hcu-hamburg.de/kliq).

Toronto: Vorschrift zur Abkopplung sämtlicher Regenfallrohre bis Dezember 2016

2011 ist in der größten Stadt Kanadas die Rechtsvorschrift zur Abkopplung von Regenfallrohren (Mandatory Downspout Disconnection) in Kraft getreten. Das bedeutet: Sämtliche Hausbesitzer müssen den anfallenden Regenabfluss auf ihrem Grundstück entweder versickern, zurückhalten oder nutzen. Sie können ihn nicht mehr wie bisher in die unterirdische Kanalisation einleiten. Die Vorschrift muss bis Dezember 2016 von allen Gebäudebesitzern umgesetzt werden und umfasst sämtliche Gebäude. Mit Hilfe der Vorschrift will die Stadtverwaltung das Kanalsystem entlasten und die Überflutungen von Kellern sowie die Mischwasserüberläufe in die Gewässer im Falle eines Starkregens reduzieren.

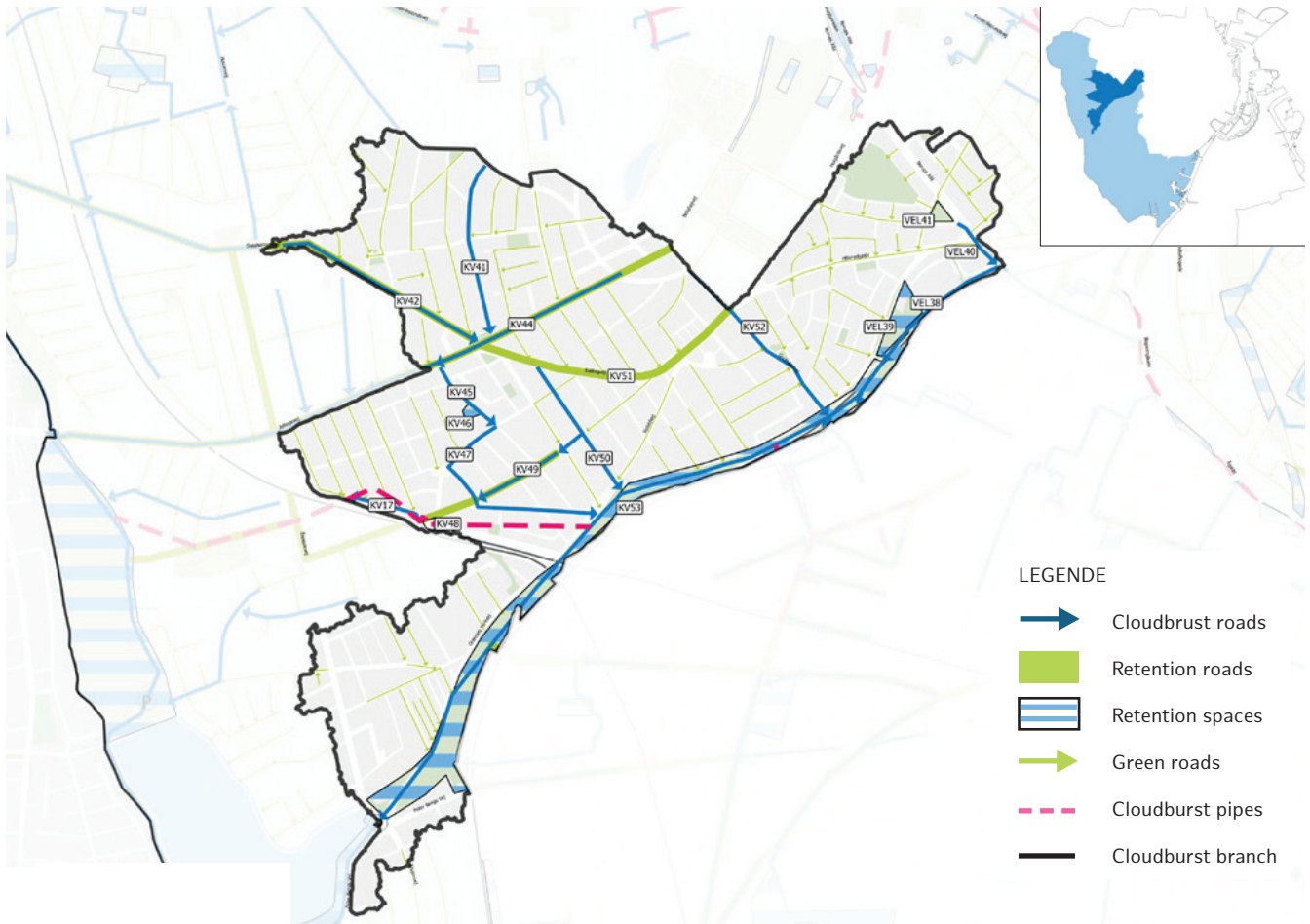


Abb. 4.2.5.1: Planungen zur Konkretisierung des Cloudburst Management Plans



Abb. 4.2.5.2: Gründach vom Zoku Hotel in Amsterdam und interaktive Karte auf der Rainproof-Homepage mit der Verortung der Projekte, die entweder bereits umgesetzt, im Bau oder geplant sind. Jeder hat die Möglichkeit, hier sein oder ihr neues Projekt einzustellen (Quelle: www.rainproof.nl; Stand: 18.04.2017).

4.3 Hitzevorsorge für St. Georg

4.3.1 Gefährdungsanalyse der aktuellen Situation

Für die Beurteilung der Hitzegefährdung in St. Georg werden die Fragen der Checkliste zur Hitzevorsorge (siehe S. 18) beantwortet. Die Übersichtskarte fasst die zentralen Ergebnisse zusammen und zeigt auf, wo Problembereiche liegen.

1. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, die stark versiegelt und im Sommerhalbjahr tagsüber oder nachts spürbar wärmer sind als die benachbarten Straßen und Plätze?

JA

Für die Bewertung, ob und welche Straßenzüge dieses innerstädtischen Quartiers von Hitzestress betroffen sind, wurde im Juli und August 2016 eine Analyse mit Hilfe einer Satellitenwärmeaufnahme und einer Wärmebildkamera durchgeführt. Die Auswertung der Aufnahmen zeigt, dass fast überall in St. Georg hohe Oberflächentemperaturen herrschen. Selbst im Vergleich zur Gesamtstadt, die bereits eine höhere Oberflächentemperatur als das weniger verdichtete Umland aufweist, sind hier neben den stark versiegelten Straßenzügen und Gebäudekomplexe auch Innenhöfe und Plätze von Hitzestress betroffen. Bereiche mit sehr hohen Oberflächentemperaturen von bis zu 40°C befinden sich vor allem in stark versiegelten Bereichen mit einem Versiegelungsgrad von 81-100 %. Wenn diese Bereiche über lange Zeiträume der Sonneneinstrahlung ausgesetzt und/ oder wenig verschattet sind, verursachen die hohen Oberflächentemperaturen eine Hitzebelastung.

2. Gibt es im Planungsgebiet Bereiche, die gemäß Stadtklimaanalyse (Karte 1.13) nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zu größeren Grünflächen oder Parks liegen, die stadtklimatisch bedeutsam sind und zur Kühlung benachbarter Quartiere beitragen?

JA

Die Stadtklimaanalyse Hamburgs zeigt die stadtklimatisch bedeutungsvollen Grünflächen auf. Diese Flächen tragen zum Abbau der Hitzebelastung im Stadtgebiet bei. Hochverdichtete Quartiere wie St. Georg weisen oft nur wenige stadtklimatisch bedeutungsvolle Grünflächen auf. Bis auf den Lohmühlenpark gibt es in St. Georg keine großen Grünflächen mit einem nennenswerten Kühleffekt. Am geringsten sind im Sommer die Temperaturen in der Umgebung von unversiegelten, kühlenden Grünflächen wie dem Lohmühlenpark im Osten, dem Carl-Legien-Platz im Süden am Museum für Kunst und Gewerbe und dem zentral gelegenen Spielplatz an der Danziger Straße/

Ecke Rostocker Straße. Die Kühlwirkung wirkt sich jedoch nicht auf den gesamten Stadtteil aus. Folglich sind die in St. Georg liegenden Grünflächen zu klein, um eine umfassende kühlende Wirkung zu erreichen.

3. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, in denen ein großer Teil der Straßen und Plätze nicht von Bäumen überdeckt ist?

JA

In St. Georg gibt es mehrere Straßen (zum Beispiel Beim Strohause oder Kurt-Schumacher-Allee) die nicht oder nur teilweise von Bäumen überdeckt sind. Mit Hilfe des Hamburger Baumkatasters ist eine einfache Analyse der Straßenbäume vor Ort möglich (Bäume in Parks und auf privaten Grünflächen sind hier nicht erfasst). Darin ist die Verortung des jeweiligen Baumstandorts sowie die Eigenschaften des Baumes erfasst, wie die Baumart, die Größe der Baumkrone oder das Pflanzjahr. Für die Überhitzungsvorsorge ist die Größe der Krone besonders relevant, da die Blätter sowohl zur Verschattung als auch zur Verdunstungskühlung beitragen. In St. Georg ist zu sehen, dass in einem Großteil der Straßenzüge entweder nur sehr kleine oder sehr wenige vereinzelte Bäume mit großen Kronen vorhanden sind. Demnach trägt der Bestand der Straßenbäume in Georg kaum zur Verschattung und folglich zur Kühlung des Stadtteils bei. Das Überhitzungsrisiko im Straßenraum erhöht sich dadurch erheblich.

4. Gibt es im Planungsgebiet großflächige Bereiche mit Materialien, die sich tagsüber stark aufheizen und damit die Wärmebelastung verstärken?

JA

In St. Georg gibt es mehrere Bereiche, die sich bei hohen Lufttemperaturen und Sonneneinstrahlung stark aufheizen. Diese Straßen und Plätze weisen ein erhöhtes Hitzerisiko auf, da sie überwiegend mit dunklen Oberflächenbelägen bedeckt sind und wenige Bäume vorhanden sind. Hinzu kommen Parkplätze, Bürgersteige und Plätze, die ebenfalls höchstens vereinzelt mit schattenspendenden Bäumen bepflanzt sind. Außerdem stellen die Dächer in dicht bebauten Gebieten wie St. Georg ein besonderes Überhitzungsrisiko dar. Dadurch, dass viele Gebäude sehr eng aneinander stehen und eine ähnliche Geschosshöhe haben, bilden die Dächer und Fassaden große zusammenhängende Flächen, die sich bei direkter Sonneneinstrahlung zusätzlich aufheizen. Deren Ausrichtung und Material kann die Wärmebelastung weiter intensivieren.



LEGENDE

■	Hoch: 58,22 °C
■	Niedrig: 16,47 °C

Abb. 4.3.1.1: Thermalbild von St. Georg. Bereiche in rot weisen um 11:17 Uhr eine Oberflächentemperatur von über 58 °C auf. Die Umgebung der Grünflächen und des Wassers weisen eine niedrigere Temperatur auf.

Das Thermalbild ist verfügbar unter:

<https://earthexplorer.usgs.gov/>
Diese Satellitenbilder benötigen weitere Aufarbeitung, um in dieser Darstellungsform gezeigt zu werden.

5. Kühlen Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karte 1.3) nachts nur sehr gering ab?

JA

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrads und der mangelhaften Durchlüftung kühlt der Stadtteil über Nacht nur mäßig bis gering ab. In einigen Bereichen, die besonders dicht bebaut und stark versiegelt sind, nimmt die Temperatur lediglich um 1-2 K ab. Die schraffierten Bereiche in Abbildung 4.3.1.2 zeigen, dass vor allem Gebiete mit einer Kerngebietsnutzung betroffen sind: Die unmittelbare Umgebung des Hauptbahnhofs, Teile des Steindamms und der Bereich um das Berliner Tor. Besonders während anhaltender Hitze über mehrere Tage (Hitzewellen) ist die geringe nächtliche Abkühlung ein Problem.

Bei mehreren Nächten mit schwachem Wind speichern die Materialien der Straßen- und Gebäudeoberflächen immer mehr Wärme, sodass die Temperaturen nicht absinken und dauerhaft den menschlichen Komfort beeinträchtigen.

6. Werden Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karten 1.8, 1.9 und 1.12) im Sommer nachts nur gering oder gar nicht durch Kaltluftvolumenströme beeinflusst?

JA

Geringe Kaltluftströme erreichen den Stadtteil aus Norden von der Alster und aus Süden vom Berliner Tor durch die Bahntrasse. Die Kühlwirkung aus dem Süden ist sehr gering und verteilt sich wegen der dichten und hohen Bebauung nicht im Gebiet, lediglich die Ströme von der Alster bewirken eine niedrige bis mittlere Kühlwirkung. Hierdurch ist auch zu erklären, wieso diese nördlichen Bereiche geringere Temperaturen aufweisen. Wasserkörper haben einen positiven Einfluss auf das Mikroklima, da Verdunstungskälte erzeugt und durch den Wind transportiert wird. Die Gebäudekomplexe parallel zur Alster bilden jedoch hinsichtlich der Durchlüftung und Kühlung eine Barriere zum südlicheren Quartiersteil.

Kaltluftströme verbinden Kaltluftentstehungsgebiete und Belastungsräume miteinander und sorgen somit für einen Luftaustausch. Kaltluftentstehungsgebiete sind beispielsweise größere Gehölzflächen, innerörtliche Grünzüge, offene Wasserflächen oder große Parkanlagen. Vor allem gehölzreiche Flächen dienen der Kühlung, denn durch die Verdunstung der Bäume verringert sich die Umgebungstemperatur.

7. Weisen Bereiche des Planungsgebietes gemäß der Stadtklimaanalyse (Karte 1.12) eine hohe bioklimatische Belastung auf?

JA

Gemäß der Stadtklimaanalyse liegen die Bereiche mit einer hohen bioklimatischen Belastung in der Umgebung des Hauptbahnhofs und des Hansaplatzes, entlang des Steindamms und der Koppel, an den Hochhäusern am Berliner Tor sowie einem Block südlich des Carl-Legien-Platzes. Folglich weist ein Großteil des Quartiers eine hohe bioklimatische Belastung auf. Demnach sind die Menschen in St. Georg in besonderem Maße durch Hitzebelastungen in heißen Sommermonaten gefährdet.

8. Gibt es im Planungsgebiet Kindergärten, Kindertagesstätten, Spielhäuser, Krankenhäuser, Altersheime oder Pflegeeinrichtungen?

JA

9. Halten sich in dem Gebiet sensible Personengruppen (insbesondere Kinder unter 5 Jahren und ältere Personen über 65 Jahren) dauerhaft oder über längere Zeiträume auf?

JA

St. Georg ist ein Stadtgebiet, das an heißen Tagen tagsüber bereits heute von einer Wärmebelastung betroffen ist. Weiterhin macht die Kombination von einer überdurchschnittlichen Bebauungsdichte mit einer empfindlichen Einwohnerstruktur St. Georg laut der Stadtklimaanalyse Hamburgs (Karte 1.13) zu einem Stadtteil mit prioritärem Klimaanpassungsbedarf. Besonders bei Kleinkindern sowie kranken oder älteren Menschen kann die Hitzebelastung ein erhöhtes Gesundheitsrisiko darstellen (siehe Kap. 4.3.4, Zoom-In 3). Als empfindliche Bevölkerungsgruppen gelten Kinder unter 5 Jahren und Senioren ab 65 Jahren. Einrichtungen, in denen sich insbesondere diese empfindlichen Bevölkerungsgruppen aufhalten, wurden im Rahmen dieser Gefährdungsanalyse

als gefährdete Einrichtungen erfasst. Die Kartierung erfolgte auf Grundlage einer Ortsbegehung sowie einer Recherche im Internet. Kinder bis zu 5 Jahren halten sich in St. Georg über die Wohnnutzung hinaus in zahlreichen Kindertagesstätten und Spielhäusern auf. Die Spielhäuser befinden sich in Grünanlagen und sind daher keiner hohen Wärmebelastung ausgesetzt. Darüber hinaus gibt es zwei Alten- und Pflegeheime, in denen überwiegend Personen über 65 leben. Dazu gehört das Alten- und Pflegeheim Heinrich-Sengelmann-Haus in der Alexanderstraße, sowie das Alten- und Pflegeheim St. Bernhard am Mariendom. Diese Bereiche und Personengruppen könnten demnach von Hitzeperioden in besonderem Maße betroffen sein.

10. Können durch die Überhitzung irreparable Umweltschäden auftreten, beispielsweise durch Trockenheitsschäden an der Vegetation, Trockenfallen von Gewässern oder Beeinträchtigung von sensiblen Ökosystemen?

JA

St. Georg weist im Wesentlichen Straßenbäume und kleinere Grünzüge und Parks auf. Bei Letzteren kann das Risiko von Trockenschäden als gering bewertet werden. Die Straßenbäume sind hingegen größtenteils durch einen beengten Wurzelraum gekennzeichnet, der von vielen unterschiedlichen Belastungsfaktoren beeinflusst wird. Der hohe Versiegelungsgrad und die hohe Bebauungsdichte mit einer Vielzahl unterirdischer Leitungen schränken das Wurzelwachstum, die Nährstoff-, Luft- und Wasserverfügbarkeit erheblich ein. Die Kombination dieser Faktoren mit hohen Temperaturen und langen Trockenperioden ergibt ein erhöhtes Trockenstressrisiko für die Straßenbäume. Insbesondere Jungbäume können aufgrund einer geringen Wasserverfügbarkeit absterben, weil deren Wurzelsystem deutlich geringer ausgebreitet ist als das der älteren Bäume, die auch an tiefer liegende Wasserressourcen heranreichen. Auch sind einige Baumarten gegenüber Trockenstress sensibler als andere Arten (siehe hierzu zum Beispiel die Klima-Arten-Matrix/KLAM oder die Straßenbaumliste der Gartenamtsleiterkonferenz GALK; eine Empfehlung für Hamburg zu klimarobusten Baumarten wird derzeit in dem Projekt „Stadt-bäume im Klimawandel - SIK“ an der HCU erarbeitet. Ergebnisse werden Mitte 2018 erwartet).

Gewässer, die in Trockenperioden trockenfallen könnten, gibt es in St. Georg nicht. Dennoch könnten Trockenperioden mit hohen Temperaturen das Vorkommen von Blaualgen in der Alster begünstigen.

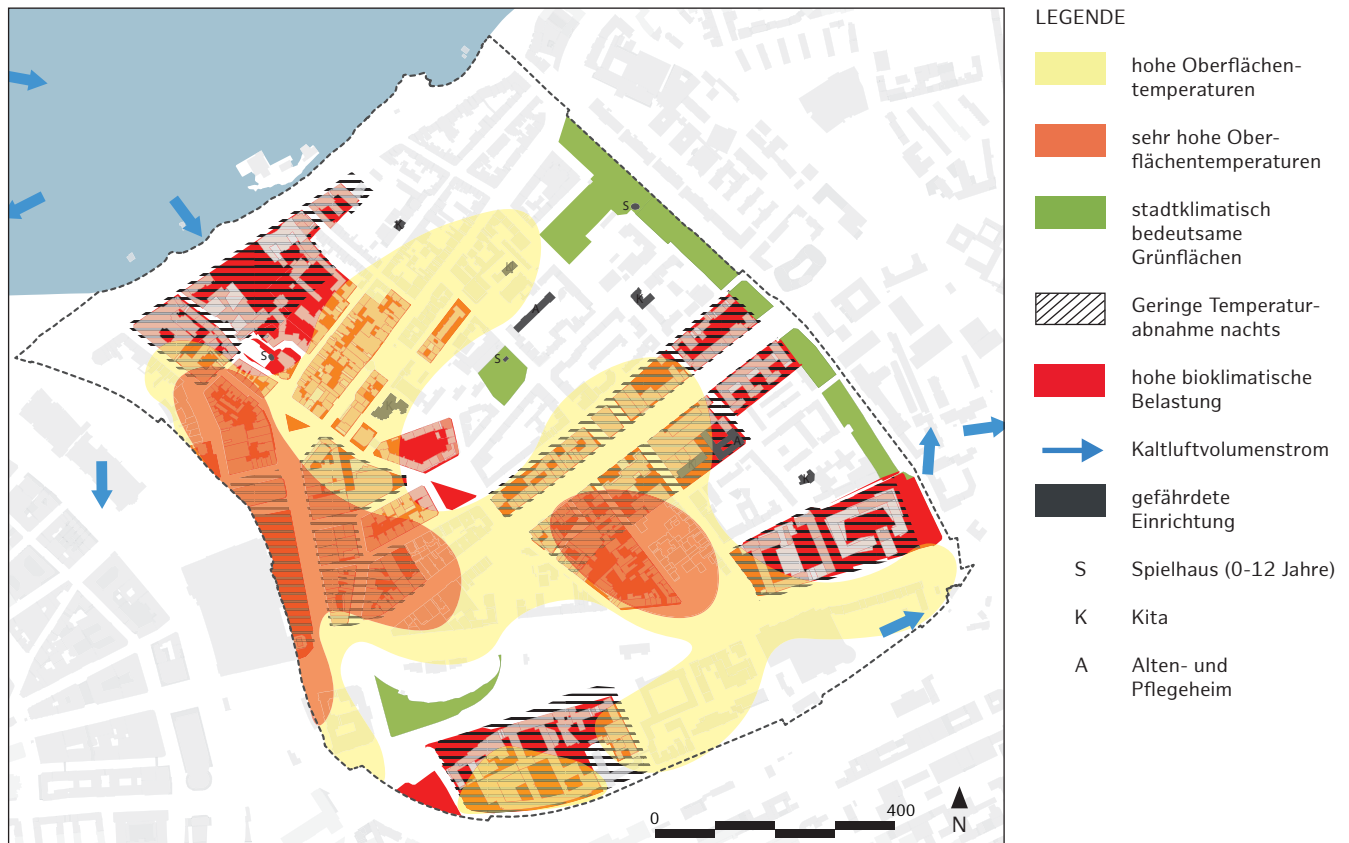


Abb. 4.3.1.2: Gefährdungsanalyse für den Stadtteil St. Georg mit Fokus „Hitzevorsorge“, aufbauend auf Daten aus dem Zeitraum 2001-2016

11. Gibt es Bereiche im Planungsgebiet, die laut Stadtklimaanalyse (Karte 2.9) erst zukünftig von Überhitzung betroffen sein werden?

JA

Klimaforscher erwarten zukünftig längere und häufigere Hitzeperioden sowie eine höhere Anzahl an Hitzetagen. Gemäß der Stadtklimaanalyse bedeutet das für St. Georg mehr Tage mit einer maximalen Temperatur von mindestens 25°C (Sommertage) sowie von mindestens 30°C (Hitzetage) und einer nächtlichen minimalen Temperatur von 20°C (Tropennächte). Dies führt zu einer starken sommerlichen Wärmebelastung und erhöht das Gesundheitsrisiko bei gefährdeten Personengruppen. Weiterhin könnten die nördlichen Teilbereiche St. Georgs, die heute noch nicht stark von einer Wärmebelastung betroffen sind, zukünftig betroffen sein. Während Hitzeperioden ist oftmals nur eine geringe Windgeschwindigkeit vorhanden, so dass bei steigenden Temperaturen die Alster kaum mehr eine kühlende Wirkung auf den nördlichen Teil des Stadtteils hat. Das bedeutet, dass im Zeitraum von 2046 bis 2055 der gesamte Stadtteil gefährdet sein könnte.

Zusammenfassung

Wie die vereinfachte Gefährdungsanalyse zeigt, ist ein Großteil St. Georgs bereits heute einer hohen Wärmebelastung ausgesetzt. Bei den zukünftig steigenden Temperaturen, häufiger auftretenden und länger anhaltenden Hitzeperioden und einer weiteren Verdichtung im Zuge der Innenentwicklung wird sich die Wärmebelastung sowohl tagsüber als auch nachts deutlich intensivieren.

Die Kombination von einer überdurchschnittlichen Bebauungsdichte und einer erhöhten Einwohnerdichte mit einer empfindlichen Einwohnerstruktur macht Maßnahmen zur Hitzevorsorge in St. Georg notwendig. Daher wird im Folgenden untersucht, welche Prinzipien und Maßnahmen der Hitzevorsorge für St. Georg geeignet sein können.

4.3.2 Untersuchungen

Für die Untersuchungen wird ein Überblick zu den Eigentumsverhältnissen sowie der Flächenverfügbarkeit für die Umsetzung der betrachteten Maßnahmen geschaffen. In St. Georg befinden sich 52 % der Flächen in privater Hand, deutlich weniger als in Winterhude-Süd. Dennoch nehmen auch hier die Gebäude mit 31 % und die versiegelten Bodenflächen, wie Stellplätze und Hofflächen, mit 12% einen Großteil der Flächen ein. Der Anteil an privaten unversiegelten Flächen, wie Gärten oder Spielbereiche, fällt mit 7 % deutlich geringer aus. 2 % der Flächen waren zum Zeitpunkt der Analyse Baustellen.

48 % der Flächen sind in öffentlicher Hand. Sowohl der Anteil an Verkehrsflächen mit 35 %, als auch der Anteil an öffentlichen Grünflächen und Spielplätzen mit 9 % ist deutlich höher als in Winterhude-Süd. Jedoch sind die Grünflächen, wie in der Gefährdungsanalyse zu sehen ist, nicht gleichmäßig im Gesamtgebiet verteilt, sondern konzentrieren sich

hauptsächlich im Osten und teilweise im Süden St. Georgs. Die ungleiche Verteilung führt zu einer lokal sehr begrenzten Kühlung in St. Georg, wie in Abbildung 4.3.1.2 zu sehen ist. 4 % der Flächen umfassen öffentliche Grundstücke und Gebäude.

Die folgenden Flächen nehmen in St. Georg den größten Anteil ein (siehe Abb. 4.3.2.1):

- 35% Verkehrsflächen (mit Straßenbegleitgrün)
- 33% Dachflächen der Gebäude (31% private und 2% öffentliche Gebäude)
- 13% versiegelte Grundstücke (wie Stellplätze und Hofflächen)

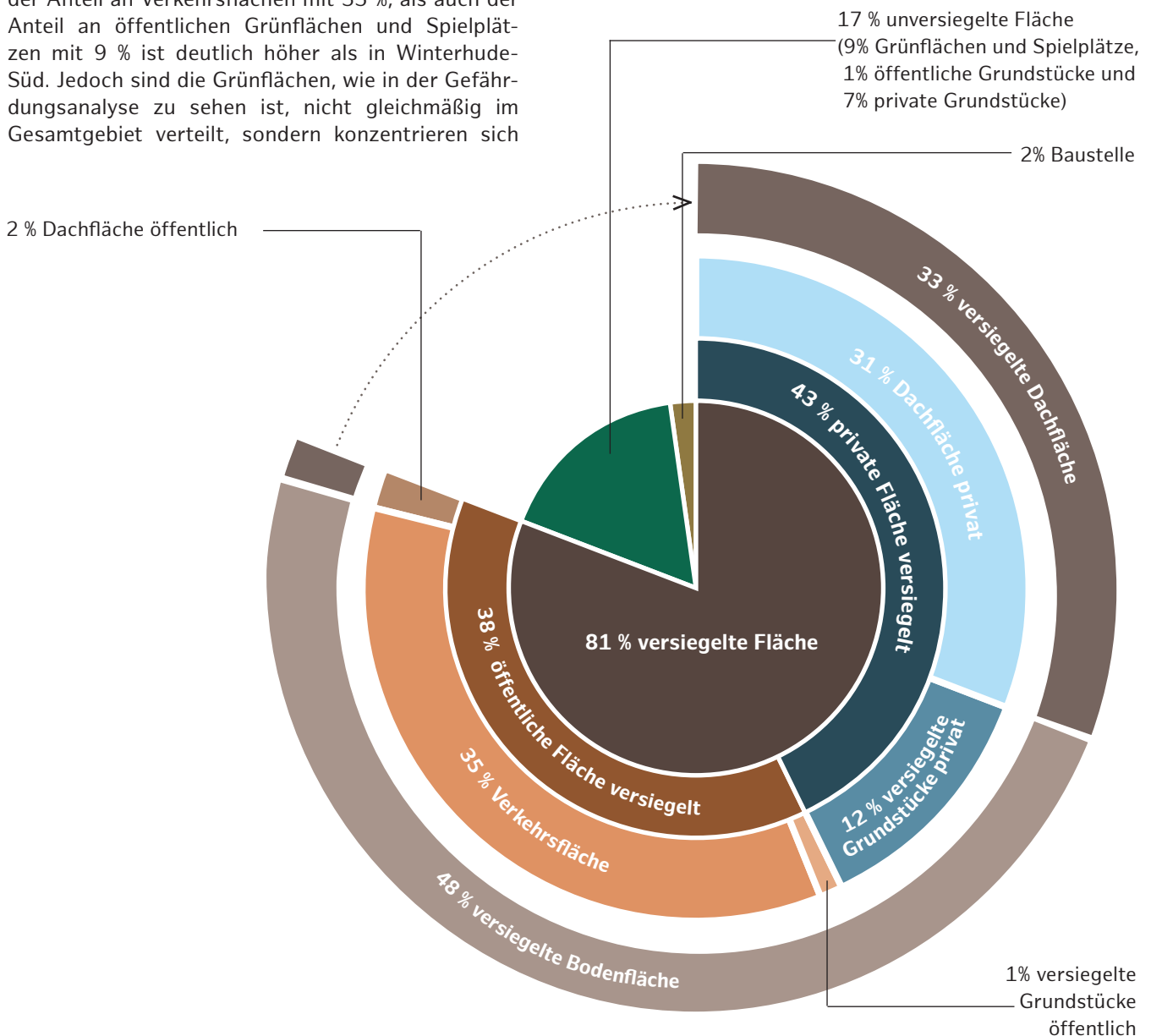


Abb. 4.3.2.1: Verteilung der Flächennutzung und Flächennutzungsprofil in St. Georg.

Zusätzlich ist die Fassadenfläche der Gebäude für die Hitzevorsorge bedeutsam. Im Rahmen der städtebaulichen Analyse der HCU in 2016 wurden in St. Georg eine durchschnittliche Gebäudehöhe von 17,15 m und eine durchschnittliche Geschossanzahl von 5,7 Geschossen (bei 3 m Geschosshöhe) ermittelt.

Der Stadtteil weist insgesamt einen sehr hohen Versiegelungsgrad auf. Mehr als 80 % des Gebietes ist voll versiegelt, wenige Flächen sind teilversiegelt. Lediglich 18 % des Gebietes ist unversiegelt. Dies umfasst öffentliche Grünflächen, Straßenbegleitgrün sowie private Hinterhöfe und Außenanlagen. Die sehr hohe Bebauungsdichte verhindert oftmals eine ausreichende Durchlüftung des Stadtteils. Folglich kommt es im Vergleich zu anderen Stadtteilen zu hohen Oberflächentemperaturen und zu höherer bioklimatischer Belastung.

Für die Untersuchungen zur Hitzevorsorge wird zunächst die Flächenverfügbarkeit anhand der pro-

zentualen Verteilung bedeutender Flächen für die Hitzevorsorge analysiert, um die Handlungsschwerpunkte definieren zu können. Die Versiegelung von Flächen verursacht großteils den urbanen Wärmeinseleffekt. Aus diesem Grund werden alle versiegelte Flächen als potenzielle Flächen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Hitzevorsorge betrachtet.

Folgende Flächenkategorien nehmen den größten Anteil an der Gesamtfläche in St. Georgs ein:

1. Versiegelte Bodenflächen
(Verkehrsflächen und versiegelte Grundstücke)
2. Dachflächen
3. Fassadenflächen

Im Folgenden werden diese drei Flächenkategorien mit ihrem jeweiligen Überhitzungsrisiko genauer betrachtet, um darauf aufbauend Maßnahmen vorzuschlagen zu können. Anschließend wird der mögliche Effekt der Maßnahmen bewertet, das Risiko einer Überhitzung im Quartier zu reduzieren.



Abb. 4.3.2.2: Verteilung des Versiegelungsgrads in St. Georg.

Flächenkategorie 1: Versiegelte Bodenflächen

Die Versiegelung schränkt die natürlichen Bodenfunktionen ein und trägt je nach Material und Sonneneinstrahlung zum städtischen Wärmeinseleffekt bei. Wie stark sich eine Fläche aufheizt ist allerdings von verschiedenen Faktoren abhängig.

STRASSEN AUSRICHTUNG UND STRASSEN BREITE

Straßen mit Verlauf in Ost-West-Richtung sowie mehrspurige Straßen weisen das größte Überhitzungsrisiko auf, besonders wenn keine Bäume vorhanden sind. Auf Grund der hohen Position der Sonne im Sommer sind die Ost-West Straßen fast den ganzen Tag direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Hinzu kommen reflektierte Strahlungen, besonders von Fassaden mit Südausrichtung (je nach Reflektionsvermögen der Fassadenmaterialien), die den Straßenraum zusätzlich erhitzen.

Nord-Süd-Straßen haben den Vorteil, dass die Gebäude selbst Schatten spenden. Bei mehrspurigen

Straßen besteht jedoch die Gefahr, dass die Gebäude nur den Straßenrand und diesen lediglich zeitweise verschatten. Den Rest des Tages sind die Straßen auch hier direkter und reflektierter Strahlung ausgesetzt. Aufgrund der durchschnittlichen Straßenbreite von 20,64 m kommt es auf breiter Fläche zu mehreren Stunden direkter Sonneneinstrahlung.

Zusätzlich wird das Überhitzungsrisiko dieser Straßenräume durch den Versiegelungsgrad der Verkehrsflächen und die Nutzung dunkler Beläge erhöht. Beispielsweise heizt sich Asphalt bei direkter Sonneneinstrahlung stark auf. Abhängig von der Windstärke und Windausrichtung hat die Hitzeentwicklung auf dem Asphalt auch Auswirkungen auf die Gebiete in unmittelbarer Nähe.

Ähnlich wie in anderen hochverdichteten Quartieren Hamburgs weisen in St. Georg circa 42 % der Straßen eine Ost-West-Richtung auf (siehe Abb. 4.3.2.3). Daher ist die Umsetzung der hier empfohlenen Maßnahmen in diesen Straßen von großer Bedeutung und essentiell für die Verbesserung des Stadtklimas.

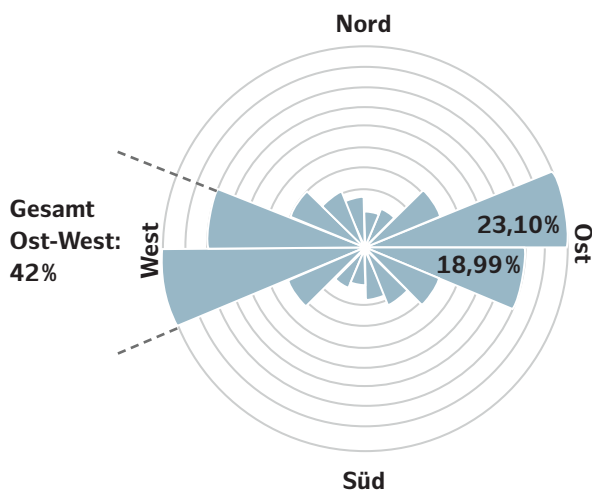


Abb. 4.3.2.3: Straßenausrichtungen in Hamburger hochverdichteten Quartieren: überwiegend Ost-West-Richtung. Vektorale Analyse mit QGIS Version 2.14.3. Gesamt Ost-West-Straßen in HH hochverdichteter Quartiere 42%.



Abb. 4.3.2.4: Versiegelte Verkehrsflächen am Steindamm in St. Georg.

MATERIALIEN DER BODENFLÄCHEN

Um konkrete Maßnahmen zur Hitzevorsorge auswählen zu können, ist eine Analyse der Materialien der versiegelten Oberflächen sowie deren Eigenschaften notwendig (siehe Info-Box, S. 7)). Die am häufigsten verwendeten Materialien bei den Bodenflächen in St. Georg sind Asphalt, Beton, Betonsteine und Natursteine.

Die verwendeten Materialien und ihre Verteilung auf den öffentlichen Verkehrsflächen in St. Georg weisen insgesamt Eigenschaften auf, die eine Überhitzung des Stadtteils begünstigen. Dies liegt besonders an dem großen Anteil asphaltierter Flächen, die durch eine hohe Wärmespeicherkapazität, einen hohen Emissionsgrad und eine niedrige Albedo gekennzeichnet sind. In Hamburg wird vielfach bereits ein Asphalt mit heller Gesteinskörnung eingesetzt, der die Albedo erhöht. Zudem sind die Dichte und Dicke des Asphalts wichtige Eigenschaften. Ein höherer Anteil an Luftporen im trockenen Asphalt beeinflusst die Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität des Materials positiv. Wenn solch ein porenreicher Asphalt nass wird, kann Wasser in den Poren gespeichert werden und über die Zeit verdunsten. Dadurch hat der Asphalt einen kühlenden Einfluss auf die Umgebung und somit einen positiven Effekt in Bezug auf die urbane Wärmeinsel. Jedoch wird in St. Georg Beton nur an Bushaltestellen verwendet und Granit nur in wenigen Straßen und Plätzen.

Zusätzlich zu den hier beschriebenen Untersuchungen, sollte eine Analyse der unterirdischen Infrastruktur (zum Beispiel Leitungsnetze und U-Bahn-Linien) durchgeführt werden. Auf diese Weise kann ermittelt werden, ob Baumpflanzungen zur Verschattung umsetzbar sind. Sollte dies nicht möglich sein, könnten (temporäre) Verschattungselemente im Straßenraum eine Alternative darstellen.

Flächenkategorie 2: Dachflächen

MATERIALIEN DER DACHFLÄCHEN

Bestehende Flachdächer und flach geneigte Dächer sind in Hamburg häufig mit Bitumen und ähnlichen Materialien abgedichtet, die sich sehr stark aufheizen. Bei geneigten Dächern werden häufig Dachpfannen und ähnliche Materialien eingesetzt. Die dunklen und terrakottafarbenen Dachpfannen weisen dabei die höchsten Temperaturen auf.

Die Dachflächen bilden 33 % der Gesamtfläche in St. Georg. Da sie oft den ganzen Tag direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, erhöhen Dachflächen das Risiko einer Überhitzung. Daher kommt der Begrünung von Dachflächen sowie der klimasensiblen Auswahl von Oberflächenmaterialien eine besondere Bedeutung für die Reduzierung einer Überhitzung zu.

AUSWERTUNG UND POTENZIAL

Um das Potenzial der Dächer in Bezug auf die vorgeschlagenen Maßnahmen zu evaluieren, erfolgt zunächst eine Auswertung aktueller Luftbilder, um die bestehenden Flachdächer bzw. flach geneigten Dächer im Quartier zu ermitteln, die in der Regel mit Bitumen abgedichtet sind und sich im Sommer stark aufheizen.



Abb. 4.3.2.5: Schon ein extensives Gründach wie auf dem Gebäude der HCU kann die Oberflächentemperaturen auf dem Dach deutlich reduzieren.

EIGENSCHAFTEN HÄUFIG VERWENDETER MATERIALIEN

Bodenflächen



Asphalt mit heller Gesteinskörnung (auf Straßen):
 Albedo: 0,12
 Emissionsgrad: 0,95
 Wärmeleitfähigkeit: 0,70 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.100 kg/m³



Asphalt (außer Straßen):
 Albedo: 0,05
 Emissionsgrad: 0,97
 Wärmeleitfähigkeit: 0,70 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.100 kg/m³



Beton:
 Albedo: ~0,4
 (je nach Helligkeit/Zustand)
 Emissionsgrad: 0,71 - 0,97
 Wärmeleitfähigkeit: 1,35 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.000 kg/m³

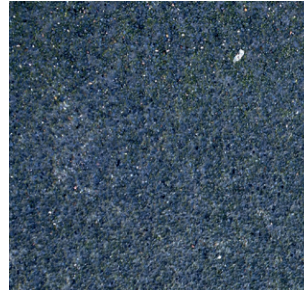


Betonsteinpflaster:
 Albedo: 0,10 - 0,35
 (je nach Helligkeit/Zustand)
 Emissionsgrad: 0,97
 Wärmeleitfähigkeit: 1,0-1,8 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 880 - 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: ~1.800 kg/m³



Natursteine (z.B. Granit):
 Albedo: 0,2 - 0,35
 Emissionsgrad: 0,85
 Wärmeleitfähigkeit: 2,8 - 3,5 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.500 - 2.700 kg/m³

Dachflächen



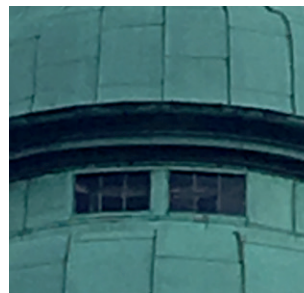
Bitumen:
 Albedo: 0,13 - 0,15
 Emissionsgrad: 0,96
 Wärmeleitfähigkeit: 0,23 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 1.100 kg/m³



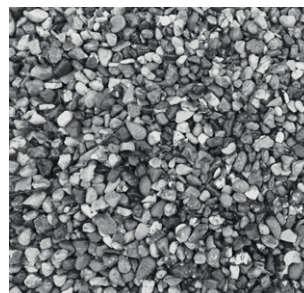
Dachziegel (rot/terrakotta):
 Albedo: 0,3
 Emissionsgrad: 0,9
 Wärmeleitfähigkeit: 1,0 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 800 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.000 kg/m³



Dachziegel (dunkel/anthrazit):
 Albedo: 0,1
 Emissionsgrad: 0,9
 Wärmeleitfähigkeit: 1,0 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 800 J/(kg*K)
 Rohdichte: 2.000 kg/m³



Kupfer (oxidiertes):
 Albedo: 0,74
 Emissionsgrad: 0,74
 Wärmeleitfähigkeit: 380 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 380 J/(kg*K)
 Rohdichte: 8.900 kg/m³



Kies:
 Albedo: 0,72
 Emissionsgrad: 0,28
 Wärmeleitfähigkeit: 0,7-3,5 W/(m*K)
 Wärmekapazität: 1.000 J/(kg*K)
 Rohdichte: 1.800 - 2.800 kg/m³

Abb. 4.3.2.6: Bodenoberflächen und Dachoberflächen.

WICHTIGE EIGENSCHAFTEN FÜR EINE KLIMASENSIBLE AUSWAHL VON OBERFLÄCHEN-MATERIALIEN UND DEREN FARBEN

Das thermische Verhalten von Bodenflächen, Dachflächen und Fassaden wird hauptsächlich durch die Wahl des Materials und seiner Oberflächenfarbe bestimmt. Es gibt keine optimale Lösung für alle Flächenkategorien. Was zum Beispiel für Dächer gut ist, kann für Straßenräume nachteilig sein. Bei hochreflektierenden Materialien erhöht sich der Albedo-Effekt. Dieser ist beispielsweise für Dächer wünschenswert. Bei engeren Fußgängerzonen könnte es aber zu Mehrfach-Reflektionen im Straßenraum führen, so dass sich die Gebäude aufheizen und sich das Hitzestressrisiko oder die Blendungseffekte erhöhen.

Die Eigenschaften Albedo, Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Wärmekapazität bestimmen Menge und Geschwindigkeit der Aufnahme (Absorption) von Wärme unter Sonneneinstrahlung. Die Eigenschaft Emissionsvermögen bestimmt die Geschwindigkeit der Abgabe der eingespeicherten Wärme an die Umgebung. Oberflächen im Sichtbereich von Personen im Außenraum sollen möglichst wenig Sonneneinstrahlung auf diese reflektieren, also kein zu hohes Albedo aufweisen. Die nicht reflektierte Sonneneinstrahlung führt jedoch zu einer Aufheizung der Materialien.

Geschwindigkeit und Temperaturzunahme können durch Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität und Dichte beeinflusst werden. Sofern die prioritären Maßnahmen Verschattung und Fassadenbegrünung nicht umsetzbar sind, stellen massive Materialien mit mittelhellen Oberflächen den besten Kompromiss dar. Sie nehmen die nicht reflektierte Sonneneinstrahlung auf, erwärmen sich moderat und geben die Wärme über einen längeren Zeitraum wieder ab. Oberflächen, die nicht im Sichtbereich von Personen im Außenraum sind, können optimalerweise sofort die Sonneneinstrahlung zurückreflektieren (hohes Albedo) und so ein Aufheizen generell minimieren.

Wärmeleitfähigkeit oder Wärmeleitkoeffizient (λ)

Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie gut ein Material Wärme leitet. Die Einheit ist $W/(m \cdot K)$ (Watt pro Meter mal Kelvin). Materialien, die Wärme schlecht leiten, sind gute Isolatoren, zum Beispiel Luft oder Dämmstoffe.

Wärmekapazität (C_p)

Die (spezifische) Wärmekapazität ist das Vermögen eines Materials, thermische Energie zu speichern. Die Einheit ist $J/(kg \cdot K)$ (Joule pro Kilogramm mal Kelvin).

Dichte (ρ) und Dicke

Die Dichte (Einheit kg/m^3) und Dicke eines Materials haben ebenfalls einen Einfluss auf sein thermisches Verhalten.

Albedo

Albedo ist eine Einheit, die das Sonnenlicht-Rückstrahlungs-Verhältnis der Oberfläche eines Materials beschreibt. Sie umfasst die Gesamtheit der ankommenden („kurzwelligen“) Einstrahlung vom Himmel und von der Sonne, die ein Material reflektiert. Die Sonneneinstrahlung, die nicht reflektiert wird, wird vom Material in Form von Wärme absorbiert, gespeichert und in Form von „langwelliger“ Wärmestrahlung wieder abgegeben. Ein sehr dunkles Material, zum Beispiel Asphalt, hat einen Albedo-Wert nahe 0 und absorbiert entsprechend viel Sonneneinstrahlung. Dagegen hat ein hoch reflektierendes Material einen Wert von fast 1. Für eine hohe Reflektion braucht man eine glatte und helle Oberfläche, sodass sich die darunter liegenden Materialien langsamer und weniger erhitzen.

Emissionsgrad oder Emissivität

Mit dem Emissionsgrad wird die Wärmestrahlung eines Materials beschrieben, die es an seine Umgebung abgibt. Der Wert liegt zwischen 0 und 1. Ein Wert von 1 („schwarzer Körper“) hätte damit eine maximale Emission. Im Gegensatz dazu bedeutet ein Emissionsgrad von 0, dass ein Material keine Wärmestrahlung abgibt. Fast alle Baumaterialien haben einen hohen Emissionsgrad von etwa 0,9. Sie haben damit die Eigenschaft, von der Sonneneinstrahlung aufgenommene Wärme zu speichern und wieder abzugeben. Während der Sonneneinstrahlung heizt sich das Material auf. Nach Ende der Sonneneinstrahlung (Sonnenuntergang, Schatten) gibt das noch erwärmte Material über einen Zeitraum von mehreren Stunden seine Wärmeenergie an die Umgebung ab bis zum Ausgleich der Temperaturen. Die einzige Ausnahme bilden blanke Metalle, die einen sehr geringen Emissionsgrad haben. Sie treten allerdings als Oberflächen in den vier Kategorien nicht auf.

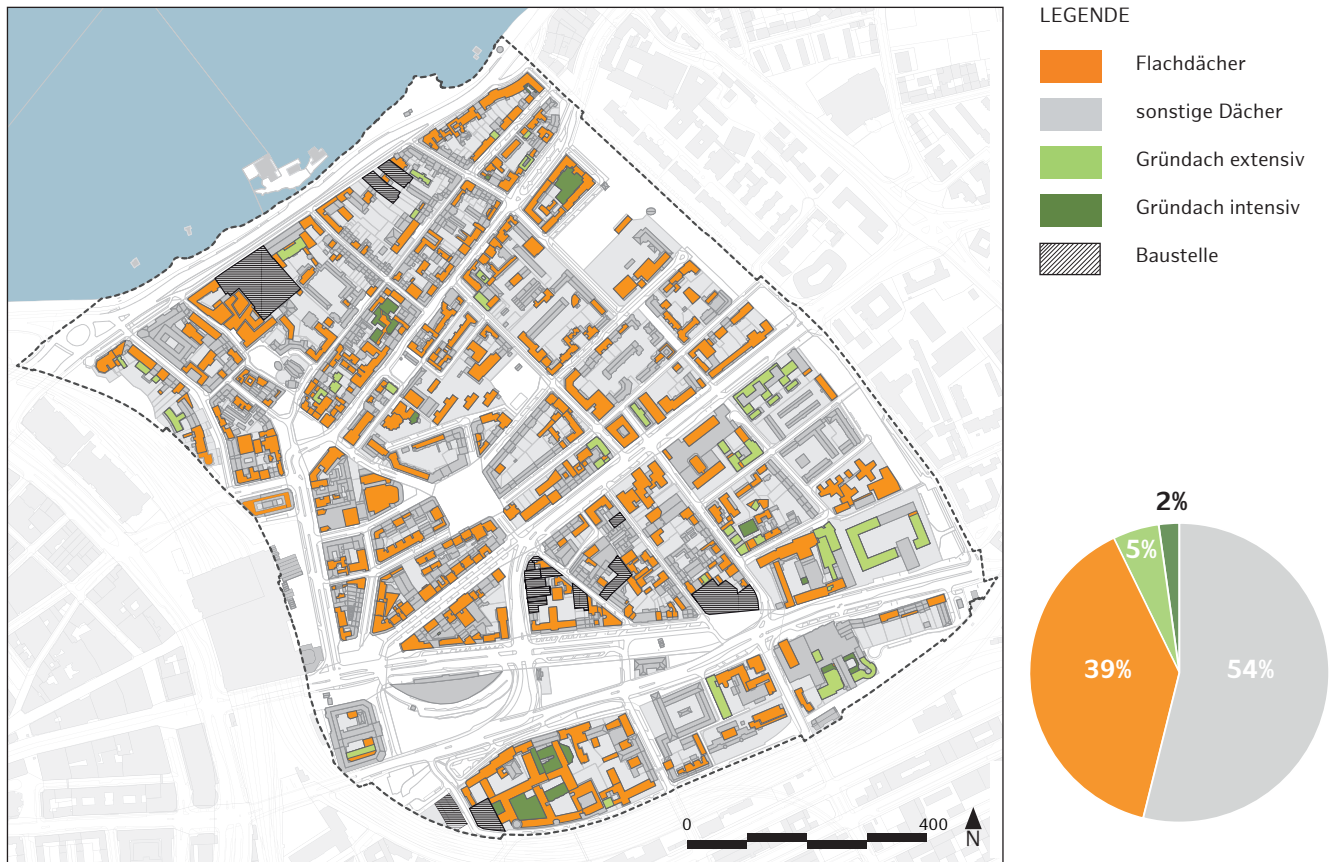


Abb. 4.3.2.7: Bestandsgebäude mit flachen oder flach geneigten Dächern (in orange dargestellt).

Die Luftbilddauswertungen der HCU aus dem Jahr 2015 haben ergeben, dass 2 % der Dachflächen in St. Georg bereits ein intensives Gründach und 5 % der Dachflächen eine extensive Begrünung aufweisen. Dies sind überwiegend Neubauten. 39 % der Bestandsgebäude haben ein flaches oder flach geneigtes Dach, das in der Regel mit Bitumen oder ähnlichen Materialien abgedichtet ist. Diese Dachflächen könnten zukünftig begrünt werden. Dazu müssen zunächst die statischen Voraussetzungen, aber auch die Möglichkeit einer Baustelleneinrichtung sowie weitere Aspekte (z.B. Dachkonstruktion) überprüft werden.

Bei einem Großteil der Gebäudetypen ist eine nachträgliche Dachbegrünung möglich. Dazu müssen zunächst die statischen Voraussetzungen und der Dachaufbau, aber auch die Möglichkeit einer Baustelleneinrichtung sowie weitere Aspekte überprüft werden. Nur bei Gebäuden, die im Zeitraum von 1919 bis 1948 errichtet wurden, ist eine nachträgliche Begrünung nicht empfehlenswert, da diese Gebäude meist kaum Lastreserven aufweisen. Bei Gebäuden der Gründerzeit sowie aus den 1950er Jahren ist eventuell zu prüfen, ob eine zusätzliche statische Ertüchtigung notwendig ist, um eine Begrünung mit dem entsprechendem Substrataufbau zu tragen. Da

die Tragfähigkeit dieser Gebäude in der Regel eher gering ist, sollten hier nur Leichtdach-Begrünungen umgesetzt werden. Bei Gebäudetypen ab den 1960er Jahren kann in der Regel eine extensive Begrünung in Leichtbauweise aufgebracht werden. Ab diesem Baualter ist zu prüfen, ob die statischen Eigenschaften des Gebäudes und der Dachkonstruktion eine höherwertige Begrünung erlauben, zum Beispiel ein Gründach mit einem Dauereinstau des aufgefangenen Regenwassers. Auf diese Weise kann die Verdunstungsleistung erhöht und das Mikroklima deutlich verbessert werden.

Das gleiche gilt für andere Aufbauten auf Dächern, zum Beispiel Photovoltaikanlagen. Das Gewicht der Photovoltaikmodule variiert, ist jedoch in der Regel maximal die Hälfte des Gewichtes (pro m²) der leichtesten Dachbegrünung (Leichtdach). Trotzdem sollten, je nach Anlage die Lastreserven der Dachunterkonstruktion geprüft werden.

Im Anhang dieses Leitfadens befindet sich eine Übersicht der unterschiedlichen Baualtersklassen und ihrer statischen Eigenschaften.

Flächenkategorie 4: Fassaden

Je größer die Fläche der Fassade ist, desto höher ist die Sonneneinstrahlung in Form von kurzwelliger Strahlung. Infolgedessen kann die Fläche, abhängig vom Material, auch mehr langwellige Strahlung (Wärme) abstrahlen. Die Fassaden stellen zusätzliche Flächen dar, die Strahlungen absorbieren und später wieder abstrahlen können. Dies intensiviert den urbanen Wärmeeffekt. In hochverdichteten Quartieren wie St. Georg gibt es im Vergleich zu anderen Stadtteilen aufgrund der dichten Bebauung weniger Begrünung zwischen den Gebäuden. Dies ist einer der wichtigsten Auslöser für die höheren Oberflächentemperaturen in St. Georg.

FASSADEN IN STRASSENSCHLUCHTEN/ IDENTIFIZIERUNG VON STRASSENSCHLUCHTEN

Zusätzlich zu Flächen des Gemeinbedarfs prägen innerstädtische Wohn- und Mischgebiete mit geschlossener Blockrandbebauung die städtische Struktur St. Georgs. Diese Stadtstruktur weist typischerweise Straßenschluchten auf, die durch eine lückenlose Bebauung gekennzeichnet ist und besonders häufig in Innenstädten vorkommt.

Aufgrund ihrer geometrischen Eigenschaften bergen Straßenschluchten ein besonders hohes Risiko, Hitzestress zu verursachen. Erstens verschärft die parallele Bebauung Mehrfachreflexionen der Sonneneinstrahlung, die sich im Straßenraum sammeln. Zweitens erwärmt die Summe aus direkter, indirekter Einstrahlung und Mehrfachreflexionen die Materialien im Straßenraum. Drittens wird diese Wärme abhängig von den Materialeigenschaften zunächst gespeichert und später langsam wieder abgestrahlt. Viertens verhindert die dichte Bebauung der Straßenschlucht die Luftzirkulation und den Zustrom von Kaltluft, wodurch die abgestrahlte Wärme im Straßenraum eingefangen wird. Der schlechte Luftaustausch verhindert so eine entsprechende Abkühlung der Oberflächen sowie der Gebäudeinnenräume. Diese Effekte können je nach Straßenausrichtung mehr oder weniger stark ausgeprägt sein.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Geometrie der Straßenschluchten in St. Georg das Überhitzungsrisiko und damit das Risiko von Hitzestress für die sich dort befindenden Personen erhöht. Da die Straßen mit Ost-West-Richtung eine höhere Hitzestressgefahr darstellen und sie zudem besonders häufig vorkommen, wurde eine Analyse der Ost-West Straßenschluchten in St. Georg im Zoom-In 2 durchgeführt (siehe S. 90-93).

BAUALTERSKLASSEN, FASSADEN UND POTENZIAL

Das Potenzial zur Umsetzung von Maßnahmen ist maßgeblich vom Gebäudealter abhängig. Aus diesem Grund wird eine Übersicht über Baualtersklassen, die in Hamburg vorkommen, im Anhang aufgeführt. Diese Tabelle stellt ein Werkzeug dar, um schnell Gebäudeeigenschaften wie Baualtersklasse, Materialien, energetische und statische Eigenschaften zu identifizieren. Die Eigenschaften geben eine Orientierungsgrundlage für das Umsetzungspotenzial von Maßnahmen, die je nach Baualtersklasse in Frage kommen. Zudem werden Schwachstellen aufgeführt, die bei der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden sollten.

Im Anhang dieses Leitfadens befindet sich ebenfalls eine Übersicht über das Potenzial der nachträglichen Fassadenbegrünung von Bestandsgebäuden. Die folgenden Schritte dienen einer einfachen Einschätzung der Begrünungsmöglichkeiten im Bestand (siehe auch Übersichtstabellen im Anhang):

- 1) Baualtersklasse eines Gebäudes mit den typischen Eigenschaften identifizieren.
- 2) Potenzial zur nachträglichen Fassadenbegrünung ermitteln.
- 3) Falls Potenzial besteht, könnte eine Fassadenbegrünungsfirma beauftragt werden.
- 4) Im Falle von leichten statischen Schwächen könnte ein Statiker beauftragt werden, um eine statische Detailprüfung vorzunehmen und Verbesserungsvorschläge abzuleiten.
- 5) Falls aufgrund der statischen Eigenschaften die Begrünung eines Gebäudes bedenklich ist, können die Farben der Fassadenmaterialien verändert oder die Fassaden verschattet werden. Eine Tabelle im Anhang gibt einen Überblick über die thermische Eigenschaften (Albedo-Werte, Emissionsgrade, Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität) typischer Fassadenmaterialien

Auswertung der Voruntersuchungen

In St. Georg besteht ein großes Potenzial für die Planung und Umsetzung unterschiedlicher Maßnahmen, die zu einer Reduzierung des Überhitzungsrisikos beitragen können. Die Umsetzung der Maßnahmen auf Privatgrundstücken ist besonders wichtig, da nur eine flächendeckende Umsetzung eine kühlende Wirkung im Sommer erreicht.

4.3.3. Umsetzung des Konzepts zur Hitzevorsorge in St. Georg

Im Folgenden wird beispielhaft ein planerisches Konzept zur Überhitzungsvorsorge auf Quartiersebene für St. Georg entwickelt, das sich auf die Umgestaltung gefährdeter Gebiete fokussiert.

Die gefährdeten Gebiete umfassen:

- Maßnahmen für Dachflächen
- Maßnahmen für versiegelte Bodenflächen
- Verschattungselemente im Straßenraum
- Maßnahmen für Fassaden mit Westausrichtung (nur an oberen Etagen)
- Maßnahmen für Fassaden und für versiegelte Bodenflächen (nur auf nördlicher Straßenseite)
- Maßnahmen für Fassaden mit Südausrichtung
- Maßnahmen für Fassaden und versiegelte Bodenflächen

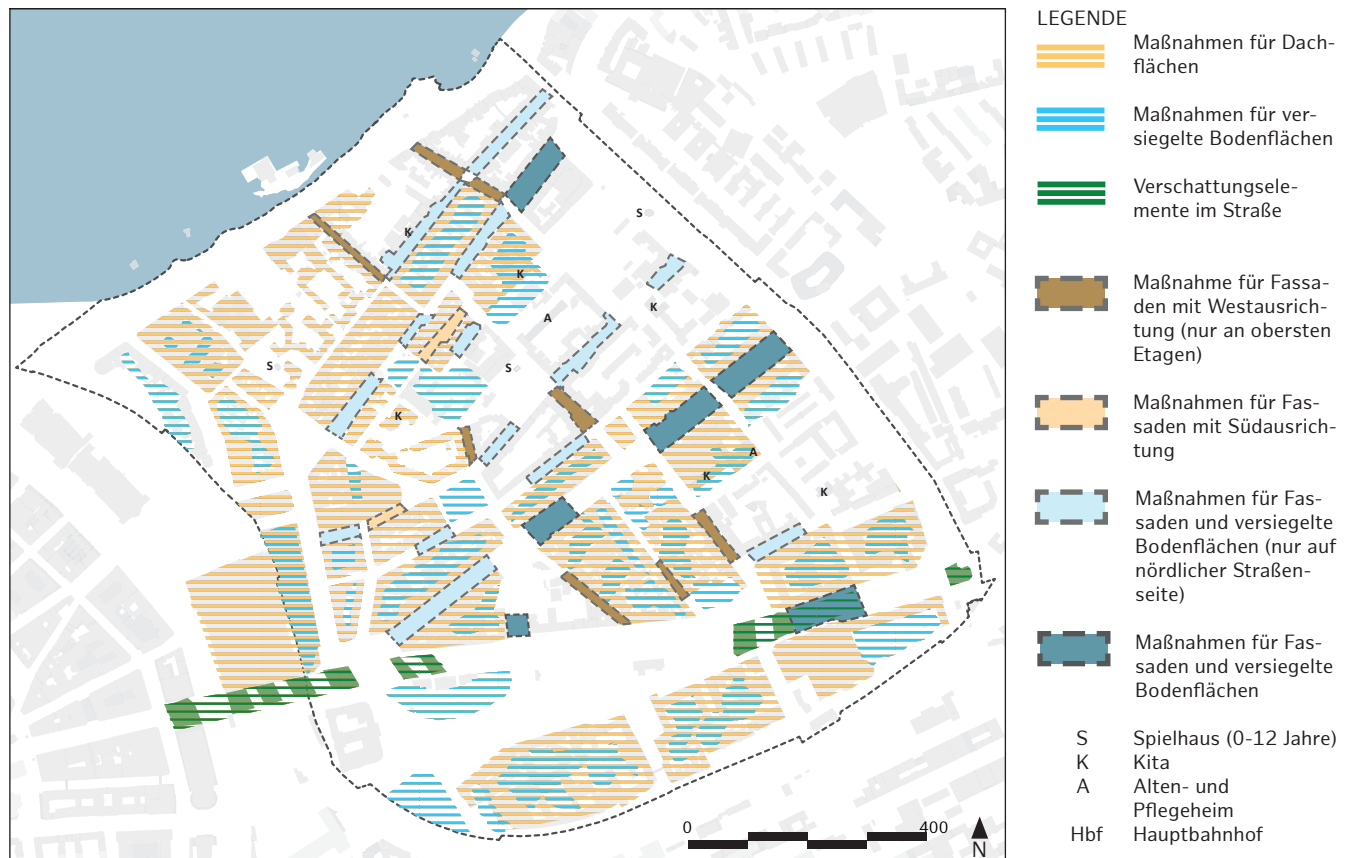
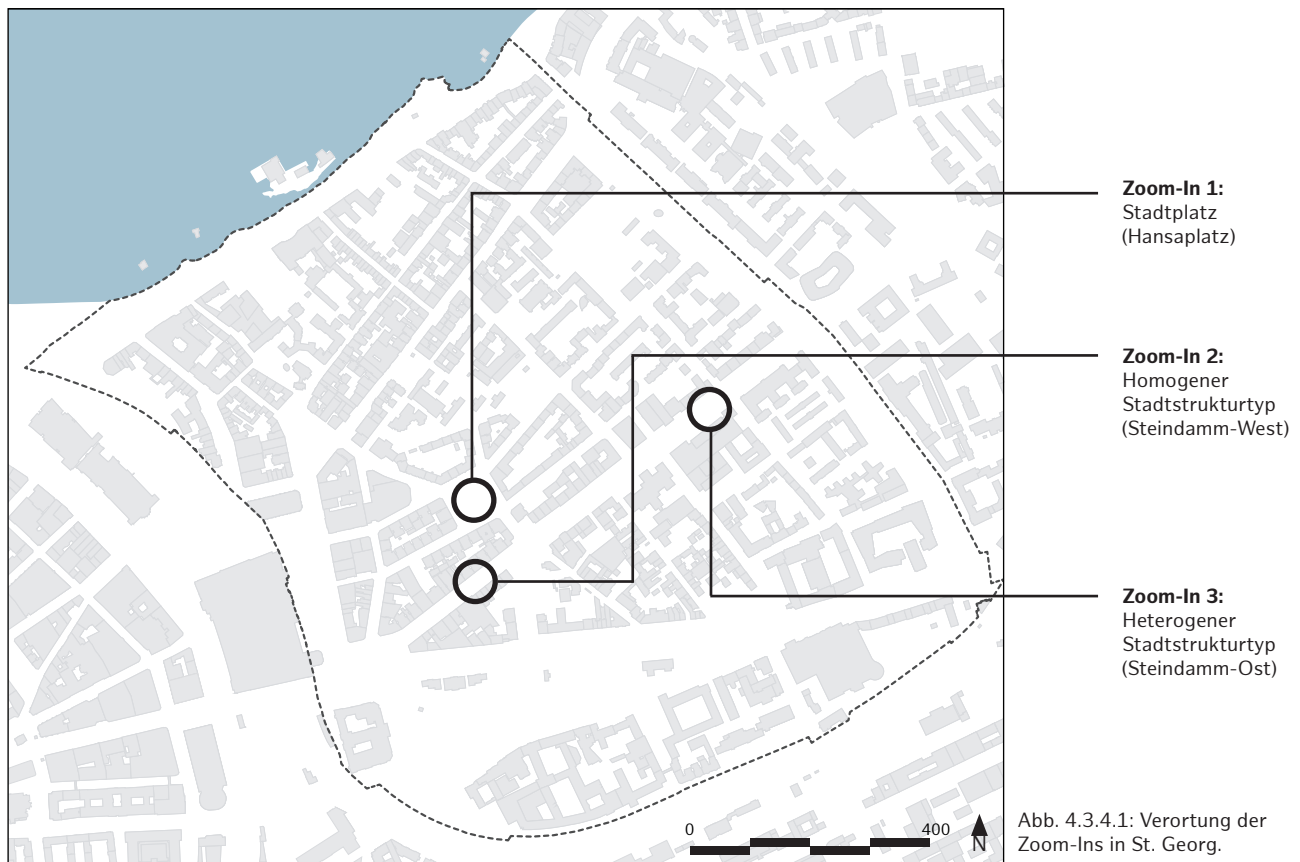


Abb. 4.3.3.1: Konzept zur Hitzevorsorge in St. Georg.



4.3.4 Beispiele für die Umsetzung des Vorsorgekonzeptes

Im Weiteren werden anhand von drei gefährdeten Bereichen - den sogenannten Zoom-Ins - in St. Georg exemplarische Lösungsansätze dargestellt. Sie stellen typische städtebauliche Situationen dar, die in hoch verdichteten Stadtteilen häufig vorkommen und somit übertragbar sind.

- **Zoom-In 1:** Stadtplatz,, dargestellt am Beispiel des Hansaplatzes
- **Zoom-In 2:** Homogener Stadtstrukturtyp / Straßenschlucht (gleiche Höhe der Gebäude), dargestellt anhand einer Sammelstraße in Ost-West-Ausrichtung mit angrenzender 6 bis 7-geschossiger Blockrandbebauung
- **Zoom-In 3:** Heterogener Stadtstrukturtyp / Straßenzug (ungleiche Höhe der Gebäude), dargestellt am Beispiel einer Verbindungsstraße in Ost-West-Richtung mit Gebäuden in 1 bis 15-geschossiger Bauweise

Die Wirkungen der Maßnahmen auf das Stadtklima (Mikroklima und Mesoklima) wurden mit dem Pro-

gramm „ENVI-MET 4 Science“ simuliert. Dafür wurden Ausschnitte des zuvor beschriebenen Gebietes ausgewählt, um einen Hitzetag in der bestehenden Situation mit potenziellen Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas vergleichen zu können. Die Maßnahmen sind dabei auf die am stärksten von Überhitzung betroffenen Bereiche begrenzt. Beim Zoom-In 3 werden Teilergebnisse aus den Simulationen beispielhaft grafisch dargestellt. Zudem wird hier das Thema Hitze und Gesundheit hervorgehoben, da sich dort zwei gefährdete Einrichtungen befinden.

Zoom-In 1: Stadtplatz

Stadtplätze gehören zu den Verkehrsflächen und sind oftmals stark versiegelt und von Gebäuden eingefasst. Sie sind - ähnlich wie die Dachflächen - einer hohen Sonneneinstrahlung ausgesetzt, wobei der Wind diese Flächen nicht so stark abkühlen kann. Zudem bekommen die Gebäude wenig Verschattung und strahlen ihre Wärme in den Außenraum ab. Da Stadtplätze als Treffpunkt verschiedenster Personengruppen eine wichtige soziale Funktion für eine lebendige Stadt einnehmen, erhöht dies die Bedeutung ihrer Berücksichtigung für Maßnahmen der Hitzevorsorge. Neben den regionalen klimatischen Gegebenheiten steigt das Überhitzungsrisiko in Stadtplätzen umso stärker

- je höher die Versiegelung ist (abhängig von den verwendeten Materialien),
- je größer der Platz ist,
- je weniger Verschattung vorhanden ist (hohe direkte Sonnenstrahlung)
- je weniger Verdunstungsquellen vorhanden sind.

MIKROKLIMA AUF DEM HANSAPLATZ

Beim Hansaplatz sind alle vier der genannten Bedingungen ungünstig, so dass die Lufttemperatur hier deutlich höher ist als in manchen umliegenden Straßenzügen und anderen Stadtteilen. Bei Messungen an einem Sommertag (20.07.2016 um 17 Uhr) sind folgende Unterschiede erkennbar:

- Platzmitte: T: 31° C / LF: 40,9 % / WG: 1,1 m/s
Trotz der direkten Sonneneinstrahlung in der Platzmitte bewirken die Kombination aus Brunnenwasser, umliegenden Bäumen sowie die fehlende Rückstrahlung der Gebäudeoberflächen eine niedrigere Temperatur im Vergleich zum Süd- und Ostteil des Hansaplatzes.
- Südseite: T: 32,4 °C / LF: 40 % / WG: 1,8 m/s
Die Pflasterung am südlichen Teil des Platzes wird lediglich von ein paar kleinen Bäumen und den umliegenden Gebäuden beschattet. Auf Grund einer leichten Neigung des Platzes nach Westen unterliegt der Platz zudem der direkten Sonneneinstrahlung aus dieser Richtung. Die Pflasterung absorbiert die Strahlung und strahlt die aufgenommene Energie als



Abb. 4.3.4.3: Schnitt 1: Bestand

Hansaplatz, M 1:300

Wärme wieder ab, was zusätzlich die Lufttemperatur erhöht. Dies verursacht nachmittags und abends die höchste Lufttemperatur auf dem Platz.

● Nordseite: T: 29,2 °C / LF: 41,2 % / WG: 1,5 m/s

Der nördliche Teil des Hansaplatzes ist mit Bäumen verschattet, die gleichzeitig zur Verschattung der Gebäude mit Südausrichtung dienen. Die Luftfeuchtigkeit ist unter den Bäumen an der Nordseite am höchsten, gefolgt von der Platzmitte neben dem Brunnen. Ohne die Evapotranspiration und Verschattung der Bäume, wäre dieser Teil des Hansaplatzes stark gefährdet.

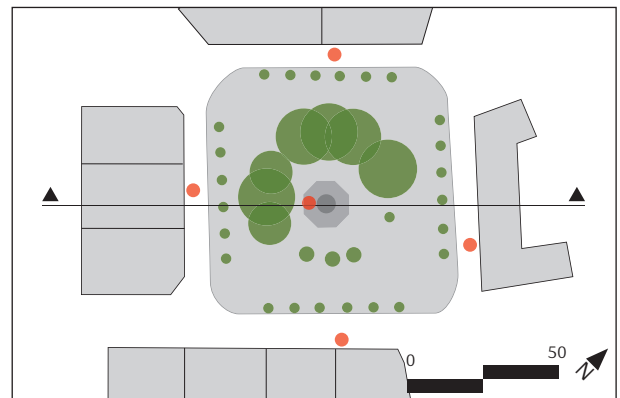


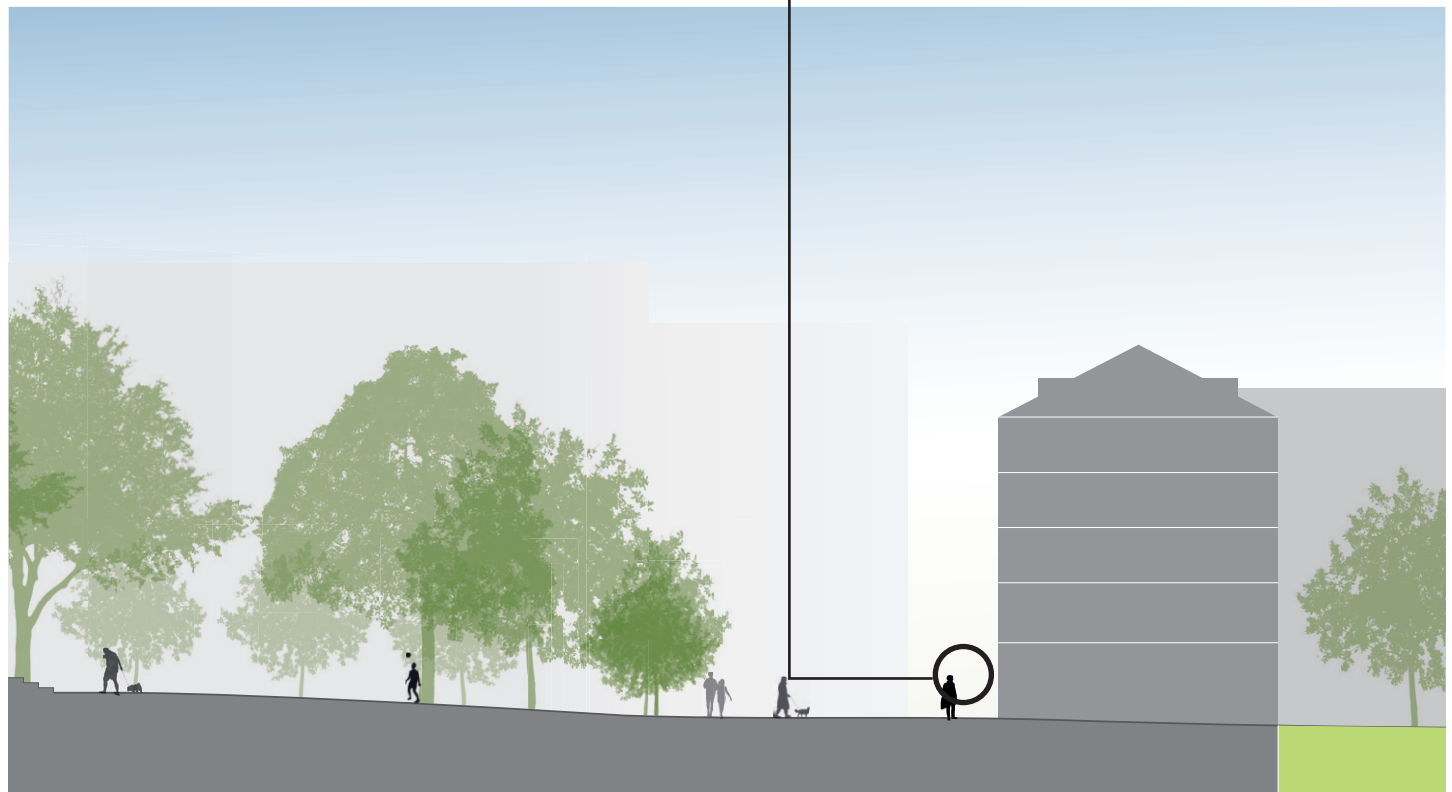
Abb. 4.3.4.2: Hansaplatz: Baumbestand und Messpunkte.

● Messpunkte ● Baumbestand

● Ostseite: T: 32,1 °C / LF: 38,1 % / WG: 0,6 m/s

Auf dieser Seite des Platzes stehen zwar Bäume, jedoch sind sie relativ weit von den Gebäuden entfernt. Dadurch unterliegen sowohl ein Teil der Pflasterung, als auch die Fassaden mit westlicher Ausrichtung, direkter Sonneneinstrahlung.

T: Temperatur in Grad Celsius (°C)
LF: Luftfeuchtigkeit in Prozent (%)
WG: Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde (m/s)



TEMPERATURVERGLEICH. INNENSTADT - STADTRAND

Im Vergleich zu Messungen an der Poppenbüttler Landstraße* (Stadtrand) auf 2 m Höhe war die Lufttemperatur auf dem Südteil des Hansaplatzes 3,74 °C höher, die Luftfeuchtigkeit um 5,93 % niedriger und die Windgeschwindigkeit um 0,23 m/s schneller.

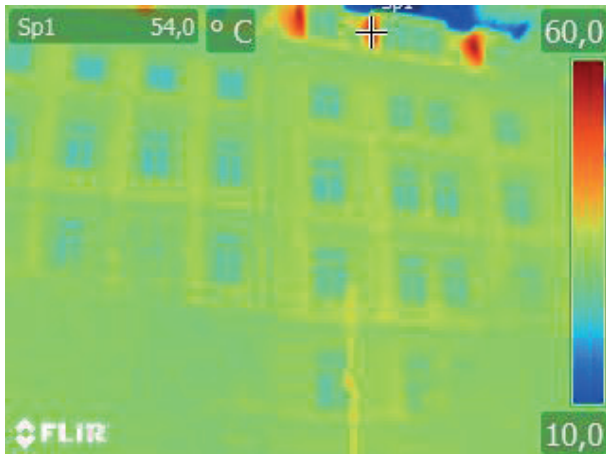


Abb. 4.3.4.4: Thermalbild eines Gründerzeitgebäudes. Abgesehen vom Dach zeigt das Gebäude eine niedrigere Wärmeabstrahlung in Vergleich zum gegenüberliegenden Gebäude aus der 1950er Jahren.

HITZESTRESS-RISIKO

Auf Stadtplätzen sind im Sommer unter Umständen die gesamten Fassaden sowie die Bodenfläche direkter Sonnenstrahlung ausgesetzt (siehe Abb. 4.3.4.5 in rot). Dazu kommen noch die Reflektionen sowie die Wärmeabstrahlung im Straßenraum. Die Stadtplätze St. Georgs bergen im Sommer den ganzen Tag ein Hitzestressrisiko (rot gepunktet).

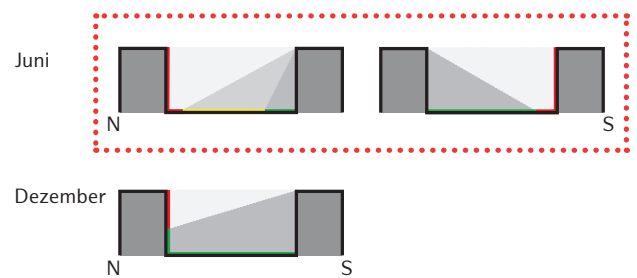


Abb. 4.3.4.5: Schattenanalyse St. Georgs. Berechnet mit direkter Sonnenstrahlung im Sommer (Juni) und Winter (Dezember).

- Rot: Oberflächen, die zu einem großen Teil des Tages direkter Strahlung ausgesetzt sind.
- Gelb: Oberflächen, die nur bei höchstem Sonnenstand einer direkten Strahlung ausgesetzt sind.
- Grün: Oberflächen, die immer im Schatten sind.

Die rot gepunktete Markierung zeigt die Fälle, wo Hitzestress zu erwarten ist.



Abb. 4.3.4.7: Schnitt 2: Hitzestress

Hansaplatz, M 1:300

GEBÄUDE AN ÖFFENTLICHEN PLÄTZEN

Durch Thermalbilder ist es möglich, die Oberflächentemperaturen eines Gebäudes zu untersuchen. Diese Bilder bieten die Möglichkeiten eines schnellen Vergleichs der Wärmestrahlung unterschiedlicher Materialien. Dabei sollten die Aufnahmen zu unterschiedlichen Tageszeiten gemacht werden, um den Wärmeabstrahlungsprozess am Tag und in der Nacht zu analysieren und den Platz dementsprechend zu gestalten. Abgesehen von den Dächern sind die Gebäudefassaden an öffentlichen Plätzen am meisten von Überhitzung betroffen oder gefährdet, die eine West- oder Südausrichtungen haben. Da sich direkt gegenüber in der Regel keine Gebäude befinden, die die Fassaden verschatten können, scheint über viele Stunden die Sonne auf diese Gebäude.

Dementsprechend weisen am Hansaplatz vor allem die Gebäude auf der östlichen Seite mit Fassaden nach Westen das höchste Überhitzungsrisiko auf, wie auf dem rechten Thermalbild zu sehen ist. Grund hierfür ist die direkte Sonneneinstrahlung am Nachmittag und die hohe Position der Sonne im Sommer.

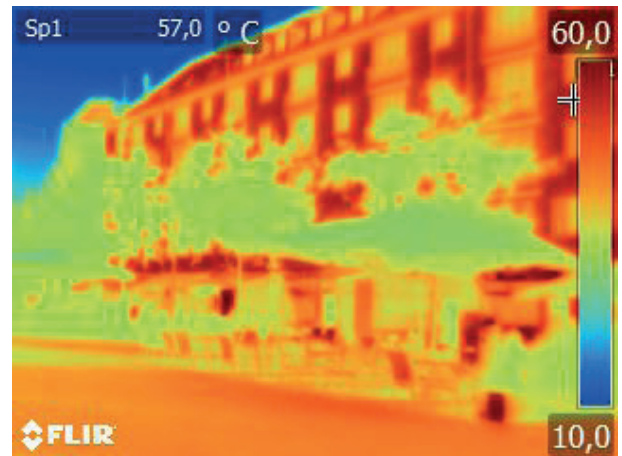
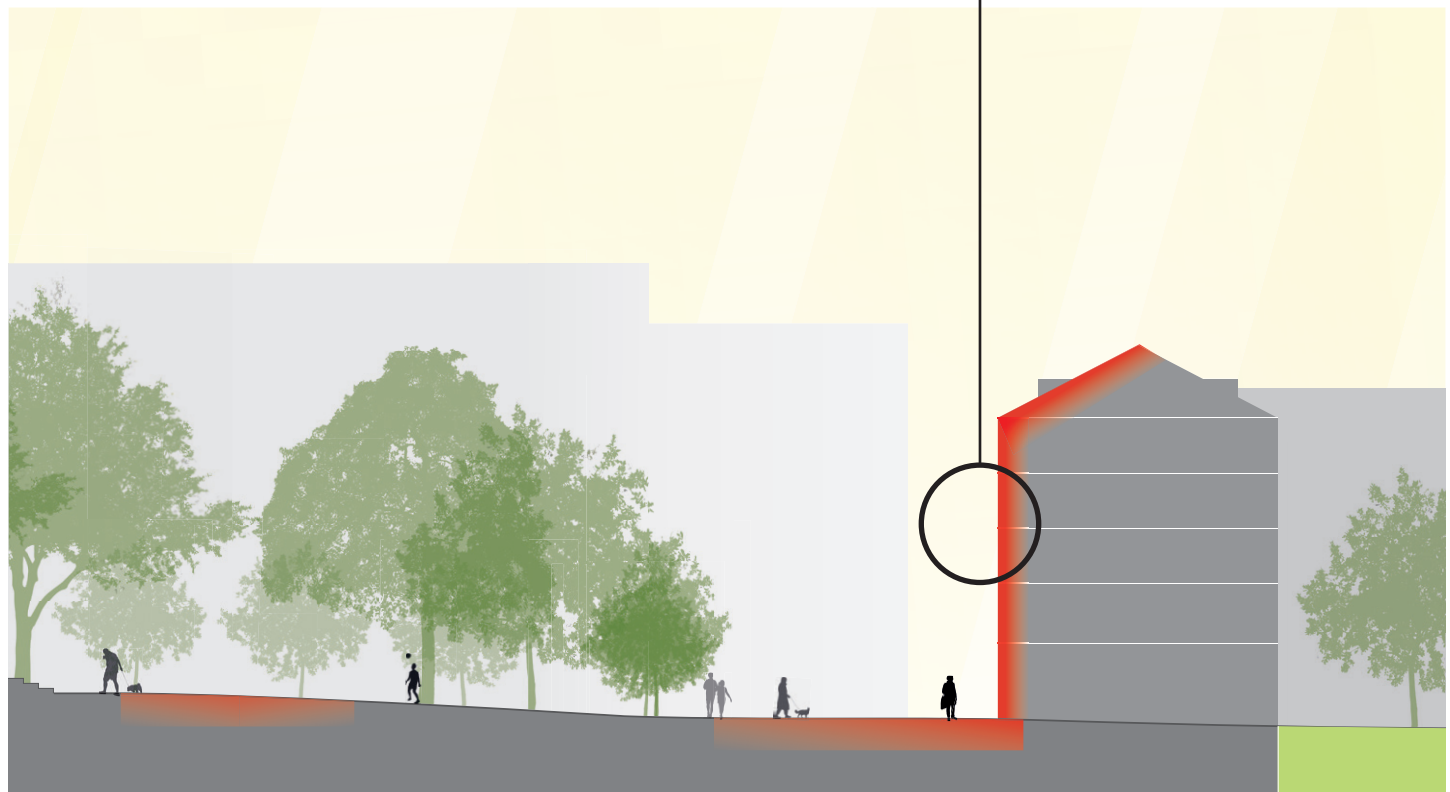


Abb. 4.3.4.6: Thermalbild eines Gebäudes der 1950er Jahre.



*Erhoben im Rahmen des Projektes SiK (Universität Hamburg, HafenCity Universität, Behörde für Umwelt und Energie FHH; Förderer: BMBF)

VERSCHATTUNGSELEMENTE

Die Verschattung öffentlicher Plätze ist sehr wichtig, um ein angenehmes Mikroklima zu schaffen. Die strategische Verteilung von Bäumen bringt Verschattung für die Pflasterung des Platzes sowie die Fassaden der Gebäude, sodass diese sich weniger aufheizen. Gleichzeitig nutzen die Bäume das Sonnenlicht für ihre Photosynthese, erzeugen Sauerstoff und sorgen durch Evapotranspiration für zusätzliche Kühlung.

Beim Hansaplatz ist die Positionierung der zusätzlich geplanten Bäume mit der bestehenden Marktnutzung abzustimmen.

OBERFLÄCHENFARBEN UND MATERIALEIGENSCHAFTEN

Anders als bei den Dachflächen sollte bei Stadtplätzen eine starke Erhöhung der gesamten Albedo vermieden werden. Die großen Flächen können zu direkter Erwärmung des menschlichen Körpers und zu Reflexionen und damit zu unangenehmen Blendungen der Augen führen. Dies würde den Komfort an diesem Ort deutlich reduzieren. Vor allem mittelhelle Beläge sind für die Stadtplätze empfehlenswert.

WASSERINSTALLATIONEN

Wenn möglich ist eine Kombination aus Wasserflächen oder Sprühnebel empfehlenswert. Dadurch wird Verdunstungskälte erzeugt und die Aufenthaltsqualität auf Stadtplätzen im Sommer erhöht.

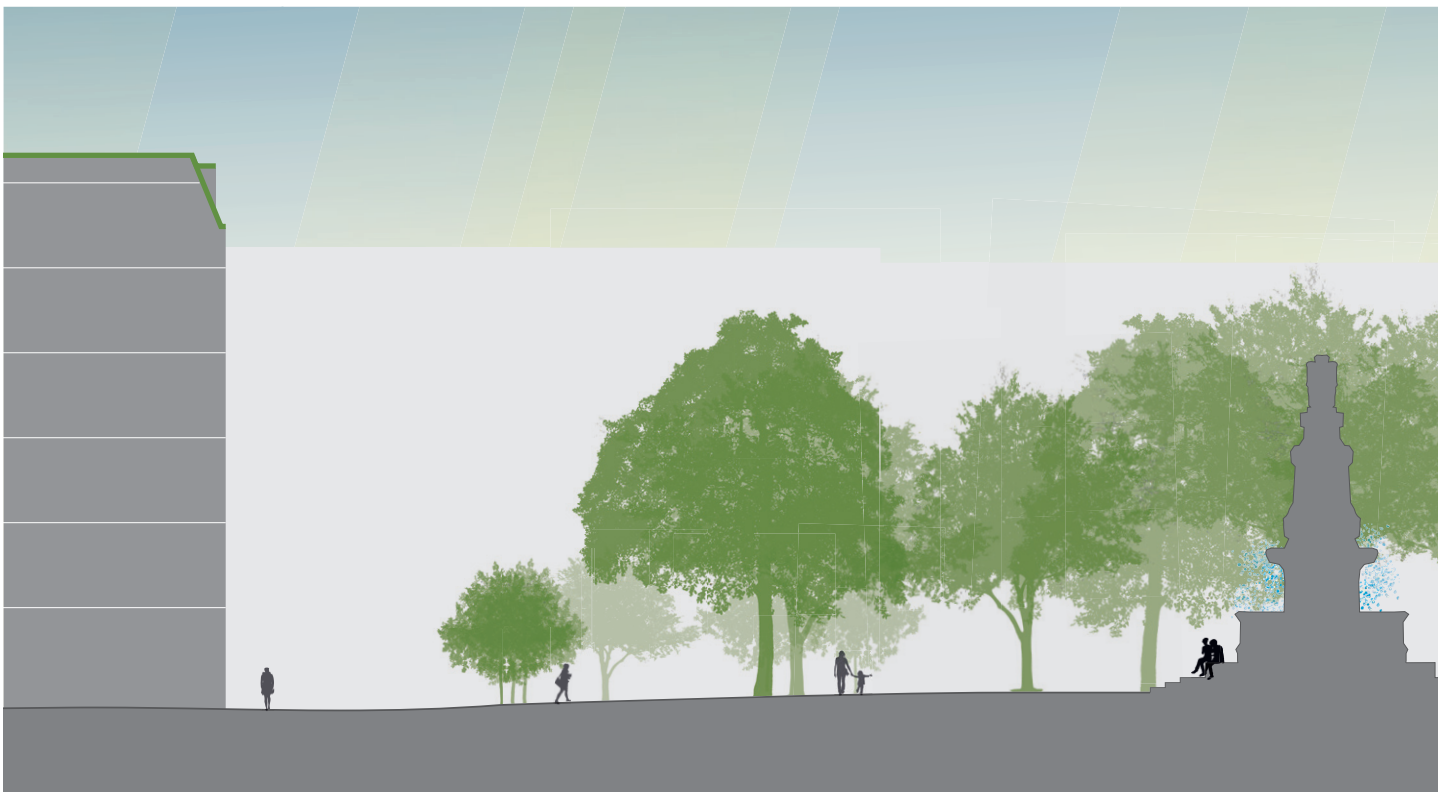


Abb. 4.3.4.9: Schnitt 3: Maßnahme

Hansaplatz, M 1:300

Zoom-In 2: Homogener Stadtstrukturtyp

Ost-West-Straßenschlucht

6-7 Stockwerke, Blockrandbebauung

In Hamburg befinden sich oft mehrere Gebäude mit ähnlichem Baujahr und ähnlicher Geschosshöhe nebeneinander und bilden so einen homogenen Stadtstrukturtyp. In St. Georg ist ein typischer Strukturtyp eine geschlossene Blockrandbebauung mit ausgeprägten Straßenschluchten. Außer den klimatischen Bedingungen an sich gibt es weitere Faktoren, die das Überhitzungsrisiko dieses Stadtstrukturtyps erhöhen können:

- bei ähnlichen Gebäudehöhen erhalten die Dächer den ganzen Tag direkte Sonneneinstrahlung
- es besteht oftmals ein Mangel an Bäumen vor Süd- und Westfassaden,
- es befinden sich oftmals sehr dunkle und/ oder hochreflektierende Materialien an den Fassaden,
- es gibt wenig Wind und dadurch werden enge Straßenschluchten mangelhaft durchlüftet.

Im betrachteten Beispiel befindet sich dieser Stadtstrukturtyp an einer Sammelstraße in überwiegender Ost-West-Ausrichtung. Die 6 bis 7-geschossige Blockrandbebauung bildet eine tiefe Straßenschlucht. Ein häufig verwendetes Außenmaterial an den Fassaden ist Putz.



Abb. 4.3.4.10: Verputzte Fassaden aus der Gründerzeit am Steindamm-West.

● Südost-Ausrichtung:

T: 28,6 °C / LF: 42,1 % / WG: 0,8 m/s

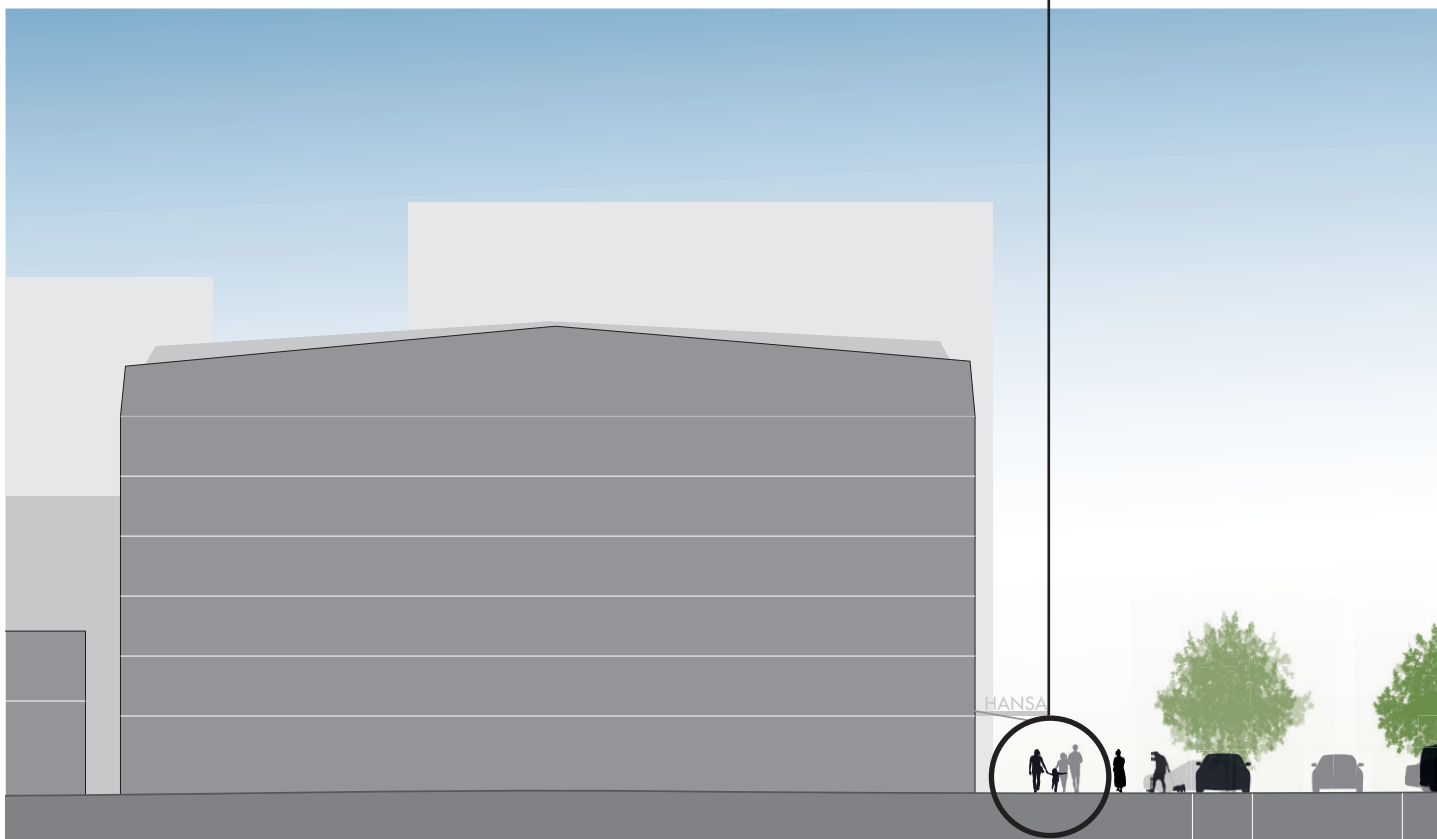


Abb. 4.3.4.11: Schnitt 1: Bestand

Steindamm West, M 1:300

● Nordwest-Ausrichtung:

T: 30,8 °C / LF: 40,6 % / WG: 0,2 m/s

Vergleichsdaten:

Poppenbütteler Landstraße* (Stadttrand)

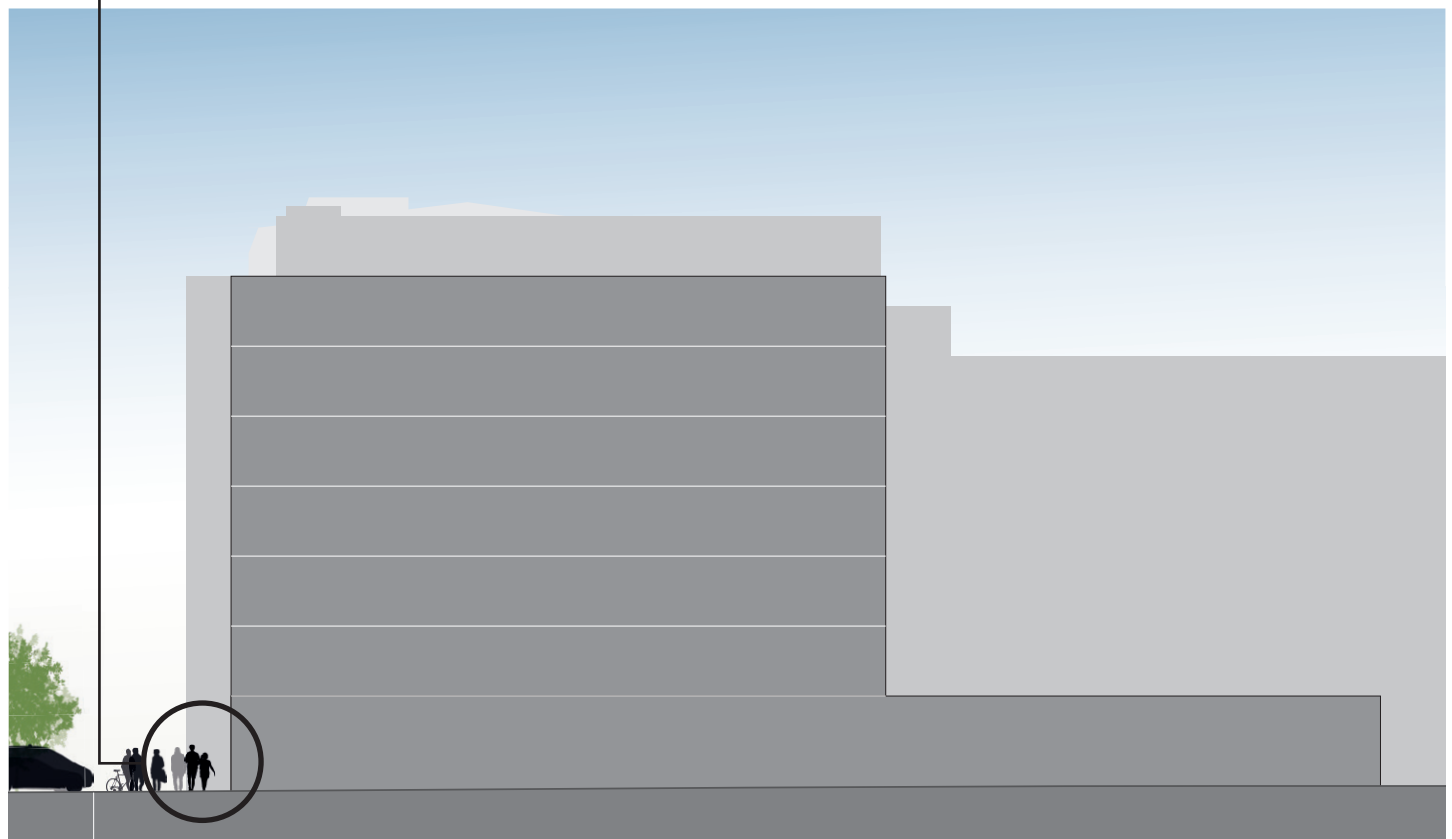
T: 28,66 °C / LF: 45,93 % / WG: 0,57 m/s

*Erhoben im Rahmen des Projektes SiK (Universität Hamburg, HafenCity Universität, Behörde für Umwelt und Energie FHH; Förderer: BMBF).

STRASSENRAUM

In der betrachteten Straßenschlucht zeigt die dunkle Putzfassade mit Südausrichtung die höchste Wärmeabstrahlung. Der untere Bereich des Gebäudes und der Teil des Bürgersteigs ohne Baumbestand sind von der Wärmerückstrahlung besonders betroffen. Der Rest der Straße erhält durch die Verschattung der Gebäude gegenüber und der Bäume entlang der Straße weniger direkte Sonneneinstrahlung. Da diese Straße aus Granit und nicht aus Asphalt ist, wird sie vor einer noch stärkeren Überhitzung bewahrt. Auffällig ist, dass trotz nur geringer direkter Sonneneinstrahlung die Lufttemperatur auf dem südlichen Bürgersteig höher ist als auf dem nördlichen.

Eine Analyse der HCU in 2016 ergab, dass bei verputzten Fassaden in Straßenschluchten mit Ost-West-Ausrichtung die Rückstrahlung durch den hellen Putz der Fassaden die Strahlungstemperatur steigert und damit einhergehend die thermische Behaglichkeit reduziert, insbesondere im Bereich des gegenüberliegenden Bürgersteigs. Die leichte Neigung der Straße nach Westen sowie die Nutzung des Gebäudes als Supermarkt und Büro verstärken die Temperaturerhöhung zusätzlich. Diese Nutzungen erzeugen zusätzliche Abwärme durch Beleuchtung, Rechner, Server, Kühltürme, Klimaanlage und andere Geräte.





DACHMATERIALIEN

In St. Georg sowie in Hamburg insgesamt bestehen Flachdächer großteils aus Bitumen oder ähnlichen Materialien. Auf Grund der homogenen Gebäudehöhe und der Tatsache, dass die Dächer sehr nah aneinander stehen, bilden sie eine große Fläche, die den ganzen Tag direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist und infolgedessen Wärme abstrahlt. Diese beiden Faktoren erhöhen das Überhitzungsrisiko, tragen zum urbanen Wärmeinseleffekt sowie vor allem bei ungedämmten Gebäuden zur zusätzlichen Erwärmung vor allem der Dachgeschosse bei.

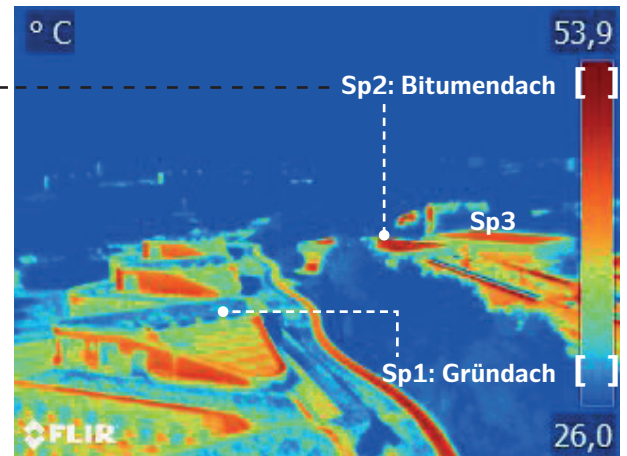


Abb. 4.3.4.12: Dachbegrünung auf dem Dach der Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (links) und Thermalbild (rechts) vom 19.08.2016 um 15:30 h. Der Vergleich zwischen den Dachmaterialien Gründach und Bitumen zeigt über 15°C Unterschied.

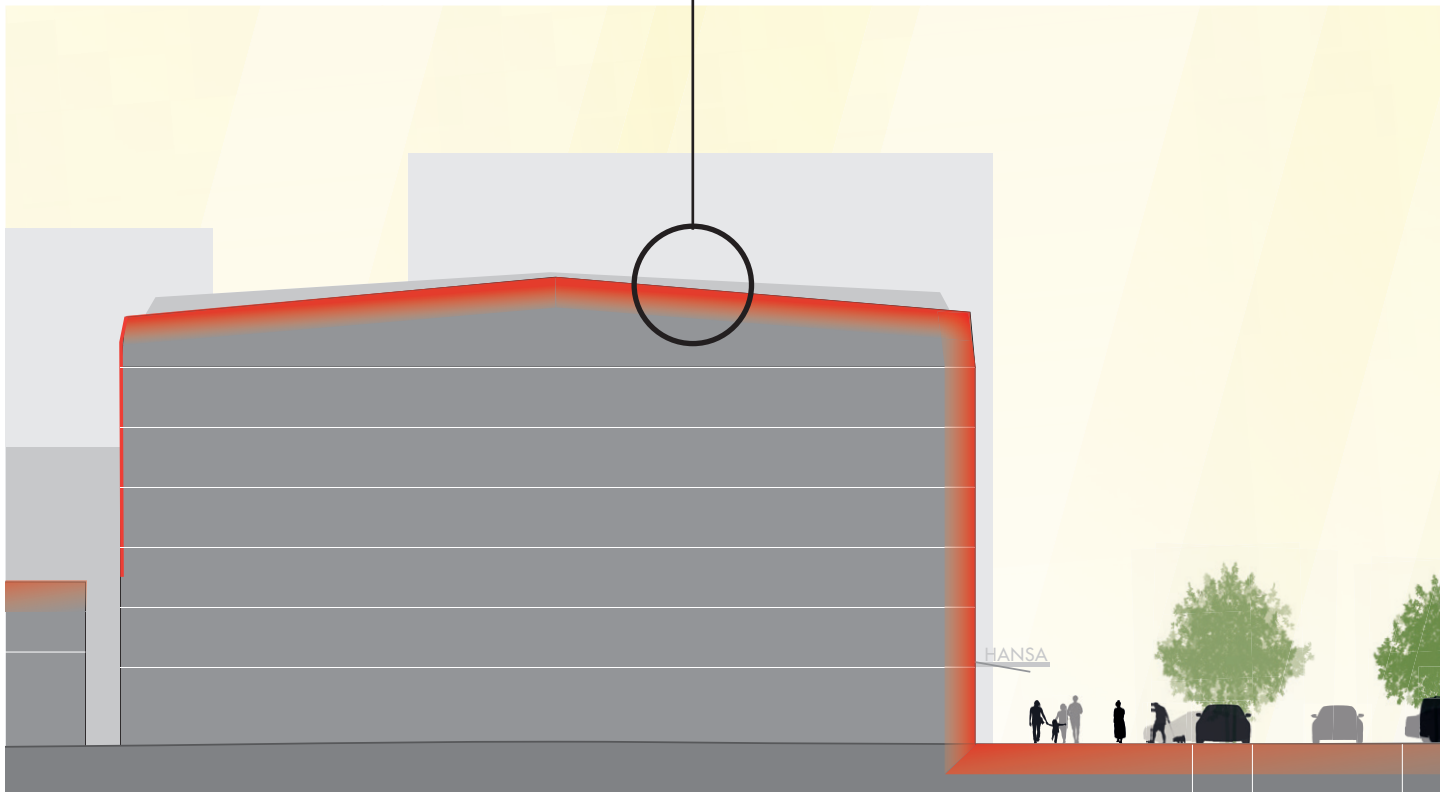


Abb. 4.3.4.13: Schnitt 2: Hitze

Steindamm West, M 1:300

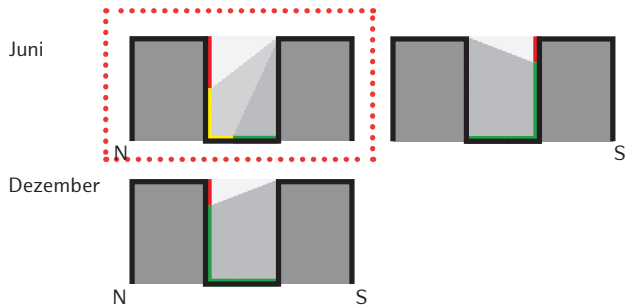


Abb. 4.3.4.14: Schattenanalyse in einer typischen Straßenschlucht in St. Georg. Berechnet mit direkter Sonnenstrahlung im Sommer (Juni) und Winter (Dezember).

- Rot: Oberflächen, die zu einem großen Teil des Tages direkter Strahlung ausgesetzt sind.
- Gelb: Oberflächen, die nur bei höchstem Sonnenstand einer direkten Strahlung ausgesetzt sind.
- Grün: Oberflächen, die immer im Schatten sind.

Die rot gepunktete Markierung zeigt die Fälle, wo Hitzestress zu erwarten ist.

HOMOGENE STRASSENSCHLUCHTEN

In Kapitel 4.3.2. wurde bereits die Bedeutung der Umsetzung von klimasensiblen Maßnahmen im Straßenraum, insbesondere in Straßenschluchten, verdeutlicht. Im Folgenden wird das Ergebnis einer Kalkulation mit direkter Sonnenstrahlung auf eine homogene Straßenschlucht gezeigt, wo Hitzestress zu erwarten ist (rot gepunktet).

Wie die Abbildungen 4.3.4.13 und 4.3.4.14 zeigen, sind die obersten Etagen der Gebäude bei diesem Typ Straßenschlucht einem Großteil des Tages direkter Sonnenstrahlung ausgesetzt (in rot gezeigt). Gleichzeitig werden sie jedoch im Vergleich zu den unteren Geschossen besser durchlüftet. Die Bürgersteige und der untere Teil des Gebäudes mit Südausrichtung sind im Sommer mehrere Stunden direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt. In Verbindung mit einer geringen Windgeschwindigkeit, den Mehrfachreflexionen (kurzwellig) und der Abstrahlung von Oberflächen innerhalb der Straßenschlucht (langwellig) erhöht dies den Hitzestress im Straßenraum.



DACHBEGRÜNUNG: TYP „LEICHTDACH“

Auf Flachdächern oder flachgeneigten Dächern mit genügend (aber nicht sehr hoher) Tragfähigkeit, ist ein extensives Leichtdach eine mögliche Maßnahme zur Überhitzungsvorsorge.

BAUMPFLANZUNGEN

In Ost-West-Straßen sollten Bäume auf dem nördlichen Bürgersteig gepflanzt werden, um diesen Teil der Straße zu entlasten. Sowohl für neue, als auch für bestehende Bäume ist es entscheidend, genügend Platz zum Wachsen zu haben. Besonders empfehlenswert sind Laubbäume mit großen, dichten Kronen, die unterschiedliche Temperaturen tolerieren: Sie sollten hitzeverträglich und winterhart sein. Zudem sollten die Baumarten Trockenstress ertragen und für innerstädtische Quartiere geeignet sein (siehe weiterführende Informationen im Anhang IV). Die beiden Baumarten, die hier als Maßnahme zur Hitzevorsorge in der Simulationen ausgewählt wurden, sind der Spitzahorn (*Acer Platanoides*) und die Winter-Linde (*Tilia Cordata*). Sie sind trockenheitstolerant, weisen eine breite Temperaturamplitude auf, haben eine dichte, große Krone zur Verschattung und sind daher gut für innerstädtische Quartiere in Hamburg geeignet.

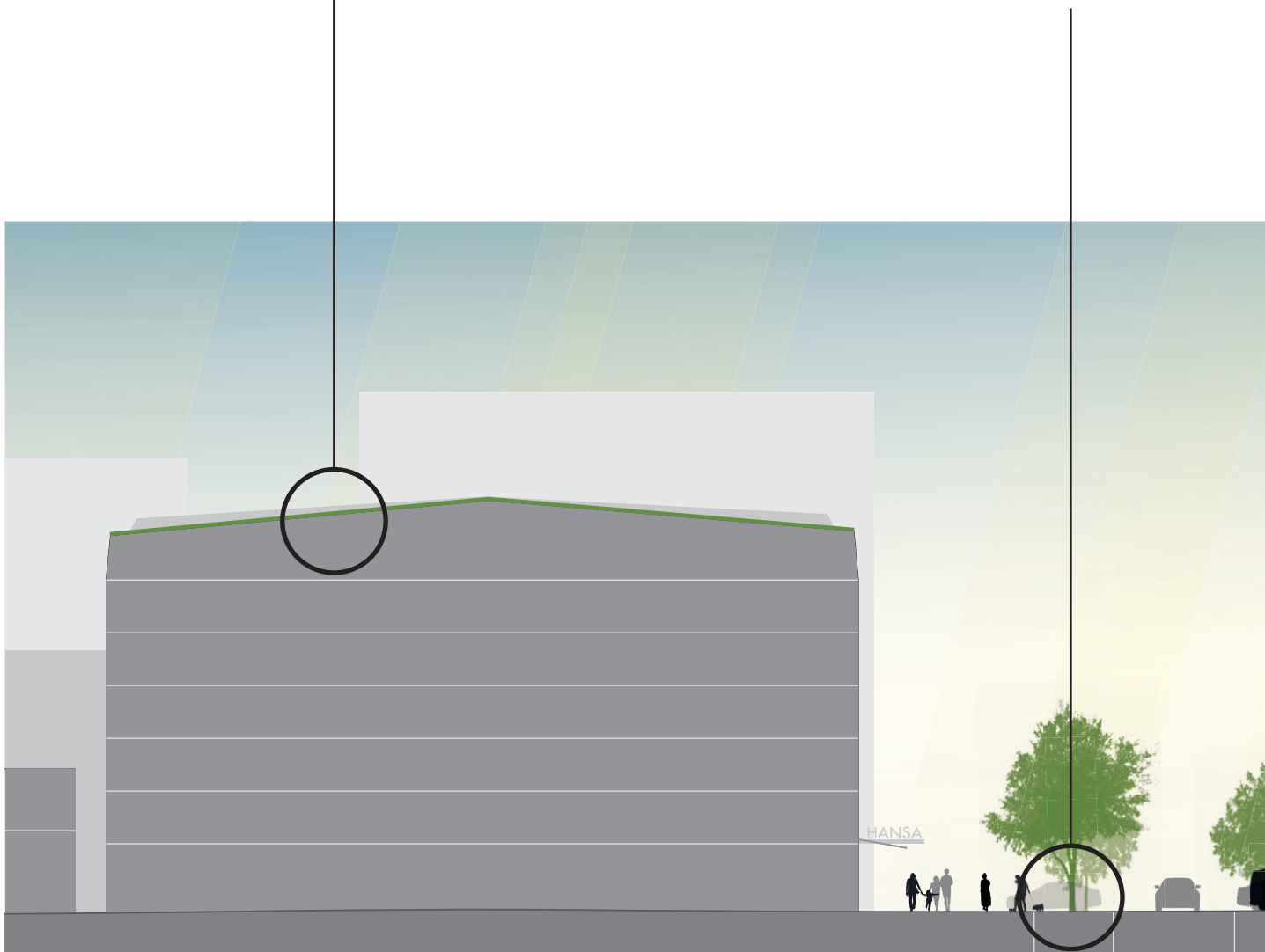


Abb. 4.3.4.15: Schnitt 3: Maßnahme

Steindamm West, M 1:300

PHOTOVOLTAIKELEMENTE ZUR VERSCHATTUNG

Auf ungenutzten Dächern, die relativ wenig Verschattung von Nachbargebäuden bekommen und auf Gebäuden, die tagsüber einen großen Energiebedarf haben, ist die Umsetzung von Photovoltaikanlagen als Verschattungselemente empfehlenswert.

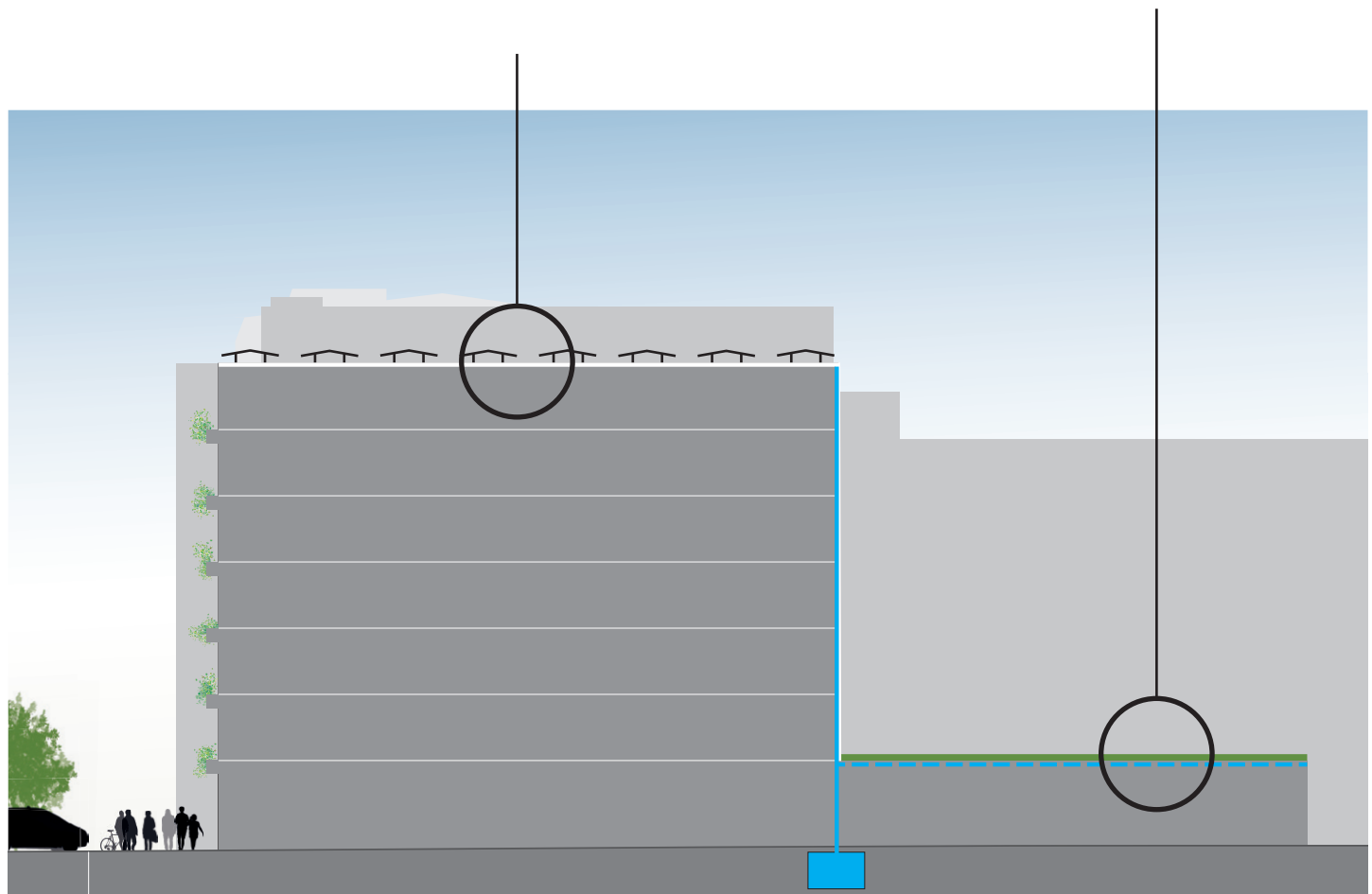
Unterschiedlichen Anordnungen sind dafür möglich. In Abbildung 4.3.4.15 wird eine Anordnung zur Verschattung und Energieoptimierung gezeigt. Diese hat eine 15° Neigung in Ost-West Aufständerung, die 80 % der Dachfläche abdeckt (hoher Flächennutzungsgrad). Die ertragsoptimierte Südausrichtung mit 35° Neigung erfordert einen größeren Abstand zwischen den Modulen, um deren gegenseitige Verschattung zu verhindern. Dadurch können effektiv nur etwa 40 % der Dachfläche belegt werden. Dementsprechend ist im Vergleich zur flächenoptimierten Anordnung in Ost-West-Ausrichtung der Gesamtertrag bezogen auf die Dachfläche deutlich geringer.

Durch die niedrigere Neigung und Anordnung hat diese Konstruktion auch den Vorteil, weniger Windlasten ausgesetzt zu sein. Diese Anordnung erlaubt

eine Energieerzeugung in den ersten und letzten Sonnenstunden, die eine Südaufständerung nicht produzieren kann. Dies macht sie besonders geeignet für Nutzungen mit einem Energiebedarf, der nicht nur tagsüber sondern auch morgens und abends hoch ist.

DACHBEGRÜNUNG: TYP „RETENTIONSdach“

Beim Retentionsdach wird ein Gründach mit einem Verdunstungsdach kombiniert. Durch den 3 cm Dauereinstau des Niederschlagswassers kann eine höhere Verdunstungsleistung und Kühlwirkung über den ganzen Tag erreicht werden. Wenn die Dachflächen tatsächlich flächendeckend begrünt würden, könnten sie vor allem in hochverdichteten Innenstadtkartieren spürbar die Kanalisation entlasten und das Stadtklima verbessern. In diesen Quartieren sollte überall, wo Potenzial besteht, die Lastreserven sowie die Ertüchtigungsmöglichkeiten der Gebäude ausgeschöpft werden, um qualitativ hochwertige Gründächer zu realisieren. Keine andere Maßnahme am Dach bietet vergleichbare Effekte in Bezug auf Klimaanpassung, Wasserwirtschaft und Biodiversität.



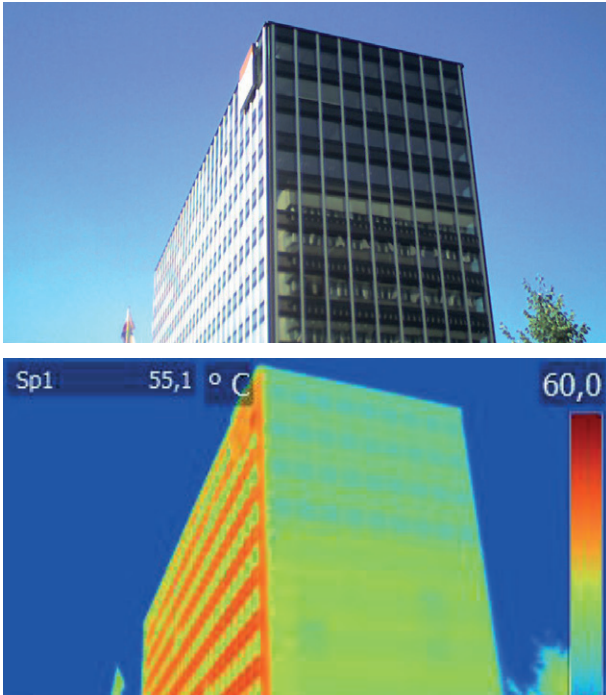


Abb. 4.3.4.16: Thermalbild eines Gebäudes mit vorgehängter Fassade. Es zeigt die Westfassade mit einer hohen Oberflächentemperatur von ca. 60°C.

Zoom-In 3: Heterogener Stadtstrukturtyp

In heterogenen Stadtstrukturtypen finden sich die unterschiedlichsten Gebäudehöhen, Typologien, sowie Nutzungen. Steindamm Ost ist eine Verbindungsstraße, die neben mehreren Hochhäusern durch ein-, zwei- und sechsgeschossige Gebäude gekennzeichnet ist. Manche Eigenschaften solch heterogener Stadtstrukturtypen erhöhen das Überhitzungsrisiko des Gebietes. Dies sind vor allem:

- große Fassadenflächen
- große versiegelte Flächen, zum Beispiel Parkplätze
- hohe Rückstrahlungen von stark reflektierenden Materialien an Fassaden
- wenig Verschattung im Straßenraum
- Dachflächen mit ganztägiger Sonneneinstrahlung

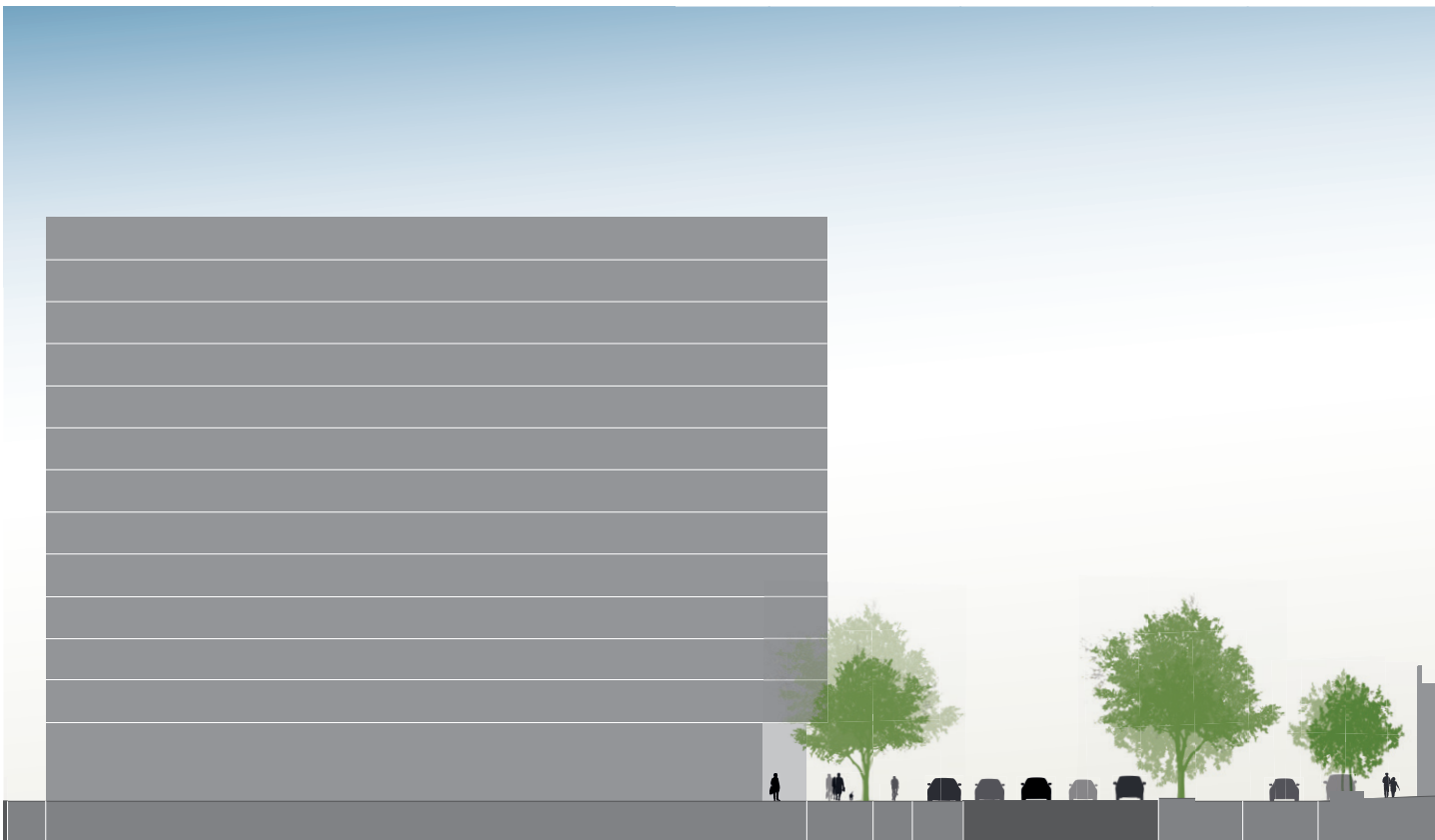


Abb. 4.3.4.17: Schnitt 1: Bestand

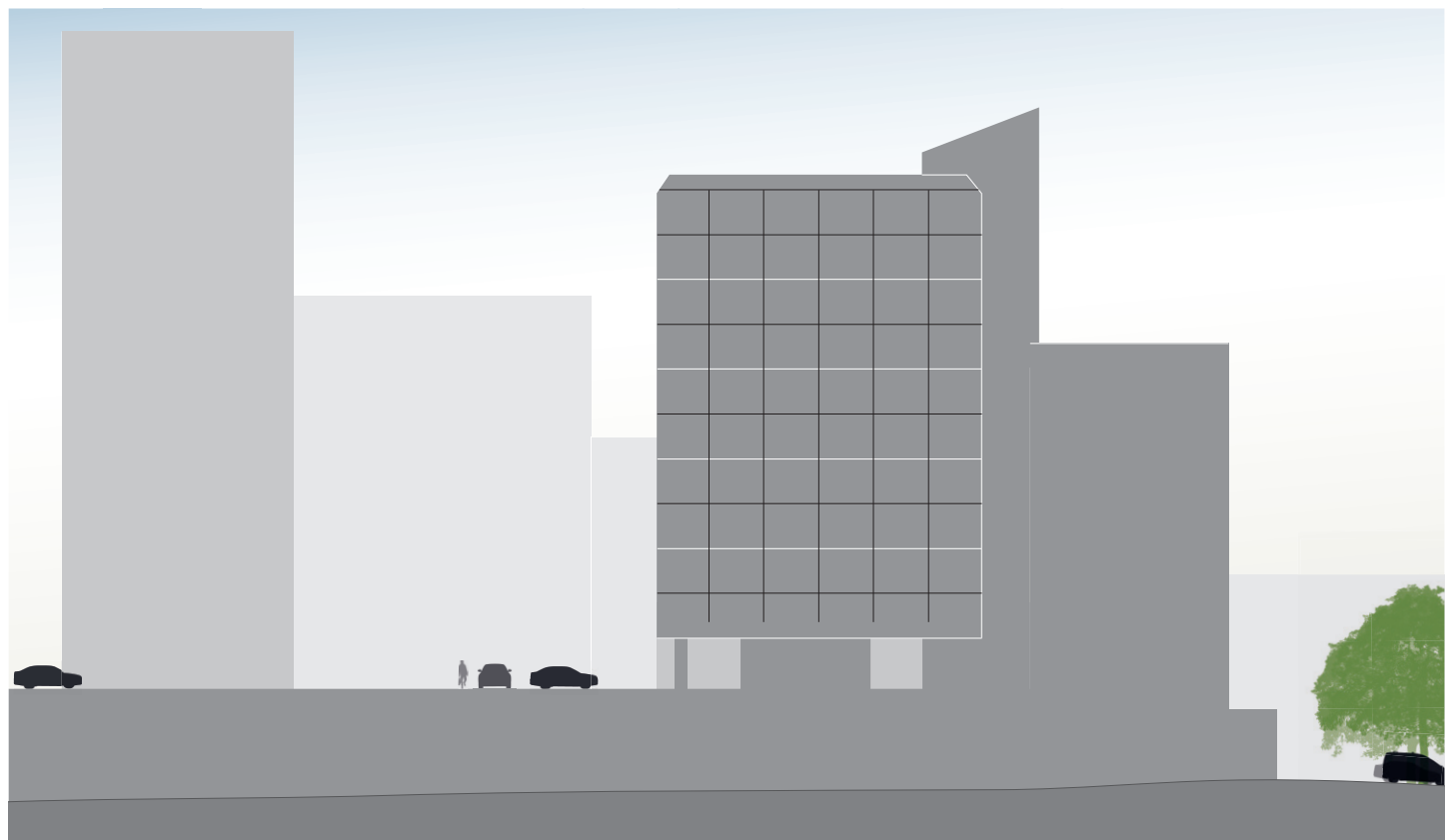
Steindamm Ost, M 1:500

OBERFLÄCHENFARBEN UND -TEMPERATUREN

Dunkle Farben, zum Beispiel dunkelgraue Fassaden (siehe Abb. links) oder asphaltierte Flächen heizen sich bei direkter Sonneneinstrahlung sehr stark auf.

GROSSFLÄCHIGE VERGLASUNG UND HITZE

Bürohochhäuser mit einem hohen Anteil an Verglasung erhöhen das Risiko für den Innen- sowie den Außenraumkomfort. Verglasungen im Allgemeinen lassen mehr Sonneneinstrahlung in das Gebäude ein. Dazu werden Bürogebäude hauptsächlich tagsüber genutzt. In dieser Zeit erhöhen elektrische Geräte, Beleuchtung und die Menschen die Wärmeerzeugung. Im Außenraum reflektieren die großen Glasflächen die Sonneneinstrahlung zum Straßenraum und zu den Nachbargebäuden, sodass die thermische Belastung und die Risiken an Hitzetagen erhöht wird.



VORGEHÄNGTE GLASFASSADEN

Gebäude mit vorgehängten Glasfassaden weisen ein hohes Überhitzungsrisiko im Innen- und im Außenraum auf. Im Bestand ist die Umsetzung von klimasensiblen Maßnahmen begrenzt. Bei Sanierungen sollten diese Fassaden unter Berücksichtigung der Hitzevorsorge ausgetauscht oder mit klimasensiblen Maßnahmen für Fassaden (S. 38) ergänzt werden. Siehe auch der Leitfaden „Mein Haus - in Zukunft klimaangepasst“.

KOMFORT IM STRASSENRAUM

Auf mehrspurigen Straßen mit überwiegender Ost-West-Ausrichtung besteht die Gefahr der Überhitzung. Die Oberflächen im Straßenraum sind fast den ganzen Tag der Sonneneinstrahlung und den reflektierten Strahlungen ausgesetzt, besonders vor Südfassaden. Am Steindamm haben die Hochhäuser große Fassadenflächen, die sowohl das Überhitzungsrisiko als auch die Strahlungsreflexion erhöhen. Besonders betroffen sind die Fassaden in Süd- und Westausrichtung.

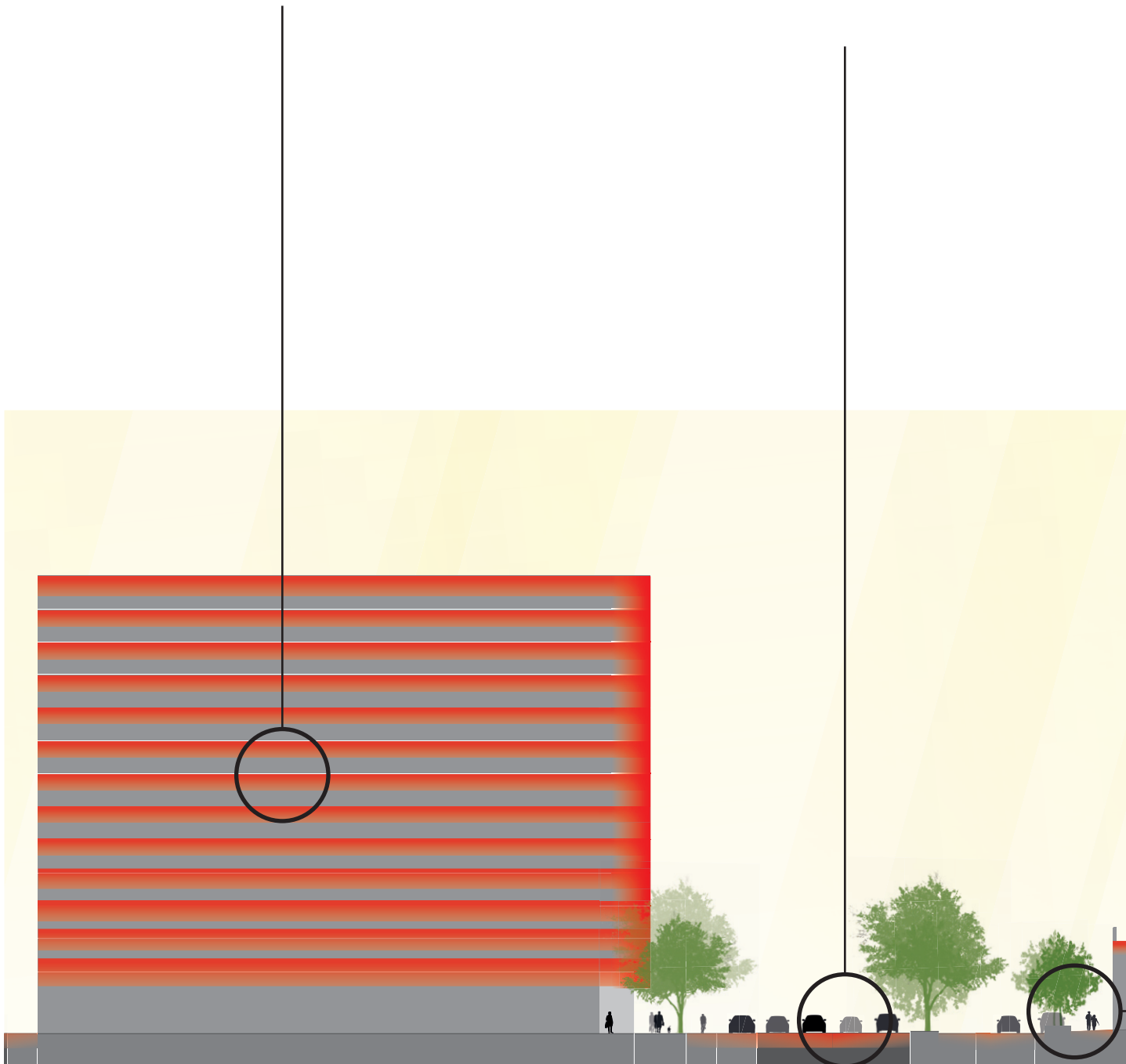


Abb. 4.3.4.18: Schnitt 2: Hitzebelastung

Steindamm Ost, M 1:500

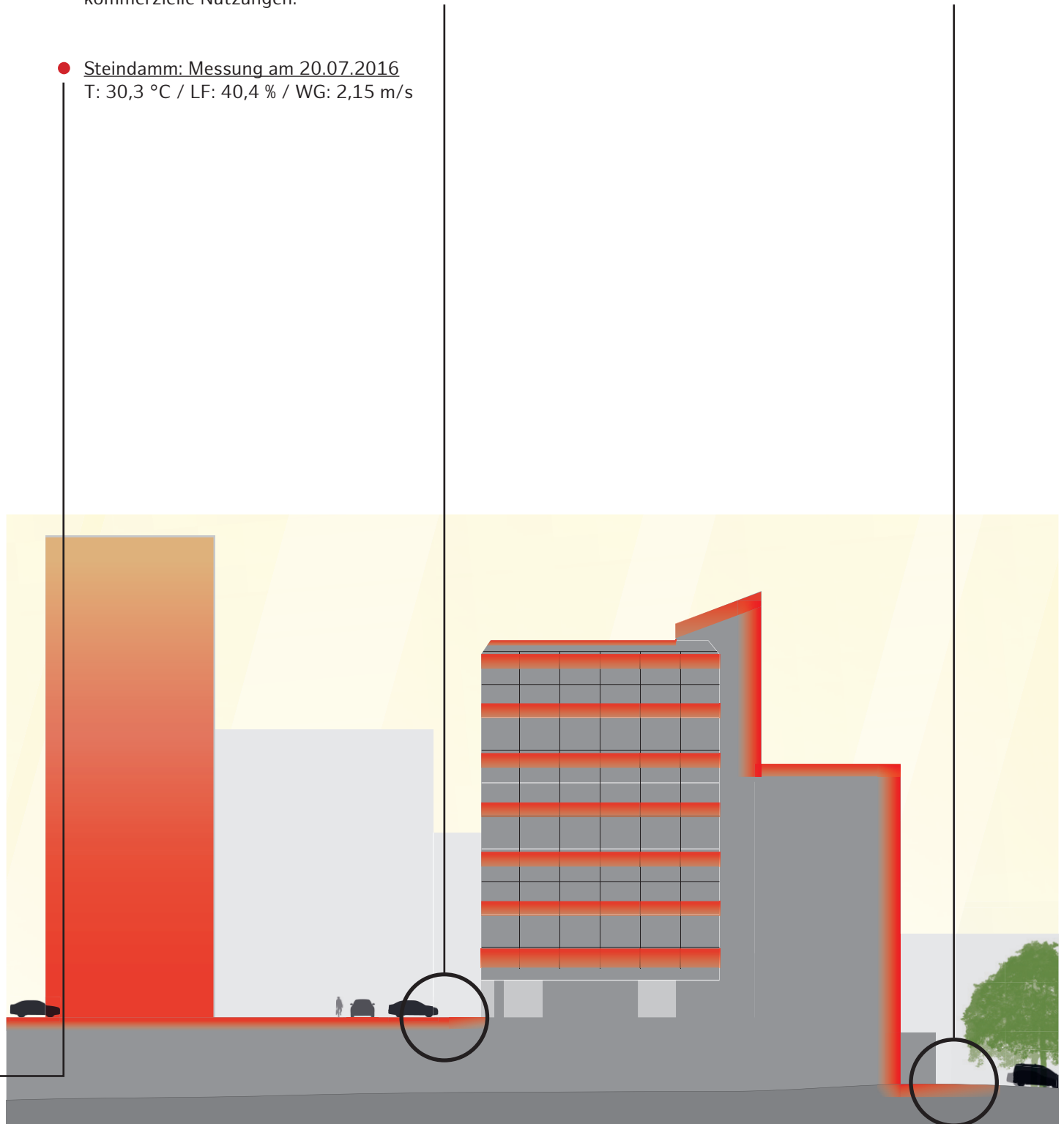
GROSSE VERSIEGELTE FLÄCHEN

Ein hohes Überhitzungsrisiko weisen große versiegelte Flächen auf, die täglich mehrere Stunden direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Dazu gehören am Steindamm große Parkplatzflächen für kommerzielle Nutzungen.

● Steindamm: Messung am 20.07.2016
T: 30,3 °C / LF: 40,4 % / WG: 2,15 m/s

ASPHALTIERTE FLÄCHEN ABSEITS DER STRASSEN

Der Asphalt, der abseits der Straßen benutzt wird, ist normalerweise „pur“. Das bedeutet: ohne helle Gesteinskörnung. Solche Beläge heizen sich bei direkter Sonneneinstrahlung besonders stark auf.



MASSNAHMEN-KOMBINATIONEN: LEBENDIGE DÄCHER

Die Kombination von Maßnahmen kann zu einer verbesserten Wirkung der Hitzeregulierung beitragen. In hochverdichteten Quartieren wie St. Georg, wo die Begrünungsmöglichkeiten begrenzt sind, bieten Gründächer auf Bürogebäuden die Möglichkeit, grüne Erholungsinseln zu schaffen. So lassen sich zum Beispiel Gründächer mit Verschattungselementen und Verdunstungsdächern kombinieren.

BÄUME

Bäume fangen die kurzweilige Sonneneinstrahlung auf und nutzen sie zur Photosynthese. Die Strahlung erreicht die Oberflächen nicht und verursacht infolgedessen keine Wärmeabstrahlung. Außerdem produziert die Evapotranspiration Verdunstungskälte und verringert somit die Lufttemperatur. Dementsprechend ist die Pflanzung von Straßenbäumen sowie die Verbesserung ihrer Wuchsbedingungen wichtig für die Hitzevorsorge.

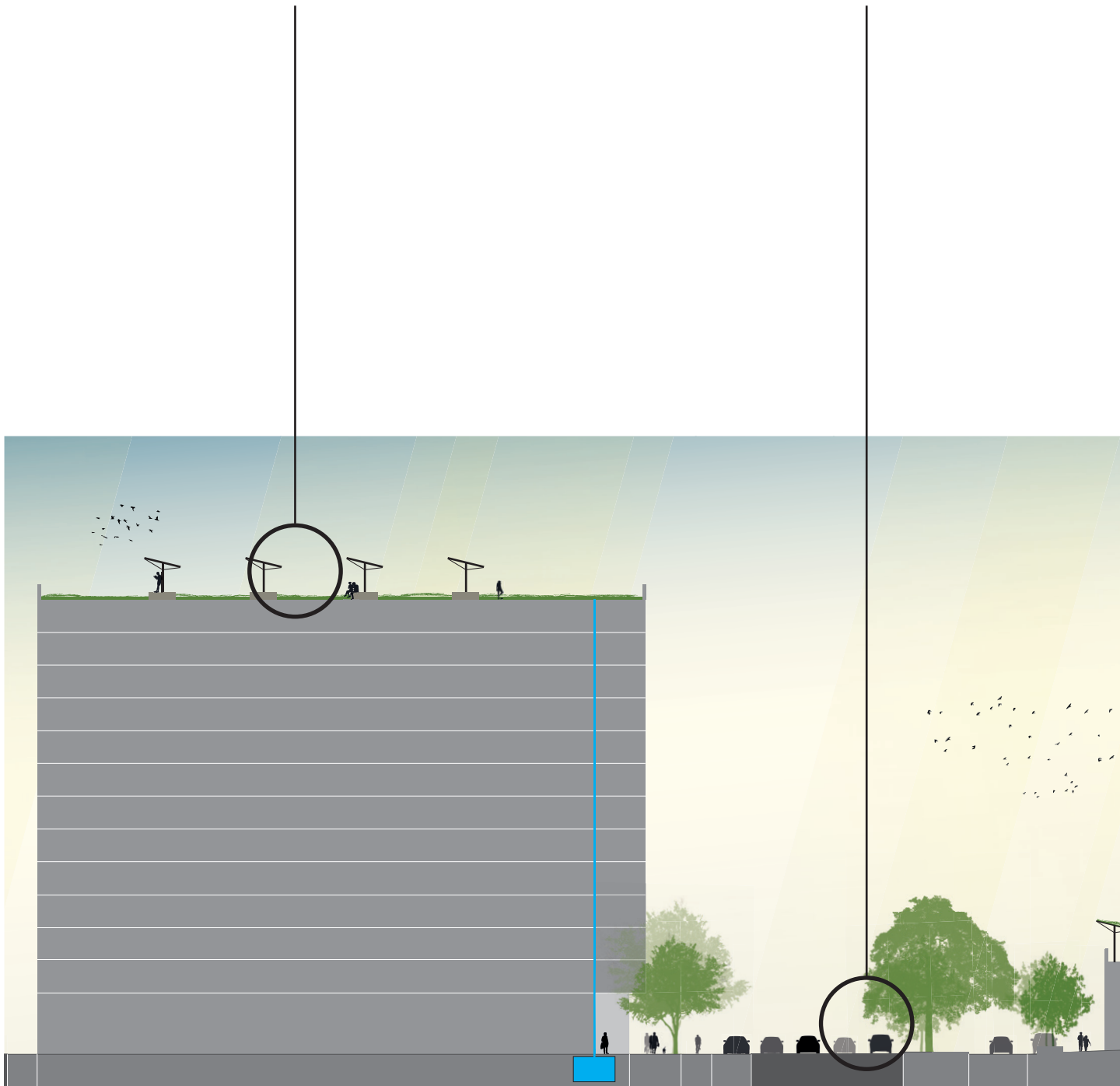


Abb. 4.3.4.19: Schnitt 3: Maßnahmen

Steindamm Ost, M 1:500

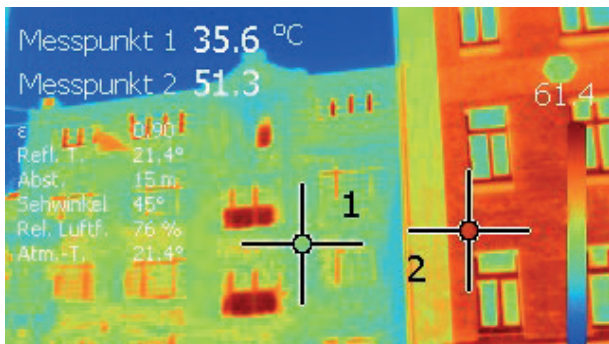
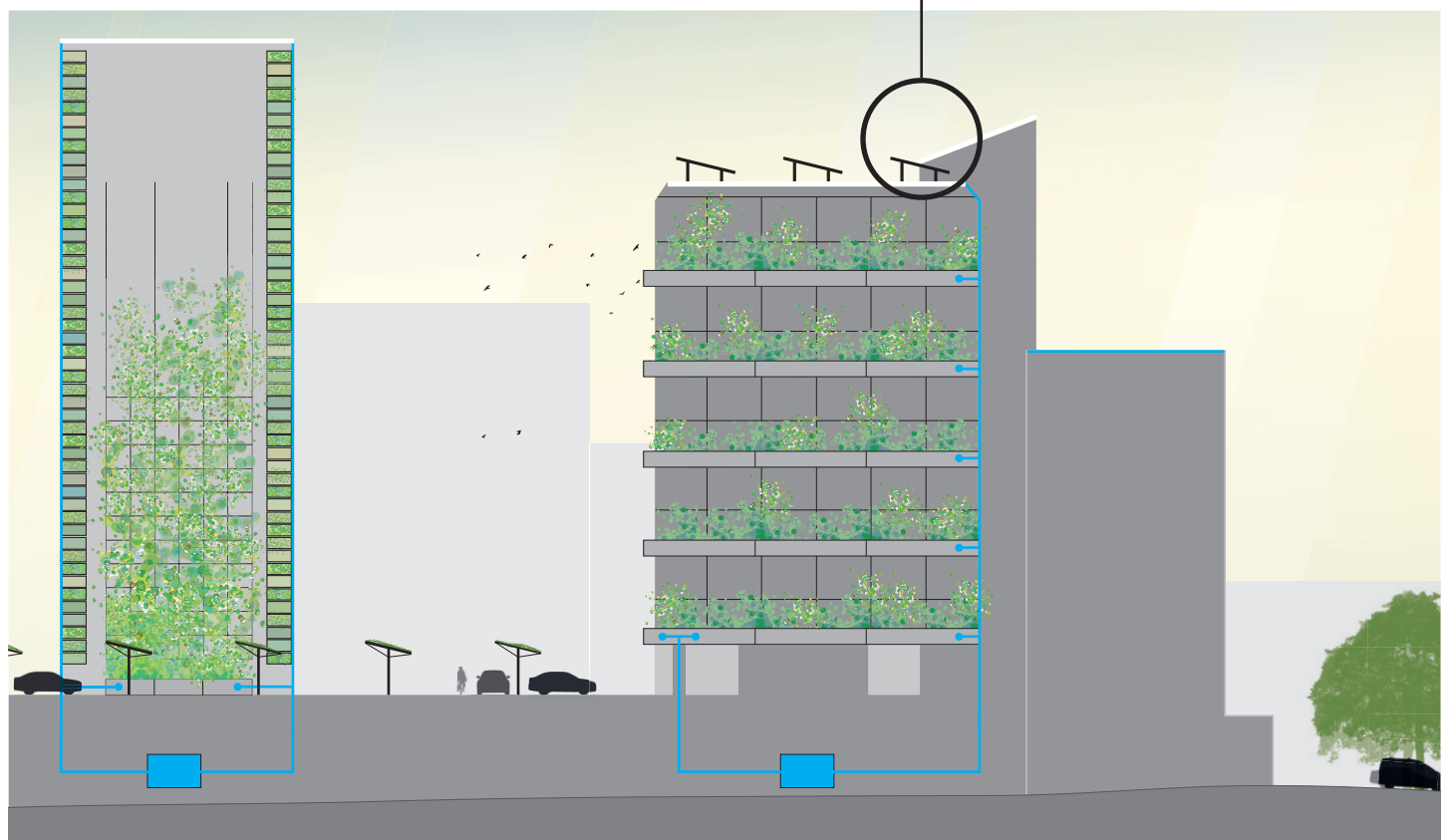


Abb. 4.3.4.20: Das Thermalbild zeigt den Unterschied der Oberflächentemperaturen einer Fassadenbegrünung im Vergleich zu einem Ziegelmauerwerk in Hamburg. Der Unterschied beträgt 15,7° C.

PHOTOVOLTAIK ALS VERSCHATTUNGSELEMENT + AUFHELLUNG DER DACHFLÄCHEN

Die Nutzung von Photovoltaikelementen sowie Solarthermie-Kollektoren können mit einer Aufhellung des Daches kombiniert werden. Dadurch wird die Sonneneinstrahlung besser reflektiert, was weniger Erwärmung für das Dach bedeutet. Je nach Ausgestaltung kann diese Kombination die Effizienz der Photovoltaikmodule unterstützen. Abbildung 4.3.4.19 zeigt die Photovoltaikmodule in ertragsoptimierter Südausrichtung und mit 35° Neigung. Somit sind 40 % der Dachfläche nutzbar.



Beispielhafte Simulationsergebnisse für Zoom-In 3

Mit ENVI-MET 4 Science wurden Modelle der Zoom-Ins mit realen Materialien und Wetterdaten eines Hitzetags in Hamburg sowohl im Bestand als auch mit Maßnahmen zur Hitzevorsorge simuliert. Dabei wurden die Maßnahmen auf die am stärksten von Überhitzung betroffenen Bereiche begrenzt.

Abbildung 4.3.4.24 zeigt den Effekt der Maßnahmen auf die zentralen Gebäude, die um 15:00 Uhr eine Senkung der Gebäudetemperaturen um zwei Kelvin erreicht haben. Das einzige Gebäude, das keine Verbesserung der Innenraumtemperatur zeigt, ist das Gebäude mit vorgehängter Glasfassade.

Die Fassaden, an denen Maßnahmen umgesetzt wurden, zeigen niedrigere Oberflächentemperaturen. Die Simulation zeigt eine leichte Kühlwirkung auf das Mikroklima. Im Beispiel um 15:00 Uhr ist eine Senkung der mittleren Strahlungstemperatur zu beobachten. Die Kühlwirkung wirkt sich besonders stark in Bodennähe aus sowie in Bereichen, in denen klimasensible Maßnahmen angewendet wurden. Eine Verbesserung des Mesoklimas wird angedeutet, zum Beispiel durch eine leichte Verbesserung der mittleren Strahlungstemperatur von über 70 °C zu einem Bereich von 67 °C bis 70 °C um 15 Uhr.

St. Georg ist ein Stadtgebiet, das an heißen Tagen tagsüber bereits heute von einer hohen Wärmebelastung betroffen ist. Von besonderer Bedeutung für die Gefährdungssituation dieses Zoom-Ins ist, dass sich das Alten- und Pflegeheim sowie die Kita in der Alexanderstraße in einem Bereich mit hohen Temperaturen und einer sehr hohen bioklimatischen Belastung befinden. Das Altenheim hat zusätzlich eine Südfassade ohne entsprechenden Sonnenschutz, die im Sommer den ganzen Tag der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Die wenigen Bäume vor der Fassade sind zu klein, um eine positive Wirkung auf die Fassade zu haben und haben kaum Raum zu wachsen. Die Straße und der Bürgersteig sind schmal. Direkt vor der Fassade gibt es Stellplätze. Zusammen mit den hohen Temperaturen im Sommer schränkt dies den Aufenthaltskomfort im Außenraum für die gefährdete Personengruppe erheblich ein. Die am 20.07.2016 gemessene Lufttemperatur auf dem Bürgersteig war 32,4 °C. Aus diesem Grund werden für das Altenheim in Ergänzung zu dem bestehenden Gründach Verschattungselemente und eine weitere Begrünung empfohlen.

Voruntersuchung

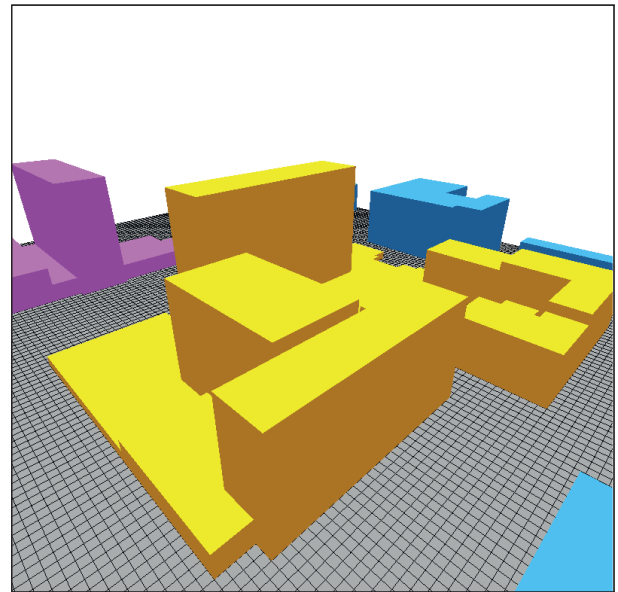


Abb. 4.3.4.21: Simulationsergebnisse der Gebäudetemperatur um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Bestandssituation. (Software ENVI-MET 4 Science).

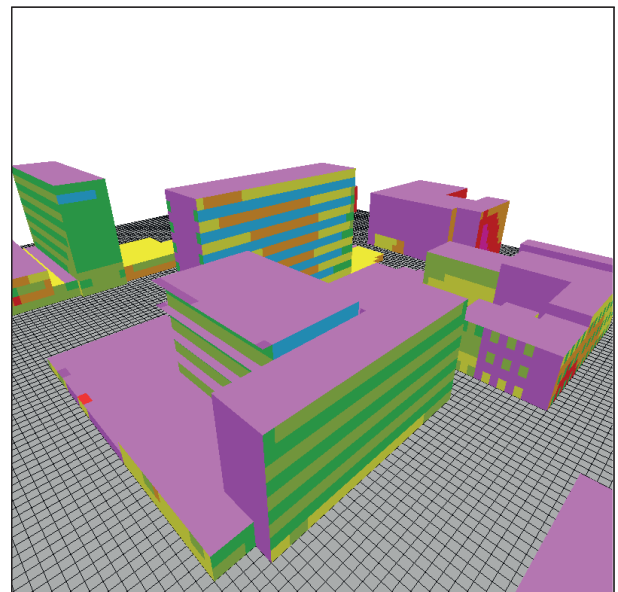
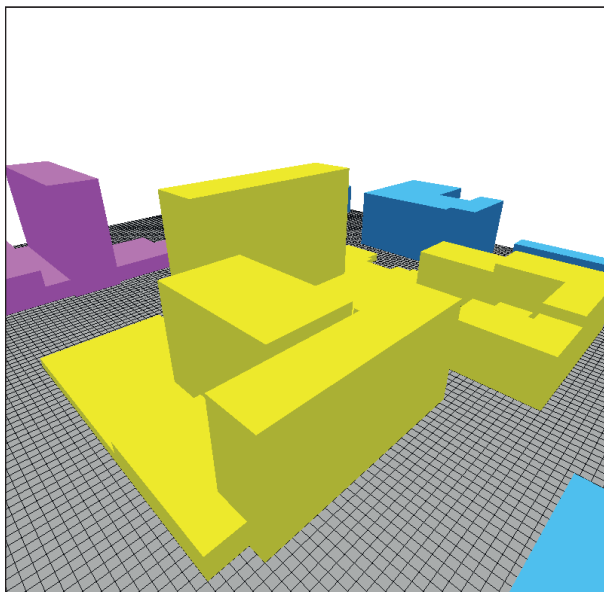
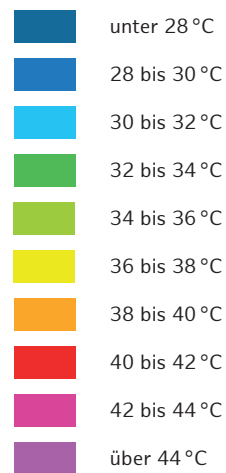


Abb. 4.3.4.22: Simulationsergebnisse der Fassadentemperatur um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Bestandssituation. (Software ENVI-MET 4 Science).

Wirkung der Maßnahmen



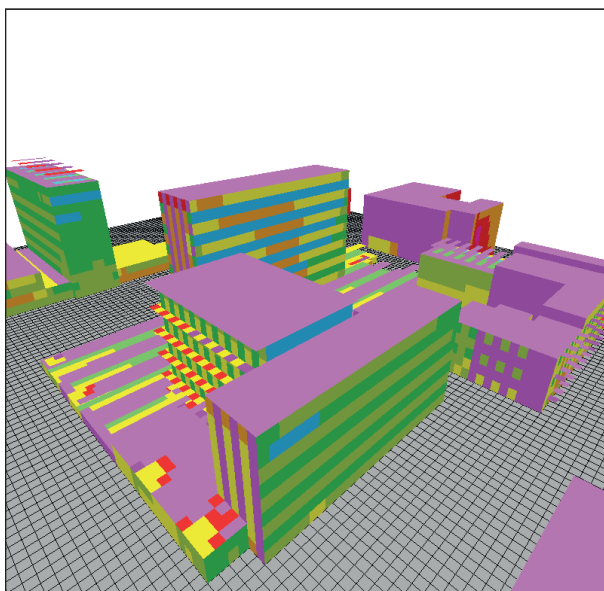
LEGENDE



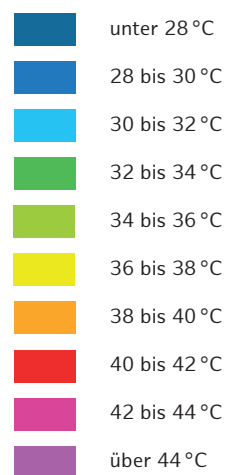
Min: 26 °C

Max: 49 °C

Abb. 4.3.4.23: Simulationsergebnisse der Gebäudetemperatur um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Wirkung von klimasensiblen Maßnahmen. (Software ENVI-MET 4 Science).



LEGENDE



Min: 26 °C

Max: 49 °C

Abb. 4.3.4.24: Simulationsergebnisse der Fassadentemperatur um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Wirkung von klimasensiblen Maßnahmen. (Software ENVI-MET 4 Science).

BEGRÜNUNG GEFÄHRDETER EINRICHTUNGEN

Auf Flächen, wo eine hohe bioklimatische Belastung besteht und Baumpflanzungen nicht möglich sind, sollte die Nutzung von Fassadenbegrünungen bevorzugt werden. Vor diesem Altersheim wäre eine Fassadenbegrünung besonders empfehlenswert, da sich hier empfindliche Personen aufhalten, die gegenüberliegenden Gebäude keine Verschattung für die Fassade des Altenheims bieten und innerhalb des Straßenraumes kein Platz für die Umsetzung von Maßnahmen besteht.

VERSCHATTUNGSELEMENTE

Zur Verbesserung des Innenraumkomforts im Sommer können horizontale Sonnenschutzelemente an den Fenstern angebracht werden. Diese sollten für Hamburg einen Winkel von 35° von der Kante des Fensters bis zum Ende des Sonnenschutzelementes haben, um im Sommer Sonnenschutz ohne Sichthindernisse zu bieten und gleichzeitig im Winter Sonnenstrahlen in den Innenraum zu lassen.

Mit der Kombination dieser Maßnahmen wird eine Verbesserung des menschlichen Komforts direkt vor der Fassade dieses Altersheims (siehe Abb. 4.3.4.22 und Abb. 4.3.4.24) sowie innerhalb des Gebäudes erreicht (siehe Abb. 4.3.4.21 und Abb. 4.3.4.23). Darüber hinaus verbessert sich der Komfort im Straßenraum des Steindamms sowie auf den umliegenden Parkplätzen.

PMV-Index

Der menschliche Komfort wird mit dem Bewertungsindex PMV (Predicted Mean Vote) beschrieben. Er gibt den Grad der (Un-)Behaglichkeit des Menschen als Maß für die Wärmebelastung an. Ein PMV-Wert von 2,5 bedeutet für eine große Anzahl von Menschen Hitzestress. In die Berechnung des PMV fließen die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit, der Dampfdruck und die Strahlungstemperatur am Aufenthaltsort ein. Diese meteorologischen Parameter werden von der städtebaulichen Struktur, wie Bebauungshöhe, Versiegelung und Durchgrünungsgrad, beeinflusst. Bereiche, die einen hohen PMV-Wert erreichen, sind von einer hohen bioklimatischen Belastung betroffen. Die menschliche Aktivität und die Kleidung haben zusätzlich einen Einfluss auf die (Un-)Behaglichkeit. Der PMV-Index ist eine sehr weit verbreitete und anerkannte Bewertungsmöglichkeiten für den menschlichen Komfort. Bei weiterem Interesse wird empfohlen auch andere Bewertungsmöglichkeiten zu betrachten, zum Beispiel die PET (Physiological Equivalent Temperature) und den UTCI (Universal Thermal Climate Index).

Voruntersuchung

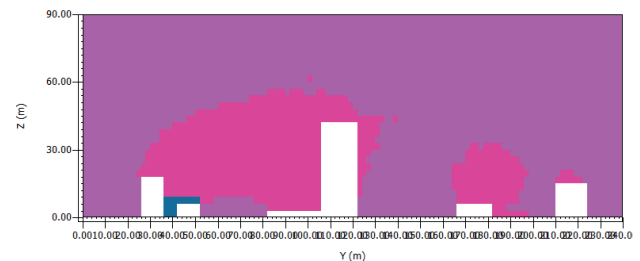


Abb. 4.3.4.25: Simulationsergebnisse der mittleren Strahlungstemperatur um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Bestandssituation (Software ENVI-MET 4 Science).

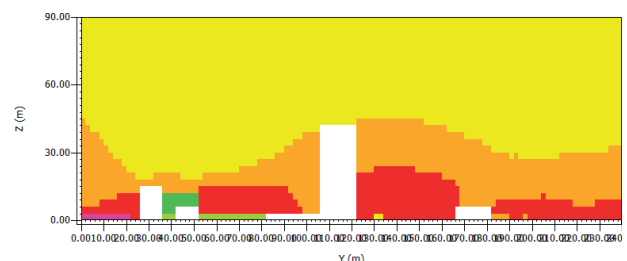
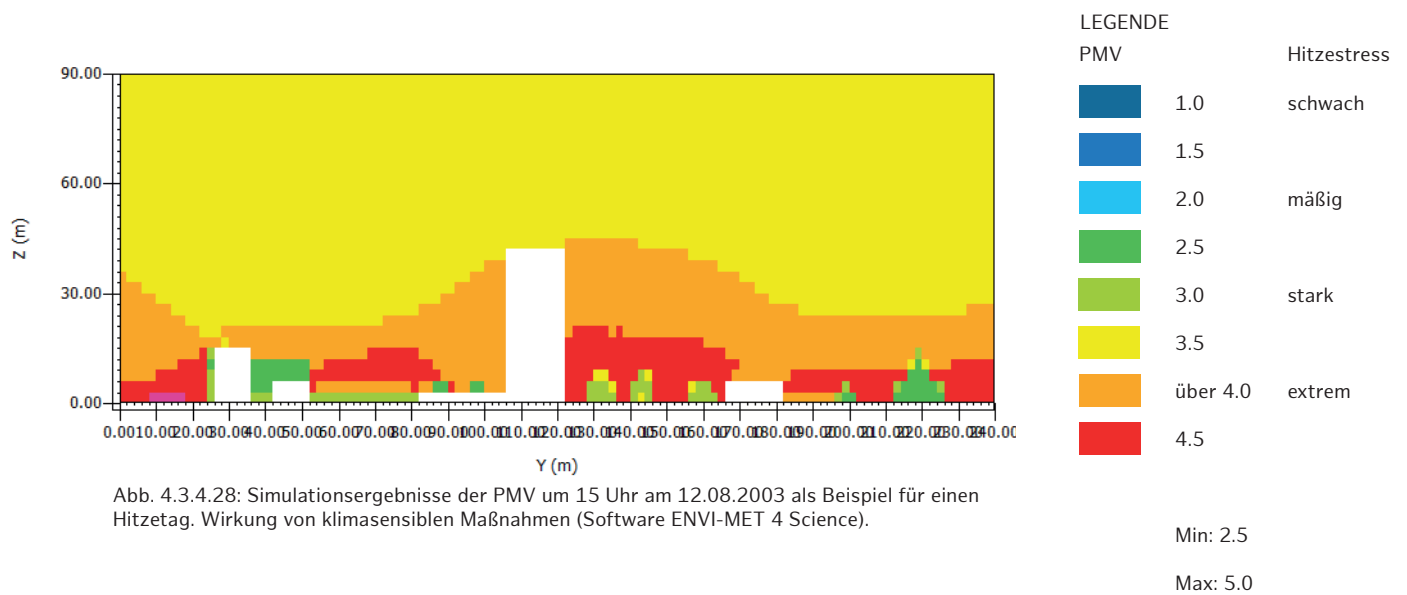
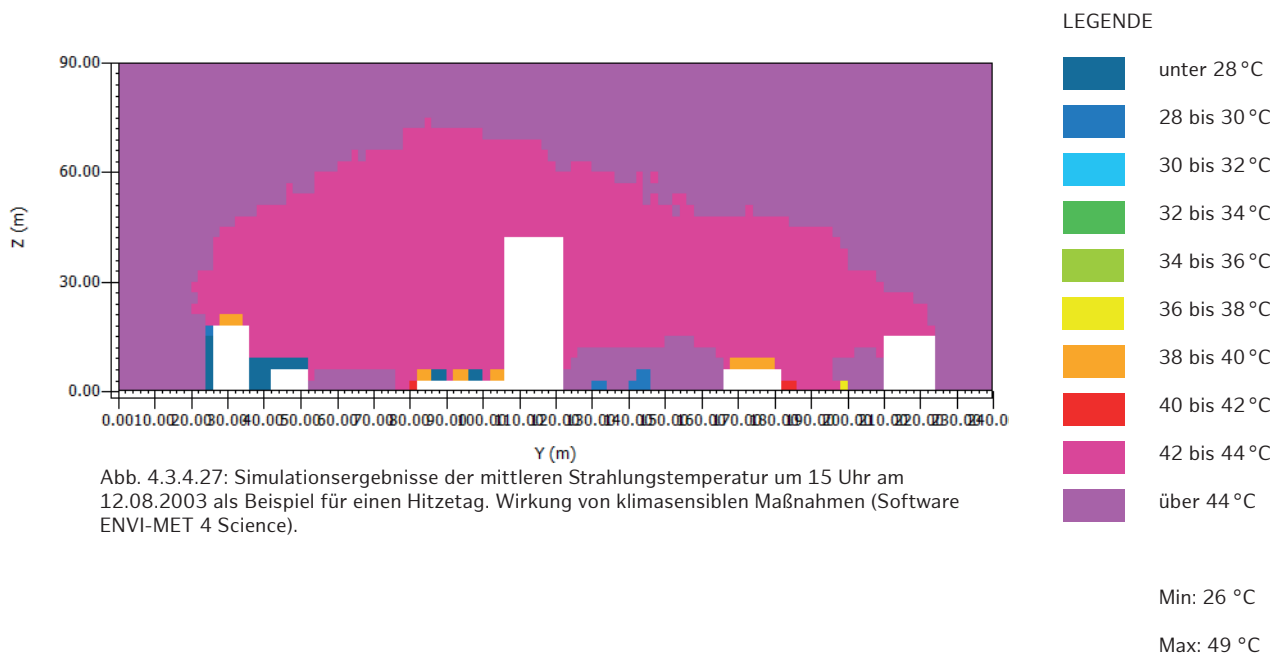


Abb. 4.3.4.26: Simulationsergebnisse der PMV um 15 Uhr am 12.08.2003 als Beispiel für einen Hitzetag. Bestandssituation. (Software ENVI-MET 4 Science).

Wirkung der Maßnahmen



4.3.5 Blick über den Tellerrand

Die Entwicklung von Konzepten für eine klimasensible Stadtentwicklung wird international von mehr und mehr Städten angestrebt. Eine Stadt, die diesen Weg bereits seit Jahren verfolgt und zudem stadtstrukturelle Ähnlichkeiten zu Hamburg aufweist, ist Wien. Besondere Ansätze Wiens zur Hitzevorsorge werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Urban Heat Islands-Strategieplan Wien

Die Umweltschutzabteilung der Stadt Wien hat in Kooperation mit anderen Abteilungen im Jahr 2015 den „Urban Heat Islands-Strategieplan Wien“ veröffentlicht. Dieses Programm zeigt neben einer Analyse des Wiener Stadtklimas eine Vielzahl von Handlungsfeldern und Maßnahmen für eine klimasensible Stadtentwicklung auf. Die Auswahl der vorgestellten Maßnahmen beruht dabei auf Forschungsergebnissen, Literaturrecherche und einer Bewertung durch Fachexperten. Zudem werden die Möglichkeiten der Integration in bestimmte Planungsprozesse und Instrumente aufgezeigt sowie Initiativen vorgestellt, die sich bereits in der Umsetzung befinden. Die Stadt arbeitet aktuell an der Integration des Programmes in bestehende Planungsinstrumente und neue Planungsvorhaben. Wien verfolgt dabei einen „Work-in-Progress“-Ansatz, bei dem das Stadtgebiet als Testfeld für Umsetzung und Wirkung von Maßnahmen fungiert, und erprobt in diesem Rahmen sogar neue Förderinstrumente.

Umsetzung

Für die Umsetzung baut die Stadt Wien auf zwei wesentliche Ansätze: zum einen die Sensibilisierung der Bevölkerung zum Thema der städtischen Überhitzung und zum anderen den Kompetenzaufbau bei den umsetzungsrelevanten Personen wie Architekten, Stadtplanern, Bauträgern und Projektentwicklern. Dafür werden unter anderem universitäre Lehrveranstaltungen konzipiert sowie Informationsveranstaltungen und Treffen von Expertenrunden organisiert, wo ein Austausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Planung stattfinden kann.

Um die Bevölkerung für die Thematik zu sensibilisieren, werden unterschiedliche Informationsmaterialien erarbeitet und den Bewohnern zur Verfügung gestellt sowie Veranstaltungen und Aktivitäten durch-



Abb. 4.3.5.1: Beispiel eines Verschattungselements im Straßenraum, Wien 2016.

geführt. So sind für den Sommer sogenannte „Cool Walks“ geplant, thematische Spaziergänge rund um das Thema „Hitze in der Stadt“, in denen die Wirkung bereits umgesetzter Maßnahmen wie Fassadenbegrünungen und ihre Wirkung auf das Mikroklima für die Teilnehmer erfahrbar werden.

Alle Informationen zu Veranstaltungen, zum Beispiel den „Cool Walks“, über laufende Projekte und Initiativen sind außerdem im Internet abrufbar. Zudem werden bei Projekten im öffentlichen Raum oder in öffentlichen Gebäuden Informationsmaterialien bereitgestellt, sodass Neugierige sofort einen Einblick in das Projekt bekommen und sich bei Interesse näher informieren können.



Abb. 4.3.5.2: Wandgebundene Fassadenbegrünung (oben), Gründach und Photovoltaik als Verschattungselemente (unten).

5. Überflutungs- und Hitzevorsorge flächendeckend, kontinuierlich und systematisch einplanen!

Das vorliegende Wissensdokument zeigt exemplarisch anhand verschiedener städtebaulicher Situationen in Hamburg, welche Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge hier integrierbar wären und auch welche Wirkungen sie haben könnten. Die -Checkliste zur Gefährdungsanalyse verdeutlicht, wie sich Planerinnen und Planer den Fragestellungen der Überflutungs- und Hitzevorsorge in jedem ihrer Projekte annähern können.

Einzelne Maßnahmen zur Hitzevorsorge haben – je nach konkreter Ausgestaltung – sehr lokale Effekte, die sich positiv auf das direkte Mikroklima und die Gebäudetemperaturen sowohl im Sommer als auch im Winter auswirken. Genauso bestehen in hochverdichteten Quartieren zahlreiche Möglichkeiten, um das Überflutungsrisiko einzelner Gebäude und Grundstücke im Falle eines Starkregens zu minimieren.

Deutlich werden jedoch drei Aspekte, die diese Thematik zu einer großen Herausforderung werden lassen:

- Maßnahmen müssen möglichst flächendeckend umgesetzt werden, um langfristig erkennbare Wirkungen erzielen zu können, zum Beispiel bei der Reduzierung und Lenkung der Abflussmenge im Falle eines Starkregens oder bei der Minimierung des städtischen Wärmeinseleffektes.
- Der überwiegende Flächenanteil liegt in innerstädtisch hochverdichteten Quartieren mit circa 50 bis 75 % in privater Hand. Hier müssen die privaten Eigentümer in die Umsetzung eingebunden werden, um diesen großen Flächenanteil zu mobilisieren. Den größten Anteil der öffentlichen Flächen stellen die Verkehrsflächen mit circa 20 bis 35 % dar. Die Stadtverwaltung muss deshalb Straßen und Plätze konsequent zur Maßnahmenumsetzung nutzen, um eine Vorbildfunktion auszuüben und Wirkungen zu erzielen. Hier sind jeweils deutliche Veränderungen der derzeitigen Praxis notwendig.
- Letztlich wird man sich auf eine langfristige, strukturierte und systematische Integration von Vorsorgemaßnahmen in private und öffentliche Bauvorhaben einstellen müssen. Aus derzeitiger Sicht ist es nicht zu erwarten, dass kostenintensive Investitionsprogramme mit dem Fokus auf die Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen initiiert werden (können). Deshalb sollten zum einen gefährdete Quartiere identifiziert und für diese möglichst frühzeitig eine konkrete und flächendeckende Zielsetzung entwickelt werden,

wie Maßnahmen zur Überflutungs- und/ oder Hitzevorsorge bei Sanierungs- und Umbaumaßnahmen aussehen sollen. Zum anderen muss konsequent und kleinteilig in jedem Projekt auf eine wasser- und klimasensible Bauweise geachtet werden.

In diesem Wissensdokument wurde eine Kombination aus verschiedensten Maßnahmen für einen wasser- und klimasensiblen Stadtumbau vorgeschlagen und Empfehlungen abgeleitet, um eine flächendeckende Umsetzung in Hamburg zu ermöglichen. Dies kann und soll bei der Implementierung der Überflutungs- und Hitzevorsorge eine Basis bieten.

Um die oben genannten Herausforderungen in den nächsten Jahren anzugehen, sollten über die Anwendung der Ergebnisse dieses Wissensdokumentes hinaus folgende weitergehenden Initiativen entwickelt werden:

- Verstärkte Sensibilisierung und Information der Bevölkerung bezüglich der Themen Starkregen und Hitzestress, sowie Erläuterung geeigneter Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge.
- (Weiter-)Entwicklung von Förderprogrammen für die Umsetzung wasser- und klimasensibler Maßnahmen.
- Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen, wo sie heute die Umsetzung von Maßnahmen erschweren (zum Beispiel die Pflanzung von Fassadenbegrünungen auf öffentlichen Flächen zur Begrünung privater Fassaden oder die Einleitung von privatem Dachabfluss in öffentliche Versickerungsanlagen).
- Intensiver kommunaler Austausch mit anderen Städten über ihre Strategien zur Überflutungs- und Hitzevorsorge. Im Rahmen dieser Studie wurde wieder sehr deutlich, wie fruchtbar und lehrreich dies sein kann.

Als Fazit aus dem zweijährigem Arbeitsprozess zur Erstellung dieses Wissensdokumentes kann deshalb gelten:

Überflutungs- und Hitzevorsorge flächendeckend, kontinuierlich und systematisch einplanen!

ANHANG



I. Übersichtstabellen

I. ÜBERSICHTSTABELLE: MATERIALEIGENSCHAFTEN

Außenraum					
Material	Albedowert	Emissionsgrad	Wärmeleitfähigkeit W/(m*K)	Wärmekapazität J/(kg*K)	Rohdichte (kg/m³)
Asphalt	0,05	0,97	0,7	1.000	2.100
Asphalt, aufgehell	0,12	0,95	0,7	1.000	2.100
Betonsteinpflaster	0,10 - 0,35	0,97	1,0 - 1,8	880 - 1.000	~1.800
Natursteinpflaster	0,2 - 0,35	0,85	2,8 - 3,5	1.000	2.500-2.700
Beton	~0,4	0,71 - 0,97	1,35	1.000	2.000
Wassergebundene Decke	~0,35	0,90	1,0 - 2,0	910 - 1.180	1.700-2.000
Dächer					
Material	Albedowert	Emissionsgrad	Wärmeleitfähigkeit W/(m*K)	Wärmekapazität J/(kg*K)	Rohdichte (kg/m³)
Bitumenbahn/Bitumen- schindel, dunkel	0,13 - 0,15	0,96	0,23	1.000	1.100
Bitumenschindel, weiß	0,2	0,95	0,7	1.000	2.100
Dachziegel	0,10 - 0,35	0,90	1,0	800	2.000
Dachziegel, rot	0,33	0,90	1,0	800	2.000
Dachziegel, dunkel	0,1	0,90	1,0	801	3.000
Schiefer	0,1	0,90	2,2	1.000	2.000-2.800
Betondachsteine	0,35	0,97	1,5	1.000	2.100
Kupfer, oxidiert	0,74	0,74	380	380	8.900
Kies	0,72	0,28	0,7 - 3,5	1.000	1.800-2.800
Außenwände/Fassaden					
Material	Albedowert	Emissionsgrad	Wärmeleitfähigkeit W/(m*K)	Wärmekapazität J/(kg*K)	Rohdichte (kg/m³)
Beton, grau	0,10 - 0,40	0,71 - 0,97	1,0 - 1,8	1.000	2.000
Beton, weiß	0,71	0,90	1,0 - 1,8	1.000	2.000
Keramik/Porzellan	*	0,85 - 0,95	1,3	840	2.300
Fassadenverkleidung mit zementgebundenen Spanplatten	0,10 - 0,40	0,91 - 0,94	0,23	1.500	1.200
Ziegelmauerwerk	0,20 - 0,40	0,90 - 0,92	0,60 - 1,0	840	1.400
Ziegelmauerwerk, hell	0,30 - 0,50	0,90	0,60 - 1,1	840	2.400
Ziegelmauerwerk, rot	0,20 - 0,40	0,90	0,60 - 1,2	840	3.400
Ziegelmauerwerk, dunkel	0,20 - 0,40	0,90	0,60 - 1,2	840	3.400
Ziegelmauerwerk, Kalkstein	0,30 - 0,45	0,90	0,85 - 2,30	1.000	1.600-2.600
Putz (alte Gebäude: Kalk)	*	0,91 - 0,94	0,80	1.000	1.600
Putz (Zement)	*	0,91 - 0,94	1,0	1.000	1.800
Naturstein	0,20 - 0,35	0,85 - 0,95	2,0 - 7,0	1.000	2.500-2.700
Holz	**	0,90	***	1.600	****

I. ÜBERSICHTSTABELLE: MATERIALEIGENSCHAFTEN

Außenwände/Fassaden					
Material	Albedowert	Emissionsgrad	Wärmeleitfähigkeit W/(m*K)	Wärmekapazität J/(kg*K)	Rohdichte (kg/m³)
Aluminium, eloxiert hellgrau	0,61 - 0,95	0,97	205	880	2.800
Stahl, verzinkt	0,08 - 0,35	0,13	16	50	7.800
Aluminium	0,80	0,27 - 0,67	160	880	2.800

Fenster					
Materialeigenschaften	Albedowert	Emissionsgrad	Wärmeleitfähigkeit W/(m*K)	Wärmekapazität J/(kg*K)	Rohdichte (kg/m³)
Glas	0,08 - 0,50	~0,90	1,0 - 1,2	750	2.000-2.500

ZUSÄTZLICHE ANGABEN

Natürliche Oberflächen		
Material	Albedowert	Emissionsgrad
Wiese	0,25 - 0,30	0,90
Bäume	0,15 - 0,18	0,90
Wasserflächen	0,03 - 0,10	0,97
Sand	0,25 - 0,45	0,76
Laubwald	0,15 - 0,20	0,90
Nadelwald	0,10 - 0,15	0,90
Getreidefeld	0,10 - 0,25	0,90
Neuschneedecke	0,75 - 0,90	0,99
Altschneedecke	0,40 - 0,70	0,90

Stadtgebiet		
Material	Albedowert	Emissionsgrad
-	0,10 - 0,30	0,85 - 0,95

Anstriche		
Material	Albedowert	Emissionsgrad
Weiß	0,50 - 0,90	0,85 - 0,95
Weiß Putz	- 1,65	0,91
Beige, hell	0,67	0,90
Grau, sehr hell	0,58	0,90
Grau	0,03 - 0,37	0,87
Rot, braun	0,20 - 0,35	0,85 - 0,95
Schwarz	0,02 - 0,15	0,90 - 0,98

Quellen: EN ISO 10456 (2010), DIN 4108 Teil 4 (2017), HELBIG (1987), FLIR B and T series.

* Abhängig von Farbe und Beschaffenheit des Anstrichs

** Abhängig von Holzart, Anstrich und Verarbeitung

*** Abhängig von der Holzart, 0,12 (Kiefer) - 0,18 (Eiche)

**** Abhängig von der Holzart, 450 (Kiefer) - 700 (Eiche)

I. ÜBERSICHTSTABELLE: BAUALTERSKLASSEN

1860 - 1918

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	1. und 2. Hamburger Baupolizeigesetz	- Vollziegelmauerwerk - zweischaliges Mauerwerk - Außenmaterial: Ziegel rot oder Putz in unterschiedlichen Farben	- Holzbalkendecken - Flachdach (oft nachträglich gebaut) - Dachdeckungen: Biberschwanz, Falzziegel, Flachdachabdichtungen, Teerpappe
	Energetische Eigenschaften		
	keine Wärmedämmung		

1919 - 1948

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	Bauordnung für die Stadt Hamburg DIN 1053 und ab 1937 DIN 4106	- Zweischaliges Mauerwerk - Mauern mit Kalkmörtel - Außenmaterial: Ziegel- oder Bimsmauerwerk	1937: 80 % Holzbalkendecken - Hohlkörperdecken - Deckenverfüllungen - Massivdecken aus Beton oder Stein
	Energetische Eigenschaften		
	Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern bewirkt verbesserten Wärmeschutz		

1949 - 1957

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	Neufassung DIN 4106; DIN 4108 regelt Mindestwärmeschutz	- Außenwände aus Ziegel-, Schlacke- oder Bimsmauerwerk - Einsatz von Lochziegeln und Leichtbetonsteinen - Klinkervorsatzschale - Außenmaterial: Klinker oder Putz	- Massivdächer aus Stahlbeton (Kaltdach) - Dachdeckungen: Flachdachpfannen lösen Biberschwanzdeckung ab, Dachpappe mit Bitumen oder Teer
	Energetische Eigenschaften		
	- Unzureichende Wärmedämmung - Wärmebrücken an auskragenden Balkonen		

1958 - 1968

Gebäudebeispiel	Energetische Eigenschaften	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	- Nahezu kein konstruktiver Wärmeschutz - Wärmebrücken an auskragenden Balkonen	- Stahl- oder Stahlbetonskelettbau mit Vorhangfassaden - Außenwände aus Beton oder Mauerwerk (zweischalig unverputzt) - Außenmaterial: hoher Anteil an Verglasung	- Hauptsächlich Flachdächer in Massivbauweise - Außenmaterial: Betondecken mit schwimmendem Estrich, Bitumen oder Teer

Statische Eigenschaften

Ab 1896:

- Mindestwandstärken
- Bauprüfung
- Gründerzeitbauten bergen wenige bis keine Belastungsreserven
- Fundamente stellen einen konstruktiven Risikofaktor dar

Statische Eigenschaften

- Wohnungsbauten aus 1937-1953 sind am instabilsten aufgrund der unzulässigen Mörtelqualität
- Stahlbetondecken teilweise sehr dünn
- Bauten nach 1937: Bodenverhältnisse wurden ermittelt und allgemein umfassende statische Berechnung durchgeführt
- Bauten gemäß der Altonaer Bauordnung von 1928 haben die steifsten und stabilsten Außenwände

Statische Eigenschaften

- Ab 1953: Außenwände der Gebäude nach der DIN 4106 bergen kaum Belastungsreserven
- Verringerte Holzquerschnitte an Steildächern
- Schmalere Wandkonstruktionen

Statische Eigenschaften

- Ab 1953: Außenwände der Gebäude nach DIN 4106 bergen kaum Belastungsreserven (minimale außenwandquerschnitte)
- In den 1960er Jahren: Tragende Außenwände werden zunehmend von tragenden Innenwänden abgelöst

I. ÜBERSICHTSTABELLE BAUALTERSKLASSEN

1969 - 1978*

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	1974: Aufhebung der DIN 4106 Energieeinsparungsgesetz (EnEG ab 1976) ab 1977: 1. Wärmeschutzverordnung	- Standardisierte Stahlbetonbauteile, industriell vorgefertigt - Sandwich-Konstruktionen	- Stahlbetondecken mit Dämmung (< 6 cm) - Außenmaterial: Bitumen
	Energetische Eigenschaften		
	- bis 1977: keine Wärmedämmung - DIN 4108 wird aufgrund der Energiekrise verschärft		

1979 - 1983*

Gebäudebeispiel	Energetische Eigenschaften	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	- dünne Wärmedämmverbundsysteme - teilweise thermische Trennung von Balkonen	- Außenwände aus Beton oder Ziegelmauerwerk (Zweischalig mit Klinkervorsatzschale) - vorgehängte Glasfassaden - Außenmaterial: Klinker, Putz, Glas	- Geneigte Dächer mit Eindeckung aus dunklem Ton- oder Betondachstein - Flachdächer mit Bitumen

1984 - 1994*

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	ab 1984: 2. Wärmeschutzverordnung	- Mauerwerk aus porositäten Ziegeln, Kalksandstein, Porenbeton - Tafelbauweise mit Beton-Sandwich-Elementen - Klinkervorsatzschale - Außenmaterial: Klinker, Putz etc.	- anfangs flache, später geneigte Dächer - Sparren sichtbar oder mit Mineralwolle verkleidet, verputzt - Deckung: Bitumen, Tonziegel, Betonschindeln und -dachsteine
	Energetische Eigenschaften		
	- Erste Niedrigenergiehäuser - teilweise Außendämmung		

1995 - 2001*

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
Foto nicht verfügbar.	ab 1995: 3. Wärmeschutzverordnung	- Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen - Klinkervorsatzschale - Außenmaterial: Klinker, Putz etc.	- Beton - Deckung geneigter Dächer: Tonziegel, Betonschindeln und -dachsteine, Schieferplatten, Faserzement oder Bitumenschindeln - Flachdach-Deckung: Bitumen
	Energetische Eigenschaften		
	Einsatz von Wärmedämmverbundsystemen		

I. ÜBERSICHTSTABELLE: BAUALTERSKLASSEN

2002 - 2015*

Gebäudebeispiel	Rechtlicher Rahmen	Fassadenmaterialien	Dachmaterialien
	ab 2002: Energieeinsparverordnung (EnEV)	• Beton • Mauerwerk • Vorgehängte Fassaden	Beton Deckung: Bitumen
	Energetische Eigenschaften	Außenmaterial:	
	Einsatz von Wärmedämmverbundsystemen	• Klinkervorsatzschale • Putz • Keramik • Glass	

* Keine bemerkbaren statischen Einschränkungen, ggf. bedenkliche Einzelfälle prüfen.

Abb. I.1: Gebäudebeispiele nach Baualterklasse in Hamburg.

I. ÜBERSICHTSTABELLE: BAUALTERSKLASSEN UND FASSADENBEGRÜNUNG

Baualterklasse	bodengebunden				wandgebunden			Anmerkungen
	Selbst- klim- mer	Gerüstkletterpflanzen			nicht kletternde Begrünungen			
	Wurzelkletterer Haftscheibenranker	Schlinger/Winder	Ranker	Spreizklimmer	Stauden	Kleingehölze	Moose	
1860 - 1918								
ein- oder zweischaliges Vollziegelmauerwerk, ungedämmt								• Mauerwerk und Putz auf Risse in Material und Fugen prüfen • statische Eigenschaften prüfen lassen, ggf. Ertüchtigung nötig
verputzt								
1919 - 1948 ¹								
zweischalige Ziegel- oder Bimsmauerwerke, ungedämmt								• im Einzelfällen ist die Begrünung möglich, z.B. Gebäude nach der Altonaer Bauordnung • auf Risse in Material und Fugen prüfen
1949 - 1957 ¹								
Außenwände aus (Loch-) Ziegeln oder Leichtbetonsteinen, ungedämmt								• Mauerwerk und Putz auf Risse in Material und Fugen prüfen • statische Eigenschaften prüfen lassen, ggf. Ertüchtigung nötig
1958 - 1968								
Stahl- oder Stahlbetonskelettbau mit Vorhangfassaden, ungedämmt								separat vorgesetzte Wuchskonstruktionen werden empfohlen
Ortbeton- und Betonfertigteilwände, ungedämmt								bodengebundene Begrünungen: Maximalhöhe 24 Meter
1969 - 1978								
industriell vorgefertigtes Stahlbetonmauerwerk, ab 1977 gedämmt								

I. ÜBERSICHTSTABELLE: BAUALTERSKLASSEN UND FASSADENBEGRÜNUNG

Baualterklasse	bodengebunden				wandgebunden			Anmerkungen
	Selbst- klim- mer	Gerüstkletterpflanzen			nicht kletternde Begrünungen			
	Wurzelkletterer Haftscheibenranker	Schlänger/Winder	Ranker	Spreizklimmer	Stauden	Kleingehölze	Moose	
1979 - 1983 ²								
zweischalige Außenwände aus Beton oder Ziegelmauerwerk, gedämmt								Mauerwerk und Putz auf Risse in Material und Fugen prüfen
1984 - 1994 ^{1,2}								
Mauerwerk aus porositierten Ziegeln, Kalksandstein, Porenbeton, gedämmt								Sekundärkonstruktionen mit eigener Grünebene empfohlen
1995 - 2001 ²								
Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen, mit Kerndämmung								Widerstandsfähige, montagefreundliche Außenschale
2002 - 2015 ²								
Wärmedämmverbundsysteme								Verankerung an tragender Wand

LEGENDE

- geeignet
- bedingt geeignet*
- nicht geeignet

* Eignung muss im Einzelfall geprüft werden: Statische Belastbarkeit der Außenhaut, Haftgrund für pflanzenphysiologische Eignung und unerwünschte Möglichkeit des Hinterwachsens prüfen.

Einteilung nach Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Wand- und Fassadenbegrünungen von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.

¹ Gebäude dieser Baualterklasse wurden häufig mit Klinkervorsatzschale gebaut. Eignung dieser Bauweise zusätzlich prüfen, siehe Tabelle 2.

² Gebäude dieser Baualterklasse wurden häufig mit Wärmedämmverbundsystemen als Außendämmung versehen. Eignung dieser Bauweise zusätzlich prüfen, siehe Tabelle 2.

I. ÜBERSICHTSTABELLE: BAUALTERSKLASSEN UND FASSADENBEGRÜNUNG

Baualterklasse	bodengebunden				wandgebunden			Anmerkungen
	Selbst- klim- mer	Gerüstkletterpflanzen			nicht kletternde Begrünungen			
	Wurzelkletterer Haftscheibenranker	Schlänger/Winder	Ranker	Spreizklimmer	Stauden	Kleingehölze	Moose	
Hamburger Besonderheit ¹								
hinterlüftete Klinkervorsatzschale, gedämmt								Auf intakte Verfugung achten
nicht hinterlüftete Klinkervorsatzschale mit Kerndämmung								Lastabtragung der Grünebene in die Klinkerschale statisch berechnen
Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) ²								
Wärmedämmver- bundsysteme als Außendämmung								• Direktbegrünung bei Außen- dämmung nicht möglich. • Verankerung an tragender Wand • Bei Montage auf wärmebrü- ckenreduzierende und statisch berechnete Halterungen achten.

LEGENDE

- geeignet
- bedingt geeignet*
- nicht geeignet

* Eignung muss im Einzelfall geprüft werden:
Statische Belastbarkeit der Außenhaut, Haft-
grund für pflanzenphysiologische Eignung
und unerwünschte Möglichkeit des Hinter-
wachsens prüfen.

**Einteilung nach Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von
Wand- und Fassadenbegrünungen von der Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.**

¹ Gebäude dieser Baualterklasse wurden häufig mit Klinkervor-
satzschale gebaut. Eignung dieser Bauweise zusätzlich prüfen,
siehe Tabelle 2.

² Gebäude dieser Baualterklasse wurden häufig mit Wärmedämm-
verbundsystemen als Außendämmung versehen. Eignung dieser
Bauweise zusätzlich prüfen, siehe Tabelle 2.

II. Grüne Infrastruktur

Kurzporträts ausgewählter Maßnahmen

Im Folgenden werden drei ausgewählte Maßnahmen genauer vorgestellt und Aspekte benannt, die bei ihrem Einsatz in der Planung zu berücksichtigen sind. Die Maßnahmen werden unter den Oberbegriffen „Versickerung“ sowie „Bauwerksbegrünung“ zusammengefasst.

Die Kurzporträts basieren auf Abschlussarbeiten von Studierenden der HafenCity Universität, die im Rahmen von Bachelor- oder Masterarbeiten während der Laufzeit des Forschungsprojektes „KLIQ - Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg“ erarbeitet wurden sowie auf weiterer Fachliteratur. Zudem werden Ergebnisse von Forschungsprojekten, die parallel zu KLIQ am Fachbereich „Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung“ durchgeführt wurden und sich mit entsprechenden Themen beschäftigen, zusammengefasst. Dazu gehören die wissenschaftliche Begleitung der Gründachstrategie Hamburg in Zusammenarbeit mit der BUE Hamburg sowie das Projekt „SIK – Stadtbäume im Klimawandel“, das von der HCU in Kooperation mit der BUE und der Universität Hamburg durchgeführt wird. Weiterführende Literaturangaben und eine Liste mit den Arbeiten befinden sich weiter hinten im Anhang.

Versickerung

Durch die zunehmende Bebauung werden mehr und mehr bisher begrünte oder unbebaute Flächen versiegelt und das Wasser dem natürlichen Wasserkreislauf entzogen. Verschiedene Hamburger Broschüren und Leitfäden zeigen Maßnahmen auf, wie der anfallende Regenabfluss möglichst ortsnah versickert oder zurückgehalten werden kann (siehe Anhang). Die gezielte Versickerung an Baumstandorten zählt zu den innovativen Maßnahmen, die im Folgenden vorgestellt wird.

Versickerung von Regenabflüssen in den Pflanzgruben von Straßenbäumen

Straßenbäume müssen mit extremen Standortbedingungen auskommen, die sich sowohl auf das Wurzelwachstum als auch auf die Entwicklung des Stammes und der Baumkrone auswirken. Hierzu zählen unter anderem:

- beengter Wurzelraum durch unterirdische Leitungen, Fundamente und Oberflächenbeläge, inklusive dem dazugehörigen Unterbau
- fehlender Gasaustausch sowie geringere Wasserversorgung aufgrund des verdichteten Bodens und der oftmals versiegelten Oberfläche
- beengter Kronenraum, vor allem durch Gebäude und Verkehrsnutzung
- Beschädigung von Baumstämmen durch parkende Autos oder Fahrräder
- Baumschäden durch Schadstoffbelastungen und Streusalz

Der Boden ist die wichtigste Komponente für die Gesundheit und das Wachstum eines Baumes. Im städtischen Raum werden durch die Verdichtung des Bodens die Poren zerstört, die normalerweise für die Belüftung und Wasserspeicherung im Boden sorgen. Das Wasser kann nicht oder nur schlecht versickern. Geringe Wassermengen befinden sich lediglich in den oberen Zentimetern direkt unter dem Oberflächenbelag, beispielsweise den Betonsteinen. Aus diesem Grund wachsen in dem Bereich zahlreiche Wurzeln und heben oftmals den Belag an. Gleichzeitig trocknet dieser Bereich während warmer Perioden im Sommerhalbjahr schneller aus mit negativen Folgen für die Straßenbäume: Sie sind weniger vital als freiwachsende Bäume, dementsprechend anfälliger für Trockenschäden und Krankheiten und weisen eine geringere Stabilität auf.

International gibt es bereits mehrere Städte, die eine Versickerung von Niederschlagswasser an Baumstandorten realisieren. Dazu gehören Stockholm, New York, Toronto und Melbourne. Ziel ist es, Niederschlagswasser auch an stark versiegelten Standorten im öffentlichen Raum zu versickern oder zu verdunsten. Versickerungspflanzgruben werden vor allem bei Neupflanzungen umgesetzt, zum Teil aber auch bei Bestandsbäumen – wie im Beispiel von Stockholm. In den vier Städten führen folgende Aspekte zu einer guten Versickerungsfähigkeit an den Baumstandorten und sehr wahrscheinlich zu einem verbesserten Wachstum der Straßenbäume:

- Verwendung von einem groben Material zur Sicherstellung der notwendigen Tragfähigkeit des Unterbaus in Kombination mit lockerer Pflanz Erde in den Hohlräumen. So kann eine Verdichtung vermieden und gleichzeitig ausreichendes Porenvolumen für eine gute Sauerstoff- und Wasserversorgung für das Wachstum der Baumwurzeln bereitgestellt werden.
- Verbindung der einzelnen Pflanzgruben durch Wurzelgräben, um eine möglichst naturnahe Umgebung für die Bäume durch ein großes zusammenhängendes Bodenvolumen zu schaffen und damit die Nährstoffaufnahme der Bäume durch den Austausch von Bodenpilzen zu verbessern.
- Erweiterung der Pflanzgruben – wenn möglich – unterhalb der Gehwege und Straßen, um einen größtmöglichen Wurzelraum bereitzustellen.
- Sicherstellung eines funktionierenden Gasaustausches zwischen dem Boden und der Atmosphäre, damit das für die Pflanzenwurzeln giftige Kohlendioxid aus dem Boden entweichen kann. Dies kann zum Beispiel durch einen Luftschacht erfolgen, der gleichzeitig zur Bewässerung der Pflanzgrube dient. In dem Falle kann die Baumscheibe komplett abgedeckt werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in den untersuchten Städten die Versickerung von Niederschlagswasser von Dächern, Gehwegen und Straßen in den Pflanzgruben bereits technisch gut funktioniert. Ob dies auch langfristig zu einer Verbesserung der Vitalität der Straßenbäume beiträgt, kann jedoch erst in einigen Jahren genauer untersucht und abschließend bewertet werden. Hierfür sind Langzeitbeobachtungen der Bäume notwendig. Wie zukünftig eine entsprechende Pflanzgrube und Baumscheibe sowie ein Filter zur Reinigung der Regenabflüsse und zum Rückhalt von Streusalz im Winter in Hamburg gestaltet sein sollte, wird derzeit im Projekt SiK kritisch diskutiert und konkretisiert. Die Ergebnisse werden voraussichtlich Mitte 2018 zur Verfügung stehen.

(Das Kurzporträt basiert unter anderem auf der Masterarbeit von Carmen Biber, siehe Anhang IV.)

Bauwerksbegrünung

Der Begriff „Bauwerksbegrünung“ umfasst die Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung, wobei im Weiteren auf letztere nicht eingegangen wird. Je nach Gestaltung hat die Begrünung von Gebäuden viele Vorteile, sowohl optischer als auch ökologischer Art. Sie kann Gebäudefassaden oder Dächer aufwerten, zur Gebäudeklimatisierung durch Verschattung und Kühlung beitragen, Niederschlagswasser im Dachaufbau speichern, die Biodiversität in der Stadt erhöhen sowie Feinstaub binden. Damit trägt sie zur Minimierung der negativen Auswirkungen der Bebauung auf das städtische Mikroklima bei.

Nachträgliche Begrünung von Fassaden

Fassadenbegrünungen lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- Bodengebundene Systeme, dazu zählen
 - Direktbegrünungen durch sogenannte Selbstklimmer, wie Efeu oder wilder Wein
 - Begrünungen an Kletterhilfen oder Spalieren mit Gerüstkletterpflanzen, wie Blauregen, Waldrebe, Geißblatt oder Rosen
- Fassadengebundene Systeme, dazu zählen
 - Systeme aus Pflanzkübeln oder -trögen sowie gabionenartigen Elementen mit Stauden, Kleingehölzen, Gerüstkletterpflanzen und bedingt Selbstklimmern
 - Systeme mit Modulen aus vertikal montierbaren Kleinboxen mit Stauden, Kleingehölzen, Moosen und bedingt Selbstklimmern sowie Gerüstkletterpflanzen
 - Systeme auf Basis wasserspeichernder Geovliese oder wasserspeichernder poröser Oberflächen mit Stauden, Kleingehölzen, Moosen und bedingt Selbstklimmern sowie Gerüstkletterpflanzen

Welche bautechnischen Voraussetzungen bei der Planung von Fassadenbegrünungssystemen zu beachten sind, ist unter anderem in Dettmar et al. 2016 gut übersichtlich zusammengestellt (siehe Anhang). Im Folgenden werden die zentralen Planungskriterien für die nachträgliche Begrünung von Gebäuden zusammengefasst aufgeführt. Bedeutend dabei ist, dass weder der Wandaufbau noch Anforderungen des Denkmalschutzes Ausschlusskriterien für eine Fassadenbegrünung sind. Diese Aspekte müssen nur frühzeitig im Planungsprozess abgestimmt werden.

Begrünungssystem und Pflanzenauswahl sind generell abhängig von:

- Wandaufbau
- Standortbedingungen (äußere Einflussfaktoren, zum Beispiel die Besonnung – vollsonniger oder schattiger Standort –, Bodenbeschaffenheit, Nährstoff- und Wasserversorgung)
- Einflussnahme auf die Temperaturen im oder am Gebäude
- Gestaltungswunsch
- ökologische Ziele

Wichtig ist, dass die Fassaden keine schädlichen Stoffe enthalten, die mit dem Niederschlagswasser ausgewaschen werden können. Gleiches gilt für den Regenabfluss von Dachflächen, falls das Wasser für die Bewässerung verwendet werden soll.

Welche Systeme für die nachträgliche Begrünung von Fassaden häufig vorkommender Hamburger Gebäude geeignet sind, ist in der Übersichtstabelle im Anhang (Kapitel I) aufgeschlüsselt nach Baualtersklassen dargestellt. Wie dort deutlich wird, ist lediglich die Direktbegrünung mit Selbstklimmern für zwei von neun Baualtersklassen nicht geeignet.

(Das Kurzporträt basiert unter anderem auf der Bachelorarbeit von Nick Wieczorek, siehe Anhang IV.)



Abb. II.1: Bodengebundenes Begrünungssystem.



Abb. II.2: Bodengebundene Begrünung in München.

Rückhalt von Regenabflüssen auf extensiv begrünten Dächern

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Gründachstrategie Hamburgs werden auf dem extensiv begrünten Dach der HCU seit März 2015 Messungen vorgenommen. Ziel ist, das Potenzial der Regenwasserrückhaltung durch ein extensives Gründach zu prüfen – insbesondere bei Starkregen. Dazu werden die Mengen des gefallenen Niederschlags und der anschließende Regenabfluss vom Gründach gemessen. Das Dach hat eine Aufbaustärke von 8 cm und ist mit verschiedenen Arten von Mauerpfeffer (*Sedum*) begrünt. Abbildung II.3 zeigt, dass die Abflussmenge durch ein Gründach über den Gesamtzeitraum von 19 Monaten deutlich gemindert wird. Der mittlere Wasserrückhalt beträgt 56 %, der mittlere Regenabfluss somit 44 %.

Das bisher größte gemessene Regenereignis war am 05. Mai 2015. Innerhalb von knapp 60 Minuten fielen 17 mm Niederschlag. Damit war es ein Ereignis, das in der Intensität statistisch betrachtet einmal in zwei Jahren auftritt. Der Regenrückhalt betrug circa 60 %. Betrachtet man alle gemessenen Ereignisse weisen diese bisher eine Reduktion des Spitzenabflusses von mindestens 40% und eine zeitliche Verzögerung des Abflusses vom Dach um etwa 15 bis 20 Minuten auf. Starkregenereignisse konnten jedoch in dem bisherigen Zeitraum noch nicht gemessen werden.

Ergänzend zu den eigenen Messungen hat die HCU im Frühjahr 2016 internationale Literatur zu Messergebnissen von Gründachabflüssen ausgewertet. Ergebnis ist, dass das Rückhaltevermögen von Gründächern gemäß den Studien bei unterschiedlichen Niederschlagsintensitäten sehr stark schwankt. Bei relativ geringen Niederschlagsmengen von weniger als 10 mm Niederschlag und unterschiedlicher Dauer ergibt sich eine Spannbreite des Rückhaltevermögens der untersuchten Gründächer von nahezu 0% bis 95 %. Bei sehr ergiebigen Regenereignissen mit 100 mm Niederschlag und mehr ergeben sich Unterschiede im Retentionsvermögen zwischen 20% bis 60%. Der Messaufbau für die Studien war sehr unterschiedlich, ebenso wie die meteorologischen Verhältnisse, zum Beispiel die Vorfeuchte des Substrats oder die Lufttemperatur. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass bei der Auswertung von Messdaten an realen Gründächern sehr unterschiedliche Zusammenhänge zwischen Niederschlagsintensität und Rückhaltevermögen von Gründächern bestehen. Gründächer können aber definitiv auch bei Starkregen, die den Bemessungsrahmen der Kanalisation übersteigen, Niederschlag zurückhalten. Weitere Auswertungen ergaben, dass die Höhe des Rückhaltes neben meteorologischen Vorbedingungen vor allem vom Gründachtyp, also insbesondere von der Substrathöhe, abhängig ist. Die Retentionsfähigkeit von Gründächern ist demnach durch den Planer gestaltbar und kann zusätzlich durch technische Elemente wie Abflussdrosseln beeinflusst werden.

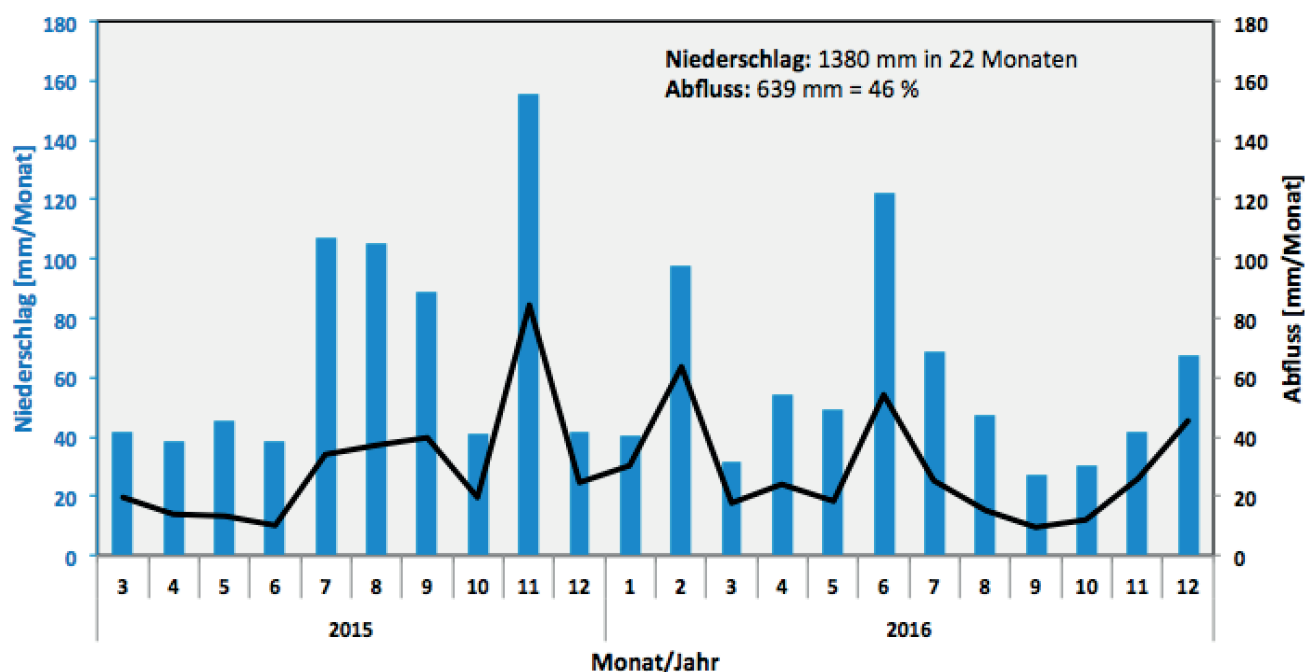


Abb.II.3: Messergebnisse zum Niederschlag und Abfluss auf dem Gründach der HCU von März 2015 bis September 2016.

III. Glossar

Albedo

Die Albedo gibt das Maß für das Rückstrahlvermögen (Reflexionsstrahlung) von Oberflächen an. Sie ist eine dimensionslose Zahl und entspricht dem Verhältnis von rückgestrahltem zu einfallendem Licht (eine Albedo von 0,7 entspricht 70 % Rückstrahlung).

Anpassung an den Klimawandel

Initiativen und Maßnahmen, um die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen der Klimaveränderungen zu verringern.

ENVI-MET

ENVIronmental METeorology Simulation Program. Es ist ein holistisches Mikroklima-Simulationsmodell.

Evapotranspiration

Die Evapotranspiration beschreibt die Gesamtsumme der Verdunstung von Land- und Wasserflächen sowie der Wasserabgabe der Vegetation.

Gefährdungsanalyse

Methodische Vorgehensweise zur Lokalisierung des Auftretens und zur Beurteilung des Ausmaßes stark-regenbedingter Überflutungen oder durch hohe sommerliche Temperaturen bedingten Hitzestresses.

Grüne Infrastruktur

Grüne Infrastruktur beschreibt ein strategisch geplantes Netzwerk, das aus natürlichen und naturnahen Flächen und Elementen unterschiedlicher Größe mit Pflanzenbewuchs besteht. Dazu zählen beispielsweise Grünflächen, aber auch begrünte Dächer und Fassaden sowie Straßenbäume und begrünte Versickerungsflächen.

Hitzetage

Tage mit einer Maximaltemperatur von mindestens 30 °C.

Hitzevorsorge

Die Hitzevorsorge hat zum Ziel, die Aufheizung von Stadtquartieren sowie der Innenräume von Gebäuden zu vermeiden oder zumindest zu vermindern. Dies kann zum einen durch die Erzeugung von Verdunstungskälte sowie von kühlen Luftströmungen in den Stadtquartieren und in den Gebäuden erreicht werden. Zum anderen ist ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz für Gebäude wichtig, der für angenehme Innenraumtemperaturen sorgt und gleichzeitig den Energiebedarf zur Gebäudekühlung durch Klimaanlage verringert.

Hitzestress

Andauernde Belastung des menschlichen Körpers durch Temperaturen oberhalb des Komfortbereiches (Hitze). Gleichmaßen können Tiere und Pflanzen betroffen sein. Die Folge sind negative Auswirkungen auf den Stoffwechsel, bei Menschen besonders Herz-Kreislaufprobleme wie Hitzeerschöpfung, Hitzschlag, etc. Vor allem bei gefährdeten Personengruppen wie Kindern und älteren Menschen stellt den Hitzestress ein besonderes Gesundheitsrisiko dar. Schon mäßige Temperaturen über 25°C können sich nachteilig auf Gesundheit und Schlaf auswirken, die Beeinträchtigungen im körperlichen und geistigen Wohlbefinden können zu Konzentrationsschwäche und reduzierter Arbeitsleistung führen.

Hitzewelle

Drei und mehr Hitzetage in Folge, die höchstens durch einen Tag mit Temperaturen zwischen 25 und 30 °C unterbrochen werden.

Kaltluftströme

Kaltluftströme verbinden Kaltluftentstehungsgebiete und Belastungsräume miteinander und sorgen somit für einen Luftaustausch. Kaltluftentstehungsgebiete sind beispielsweise größere Gehölzflächen, innerörtliche Grünzüge, offene Wasserflächen oder große Parkanlagen. Vor allem gehölzreiche Flächen dienen der Kühlung, denn durch die Verdunstung der Bäume verringert sich die Temperatur in der Umgebung.

Kelvin (K)

Basiseinheit der absoluten Temperatur. Kelvin wird zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet. Per Definition ist die Differenz zwischen zwei Temperaturwerten von einem Kelvin und einem Grad Celsius gleich groß. Dementsprechend entspricht zum Beispiel die Temperaturveränderung von 4° C auf 5° C genau einem Kelvin.

Kerngebiete

Kerngebiete sind in der Regel innerstädtische Bereiche mit zentralen Einrichtungen der Wirtschaft, der Verwaltung und der Kultur. Mit diesen Nutzungen geht häufig eine dichte und hohe Bebauung einher.

Mesoklima

siehe Stadtklima

Mikroklima

siehe Stadtklima

Mischsystem

Entwässerungssystem, das Regenwasser und Schmutzwasser (vor allem aus Haushalten und Industrie) in einem Leitungssystem gemeinsam ableitet, üblicherweise zur späteren Behandlung in der Kläranlage.

Niederschlagswasser

siehe Regenabfluss

Oberflächenwärmeinseln

Siehe städtische Wärmeinsel.

auf Englisch: Surface Urban Heat Island

PMV-Index:

Der menschliche Komfort wird mit dem Bewertungsindex PMV (Predicted Mean Vote) beschrieben. Er gibt den Grad der (Un-)Behaglichkeit des Menschen als Maß für die Wärmebelastung an. Ein PMV-Wert von 2,5 bedeutet für eine große Anzahl von Menschen Hitzestress, verursacht durch Umgebungsbedingungen. In die Berechnung des PMV fließen die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit, der Dampfdruck und die Strahlungstemperatur am Aufenthaltsort ein. Diese meteorologischen Parameter werden von der städtebaulichen Struktur, wie Bebauungshöhe, Versiegelung und Durchgrünungsgrad, beeinflusst. Bereiche, die einen hohen PMV-Wert erreichen, sind von einer hohen bioklimatischen Belastung betroffen. Die menschliche Aktivität und die Kleidung haben zusätzlich einen Einfluss auf die (Un-)Behaglichkeit. Der PMV-Index ist eine weit verbreitete und anerkannte Bewertungsmöglichkeit für den menschlichen Komfort.

Regenabfluss

Niederschlagswasser, das von einer befestigten oder unbefestigten Oberfläche in ein Entwässerungssystem oder ein Oberflächengewässer abfließt.

Sielnetz

Die unterirdische Kanalisation wird in Hamburg auch Sielnetz genannt. Es leitet das Abwasser zur Reinigung zum Klärwerksverbund Köhlbrandhöft/Dradenau.

Stadtklima

Modifiziertes Klima in einer Stadt und in Ballungsräumen, das auf dem Mesoklima (mehrere 100 km) basiert und zusätzlich das Mikroklima (Bodennähe, lokal) mit einbezieht. Einer der bedeutendsten Effekte ist die städtische Wärmeinsel.

Stadtstrukturtypen

Raumeinheiten, die hinsichtlich städtebaulicher Merkmale (Größe, Form und Anordnung der Gebäude

sowie Zuordnung von Bebauung und Freiflächen), freiraumbezogene Merkmale (Anteil unversiegelter Flächen, Vegetations- und Gehölzanteil), infrastruktureller Merkmale (Anordnung der Leitungstrassen für Wasser und Abwasser) und ihrer Nutzung homogen sind.

Starkregen

Starkregen kommt oft in Verbindung mit Gewittern vor, bei denen in wenigen Stunden erhebliche Regenmengen fallen können. Er tritt statistisch nur selten auf und kann nicht vollständig von den Entwässerungssystemen (Siele, Gewässer, Gräben) aufgenommen werden.

Städtische Wärmeinsel

Bebaute, innerstädtische Flächen heizen sich im Vergleich zum Umland tagsüber erheblich stärker auf und geben nachts die Wärme nur sehr langsam wieder ab. Der Temperaturunterschied zwischen Stadt und Umland ist dementsprechend nachts größer, als am Tag. Die großen Oberflächen der Gebäude, zusammen mit den Emissionen von Autos, Klimaanlage, Industrie, etc. sorgen dafür, dass die Temperaturen in der Stadt dauerhaft (Sommer und Winter) höher sind als im Umland. Wenn, wie bei Thermalinfrarotaufnahmen, nur die Oberflächentemperaturen betrachtet werden, spricht man von Oberflächenwärmeinseln (Surface Urban Heat Island, SUHI) auf Englisch: Urban Heat Island

Surface Urban Heat Island

Siehe städtische Wärmeinsel.

Transpiration

siehe Verdunstung

Tropennächte

Nächte mit minimaler Temperatur von 20° C.

Überflutung

Überflutungen treten auf, wenn Schmutzwasser und/oder Niederschlagswasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten können. Das Wasser verbleibt entweder an der Oberfläche und sammelt sich an Tiefpunkten (zum Beispiel Straßenunterführungen) oder dringt in Gebäude ein und verursacht dort beispielsweise Überflutungen des Kellergeschosses.

Überflutungsgefährdung

Auftreten und Ausmaß möglicher Überflutungen aufgrund eines Starkregenereignisses.

Überflutungsrisiko

Verknüpfung von Überflutungsgefährdung und Schadenspotenzial für ein Objekt oder eine Fläche entsprechend dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) § 73: Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Überflutungsereignisses mit den möglichen nachteiligen Überflutungsfolgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und Sachwerte.

Überflutungsvorsorge

Im Rahmen der Überflutungsvorsorge sollen unkontrollierte Überflutungen sowie unkontrolliert an der Oberfläche abfließendes Niederschlagswasser während eines Starkregens vermieden werden. Ziel ist, Schäden zu verhindern oder zumindest zu reduzieren. Starkregen sind häufig lokal beziehungsweise regional begrenzt und können zum Rück- und Überstau des Sietnetzes sowie zu Überflutungen entlang von Gewässern führen, die als Vorfluter dienen. Dementsprechend fließt das Wasser ungehindert an der Oberfläche den tieferliegenden Bereichen, wie Geländesenken, Kellern, Straßenunterführungen oder S-/U-Bahn-Tunnel zu, wo es dann zu Überflutungen kommt.

Überhitzung

Nicht ausreichende Thermoregulation des menschlichen Körpers bei hohen sommerlichen Temperaturen. Überhitzung kann insbesondere tagsüber auf lokaler Ebene am Gebäude, in Stadtquartieren, in einer ganzen Stadt oder auf regionaler Ebene auftreten. Überhitzung kann Gesundheitsstörungen zur Folge haben.

Überhitzungsrisiko

Besondere Anfälligkeit zur Überhitzung und zu den damit verbundenen Effekten.

Urbane Hitzeinsel

auf Englisch: Urban Heat Island;
siehe städtische Wärmeinsel

Verdunstung / Verdunstungskälte

Umwandlung von flüssigem Wasser in Wasserdampf. Hierfür wird Energie benötigt, die der Umgebung entzogen wird, wodurch eine tiefere Temperatur (Kühlung) erreicht wird. Fehlende Verdunstung in hoch versiegelten städtischen Räumen ist die Hauptursache für städtische Wärmeinseln.

Verdunstungsdach

Hierunter werden sogenannte „Blue Roofs“ verstanden. Dies sind Dächer, die Regenwasser zurückhalten mit dem Zweck, eine Thermoregulation der Gebäude zu unterstützen, die Reflexion der Sonneneinstrahlung zu erhöhen und durch erhöhte Verdunstung zur

Kühlung der Umgebungsluft beizutragen. Bei Starkregen können sie außerdem als Puffer dienen und das Sietnetz entlasten.

Versiegelung

Durch Wohn-, Industrie- und Verkehrsbauten wasserundurchlässig befestigte Flächen.

Zoom-In

Typische städtebauliche, bauliche oder freiräumliche Situation. Sowohl die vorhandene Problemstellung als auch geeignete Lösungsansätze sind übertragbar.

IV. Weiterführende Informationen

Literatur und Leitfäden

Klimawandel

Zum Thema Klimawandel sind weiterführende Informationen zu finden unter:

- www.norddeutscher-klimamonitor.de

- www.norddeutscher-klimaatlas.de

- GEO-NET Umweltconsulting GmbH und Gross, G. 2012: Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung für das Landschaftsprogramm Hamburg: Klimaanalyse und Klimawandelszenario 2050. Hannover (<http://www.hamburg.de/contentblob/3957522/data/gutachten-stadtklima.pdf>)

KLIMZUG-NORD Publikationen, insbesondere:

- KLIMZUG-NORD Verbund (Hrsg.) 2014: Kursbuch Klimaanpassung - Handlungsoptionen für die Metropolregion Hamburg. Hamburg.

- Kruse, E.; Zimmermann, T.; Kittel, A.; Dickhaut, W.; Knieling, J.; Sörensen, C. (Hrsg.) 2014: Stadtentwicklung und Klimaanpassung: Klimafolgen, Anpassungskonzepte und Bewusstseinsbildung beispielhaft dargestellt am Einzugsgebiet der Wandse, Hamburg. Hamburg.

Jeweils zu finden unter: <http://klimzug-nord.de/index.php/page/2009-05-25-Publikationen>

Regen

Zum Thema Regen sind weiterführende Informationen zu finden unter: <http://www.risa-hamburg.de/index.php/Downloadbereich.html>

- Andresen, S.; Dickhaut, W. (Hrsg.) 2013: Integriertes Regenwassermanagement in Hamburger: Veränderungsnotwendigkeiten und Handlungsoptionen für Planung und Verwaltung. Abschlussbericht der HCU Hamburg von RISA-AG 2 „Stadt- und Landschaftsplanung“. Hamburg

- Andresen, S.; Dickhaut, W. 2011: Integration dezentraler Regenwasserbewirtschaftung in die Hamburger Bebauungs- und Genehmigungsplanung: Analyse und Handlungsschwerpunkte - Zwischenbericht der RISA-AG 2 „Stadt- und Landschaftsplanung“. Hamburg

- Asadian, Y. (2010): Rainfall interception in an urban environment. MA Thesis University of British Columbia. Vancouver

- Benden, J.; Vallée, D. 2013: Straße der Zukunft – Beitrag von Verkehrsflächen zum Überflutungs- und Gewässerschutz. Gutachten im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der RISA-Arbeitsgruppe Verkehrsplanung. Aachen

- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Bonn

- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) 2006: Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung.

- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) 2013: Regenwasserhandbuch SBH und RISA. Ganzheitlicher Umgang mit Niederschlag an Hamburger Schulen. Hamburg

- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Wissensdokument. Hamburg

- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (Hrsg.) 2013: Hinweise zur wassersensiblen Straßenraumgestaltung

- Mitbenutzung von Verkehrsflächen zum Rückhalt bzw. zur Ableitung von Regenwasser bei außergewöhnlichen Niederschlägen. Begleitdokument zum Ergebnisbericht des Projektes RISA. Hamburg

- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, HAMBURG WASSER, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (Hrsg.) 2012: Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen? Ein Leitfaden für Hauseigentümer, Bauherren und Planer. Hamburg

- Hamburger Stadtentwässerung AöR und Behörde für Umwelt und Energie (Hrsg.) 2015: RISA Strukturplan Regenwasser 2030. Ergebnisbericht des Projektes RISA – RegenInfraStrukturAnpassung. Hamburg

- Kruse, E. 2015: Integriertes Regenwassermanagement für den wassersensiblen Umbau von Städten. Großräumige Gestaltungsstrategien, Planungsinstrumente und Arbeitsschritte für die Qualifizierung innerstädtischer Bestandsquartiere. Stuttgart

sowie:

- Benden, J. 2014: Möglichkeiten und Grenzen einer Mitbenutzung von Verkehrsflächen zum Überflutungsschutz bei Starkregenereignissen. Aachen (<https://publications.rwth-aachen.de/record/459468/files/5248.pdf>)
- City of Portland (Bureau of Environmental Services) 2010: Stormwater Management Facility Monitoring Report. Sustainable Stormwater Management Program. Portland
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) 2015: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge – Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken (Entwurf). DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 119. Hennef
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) 2013: Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DWA-Themen, T1/2013. Hennef
- Geiger, W.; Dreiseitl, H.; Stemplewski, J. 2009: Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. München

Hitze

Zum Thema Hitze / Hitzestress sind weiterführende Informationen zu finden unter:

- Arnfield, A.J. 2003: Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology 23: 1-26. DOI: 10.1002/joc.859
- BBSR (Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bonn
- Bechtel, B. 2015: Die Hitze in der Stadt verstehen
- Wie sich die jahreszeitliche Temperaturdynamik von Städten aus dem All beobachten lässt. Globale Urbanisierung 21: 205-216

- Gillner, S; Vogt, J.; Tharang, A. et al. 2015: Mikroklimatische Wirkung von Straßenbäumen – Effektive Kühler. Gartendesign 02: 33-36
- Jendritzky, G.; Bröde, P.; Fiala, D.; Havenith, G.; Weihs, P.; Batchvarova, E. 2009: Der Thermische Klimaindex UTCL. DWD Klimastatusbericht 2009. 96-101 (https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2009_pdf/artikel11.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- Magistrat der Stadt Wien, Wiener Umweltschutzabteilung (Hrsg.) 2015: Urban Heat Islands: Strategieplan Wien. Wien (<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan.pdf>)
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) 2011: Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Düsseldorf (<https://www.umwelt.nrw.de/klima-energie/klimawandel-und-anpassung/klimaanpassung-in-nrw/>)
- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, Amt für Umweltschutz (Hrsg.) 2012: Städtebauliche Klimafibel Online – Hinweise für die Bauleitplanung (<http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/>)

- Santamouris, M. 2014: Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. Solar Energy 103: 682-703
- Ward, K.; Lauf, S.; Kleinschmit, B.; Endlicher, W. 2016: Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant drivers. Science of the Total Environment 569–570: 527-539.

Messungen

Die Messungen in Kapitel 4 wurden im Rahmen von folgenden Projekten aufgenommen:

- KLIQ – Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg (HafenCity Universität, Behörde für Umwelt und Energie Hamburg; Gefördert aus Klimaschutzmitteln)
- SIK – Stadtbäume im Klimawandel (Universität Hamburg, HafenCity Universität, Behörde für Umwelt und Energie FHH; Förderer: BMBF)

Checkliste

Die Checkliste in Kapitel 2 basiert auf folgenden Informationen, die zum Teil verändert und/ oder ergänzt wurden:

- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bonn
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) 2013: Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. Themenheft T1/2013. Hennef
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) 2015: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge
- Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken. Merkblatt M 119. Hennef
- Stadt Karlsruhe, Umwelt- und Arbeitsschutz (2013): Anpassung an den Klimawandel – Bestandsaufnahme und Strategie für die Stadt Karlsruhe. Karlsruhe
- „ADAPTUS: Der Klima-Check für Ihr Unternehmen. Leitfaden“, erstellt durch dynaklim (www.dynaklim.de)

Straßenbäume

Entsprechende Regelwerke, die bei der Planung zu beachten sind:

- Asadian, Y. und Weiler, M. (2009): A New Approach in Measuring Rainfall Interception by Urban Trees in Coastal British Columbia. Water Quality Research Journal of Canada 44 (1): 16-25
- Böll, S.; Schönfeld, P.; Körber, K. et al. (2014): Stadtbäume unter Stress. Projekt »Stadtgrün 2021« untersucht Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels. LWF aktuell 98/2014: 4-8.
- City of Melbourne (2015): Raingarden tree pit program. Melbourne. (http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/wp-content/uploads/2015/02/Urban-Water_Raingarden-tree-pit-program.pdf (Abfrage am 15.11.2015))
- Embrén, B.; Alvem, B.M.; Stahl, Ö. et al. (2009): Pflanzgruben in der Stadt Stockholm. Ein Handbuch. Stockholm

- Embrén, B.; Bennerscheidt, C.; Stahl, Ö. et al. (2008): Optimierung von Baumstandorten: Stockholmer Lösung: Wurzelräume schaffen und Regenwasser nutzen, Konfliktpotenziale zwischen Baum und Kanal entschärfen. In: wasserwirtschaft wassertechnik (wwt)(7-8): 38-43
- FHH (Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation) (2015a): Hamburger Regelwerke für Planung und Entwurf von Stadtstraßen [ReStra]. Wissensdokument „Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung“. Hamburg
- FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V) (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. FLL, 2. Ausgabe, Bonn
- Gillner, S. (2012): Stadtbäume im Klimawandel - Dendrochronologische und physiologische Untersuchungen zur Identifikation der Trockenstressempfindlichkeit häufig verwendeter Stadtbaumarten in Dresden. Dissertation. TU Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften. Dresden
- Gillner, S.; Bräuning, A. und Roloff, A. (2014): Dendrochronological analysis of urban trees: climatic response and impact of drought on frequently used tree species. Trees 28 (4): 1079-1093
- Gillner, S.; Vogt, J. und Roloff, A. (2013): Climatic response and impact of drought on oaks at urban and forest sites. Urban Forestry & Urban Greening 12: 597-605
- GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz e.V.) (2015): GALK-Straßenbaumliste des Arbeitskreises Stadtbäume. Frankfurt am Main.
- Nardini, A.; Casolo, V.; Dal Borgo, A. et al. (2015): Rooting depth, water relations and non-structural carbohydrate dynamics in three woody angiosperms differentially affected by an extreme summer drought. Plant, Cell & Environment, doi: 10.1111/pce.12646
- Roloff, A. (2013): Stadt- und Straßenbäume der Zukunft - welche Arten sind geeignet? Aktuelle Fragen der Stadtbaumplanung, -pflege und -verwendung. Tagungsband Dresdner StadtBaumtage (14): 173-187.
- Roloff, Andreas (2013): Bäume in der Stadt. Besonderheiten – Funktion – Nutzen – Arten – Risiken. Ulmer: Stuttgart (Hohenheim)

- SIK - Straßenbäume im Klimawandel. Eine Empfehlung für Hamburg zu klimarobusten Baumarten wird derzeit erarbeitet. Ergebnisse ab Mitte 2018.
- United States Environmental Protection Agency (2013): Stormwater to Street Trees: Engineering Urban Forests for Stormwater Management. Washington, D.C

Materialeigenschaften

Die Tabelle „Materialeigenschaften“ im Anhang I basiert auf folgenden Informationen, die zum Teil verändert und/ oder ergänzt wurden:

- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.) März 2017: DIN 4108 Teil 4. Wärmeschutz im Hochbau - Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.) Mai 2010: EN ISO 10456 Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007 + Cor. 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 10456:2007 + AC:2009 Berlin
- FLIR Systems (June 30, 2008): User´s Manual B and T series. Publ. No. 1558792 Rev. a288
- Helbig A (1987): Beiträge zur Meteorologie der Stadtatmosphäre. Abh. Meteorol. Dienst DDR, Nr 137

Baualterklassen

Die Tabelle „Baualterklassen“ im Anhang I basiert auf folgenden Informationen, die zum Teil verändert und/ oder ergänzt wurden:

- Dahlgrün, B. Januar 2016: Innerstädtische Gebäudeaufstockungen in Hamburg – konstruktive, rechtliche und gestalterische Rahmenbedingungen. Doktorarbeit der HafenCity Universität Hamburg, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Architekt Bernd Kritzmann, Prof.Dr.Ing.habil.Architekt Wolfgang Willkomm
- Giebeler, G.; Fisch, R.; Krause, H.; Musso, F.; Petzinka, K.; Rudolphi, A. 2008. Atlas Sanierung: Instandhaltung, Umbau, Ergänzung. Birkhäuser Verlag AG.
- Institut für Bauforschung e.V. (IFB) 2008: Atlas

Bauen im Bestand: Katalog für nachhaltige Modernisierungslösung im Wohnungsbaubestand. Rudolf Müller.

Fassadenbegrünung

Die Tabelle „Baualterklasse und Fassadenbegrünung“ im Anhang I basiert auf folgenden Informationen, die zum Teil verändert und/ oder ergänzt wurden:

- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.)2000: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen. Bonn
- Pfoser, N. 2016: Fassade und Pflanze – Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Technische Universität Darmstadt
- Dettmar, J., Pfoser, N., Sieber, S. 2016:Gutachten Fassadenbegrünung – Gutachten über quartiersorientierte Unterstützungsansätze von Fassadenbegrünungen für das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV) NRW. Technische Universität Darmstadt
- „ÖkoKauf Wien“ Arbeitsgruppe 25 Grün- und Freiräume. Universität für Bodenkultur Wien, Verband für Bauwerksbegrünung Österreich, Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22, 2013: Leitfaden Fassadenbegrünung. Wien. (<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/fassadenbegruenung.html>)
- Pfoser, N.; Jenner, N.; Henrich, J.; Heusinger, J.; Weber, S. 2014: Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Technische Universität Darmstadt.

Dachbegrünung

Entsprechende Regelwerke, die bei der Planung zu beachten sind:

- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V. (FLL) 2008: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie. 1. Auflage, Bonn.
- Köhler, M. (Hrsg.) 2012: Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung - Konstruktion - Ausführung. Dach, Fassade, Innenraum. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln.

- Kolb, W. 2016: Dachbegrünung. Planung, Ausführung, Pflege. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Zuvela-Aloise, M., Andre, K., Schwaiger H., Bird N.D., Gallaun H. (2017): Modelling reduction of urban heat load in Vienna by modifying surface properties of roofs. Theoretical and Applied Climatology: DOI: 10.1007/s00704-016-2024-2
- Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (Hrsg.) 2016: Jahrbuch Bauwerksbegrünungen 2016. Saarbrücken
- Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (Hrsg.) 2014: Jahrbuch Bauwerksbegrünungen 2016. Saarbrücken.

Grüne Infrastruktur

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2015: Grün in der Stadt – für eine lebenswerte Zukunft. Grünbuch Stadtgrün. Berlin. (http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/gruenbuch_stadtgruen_broschuere_bf.pdf)
- Kazmierczak, A.; Carter, J. 2010: Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies. University of Manchester

Bachelor-, Master und Auftragsarbeiten an der HCU im Rahmen von KLIQ

- Biber, Carmen 2016: Advanced Urban Trees: How street trees can be part of the solution. An advanced system of urban tree pits to be included in decentralized stormwater management. Masterthesis im internationalen Studiengang Resource Efficiency in Architecture and Planning (REAP), Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Dr.-Ing. Elke Kruse.
- Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH 2017: Hydrologische Berechnungen für das Projekt KLIQ „Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg“ - Berechnung des Wasserhaushaltes und des Verhaltens im Starkniederschlagsfall für unterschiedliche dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsvarianten für das Untersuchungsgebiet Winterhude-Süd in Hamburg. Bearbeiter: Sommer, Harald; Estupinan, Franklin. Beauftragt bei der HafenCity Universität Hamburg.
- Knoop, Lena 2016: Streetscape Cloudburst Strategies: Climate Adaptation in High Density Urban Quarters. Barmbek-Süd, Hamburg; Masterarbeit im Studiengang REAP, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Dr.-Ing. Elke Kruse.
- Milenkovic, Bobana; Henriquez, Andrea 2016: Measures for the improvement of human thermal comfort in typical street canyons within highly dense neighborhoods – in context of heat stress in Hamburg. Masterarbeit im Studiengang REAP, Betreuer: Prof. Dr. Udo Dietrich, Zamna A. Rodríguez Castillejos M.Sc.
- Widmaier, Janna 2016: Langfristige Wirksamkeit von versickerungsfähigen Bodenbelägen im innerstädtischen Bereiche. Fallstudie Hamburg. Bachelorthesis im Studiengang Bauingenieurwesen, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Dr.-Ing. Elke Kruse.
- Wiczorek, Nick 2016: Fassadenbegrünung an Bestandsgebäuden der 50er und 70er. Bachelorthesis im Studiengang Bauingenieurwesen, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Zamna A. Rodríguez Castillejos M.Sc.
- Oltmanns, Amke 2016: Urbane Freiräume von Morgen – Möglichkeiten der Hitzevorsorge an Hamburger Beispielen. Bachelorthesis im Studiengang Stadtplanung, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Dr.-Ing. Elke Kruse.

V. Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Dickhaut, W.; bearbeitet von Stürzl, R.

Abb. 1.1, S.8: Biber, C.

Abb. 1.2, S.8: Barsi, J.A., J.R. Schott, F.D. Palluconi, S.J. Hook. Validation of a Web-Based Atmospheric Correction Tool for Single Thermal Band Instruments. Earth Observing Systems X, Proc. SPIE Vol. 5882, August 2005, San Diego, CA.
Walawender J., Hajto M., Iwaniuk P., 2012, A new ArcGIS toolset for automated mapping of land surface temperature with the use of LANDSAT satellite data. Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 22-27 July 2012, Munich, Germany, 4371-4374, doi: 10.1109/IGARSS.2012.6350405 - GEO-NET Umweltconsulting GmbH. Verfügbar unter: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Abb. 1.3, S.11: Kruse, E.

Abb. 1.4, S.11: Kruse, E.

Abb. 2.1.1, S.12: eigene Darstellung

Abb. 2.1.2, S.15: eigene Darstellung

Abb. 2.2.1, S.21: Kruse, E.

Abb. 2.4.1, S.23: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 2.4.2, S.23: Dickhaut, W.; Kunert, L.

Abb. 2.4.3, S.25: Kruse, E.

Abb. 3.1.1, S.26: Soares, A. Verfügbar unter <http://www.arthursoares.com/>

Abb. 3.1.2, S.26: Büro NSP, Hannover

Abb. 3.1.3, S.28-29: eigene Darstellung

Abb. 3.2.1, S.30: Kruse, E.

Abb. 3.2.2, S.31: Biber, C.

Abb. 3.3.1, S.32: Kruse, E.

Abb. 3.4.1, S.33: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.1.1, S.41: eigene Darstellung

Abb. 4.1.2, S.42: DOPC 40 LGV Hamburg, September 2014

Abb. 4.1.3, S.42: eigene Darstellung, Datengrund-

lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.1.4, S.42: Kruse, E.

Abb. 4.1.5, S.43: DOPC 40 LGV Hamburg, September 2014

Abb. 4.1.6, S.43: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.1.7, S.43: Kruse, E.

Abb. 4.1.8, S.44: eigene Darstellung

Abb. 4.2.1.1, S.45: Heien, D.

Abb. 4.2.1.2, S.46: Kruse, E.

Abb. 4.2.1.3, S.47: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.2.1, S.48: eigene Darstellung

Abb. 4.2.2.2, S.48: eigene Darstellung

Abb. 4.2.2.3, S.49: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.2.4, S.51: Ausschnitt aus der Versickerungspotenzialkarte der BUE Hamburg

Abb. 4.2.2.5, S.52: Büro NSP, Hannover

Abb. 4.2.2.6, S.53: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.2.7, S.53: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.2.8, S.54: Biber, C.

Abb. 4.2.3.1, S.56: Kruse, E.

Abb. 4.2.3.2, S.56: Kruse, E.

Abb. 4.2.3.3, S.57: Kruse, E.

Abb. 4.2.3.4, S.58: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.3.5, S.58: eigene Darstellung, Datengrundlage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.2.4.1, S.59: Kruse, E.

Abb. 4.2.4.2, S.59: Kruse, E.

Abb. 4.2.4.3, S.60: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.4, S.61: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.5, S.62: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.6, S.63: Kruse, E.

Abb. 4.2.4.7, S.63: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.8, S.64: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.9, S.66: eigene Darstellung

Abb. 4.2.4.10, S.67: eigene Darstellung

Abb. 4.2.5.1, S.69: City of Copenhagen (Hrsg.)
2015: Climate Change Adaption and Investment
Statement. Part I. Kopenhagen, S. 70

Abb. 4.2.5.2, S.69: rainproof.nl, abgerufen am:
18.04.2017, und Kruse, E.

Abb. 4.3.1.1, S.71: Barsi, J.A., J.R. Schott, F.D. Pallu-
coni, S.J. Hook. Validation of a
Web-Based Atmospheric Correction Tool for Single
Thermal Band Instruments. Earth Observing Sys-
tems X, Proc. SPIE Vol. 5882, August 2005, San
Diego, CA.
Walawender J., Hajto M., Iwaniuk P., 2012, A new
ArcGIS toolset for automated mapping of land sur-
face temperature with the use of LANDSAT satel-
lite data. Proc. IEEE International Geoscience and
Remote Sensing Symposium (IGARSS), 22-27 July
2012, Munich, Germany, 4371-4374, doi: 10.1109/
IGARSS.2012.6350405 - GEO-NET Umweltconsul-
ting GmbH. Verfügbar unter: [https://earthexplorer.
usgs.gov/](https://earthexplorer.usgs.gov/)

Abb. 4.3.1.2, S.73: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg;
GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Gross, G., BUE,
Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung
für das Landschaftsprogramm Hamburg. Klima-
analyse und Klimawandelszenario 2050 (Gutach-
ten, 2012); Barsi, J.A., J.R. Schott, F.D. Palluconi, S.J.
Hook. Validation of a Web-Based Atmospheric
Correction Tool for Single Thermal Band
Instruments. Earth Observing Systems X, Proc. SPIE
Vol. 5882, August 2005, San Diego, CA.
Walawender J., Hajto M., Iwaniuk P., 2012, A new
ArcGIS toolset for automated mapping of land
surface temperature with the use of LANDSAT
satellite data. Proc. IEEE International
Geoscience and Remote Sensing Symposium
(IGARSS), 22-27 July 2012, Munich, Germany,

4371-4374, doi: 10.1109/IGARSS.2012.6350405
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH. Verfügbar
unter: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Abb. 4.3.2.1, S.74: eigene Darstellung

Abb. 4.3.2.2, S.75: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.3.2.3, S.76: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: Milenkovic, B., Henriquez, A.; Dietrich, U.;
Rodríguez Castillejos, Z. 2016

Abb. 4.3.2.4, S. 76: Henriques, L.

Abb. 4.3.2.5, S.77: Richter, M.

Abb. 4.3.2.6, S.78: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.2.7, S.80: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.3.3.1, S.82: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.3.4.1, S.83: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: ALKIS, Ausgabestand 2014, LGV Hamburg

Abb. 4.3.4.2, S.85: – eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.3, S.84: – eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.4, S.86: Rodríguez Castillejos, Z.,
Sievert, J.

Abb. 4.3.4.5, S.86: eigene Darstellung, Datengrund-
lage: Milenkovic, B., Henriquez, A.; Dietrich, U.;
Rodríguez Castillejos, Z. 2016

Abb. 4.3.4.6, S.87: Rodríguez Castillejos, Z.,
Sievert, J.

Abb. 4.3.4.7, S.86: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.8, S.89: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.9, S.88: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.10, S.90: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.4.11, S.90: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.12, S.92: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.4.13, S.92: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.14, S.93: eigene Darstellung, Datengrundlage: Milenkovic, B., Henriquez, A.; Dietrich, U.; Rodríguez Castillejos, Z. 2016

Abb. 4.3.4.15, S.94: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.16, S.96: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.4.17, S.96: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.18, S.98: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.19, S.100: eigene Darstellung

Abb. 4.3.4.20, S.101: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.4.21, S.102: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.22, S.102: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.23, S.103: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.24, S.103: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.25, S.104: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.26, S.104: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.27, S.105: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.4.28, S.105: Rodríguez Castillejos, Z., Milenkovic, B., simuliert mit: Software ENVI-MET 4 Science, Leonardo 2014 Beta

Abb. 4.3.5.1, S.106: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. 4.3.5.2, S.107: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. I.1, S.114-117: Rodríguez Castillejos, Z., Sievert, J.

Abb. II.1, S.123: Rodríguez Castillejos, Z.

Abb. II.2, S.123: Kruse, E.

Abb. II.3, S.124: Richter, M.

VI. Beteiligte Personen

Das KLIQ-Team

- Dr.-Ing. Elke Kruse
- Zamna A. Rodríguez Castillejos (ab 10/2015)
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut
- Prof. Dr. Udo Dietrich
- Werner Steinke
- Dr.-Ing. Sonja Schelbach (bis 10/2015)
- Michael Richter

Studentische Hilfskräfte

- Amke Oltmanns
 - Björn Landahl
 - Bobana Milenkovic
 - Julia Sievert
 - Lucy Henriques
 - Robert Stürzl
 - Ulrich Hoffmann
- (alle jeweils HCU)

in enger Zusammenarbeit mit:

- Werner Steinke, BUE Hamburg

Beteiligte Fachexperten aus den Hamburger Behörden, Institutionen oder Büros

- Alexander Krumm / BSW
- Andreas Mönkemeyer / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Anne-Catharine Caesar / BSW
- Axel Schulz / Bezirksamt Hamburg-Mitte
- Dr. Birgit Schiffmann / BUE
- Christina Hinrichsen / BUE
- Cordula Ernsing / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Dieter Fuhrmann / Handwerkskammer
- Egbert Willing / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Frithjof Büttner / BSW
- Gabriele Hollemeyer / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Gerrit Bischoff / HAMBURG WASSER
- Dr. Hanna Bornholdt / BUE
- Helga Schenk / BUE
- Henrik Hufgard / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Hermann Lahtz / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Dr.-Ing. Kai Wummel / BMVI
- Dr. Maja Berghausen / BUE
- Prof. Dr. Martin Wickel / HCU
- Dr. Michael Schröder / BUE
- Michael Willert / Bezirksamt Hamburg-Mitte
- Niels-Peter Bertram / HAMBURG WASSER
- Oliver Panz / BSW
- Peter Borstelmann / BUE
- Renate Kleinfeld / Bezirksamt Hamburg-Mitte
- Reinhart Bartsch / Bezirksamt Hamburg-Nord
- Rolf de Vries / Handwerkskammer
- Sabine Andresen / Landschaftsarchitektin
- Saskia Akkermann / Verbraucherzentrale
- Stefan Kreutz / HCU
- Sven Clausen / BWVI

Befragte Personen in den Referenzstädten

Kopenhagen

- Andreas Qvist Secher / City of Copenhagen
- Jes Clauson-Kaas / HOFOR (Versorgungsbetriebe)
- Lykke Leonardsen / City of Copenhagen
- Palle Dannemand Sørensen / City of Copenhagen
- Søren Gabriel / Firma Orbicon
- Stefan Werner / City of Copenhagen

Amsterdam

- Daniel Goedbloed / Rainproof-Team
- Irene Poortinga / Rainproof-Team
- Lot Locher / Rainproof-Team
- Paulien Hartog / Rainproof-Team und Waternet
- Renze van Houten / Waternet

Wien

- Jürgen Preiss / Wiener Umweltschutzabteilung

Bereits heute sind viele hoch verdichtete Stadtquartiere in Hamburg aufgrund ihrer baulichen Dichte und ihrem hohen Versiegelungsgrad von Überflutungen in Folge extremer Regenereignisse und von sommerlicher Hitze betroffen. Gleichzeitig ist Hamburg als wachsende Metropole durch eine weitere Innenentwicklung und Nachverdichtung geprägt. Bisher begrünte und durchlässige Böden in der Stadt werden dadurch weiter bebaut und versiegelt. Als Folge des Klimawandels muss sich Hamburg zusätzlich auf vermehrte Starkregenereignisse sowie auf erhöhte Temperaturen und längere Trockenperioden im Sommer einstellen. Das Risiko von Überschwemmungen und Hitzestress verstärkt sich durch diese Entwicklungen besonders in den bereits verdichteten Stadtquartieren erheblich. Deshalb muss die Überflutungs- und Hitzevorsorge integrativer Bestandteil der Stadtentwicklung in Hamburg werden.

Damit dies gelingen kann, werden in diesem Wissensdokument zunächst notwendige Arbeitsschritte einer wasser- und klimasensiblen Planung erläutert. Einen wichtigen Baustein bildet die Checkliste zur

Gefährdungsanalyse des betrachteten Planungsraumes.

Anschließend werden sowohl die Arbeitsschritte als auch mögliche Prinzipien und Maßnahmen zur Überflutungs- und Hitzevorsorge in innerstädtischen hochverdichteten Stadtquartieren dargestellt sowie deren Umsetzungspotenziale anhand von zwei Beispielquartieren in Hamburg – Winterhude-Süd und St. Georg – vorgestellt. Zentrale Ansätze sind dabei die Begrünung sowie die klimasensible Auswahl von Oberflächenmaterialien in Straßenräumen, auf Fassaden und auf Dächern. Durch Maßnahmen zur Erhöhung von Versickerung, temporärem Regenrückhalt, Verdunstung und Verschattung kann eine Überflutung und Überhitzung im Stadtquartier entgegengewirkt und Schäden vermieden werden. Dabei gilt die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachbehörden aus den Bereichen der Stadt-, Landschafts- und Verkehrsplanung sowie der Wasserwirtschaft als entscheidende Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen.

Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren