



Bachelorarbeit

Möglichkeiten zur Anpassung des Quartiers Langhansstraße in Berlin-Pankow an das Schwammstadtkonzept.

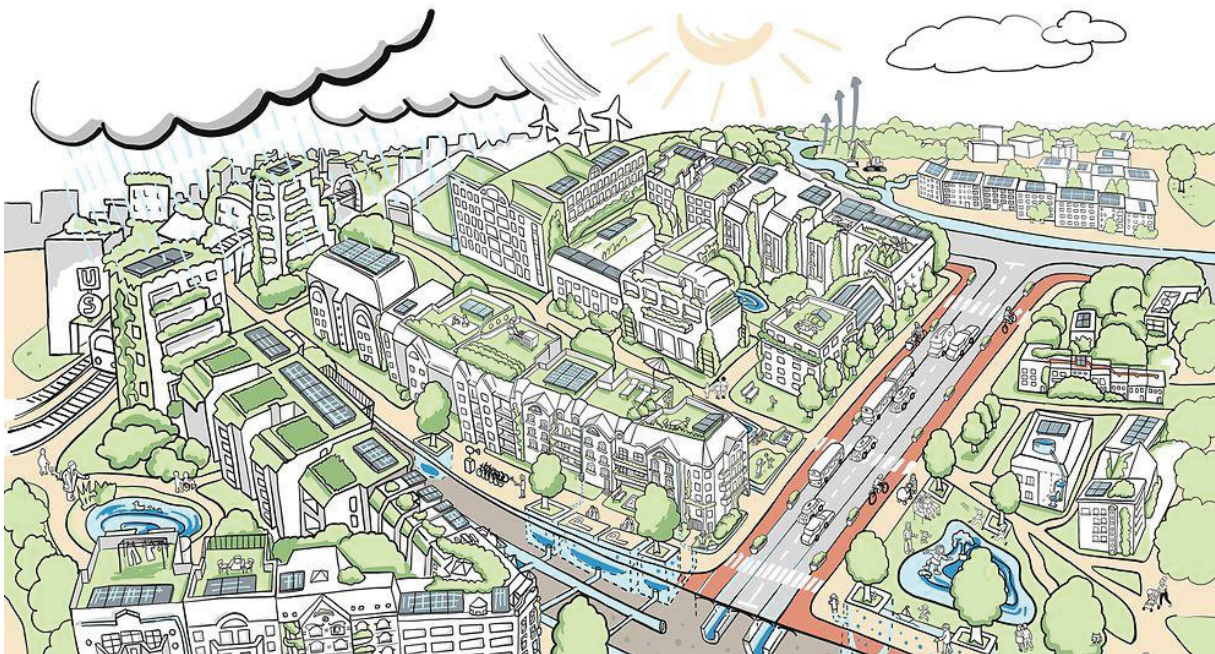


Abb. 1: Darstellung eines Quartiers mit verschiedenen Elementen des Nachhaltigen Regenwassermanagements (Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft o. D. <https://www.hamburg.de/klimaplan/13255424/transformationsspfad-klimaanpassung>)

Von Svea Hansen

1. Betreuer: Prof. Dr. Torsten Lipp

2. Betreuer: MSc. Dennis Born

Datum: 10.10.2023

URN-Nr.: urn:nbn:de:gbv:519-thesis2023-0259-5

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Zielstellung der Arbeit.....	2
2.	Vorstellung des Schwammstadtkonzeptes	3
2.1.	Elemente und Begriffe der Schwammstadt	5
3.	Methodik	7
3.1.	Analyse von Beispielen	7
3.1.1.	Berlin Ortolfstraße	7
3.1.2.	Berlin Sportforum Hohenschönhausen	9
3.1.3.	Breslau.....	10
3.2.	Vergleich der Beispiele	12
3.3.	Analyse der Voraussetzungen und Möglichkeiten in Pankow	14
4.	Ergebnisse	22
4.1.	Umsetzungsmöglichkeiten in Pankow	22
	Entsiegelung und Flächenversickerung	23
	Regenrückhaltebecken und Muldenversickerung	24
	Rigolen-Systeme	27
	Dachbegrünung	29
	Filterschachtanlagen.....	30
	Retentionsbodenfilteranlage	31
4.2.	Hauptprobleme der Umsetzbarkeit	31
5.	Diskussion.....	33
I.	Weiterführende Quellen	38
II.	Quellen	39
	Literaturquellen	39
	Internetquellen.....	40
III.	Eidesstattliche Erklärung.....	45

1. Einleitung

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Hausarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Im Jahr 2017 kam es bei der Berliner Feuerwehr zu über 6.700 Wetterbedingten Einsätzen auf insgesamt 11 Tage im Jahr verteilt. Darunter vier Tage, an denen Starkregen explizit im Jahresbericht der Berliner Feuerwehr erwähnt wird. Am 29. Juni 2017 sollen in Tegel 197 Liter Regen innerhalb von 24 Stunden niedergegangen sein. Das entspricht dem vierfachen Durchschnittsniederschlag für diesen Monat. (Berliner Feuerwehr 2018) Die Berliner Kanalisation ist nur für durchschnittliche Niederschlagsmengen ausgelegt. Bei Starkregenereignissen läuft sie über und es kommt zu Überschwemmungen in der Stadt (Berliner Wasserbetriebe o. D.). In Berlin wurde erstmals 1878 eine Mischkanalisation in Betrieb genommen, um die hygienischen Verhältnisse der Stadt zu verbessern. In diese Kanäle wird sowohl Abwasser als auch Niederschlagswasser eingeleitet. Die neueren Bezirke der Stadt wurden später mit einer Trennkanalisation ausgestattet. Abwässer und Niederschlagswasser werden in getrennte Kanäle geleitet. Das Schmutzwasser von der Straße fließt von dort in naheliegende Gewässer oder Regenüberläufe (Berliner Wasserbetriebe 2012). Durch die Zunahme der Hitzeperioden verdunstet in dieser Zeit mehr Wasser, dies führt zu häufiger auftretenden Starkregenereignissen, bei denen in kurzer Zeit mehr Niederschlag als im jahresüblichen Durchschnitt niedergeht (Geomer GmbH o. D.). Auch international kommt es durch den Klimawandel vermehrt zu Überflutungen (Europäische Kommission o. D.). Mit der Erkenntnis, dass Niederschläge nicht automatisch Abwässer sind, lässt sich das Regenwassermanagement anpassen und kann helfen, auch den verstärkter auftretenden Dürreperioden entgegenzuwirken und das Stadtklima im Allgemeinen zu verbessern. Dafür wurden auf der ganzen Welt unterschiedliche Strategien entwickelt, eine davon ist das Schwammstadtkonzept, welches in der folgenden Arbeit auf das Quartier Langhansstraße in Berlin Pankow angewendet werden soll.

Das Quartier liegt im Stadtteil Weißensee und wurde 2021 zum Sanierungsgebiet erklärt. Diese Arbeit soll die Anwendbarkeit des Schwammstadtkonzeptes auf ein Bestandsgebiet überprüfen. Durch die bereits durchgeführten Untersuchungen zum Sanierungsgebiet bietet sich das Quartier Langhansstraße besonders an, da bereits Daten zur Verfügung stehen, welche von einer Einzelperson nicht im gegebenen zeitlichen Rahmen erhoben werden können. Zudem existiert im Quartier eine in Berlin selten gewordene Form der Mischbebauung aus Gewerbe- und Wohnbebauung (Vos et al. 2021). Auch das Alter der Bebauung variiert stark. Damit kann das Konzept auf relativ kleiner Fläche an einer sehr heterogenen Bebauung und auf verschiedene Problemstellungen geprüft werden.

1.1. Zielstellung der Arbeit

Diese Arbeit soll die Umsetzbarkeit verschiedener Schwammstadtmethoden in Bestandsbebauung untersuchen. Um diese Fragestellung zu beantworten, werden zunächst bestehende Beispiele analysiert und die wichtigsten Methoden vorgestellt. Danach folgt eine Analyse der Gegebenheiten im Quartier Langhansstraße. Mit diesen Grundlagen werden verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten vorgestellt, sowie die Hauptprobleme hervorgehoben. In der abschließenden Diskussion soll die Umsetzung der Arbeit dargelegt werden.

2. Vorstellung des Schwammstadtkonzeptes

Regenwassermanagement spielt seit der Nachkriegszeit eine immer größer werdende Rolle in der Stadt- und Landschaftsplanung. Der Begriff der „Schwammstadt“ wurde international erst 2014 in China geprägt. Der als Erfinder des Konzepts geltende Yu Kongjian befasste sich jedoch schon seit 1997 mit städtischem Wassermanagement und der Selbstregulierung von natürlichen Systemen bei Hochwasser. Wie andere benutze er das Wort „Schwamm“ bereits als Metapher für seine Art der Stadtplanung. Bereits 2001 veröffentlichte der Chinese mit seinen Kollegen „Zehn Strategien für den Bau städtischer ökologischer Infrastruktur“ (Turenscape o. D.). Darin geht es darum, Ökosystemdienstleistungen in die städtische Infrastruktur zu integrieren. In den 2000er Jahren setzte Yu Kongjian bereits etliche Projekte in ganz China um, zum Beispiel den Qunli Stormwater Park in Hearbin. In dieser Zeit wurde der Begriff „Schwamm“ auch international als Metapher genutzt. Größere Aufmerksamkeit bekam das Konzept ab 2013, als die chinesische Regierung nach erneuten schweren Unwettern in Peking dazu aufrief, eine Schwammstadt zu bauen und dies auch mit staatlichen Mitteln und Richtlinien förderte. Kurz darauf wurden mehrere Pilotstädte zur Umsetzung in China festgelegt. Mittlerweile wurde ein Programm festgelegt, nach dem bis 2030, 80% der versiegelten Flächen, 70% des Niederschlags aufnehmen sollen (Turenscape o. D.). International gibt es ähnliche Ansätze unter anderem Namen, in den USA wird das Best Management Practices angewendet, in Großbritannien das Low Impact Development. Sie alle verfolgen das gleiche Prinzip des ganzheitlichen Regenwassermanagements (Sieker o. D.).

Global wird das Schwammstadtkonzept auch als „Urban Wetlands“ bezeichnet. Dabei sollen Standorte und Flächen für das dezentrale Regenwassermanagement geschaffen werden, die das Niederschlagswasser aufnehmen, halten und langsam wieder abgeben (Hendrik, Jan; Winker, Martina 2020). Dies dient nicht nur dazu, die Kanalisation zu entlasten, sondern auch durch die Verdunstung städtischen Hitzeinseln entgegenzuwirken und damit das Mikroklima zu verbessern (Umweltbundesamt 2022). Der frühere Ansatz das Wasser so schnell wie möglich aus der Stadt abzuleiten, wird nach und nach durch das Schwammstadtkonzept ersetzt, sodass Wasser an verschiedensten Stellen gespart werden kann (Hydro International o. D.).

In Deutschland wird das Schwammstadtkonzept vor allem in Hamburg und Berlin umgesetzt. Berlin wird von einigen Akteuren sogar als zukünftige „Schwammhauptstadt“ bezeichnet (Regenwasseragentur 2023). So wurde zum Beispiel das Wohnquartier Potsdamer Platz bereits in den 1990er Jahren an das dezentrale Regenwassermanagement angepasst. Durch das Anlegen von Fassaden- und Dachbegrünung, sowie von Wasserbecken kann der Niederschlag vor Ort gesammelt und zur Bewässerung genutzt werden. Durch die verdunstende Feuchtigkeit verbessert sich gleichzeitig das Mikroklima vor Ort. Aus dem gebauten Wasserbecken ist mittlerweile ein Biotop geworden, in dem



Abb. 2: Innenhof in Berlin Moabit mit Flächen zum dezentralen Regenwassermanagement (Baugruppe Moabit o. A.).

sich viele Organismen ansiedeln konnten (Regenwasseragentur o. D. a). Auch beim Bau eines Hochhauses in Moabit wurde Regenwasser weitergedacht. Neben der Dachbegrünung wurde vor allem der Innenhof so gestaltet, dass er neben einer hohen Aufenthaltsqualität auch Flächen zum Regenwassermanagement bietet. So wurden außer Grünflächen auch Mulden angelegt, in denen sich das Wasser bei stärkeren Niederschlägen sammeln kann. Nutzflächen wurden so angelegt, dass das Wasser zwischen den Steinen versickern kann, wie in Abbildung 2 zu sehen (Regenwasseragentur o. D. b).

In Kopenhagen wurde die sogenannte „Stockholmer Methode“ angewendet. In der Straße Askøgade wurde der stark verdichtete lehmige Boden ausgehoben und der Granitanteil zu Schotter verarbeitet. Zusätzlich wird der Schotter mit Feinsubstrat eingeschlämmt, bestehend aus Hummus, Sand oder Pflanzenkohle. In dieses Substrat wurde das Straßenbegleitgrün gepflanzt. Straße und Gehwege wurden von der Kanalisation abgekoppelt und das anfallende Niederschlagswasser durch einen Schacht unter das neue Substrat geleitet. Um Staunässe im Wurzelbereich zu vermeiden, muss das Wasser gedrosselt eingeleitet werden. (Regenwasseragentur o. D. c)

2.1. Elemente und Begriffe der Schwammstadt

Grundsätzlich kann zwischen technischen und naturnahen Elementen unterschieden werden. Sofern möglich auch eine Mischung aus beidem. Systeme, bei denen das Wasser vor Ort versickert wird, gelten meistens als naturnah. Technische Elemente behandeln die anfallenden Niederschläge in der Regel, bevor sie abgeführt werden. Bei der Vorstellung verschiedener Systeme haben Nowak et al. 2018 auch verschiedene Funktionen der Elemente unterschieden. Sie kategorisierten in Speichern, Behandeln, Versickern und Verdunsten, wobei ein Element ebenfalls häufig mehrere Funktionen haben kann. (Nowak et al. 2018). Im Folgenden werden ausgewählte Elemente und Begriffe der Schwammstadt kurz erläutert, eine ausführliche Beschreibung erfolgt in Kapitel 4.1.

Entsiegelung: Entfernen von undurchlässigen Oberflächenbelägen. Gegebenenfalls zu ersetzen mit teildurchlässigen Belägen, zum Beispiel Rasengittersteine. Nicht bei Gewerbeflächen möglich, wenn gefährdende Stoffe eingesetzt werden, zum Beispiel Autowerkstätten. (Nowak et al. 2018)

Flächenversickerung: Folge von Entsiegelung. Niederschläge werden auf offene Flächen geleitet und versickern natürlich. Die Menge ist durch natürliche Versickerungsleistung des Bodens limitiert. (Nowak et al. 2018)

Gründach/ Retentionsdach: Bepflanzung einer Dachfläche. Niederschläge verdunsten vollständig oder werden verzögert abgeleitet. Unterscheidung in intensive und extensive Dachbegrünung. Extensive Dachbegrünung mit Moosen, Flechten und Ähnlichem, bedeutet einen geringen Pflegeaufwand und ist nicht anderweitig nutzbar. Intensive Dachbegrünung ist fast ohne Einschränkungen nutzbar. Dachgärten und andere Nebennutzungen sind möglich, ist sehr pflegeaufwändig. (Matzinger et al. 2017)

Mikroklima: Klima in der bodennahen Luftschicht eines bestimmten Areals. Sehr stark von den räumliche Gegebenheiten abhängig, z. B. mehrere Grad Temperaturunterschied zwischen Asphaltstraße und Wiese. (Deutscher Wetterdienst o. D.)

Mulden- Rigolen- System: Kombination von Versickerungsmulde und Rigole. Einleitung von moderat verschmutztem Wasser ohne zusätzliche Reinigung möglich. Erhöht die Aufnahmekapazität der Versickerungsmulde. (Matzinger et al. 2017)

Natürliche Versickerung: Wasser versickert unbehandelt durch eine belebte Bodenzone und wird dabei natürlich gefiltert und gereinigt.

Regenrückhaltebecken: Große Betonbecken oder Bodenaushebungen (technisch oder naturnah). Sie werden bei Regenereignissen vollständig geflutet. Es besteht ein Betretungsverbot, da Einleitung großer Wassermengen in kurzer Zeit möglich ist. Wasser versickert in der Regel natürlich. (Nowak et al. 2018)

Rigolen: Unterirdischer Speicher. Das Wasser wird in Blöcke geleitet, welche mit Kies oder großporigen Kunststoff gefüllt sind. Keine natürliche Reinigung des Wassers, daher ist nur eine Einleitung aus Flächen mit geringer Verschmutzung (z. B. Gründächer) möglich. Anderenfalls ist eine zusätzliche Reinigungsstufe notwendig. Sie sind mit anderen Elementen kombinierbar, z.B. Mulden- Rigolen- Systeme, Tiefbeet- Rigolen. (Matzinger et al. 2017)

Tiefbeet- Rigole/ Baum- Rigole: Rigole unter dem Wurzelraum eines Beetes oder einer Baumscheibe. Es erfolgt eine natürliche Versickerung und gleichzeitige Bewässerung der Pflanzen. Die Bodenzone wird durch erhöhte Randkanten bei Starkregenereignissen leicht gestaut. (Nowak et al. 2018)

Versickerungsmulden: Auch Rainarden genannt. Dies ist eine kleine Bodenaushöhlungen, die fast überall anwendbar ist. Wasser wird eingeleitet oder fließt durch natürliches Gefälle hinein. Es bilden sich kurzzeitig kleine Wasserbecken. Das Wasser versickert in der Regel natürlich. (Nowak et al. 2018)

3. Methodik

Zur Ermittlung der Möglichkeiten der Anpassungen im Quartier Langhansstraße an das Schwammstadtkonzept, müssen zunächst das Konzept und das Untersuchungsgebiet analysiert werden. Dazu werden als Erstes Beispiele für die Umsetzung des Schwammstadtkonzeptes in Berlin und International vorgestellt und analysiert. Es wird darauf geachtet, was bereits umgesetzt wurde und was noch möglich wäre.

Anschließend wird das Sanierungsgebiet betrachtet. Es wird aufgezeigt, was für ein Bestand vorliegt und was für das Schwammstadtkonzept genutzt werden könnte. Dafür werden zum einen die vorbereitende Untersuchung für das Sanierungsgebiet, eine eigenständige Gebietskartierung und das Geodatenportal Fis-Broker genutzt.

3.1. Analyse von Beispielen

Bei der Recherche zum Thema Schwammstadt, sind immer wieder Publikationen zu finden, welche bestimmte Städte oder Regionen als Vorreiter der Schwammstadt bezeichnen. Exemplarisch sind Kopenhagen, Berlin, Singapur und China zu nennen. Im Folgenden werden einige dieser Beispiele vorgestellt und analysiert. Zunächst erfolgt die Vorstellung von zwei Berliner Projekten und danach das Konzept der Stadt Breslau. Nach der Vorstellung erfolgt ein tabellarischer Vergleich der Beispiele.

3.1.1. Berlin Ortolfstraße

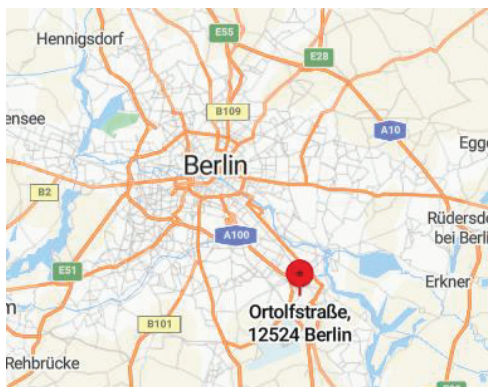


Abb. 3: Lage des Gebietes in Berlin (Microsoft Bing 2023).

Berlin hat mit der Berliner Regenwasseragentur 2019 ein Gremium ins Leben gerufen, welches die Ziele der Schwammstadt umsetzen soll (BUND Landesverband Berlin o. D.). Projekte, die dieses Konzept anwenden, gab es jedoch schon vorher. Das Neubau Quartier Ortolfstraße in Treptow- Köpenick wurde 2019 fertiggestellt, die Planung begann 2015. Es erstreckt sich von der Ortolfstraße aus nach Westen entlang des verkehrsberuhigten Betulawegs, welcher sich im Wohngebiet in den Betulaweg und den Rubusweg teilt. Auf der Mittelinsel befindet sich ein Spielplatz. Das Wohngebiet geht über den Brunolfweg hinaus bis zur Schönfelder Chaussee. Zwischen Brunolfweg und Schönfelder Chaussee verläuft der Maßholderweg (Regenwasseragentur o. D. d).



Abb. 4: Abgrenzung des Gebietes auf dem Satellitenbild (Microsoft Bing 2023).

In dem 5 Hektar großen Gebiet wurden verschiedene Elemente angewandt, um Überschwemmungen trotz schlechter Versickerungsleistung des Bodens zu verhindern. Insgesamt wurden 42 Rigolen verbaut: 23 Kunststoff- Füllkörperrigolen, 8 Mulden- Rigolen- Systeme und 11 Tiefbeet- Rigolen. Die Verkehrsflächen wurden mit Gefälle zu den Grünflächen angelegt. Die Parkflächen sind

wasserdurchlässig. Die Dächer sind zu 60% begrünt. Diese Maßnahmen sorgen für eine Resilienz gegenüber einem 30-jährigen Regenereignis. Die Wasserdurchlässigkeit der Parkplätze und Wege, sowie das Maß der Dachbegrünung sind bereits im Bebauungsplan festgesetzt. Durch die Höhenplanung sind kaum Pumpen notwendig, die Elemente sind an die natürliche Fließrichtung des Wassers angepasst. (Regenwasseragentur o. D. d)

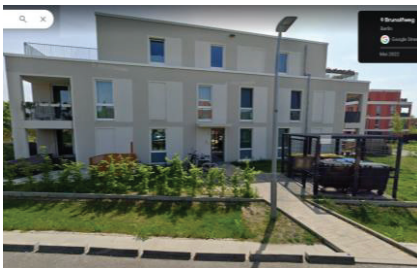


Abb. 5: Wohnhaus mit begrünbarem Nebengebäude (Google Street View 2022).

Durch das Rigolen-System und die Gründächer wird die Kanalisation entlastet und einer Überschwemmung vorgebeugt. Außerdem wird die Bewässerung der Beete unterstützt. Dies ist ein Teil des Schwammstadtkonzepts. Es gibt jedoch keine offenen Wasserflächen, das Mikroklima wird nur durch die Bepflanzung leicht beeinflusst. Zusätzlich zur Dachbegrünung wäre auch eine Fassadenbegrünung sowie eine Begrünung der

Nebengebäude, also der Müllhäuschen, möglich gewesen, siehe Abbildung 5. Durch das geringe Alter der gepflanzten Bäume wirken die Grünflächen karg. Es wird sich erst in mehreren Jahren zeigen, wie gut sie beschattet sind. Derzeit sind alle Flächen in exponierter Sonnenlage. Das Hauptziel die Vorgaben der Einleitmenge in die Kanalisation von 15 l/s einzuhalten wurde erreicht. Durch die im Bebauungsplan vorgegebene Streuobstwiese wurden auch ökologische Aspekte berücksichtigt. Das Schwammstadtkonzept wurde jedoch unter rein technischen Gesichtspunkten umgesetzt, ökologisch gibt es Verbesserungsmöglichkeiten (Regenwasseragentur o. D. d).

3.1.2. Berlin Sportforum Hohenschönhausen

In diesem Abschnitt werden die Pläne für das Sportforum Hohenschönhausen in Lichtenberg vorgestellt. Das Gelände ist das Zweitgrößte Sportareal Berlins, die ältesten Gebäude wurden in den 1950er Jahren errichtet (Landesdenkmalamt Berlin o. D. a). Heute ist es mit dem Sportkomplex Paul-Heyse-Straße verbunden. Das 45 Hektar große Areal liegt im Bezirk Lichtenberg im Stadtteil Alt-Hohenschönhausen. Der Haupteingang liegt am Weißenseer Weg, außerdem gibt es Zugänge über die Konrad-Wolf-Straße und die Fritz-Lesch-Straße. Insgesamt gibt es 35 Sportanlagen und das Gelände wird als Olympiastützpunkt genutzt. 2020 startete die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen einen Wettbewerb zur Modernisierung der Anlage. Die Entwürfe der Büros Holzwarth Landschaftsarchitektur und Yellow Z wurden schließlich angenommen und sollen im Folgenden analysiert werden (Entwicklungsstadt 2021).

Das Gelände besteht aus verschiedenen Sportplätzen, die meist jeweils auf eine Sportart ausgelegt sind. Dazwischen verlaufen breite Asphaltwege, die mit dem Auto befahrbar sind. Die sogenannte „Dynamoturnhalle“ am Weißenseer Weg und ihre Nebengebäude stehen unter Denkmalschutz (Landesdenkmalamt Berlin o. D. a). Laut Entwurf sollen auch weiterer Baubestand, wie der „Wellblechpalast“, die Eisschnelllaufhalle, die Mehrzweckhalle und die Lilli- Henoch- Sporthalle erhalten bleiben. Neubauten sollen mit Gründächern ausgestattet werden. Niederschläge sollen in Tiefbeeten, Mulden und Zisternen gesammelt werden. Darüber hinaus sind zusätzliche Retentionsflächen geplant. Bei

Starkregenereignissen sollen zwei speziell angelegte Sportplätze das Wasser aufnehmen und als temporäre Rückhaltebecken genutzt werden. Das gesammelte Wasser wird zur Bewässerung der Anlagen verwendet. Als Mobilitätskonzept werden Sharingangebote für Fahrräder und ähnliches an den Parkplätzen sowie ein PKW-Verbot auf dem Gelände vorgeschlagen. Dies bietet die Möglichkeit die vorhandenen Asphaltwege zu verkleinern oder aufzubrechen, um die Versickerung zu fördern. Fontänen sollen das Mikroklima verbessern (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen o. D.).

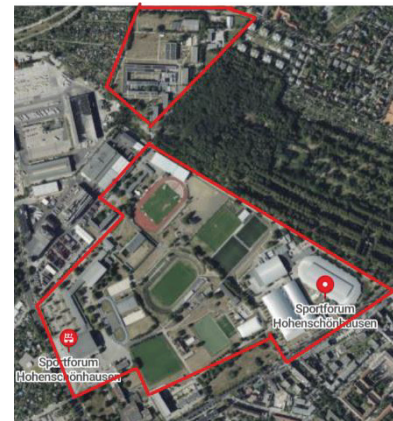


Abb. 6: Abgrenzung des Gebietes auf dem Satellitenbild (Microsoft Bing 2023.)

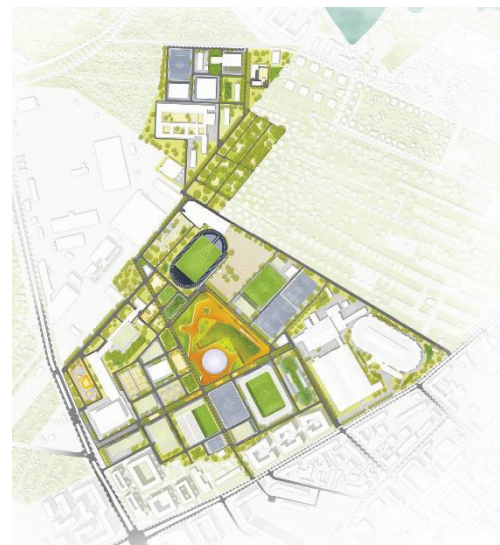


Abb. 7: Entwurfszeichnung für die Neugestaltung (Holzwarth-Landschaftsarchitektur 2020).

Die Pläne sind nicht explizit Teil des Berliner Schwammstadtprojekts, dennoch enthalten sie Elemente, die zeigen, wie das Konzept im Bestand angewendet werden kann. Gründächer werden durch das Förderprogramm „GründachPLUS“ in Berlin immer öfter angewendet und sind ein wichtiges Mittel des Schwammstadtkonzeptes im Bestand (Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt o. D. a). Sie können Niederschläge aufnehmen und langsam wieder abgeben. Durch die Verdunstung wird das Mikroklima in ihrer Nähe verbessert. Der Bau von Zisternen ist je nach Dichte der Bebauung schwieriger, und zielt vor allem auf Überflutungsprävention und Wasserspeicherung zur weiteren Nutzung ab. Tiefbeete dienen vor allem der Überflutungsprävention. Die heterogene Nutzung einiger Sportflächen als Regenrückhaltebecken ist eine innovative Idee, die sich auch auf andere Bereiche wie zum Beispiel Spielplätze anwenden lassen könnte. Die geplanten Fontänen, wirken sich zwar auf das Mikroklima aus, entsprechen dem Schwammstadtkonzept jedoch nur, wenn sie mit den aufgefangenen Niederschlägen betrieben werden. In den ersten Entwürfen gibt es dazu keine Informationen. Die Pläne für das Sportforum sind sehr divers und vereinen verschiedene Sozial- und Klimakonzepte. Das Schwammstadtkonzept wird dabei nicht erwähnt, die vorhandenen Elemente werden allgemein unter Klimaschutz und Aufenthaltsqualität geführt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen o. D.). Sie entsprechen jedoch den Anforderungen der Schwammstadt, auch wenn es Elemente gibt, die noch hinzugefügt werden könnten, wie zum Beispiel die Fassadenbegrünung.

3.1.3. Breslau

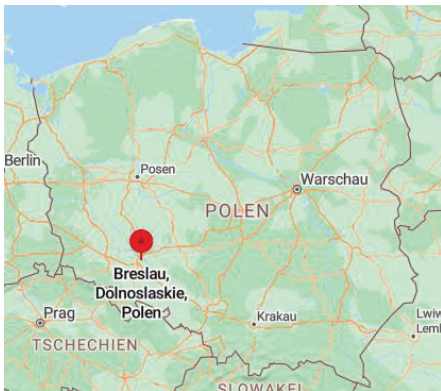


Abb. 8: Lage von Breslau in Polen (Microsoft Bing 2023).

Die polnische Stadt Breslau (pol.: Wrocław) ist die Hauptstadt des Verwaltungsbezirkes Niederschlesien und die viertgrößte Stadt Polens (Maria Luft 2012). Sie liegt südwestlich von Warschau und wird von der Oder und mehreren Nebenflüssen durchflossen. Durch ihre Lage sind fast 36% der Stadtfläche von Überschwemmungen bedroht. Hinzu kommen Dürreperioden und Starkregenereignisse (Grow Green o. D. a). Aus diesem Grund hat die Stadt 2017 begonnen, Strategien für eine nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung umzusetzen (ICLEI Local Governments for Sustainability o. D.). Mittlerweile gibt es verschiedene Projekte, welche in der gesamten Stadt umgesetzt werden, darunter zum Beispiel „Catch the Rain“. Diese und andere Maßnahmen werden im Folgenden näher vorgestellt.

„Catch the Rain“ ist ein Subventionierungsprogramm, welches 2019 gestartet wurde und über Ausschreibungen läuft. Jedes Jahr können Privatpersonen und Genossenschaften Bewerbungen für eine Förderung einreichen. Ziel ist das Auffangen und Speichern von

Niederschlägen in Regentonnen und Ähnlichem. Die Stadt finanziert bis zu 80% der Ausgaben pro Maßnahme. Als Obergrenze sind 5.000 Zloty (ca. 1.000 €¹) für Privatpersonen und 10.000 Zloty (ca. 2.000 €) für Genossenschaften festgesetzt. Bisher konnten dadurch ungefähr 430 Maßnahmen für 1,3 Millionen Zloty (ca. 280.000 €) umgesetzt werden (Moch, Bartosz 2022). Seit 2022 wird außerdem die Errichtung eines Retentionsdaches gefördert. Mit einer Dach- oder Fassadenbegrünung kann man sich in Breslau zusätzlich von der Grundsteuer befreien lassen. Bei der Befreiung wird zwischen Gebäuden mit maximal fünf Stockwerken und höheren Unterschieden. Das Ausmaß der Förderung ist von der begrünt Fläche abhängig. Auf Häusern mit maximal fünf Stockwerken ermöglichen Dächer mit 50-80% Begrünung eine Befreiung einzelner Wohnungen, welche proportional ermittelt werden. Über 80% Gründachfläche auf solchen Gebäuden führt zu einer vollständigen Befreiung von der Grundsteuer. Höhere Bauwerke werden bei 50- 80% ebenfalls proportional befreit, bei 100% Dachbegrünung werden sie zu 50% von der Grundsteuer befreit. Die Berechnungen für Fassadenbegrünungen erfolgen ähnlich. Hierbei können ebenfalls maximal 50% der Grundsteuer erlassen werden. Dafür ist eine begrünte Fläche von >45 m² notwendig (Moch, Bartosz 2021, aktualisiert 2022). Woher die Mittel zur Förderung stammen, wird nicht erwähnt.

Die Stadt selbst führt ebenfalls Maßnahmen durch, dazu gehört das Projekt „

#Ekoszenia“, bei welchem es um umweltfreundliche Rasenpflege geht. Wiesen halten die Feuchtigkeit besser als gemähter Rasen und steigern außerdem die Biodiversität. Aus diesem Grund werden öffentliche Flächen in Breslau seltener und je nach Größe nur als Teilfläche gemäht. In Parks werden Liegewiesen freigehalten, ansonsten wird nur an den Wegrändern gemäht. Gleichzeitig werden somit Emissionen der Rasenmäher gespart. (Moch, Bartosz 2023) „#Ekoszenia“ ist ein ganzheitliches Umweltschutzprojekt, welches sich auch positiv auf Wassermanagement und das Mikroklima auswirkt. Es zeigt, dass nicht alle Maßnahmen im Regenwassermanagement angesiedelt sein müssen, um das Schwammstadtkonzept zu unterstützen.

Darüber hinaus war Breslau Teil des Internationalen Projektes „Grow Green“, welches von 2017 bis 2022 lief. Im Zuge dessen wurden im Stadtteil Olbin mehrere Innenhöfe neugestaltet. Das von der EU geförderte Projekt versucht naturbasierte Lösungen für eine klima- und wasserresistente Stadt zu finden. Sie sollten außerdem replizierbar und kosteneffizient sein. Dafür wurden in insgesamt sieben Städten, darunter Breslau, Manchester, Valencia und Wuhan, verschiedene Pilotprojekte umgesetzt (Grow Green o. D. b). In Breslau wurden in den Innenhöfen Regengärten und Versickerungsmulden angelegt.

¹ Alle Umrechnungen wurden mit dem Google Währungsrechner am 19.09.2023 durchgeführt. Die Beträge wurden danach gerundet.

Auch Spielplätze und Gemeinschaftsgärten wurden mit der Maßgabe errichtet, Überschwemmungen und Hitzestress entgegenzuwirken. Die Anwohner wurden an der Gestaltung beteiligt. Bei einem Starkregenereignis 2020 haben sich diese Maßnahmen bereits bewährt und die Umgebung vor Überschwemmungen bewahrt. (Grow Green o. D. a)

Breslau fördert das Regenwassermanagement ganzheitlich und konzentriert sich dabei nicht nur auf festgelegte Stadtgebiete (Pancewicz et al. 2023). Über die Finanzierung der Förderungen und Maßnahmen ist nichts bekannt. Insgesamt scheint Breslau ein Vorzeigebispiel zu sein, welches viele Ansätze bietet, die auf Berlin übertragen werden könnten. Die Parkbewirtschaftung ist in Berlin Bezirkssache. Dadurch werden einige Parks noch immer sehr regelmäßig gemäht und andere fördern bereits die Wiesenbildung (Umwelt- und Naturschutzamt Pankow, unveröffentlicht). Nachdem 2011 eine Regenwassergebühr eingeführt wurde, reagierten die Hauseigentümer sehr unzufrieden, da sie zuvor nicht über die Hintergründe informiert wurden (Tokarczyk-Dorociak et al. 2017). Mittlerweile macht die Kommunikation über die Webseite einen sehr guten Eindruck (Wroclaw o. D.).

Die polnische Stadt scheint in der Fachwelt noch übersehen zu werden. Trotz der Teilnahme am „Grow Green“ Projekt wird sie bei Recherchen zur Schwammstadt kaum erwähnt. Die Vorgehensweise der Stadt ist jedoch positiv zu bewerten.

3.2. Vergleich der Beispiele

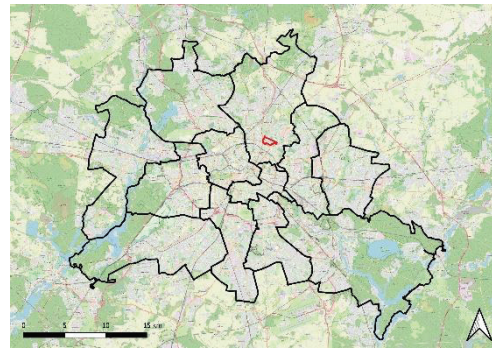
Im Folgenden werden die vorgestellten Projekte tabellarisch verglichen. Um die Vergleichbarkeit herzustellen, wird dabei nur auf das „Grow Green“ Projekt in Breslau eingegangen.

Tabelle 1

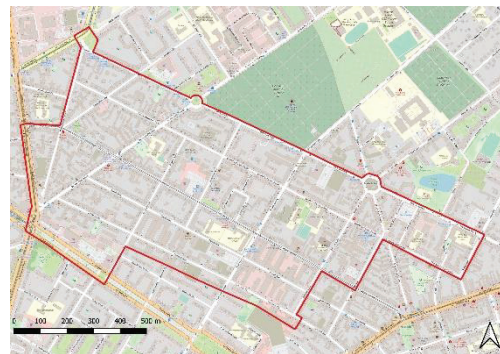
	Berlin Ortolofstraße Vergleiche Kapitel 3.1.1.	Berlin Sportforum Vergleiche Kapitel 3.1.2.	„Grow Green“ Olbin Breslau Vergleiche Kapitel 3.1.3.
Lage	Nordostdeutschland Südberlin, Treptow- Köpenick	Nordostdeutschland Ostberlin, Lichtenberg	Südwestliches Polen Nordöstlich der Altstadt
Größe	5 Hektar	45 Hektar	Unbekannt, Stadtbezirk Olbin
Umsetzungsjahr	2015- 2019	In Planung	2017- 2019
Hauptziel	<ul style="list-style-type: none"> ○ Einleitungsdrosselung von 15 l/s ○ Überschwemmungsschutz 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Modernisierung ○ Anpassung an moderne soziale und klimatische Standards 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reduzierung Hitzebelastungen und Überschwemmungen
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wasserspeicherung mit Mulden und Rigolen- Systemen ○ Dachbegrünung ○ Teilversiegelte Parkplätze ○ Gedrosselte Abflüsse 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dachbegrünung ○ Wasserspeicherung mit Mulden und Rigolen- Systemen ○ Retentionsflächen ○ Wasserfontänen ○ Temporäre Regenrückhaltebecken 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Errichtung Regengärten und Mulden ○ Baumpflanzungen ○ Errichtung wassersensible Spielplätze und Gemeinschaftsgärten
Übernahme- möglichkeiten für Berlin Pankow	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wasserspeicherung mit Mulden und Rigolen- Systemen ○ Dachbegrünung ○ Teilversiegelte Parkplätze ○ Gedrosselte Abflüsse 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dachbegrünung ○ Wasserspeicherung mit Mulden und Rigolen- Systemen ○ Temporäre Regenrückhaltebecken 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Errichtung Regengärten und Mulden ○ Baumpflanzungen ○ Errichtung wassersensible Spielplätze und Gemeinschaftsgärten
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regenwasserbewirtschaftungskonzept 35.000 € ○ Technische Anlagen: 970.000 € ○ Von privaten Vorhabenträger getragen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ unbekannt 	<ul style="list-style-type: none"> ○ EU Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020

3.3. Analyse der Voraussetzungen und Möglichkeiten in Pankow

Das Quartier Langhansstraße liegt im Osten von Berlin, im Bezirk Pankow, im Stadtteil Weißensee. Die Karte 1 zeigt die Lage des Gebietes in Berlin. Der Weiße See liegt östlich davon und ist weniger als einen Kilometer vom Sanierungsgebiet entfernt. Die Langhansstraße befindet sich in der Mitte des Quartiers und verläuft ca. 1,6 Kilometer vom Antonplatz an der Berliner Allee aus Richtung Nordwesten bis zur Prenzlauer Promenade. Südlich folgt das Sanierungsgebiet von der Prenzlauer Promenade aus, zunächst der Ostseestraße, ab der Goethestraße folgt es der Grenze zwischen den Stadtteilen Weißensee und Prenzlauer Berg. Nördlich wird es von der Pistoriusstraße begrenzt und schließt den Mirbachplatz und den Hamburger Platz mit ein. Die südöstliche Grenze hat einen stufenartigen Verlauf, welcher von der Pistoriusstraße aus zunächst der Parkstraße folgt und dann über die Charlottenburger Straße, die Börnstraße und die Behaimstraße bei der Lehderstraße auf die Stadtteilgrenze trifft. Das Quartier um den Antonplatz ist damit vom Sanierungsgebiet ausgeschlossen und es gibt keine Berührungspunkte mit der Berliner Allee. Die nordwestliche Begrenzung folgt zunächst von der Stadtteilgrenze und dem Caligariplatz aus der Prenzlauer Promenade und verläuft dann über die Langhansstraße und die Heinersdorfer Straße ein kurzes Stück über die Pistoriusstraße bis zur Straße am Steinberg, wobei die Grünfläche an der Ecke Pistoriusstraße/Straße am Steinberg miteingeschlossen wird. Bei der vorbereitenden Untersuchung zum Sanierungsgebiet wurde ein Untersuchungsgebiet festgelegt, welches sich leicht von dem angebenen Grenzverlauf unterscheidet. In dieser Arbeit soll es jedoch nur um das festgesetzte Sanierungsgebiet gehen, welches soeben beschrieben wurde und in Karte 2 nachzuvollziehen ist. Der Begriff Untersuchungsgebiet wird dabei als Synonym verwendet, welcher sich auf dieselbe Fläche bezieht.



Karte 2: Lage des Untersuchungsgebietes in Berlin (Svea Hansen QGis 2023).

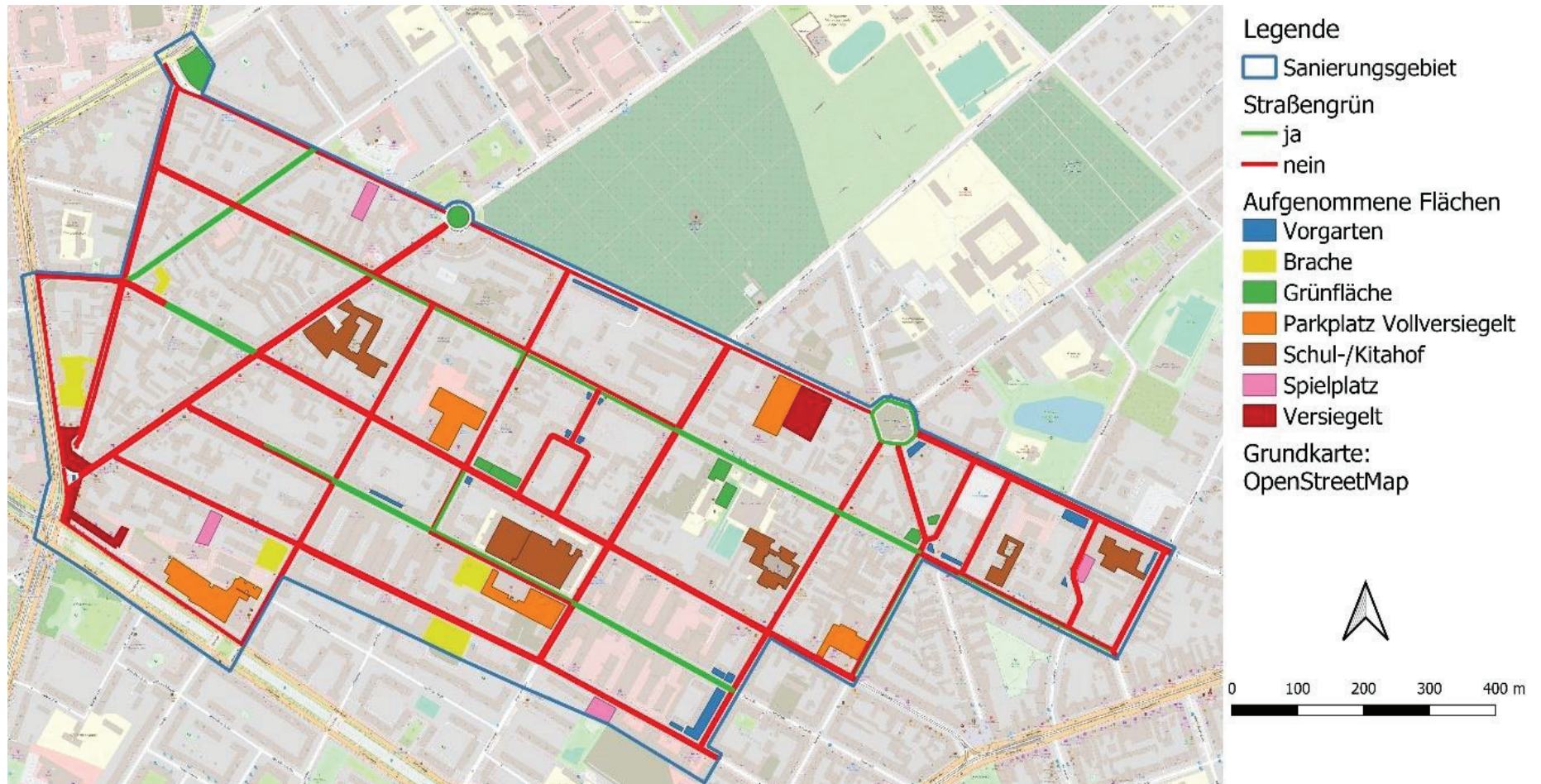


Karte 1: Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (Svea Hansen QGis 2023).

Vom 19. Juni 2023 bis zum 22. Juni 2023 wurde von der Autorin eine Kartierung in diesem Gebiet durchgeführt. Dabei wurde das Vorhandensein von sogenanntem Straßenbegleitgrün und öffentlichen Grünflächen aufgenommen. Außerdem wurden vergleichsweise große Vorgärten und private Beete festgehalten. Versiegelte Flächen und Brachen wurden ebenfalls verzeichnet. Dabei wurden auch öffentliche Flächen wie Plätze und Spielplätze

miteinbezogen. Zur Protokollierung wurden Fotos gemacht, welche im Folgenden zur Anschauung verwendet werden. Die Ergebnisse der Kartierung sind in Karte 3 dargestellt.

Rote und grüne Linien stellen das Vorhandensein von Straßenbegleitgrün dar. In Abgrenzung dazu wurde das Sanierungsgebiet mit blau umrissen. Die Flächen wurden größtenteils vor Ort aufgenommen. Schul- und Kindergartenhöfe, sowie einige Brachen wurden zusätzlich mit Satellitenbildern identifiziert. Alle Flächen wurde auf Grundlage von OpenStreetMaps umrissen. Bei der Kartierung wurde nicht zwischen öffentlichen und privaten Flächen unterschieden. Außerdem wurden nur Flächen mit einer verhältnismäßigen Größe aufgenommen. Zum Beispiel versiegelte Flächen, welche ungefähr die gleiche Größe haben wie kartierte Vorgärten, wurden nicht aufgenommen, da sie im Vergleich der versiegelten Flächen irrelevant sind.



Karte 3: Darstellung der Ergebnisse der Kartierung im Juni 2023 (Svea Hansen QGIS 2023).

Das für die Untersuchungen zum Sanierungsgebiet beauftragte Büro S.T.E.R.N bezeichnet das Quartier als „typische Berliner Mischung“ (Vos et al. 2021), dies bezeichnet eine Mischbebauung aus Wohnen, Gewerbe und Produktion, welche vor allem nach dem Krieg umgesetzt wurde. Später wechselte die Stadtplanung zur Trennung dieser Nutzungen und es wurden homogene Wohn- und Gewerbegebiete errichtet (Saad, Ali o. D.). In Weißensee, vor allem im Quartier Langhansstraße, ist diese Mischbebauung noch vorhanden. Dazu kommt ein relativ hohes Alter des Gebäudebestandes. Ein Großteil der Häuser wurde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und früher errichtet, die genaue Verteilung ist der Abbildung 10 zu entnehmen (Umweltatlas Berlin 2018). Die einzelnen Wohnblöcke sind großflächig angelegt mit einer ausgeprägten Hinterhofnutzung. Derzeit wird im Gebiet stark nachverdichtet. Bei der Kartierung für diese Arbeit wurden insgesamt sechs Baustellen für neue Wohnhäuser festgestellt. Außerdem befinden sich zwischen dem Altbestand immer wieder Neubauten. Ebenfalls auffällig sind die Ruthenbergschen Höfe und Fabrikanlagen in der Lehderstraße. Ein Gebäudekomplex für Gewerbe, welches aus einstöckigen langgezogenen Ziegelsteinbauten mit großen Innenhöfen besteht. Es wurde am Ende des 19. Jahrhunderts errichtet und steht heute unter Denkmalschutz. (Landesdenkmalamt Berlin o. D. b)

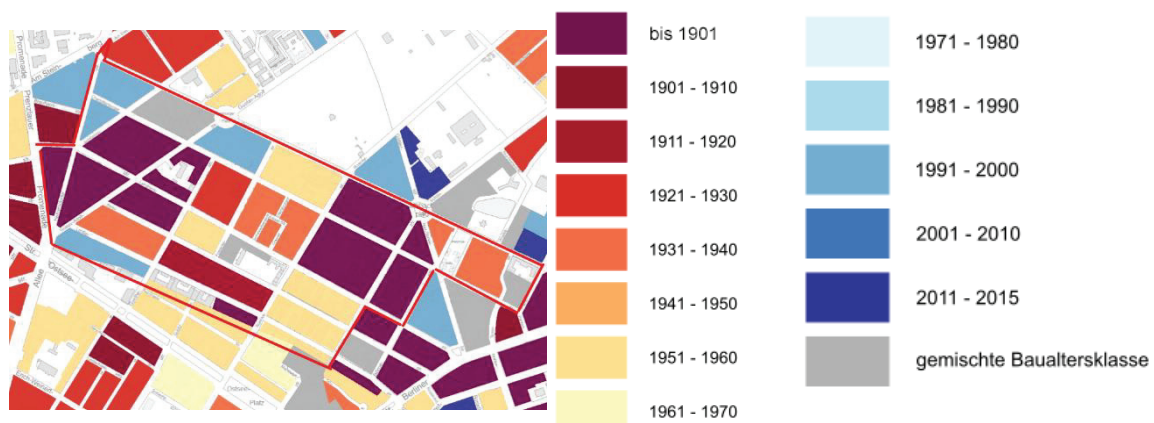
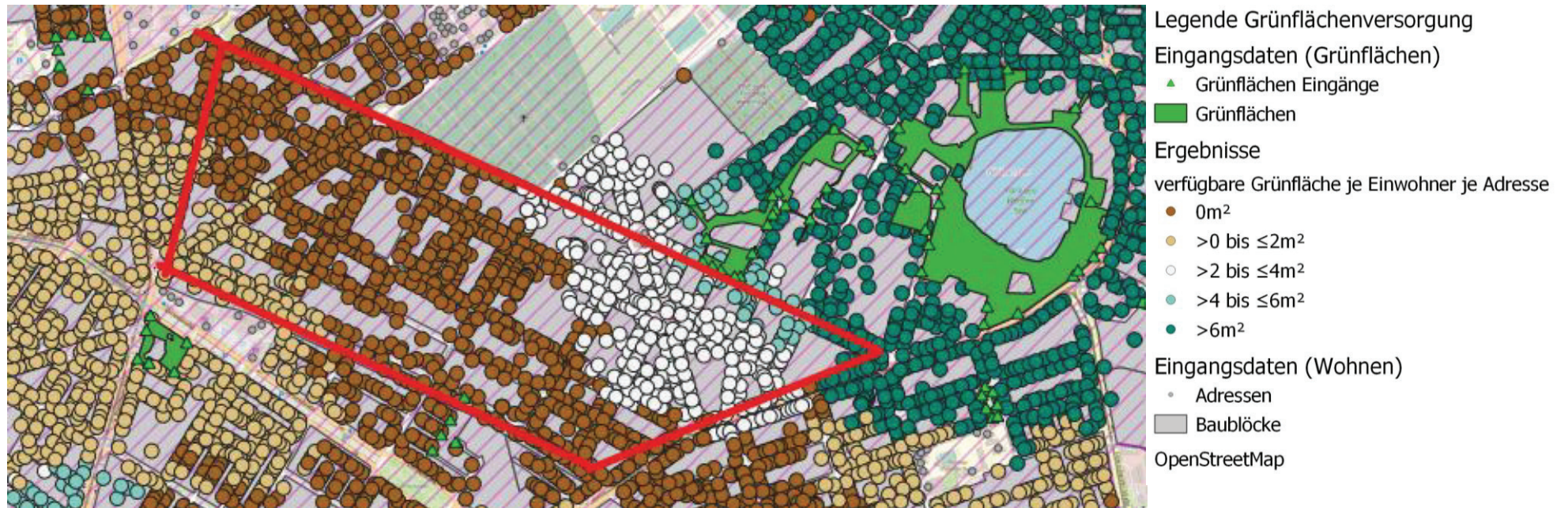


Abb. 9: Gebäudealter im Untersuchungsgebiet (Umweltatlas Berlin „Gebäudealter der Wohnbebauung 2018“).

Im Flächennutzungsplan ist der Großteil des Gebietes als „Wohnbaufläche W2“ festgelegt. Dazu gehören die Zeilenbauten der Zwischenkriegszeit und offene Blockstrukturen. Es dominieren Wohnnutzung mit geringfügiger gewerblicher Nutzung. Entlang der Lehderstraße und Prenzlauer Promenade liegt ein Streifen mit „Gemischter Baufläche M2“. Die Mischnutzung zwischen Gewerbe und Wohnen zeigt sich vor Ort vor allem in den Ruthenbergschen Höfen. Von den vier im Gebiet liegenden Schulen ist nur die Heinz-Brandt-Schule an der Ecke Langhansstraße/Roelckestraße im Flächennutzungsplan gekennzeichnet².

² FIS Broker FNP



Karte 4: Ungefähre Umriss des Sanierungsgebiets auf der Ergebniskarte des Grünflächenversorgungstools. Jeder Punkt stellt eine Adresse dar (Umwelt- und Naturschutzamt Pankow 2022, unveröffentlicht).

Das Gebiet ist bis auf wenige Ausnahmen vollständig bebaut und enthält keine öffentlichen Grünflächen. Laut einem QGIS- Tool³ zur Berechnung der Grünflächenversorgung der Berliner Umweltämter ist der Großteil des Sanierungsgebietes gar nicht versorgt (0 m² Grünfläche/ Einwohner), ein kleiner Teil im Nordosten durch den Park um den Kreuzpfuhl teilweise versorgt (>2- < 4 m² Grünfläche/ Einwohner) und im Südwesten ist eine geringe Versorgung (> 0- < 2 m² Grünfläche/ Einwohner) durch den Erich-Weinert-Park vorhanden. Die genaue Verteilung ist in Karte 4 dargestellt (Umwelt- und Naturschutzamt Lichtenberg 2022). Der Kreuzpfuhl selbst ist nicht Teil des Sanierungsgebietes und grenzt nördlich an die Pistoriusstraße. Als einziges Regenrückhaltebecken der Berliner Wasser Betriebe in der Region spielt er gleichwohl eine Rolle für diese Arbeit (Umwelt- und Naturschutzamt Pankow, unveröffentlicht). Auch der Erich-Weinert-Park liegt nicht im Sanierungsgebiet. Laut dem Umweltatlas 2020 ist das Gebiet nicht- bis unterversorgt (Umweltatlas Berlin 2021). Innerhalb des Untersuchungsgebietes liegen nur wenige Freiflächen, davon sind zwei öffentlich zugängliche Wiesenflächen. Die erste umfasst ca. 1.000 m² und liegt direkt an der Langhansstraße zwischen der Friesickestraße und der Scharnweberstraße. 747 m² davon gehören zum Grünanlagenbestand der Stadt Berlin. Die restliche Fläche gehört zum Flurstück der dahinter liegenden Wohnhäuser (Geoportal Berlin 2023b). Laut Maßnahmenplan soll auf der kleineren Fläche ein Pocketpark entstehen (Vos et al. 2021). Die zweite Grünfläche liegt an der Ecke Straße am Steinberg/Pistoriusstraße und umfasst 2.000 m². Sie unterliegt der Verwaltung durch das Straßen- und Grünflächenamt Berlin-Pankow und befindet sich damit im Besitz des Landes Berlin.

Ansonsten gibt es im Gebiet nicht zugängliche Brachflächen unterschiedlicher Größe. Auf sechs dieser Flächen ist die Errichtung von Spielplätzen geplant. Außerdem soll der zurzeit als Parkplatz genutzte Pistoriusplatz als öffentliche Grünfläche neugestaltet werden. Sowohl Spielplätze als auch Parkanlagen bieten diverse Möglichkeiten das Schwammstadtkonzept umzusetzen. Nach erfolgreichem Abschluss der Sanierungsmaßnahmen würde es im Quartier zehn Spielplätze und drei vergleichsweise kleine öffentliche Grünflächen geben.

Durch den Mischbestand in der Bebauung ist auf einigen dieser Flächen von Altlasten auszugehen. Eine natürliche Versickerung wäre an diesen Standorten nur nach umfangreicher Bodensanierung möglich. Die Daten zu Altlastenbeständen sind nicht öffentlich zugänglich und unterliegen dem Datenschutz (Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt o. D. b), eine genaue Beurteilung der Flächen ist daher nicht möglich. Im Folgenden wird versucht, bei genauerer Betrachtung einer Fläche deren Vornutzung und ihrer Umgebung nachzuvollziehen, um mögliche Altlasten zu ermitteln. Ist

³ Das Tool berechnet die Verfügbarkeit von öffentlicher wohnungsnahen Grünfläche je Einwohner, welche mit einem Fußweg von 500 m erreichbar ist und den vom Bezirksamt festgelegten Standards entspricht. Eine gute Versorgung liegt vor, wenn jedem Einwohner 6 m² zur Verfügung stehen (Umweltatlas Berlin 2020a)

dies nicht möglich, wird von einer unbelasteten Umgebung ausgegangen und entsprechende Maßnahmen vorgeschlagen.

Gründächer sind ein wichtiges Element für eine klimaangepasste Bebauung und das Schwammstadtkonzept. Für den Umweltatlas 2020 wurden alle Gründächer in Berlin aufgenommen und über den Fis- Broker veröffentlicht. Diese Daten wurden mit QGIS auf das Sanierungsgebiet zugeschnitten. Daraus ergab sich insgesamt eine Fläche von 10.760,5 m², davon 9.431,86 m² extensive Dachbegrünung und 1.328,64 m² intensive Dachbegrünung im Quartier. Außerdem wurde mit Daten aus dem Fis- Broker und der Statistikanwendung von QGIS eine Dachfläche von insgesamt 270.920 m² im Gebiet ermittelt. Dabei wurde nicht zwischen Flach- und Schrägdächern unterschieden. Das ergibt einen Gründachanteil von 3,97 % im gesamten Untersuchungsgebiet. Im Berlinweiten Vergleich von 5,4 % Dachbegrünung liegt das Quartier damit im oberen Mittelfeld (Umweltatlas Berlin 2020b).

Bei der Kartierung des Untersuchungsgebietes wurde auch das Straßenbegleitgrün sowie, größere Freiflächen, Beete und Ähnliches aufgenommen. Als Straßenbegleitgrün wird ein durchgehender Streifen unversiegelter, optimalerweise bepflanzter Erde auf dem Bürgersteig neben dem Bordstein gewertet. Einzelne Baumscheiben wurden nicht als Straßenbegleitgrün erfasst. Zusätzlich wurden die Daten zu Straßenbäumen aus dem Geodatenportal miteinbezogen. Die Ergebnisse zeigen, dass es zwar viele Straßenbäume gibt, die Bürgersteige jedoch hauptsächlich durchgängig versiegelt sind. Nur in der Charlottenburger Straße gibt es über einen längeren Abschnitt Straßenbegleitgrün auf einer Straßenseite, ansonsten tritt es nur sporadisch auf. Die gekennzeichneten Vorgärten fallen durch ihre Größe auf. Da sie zum jeweiligen Haus gehören, könnten jedoch nur die Eigentümer informiert werden, was für Möglichkeiten dort bestehen. Sollte für dieses Gebiet ein Landschaftsplan aufgestellt werden, könnten die Anpassung dieser Flächen zur Einhaltung des Biotopflächenfaktors in die Vorgaben mit aufgenommen werden. Die Brachen wurden bereits in einem vorherigen Absatz angesprochen, die meisten sollen als Maßnahme des Sanierungsgebietes in Spielplätze umgewandelt werden. Dabei könnten verschiedene Elemente des Schwammstadtkonzeptes, zum Beispiel Versickerungsmulden und Tiefbeet- Rigolen einbezogen werden. Die verbleibenden Flächen zum Beispiel zwischen Heinersdorfer Straße und Prenzlauer Promenade könnten vollständig entsiegelt und, wenn nötig, Altlasten saniert werden, um natürliche Verdunstungsflächen zu schaffen.

Die Heinersdorfer Straße ist außerdem ein gutes Beispiel für fehlende Straßenbäume. Wie in Abbildung 11 zu sehen, liegt die Straße komplett offen da, ohne eine Möglichkeit zur Beschattung oder Verdunstung. Niederschläge müssen zwangsläufig vollständig in die Kanalisation abgeleitet werden. Während der Begehung fiel eine Pfütze auf einer Plane auf, sie wurde von Bienen aus nahegelegenen Bienenkästen als Wasserquelle genutzt (siehe Abbildung 12) Die starke Beanspruchung dieser Pfütze lässt darauf schließen, dass es in der Umgebung ansonsten keine natürliche Wasserquelle gibt, oder Stellen, an denen sich Wasser sammeln kann, um langsamer zu versickern.



Abb. 10: Heinersdorfer Straße ohne Beschattung (Svea Hansen 2023).



Abb. 11: Von Bienen genutzte Wasserpfütze in der Heinersdorfer Straße (Svea Hansen 2023).

Im Untersuchungsgebiet liegen insgesamt vier Schulen und drei Kindertagesstätten. Zusammen haben sie eine Hofffläche von ca. 20867,9 m². Bis auf die Katholische Theresienschule in der Behaimstraße unterstehen die Schulen im Gebiet dem Land Berlin (Heinz-Brandt-Schule o. D.; Katholische Theresienschule o. D.; Primo-Levi-Gymnasium Weißensee o. D.; Schule am Hamburger Platz o. D.). Die Schulhöfe dieser Einrichtungen eignen sich sehr gut, um Maßnahmen des Schwammstadtkonzeptes umzusetzen, da keine Eigentumsfragen geklärt werden müssten und ausreichend Fläche vorhanden ist. Derzeit bestehen Pläne, auf dem Schulhof der Heinz-Brandt-Schule einen modularen Ergänzungsbau zu errichten (Wähner, Bernd 2023). Sollte dies umgesetzt werden, könnten auch dabei Elemente der Schwammstadt angewendet werden. Kindergartenhöfe bieten ebenfalls Platz, um Maßnahmen umzusetzen. Die Einrichtungen im Untersuchungsgebiet gehören jedoch alle zu freien Trägern (Jugend- und Sozialwerk gemeinnützige GmbH o. D.; Kindergärten NordOst o. D.; Kleine Künstler ganz groß gGmbH o. D.). Diese müssten von sich aus entscheiden, ob sie das Schwammstadtkonzept umsetzen wollen. Das gleiche gilt für die Theresienschule.

4. Ergebnisse

Bisher wurde das Schwammstadtkonzept selbst und Beispiele für seine Anwendung vorgestellt, sowie ein Eindruck der Grundlagen im Untersuchungsgebiet vermittelt. Nun soll mit diesem Wissen die Frage dieser Arbeit beantwortet werden; welche Möglichkeiten gibt es, das Quartier Langhansstraße in Berlin- Pankow an das Schwammstadtkonzept anzupassen? Dazu werden ausgewählte Elemente des Schwammstadtkonzeptes aus „Leistungsfähigkeit von Praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext“ und dem „KURAS- Leitfaden“ näher vorgestellt und untersucht, ob und wo sie im Untersuchungsgebiet anwendbar sind.

Da es sich um eine theoretische Betrachtung mit begrenzten Mitteln handelt, müssen bestimmte Verhältnisse vereinfacht oder ausgelassen werden. Dazu gehören der genaue Verlauf von Kanalrohren und sonstige Untergrundnutzungen, sowie Finanzierung und genaue Kosten. Auch Eigentumsverhältnisse sind nicht immer genau zu deklarieren. In diesem Fall werden trotzdem Maßnahmen vorgeschlagen, in der Annahme, dass es für die Eigentümer keine Beschränkungen gibt.

4.1. Umsetzungsmöglichkeiten in Pankow

Das Projekt „Konzepte für urbane Abwassersysteme und Regenwasserbewirtschaftung“ (KURAS) hat 2017 mit der Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung mit verschiedenen Kriterien geprüft und bewertet, darunter Verbesserung für Bewohner und Umwelt, sowie Kostenaspekte. Daraus entstand der Leitfaden „Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung“ (Matzinger et al. 2017). 2018 erschien außerdem die Publikation „Leistungsfähigkeit von Praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext“ im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin. Darin geht es vor allem um die technische Umsetzung der Maßnahmen. Beide Quellen enthalten Steckbriefe von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (Nowak et al. 2018). Im Folgenden werden Maßnahmen, welche für diese Arbeit relevant sind, zusammengefasst und ihre Wirkungsweise sowie möglichen Anwendungen im Untersuchungsgebiet vorgestellt.

Entsiegelung und Flächenversickerung

Die Versickerung von Niederschlägen vor Ort ist eines der Hauptziele des Schwammstadtkonzeptes. Das führt dazu, dass Entsiegelung eine der wichtigsten Maßnahmen darstellt. Entsiegelung kann dabei entweder bedeuten, Bodenbeläge komplett zu entfernen oder sie mit durchlässigen Materialien zu ersetzen. Dabei spielt vor allem die Nutzung der Fläche eine Rolle. Im Untersuchungsgebiet liegen momentan zwei versiegelte Brachflächen, welche nicht im Maßnahmenplan des Sanierungsgebietes berücksichtigt werden. Die Besitzverhältnisse sind unbekannt. Fläche 1 liegt zwischen Prenzlauer Promenade und Heinersdorfer Straße. Mit Hilfe von Satellitenbildern lässt sich eine Nutzung als Parkplatz bis 2012 nachvollziehen, danach scheint der Innenhof ungenutzt (Google Earth pro 2023). Fläche 2 liegt an der Pistoriusstraße zwischen Roelckestraße und Mirbachplatz. Auf Satellitenbildern ist in den letzten 20 Jahren keine Nutzung ersichtlich (Google Earth pro 2023). Die gesamte Fläche ist vollständig mit Steinplatten versiegelt. Eine Entsiegelung des Geländes würde die Kanalisation wahrscheinlich stark entlasten. Fläche 1 ist nur teilweise versiegelt und bereits stark durch Vegetation geprägt. Eine Entsiegelung würde diese natürliche Entwicklung unterstützen und den Wasserhaushalt verbessern. Eine Einleitung zusätzlicher Niederschläge ist bei Flächenversickerung nur in geringem Maße möglich, da kein Stauvolumen vorhanden ist. Vor allem Fläche 1 ist durch die Lage zwischen den Häusern nicht dafür geeignet.

Eine weitere Möglichkeit die natürliche Versickerung zu fördern sind teildurchlässige Beläge auf Parkplätzen. Im Sanierungsgebiet befinden sich insgesamt vier Einzelhandelsstandorte mit großen Parkplätzen. Alle sind vollständig versiegelt. Das gängigste Mittel für teildurchlässige Böden sind Rasengittersteine. Sie könnten auf den Parkplätzen entweder komplett und nur auf den PKW-Stellflächen verwendet werden. Rasengittersteine sind nicht barrierefrei (Nathusius, Frauke von 2021). Daher sollten diese Stellplätze und die Wege zum Laden asphaltiert bleiben. Auch Stellplätze entlang der Straße, zum Beispiel in der Pistoriusstraße, könnten teilversiegelt werden.

Eine weitere Möglichkeit bieten wasser- und luftdurchlässige Bodenbeläge aus einer Kies-Klebermischung, es gibt mittlerweile verschiedene Hersteller dieses Materials. Es ist jedoch nicht für das Befahren von Kraftfahrzeugen geeignet. Stattdessen wird es für Wege, Höfe, Terrassen, Baumscheiben und anderes eingesetzt (LUWADUR® o. D.; Soll-Galabau 2016). Im Untersuchungsgebiet wurden bereits die Baumscheiben an den Straßenbahnhaltestellen in der Langhansstraße damit abgedeckt (Straßen- und Grünflächenamt Pankow, unveröffentlicht). Vor allem versiegelte Flächen auf Spielplätzen könnten damit ausgetauscht werden. Der Kunststoff ist nachgiebiger als Steine und Asphalt



Abb. 12: Stark versiegelter Spielplatz in der Pistoriusstraße (Svea Hansen 2023).

und würde dadurch wahrscheinlich auch die Spielqualität auf Spielplätzen wie in Abbildung 13 erhöhen.

Auf dem Caligariplatz an der Prenzlauer Promenade könnte die Aufenthaltsqualität durch Entsiegelung und Begrünung ebenfalls erhöht werden. Wie in Abbildung 14 zu sehen, besteht der Platz bisher aus einer dunkel versiegelten Freifläche. Ein einzelner Baum spendet Schatten und lädt zum Aufenthalt ein. Der Platz wird ansonsten fast nur für den Durchgangsverkehr genutzt. Eine Entsiegelung und hellere Farben für die Wege würden einer Hitzeinselbildung entgegenwirken (Menke 2023, nach Santamouris 2013). Auf den freiwerdenden Flächen können Tiefbeet- Rigolen eingerichtet werden. Diese Maßnahme wird später genauer erläutert. Mit Sitzelementen im Schatten kann die Aufenthaltsqualität maßgeblich gesteigert werden. Durch eine Abschirmung aus Strauchpflanzen zur Prenzlauer Promenade, um den Verkehrslärm zu dämpfen, könnte dieser Effekt gesteigert werden.



Abb. 13: Blick auf den Caligariplatz von der Ecke Prenzlauer Promenade/ Gustav- Adolf- Straße (Google Street View 2022).

Regenrückhaltebecken und Muldenversickerung

Eins der klassischsten Maßnahmen der Schwammstadt ist das Sammeln und Versickern von Niederschlägen. Sie werden dezentral in den Becken verschiedenster Größe gesammelt und langsam an die Umgebung abgegeben. Das Fassungsvermögen ist variabel und wird den Gegebenheiten vor Ort angepasst. Je nach Größe und Art der Anlage handelt es sich um ein Regenrückhaltebecken oder eine Mulde. Diese Becken können sowohl naturnah als auch technisch sein.

Regenrückhaltebecken sind die größten in dieser Kategorie. Es handelt sich um Senken mit mehr oder weniger steilen Wänden. Niederschläge werden darin eingeleitet, um langsam zu versickern, dadurch kommt es immer wieder zu temporären Wasserstau. Naturnahe Regenrückhaltebecken sind bewachsene Erdsenken, sie fügen sich gut in große Grünflächen ein, eine direkte sonstige Nutzung ist bisher jedoch nicht möglich. Das gesammelte Wasser versickert natürlich. Technische Regenrückhaltebecken bestehen meist aus Beton und das gesammelte Wasser kann gereinigt und gezielt abgeleitet werden. Dabei wird es entweder ebenfalls versickert oder gedrosselt in die Kanalisation oder in ein Gewässer geleitet. Für den Bau von Regenrückhaltebecken gibt es verschiedene Vorgaben, welche in Merk- und Arbeitsblättern festgelegt sind, mit ihrer Hilfe lässt sich auch die notwendige Größe berechnen (Nowak et al 2018). Da in dieser Arbeit nur theoretische Vorschläge gemacht werden, deren endgültige Umsetzung von sehr vielen verschiedenen Faktoren abhängen und die Arbeitsblätter nicht frei zugänglich sind, wird von diesen Berechnungen abgesehen (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. 2013).

Mulden zur Versickerung sind deutlich kleiner als Regenrückhaltebecken, in ihrer Nutzung ansonsten jedoch sehr ähnlich. Die naturnahen Mulden sollen sich innerhalb eines Tages wieder leeren, daher muss der Boden eine hohe Versickerungsleistung aufweisen. Da sie gut in Grünanlagen angewendet werden können, werden sie auch als Raingarden bezeichnet.

Vor allem bei der Umwandlung des Parkplatzes Pistoriusplatz zur öffentlichen Grünanlage könnte ein Regenrückhaltebecken in die Planung einbezogen werden. Dabei sollte jedoch eine mögliche Bodensanierung mitbedacht werden. Es könnte möglich sein, die gesamte Fläche mit einem Gefälle zur Mitte anzulegen, damit im Falle von Starkregenereignissen der komplette Park als Wasserrückhalt dienen kann, ähnlich den speziellen Sportfeldern in den Plänen für das Sportforum Hohenschönhausen (siehe Kapitel 3.1.). Dabei muss jedoch bei der Vegetation und der Ausstattung des Parks, zum Beispiel Bänke, darauf geachtet werden, dass diese temporärem Dauerstau standhalten. Das Wasser muss außerdem gedrosselt eingeleitet werden, damit es nicht zu einer plötzlichen Überflutung kommt, welche Nutzer des Parks überraschen und gefährden würde. Außerdem sollte es mit Drainagen sowie Rigolen kombiniert werden, um ein schnelleres Abfließen des Wassers zu gewährleisten. Die Planung des Parks als zusätzlicher Retentionsraumes würde auch dem StEP Klima Konkret 2016 entsprechen, welches ebenfalls Grünflächen als „Notüberlauf“ vorschlägt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin 2016).

Bei der Brache zwischen Prenzlauer Promenade und Heinersdorfer Straße könnte ähnlich vorgegangen werden. Pläne und Besitzverhältnisse für diese Fläche sind nicht bekannt. Auf Satellitenbildern ist zu sehen, dass sie bis mindestens 2012 als Parkplatz genutzt wurde (Google Earth pro 2023). Dies deutet auf einen Altlastenbestand hin. Es wäre also zu prüfen, ob eine Entsiegelung und Sanierung der Fläche im Verhältnis zur möglichen Kapazität eines Regenrückhaltebeckens an dieser Stelle stehen. Es ist möglich, dass das Kosten-Nutzen-

Verhältnis nicht rentabel ist, wenn die Maßnahmen nur für ein Becken durchgeführt werden. Bei weiteren Vorhaben, wie zum Beispiel die Errichtung einer öffentlichen Grünanlage wie am Pistoriusplatz oder einem naturnahen Innenhof für die Anwohner, welche eine Entsiegelung und Sanierung notwendig machen, könnten auch ein Regenrückhaltebecken mit den oben genannten Auflagen oder vereinzelte Versickerungsmulden mit angelegt werden.

Die Mittelinsel des Kreisverkehrs am Hamburgerplatz ist derzeit flächig bodennah begrünt, mit einigen wenigen Strauchpflanzen in der Mitte. Da eine Nutzung durch den umliegenden Kreisverkehr nicht möglich ist, würde sich hier ein Regenrückhaltebecken anbieten, sowohl ein naturnahes als auch ein technisches wären möglich. Als Einzugsgebiet kämen sowohl die umliegenden Verkehrs- sowie Dachflächen infrage. Die notwendige Absperrung, um zu verhindern, dass Kraftfahrzeuge ins Becken fahren, könnte begrünt werden. (Nowak et al. 2018)

Der geplante Pocketpark in der Langhansstraße ist zu klein für ein Regenrückhaltebecken, hier könnte eine Mulde angelegt werden, um zumindest die Verschlammung des Parks bei Starkregen zu verhindern. Gleiches gilt für die Grünfläche an der Ecke Straße Am Steinberg/Pistoriusstraße, für das Sanierungsgebiet sind dort keine Maßnahmen geplant. Die Fläche macht einen vernachlässigten Eindruck und ist stark durch Trampelpfade und Trockenheit geprägt, wie in Abbildung 15 zu sehen ist. Eine Versickerungsmulde könnte die Bewässerung der Vegetation fördern. Außerdem könnte ein Weg angelegt werden, um den Durchgangsverkehr zu lenken. Eine Mulde könnte auch hier einer Verschlammung entgegenwirken.



Abb. 14: Grünfläche an der Ecke Straße am Steinberg/Pistoriusstraße (Svea Hansen 2023).

Ebenso könnten auf bestehenden und geplanten Spielplätzen kleine Mulden angelegt werden. Sie könnten Verschlammung entgegenwirken und das Mikroklima verbessern. Sogar ein temporärer Wasserspielplatz wäre denkbar, wenn die Niederschläge der umliegenden Dächer und Flächen, dorthin geleitet werden. Auf Verkehrsflächen sollte in diesem Fall jedoch verzichtet werden. Durch sanfte Abhänge, statt Ummauerung, wäre die Fläche auch bei Trockenheit weiterhin nutzbar. Gleiches gilt für den Gemeinschaftspark an der Charlottenburger Straße/Max-Steinke-Straße. Die kleine Fläche befindet sich im Bestand des Straßen- und Grünflächenamtes und wird von Anwohnern betreut. Eine Versickerungsmulde könnte auch hier das Mikroklima und die Bewässerung verbessern. Dekorationselemente und mehrjährige Bepflanzung darunter auch Obstbäume sollten dabei als limitierender Faktor für die Größe der Mulde gesehen werden. Ein Mulden- Rigolen-System könnte dies wieder ausgleichen.

Eine weitere Möglichkeit Mulden anzulegen, bietet Straßenbegleitgrün. Die Grünstreifen zwischen Straße und Bürgersteig können bei Ausreichender Versickerungsleistung des Bodens in der Mitte leicht ausgehoben werden. Bei Bürgersteigsanierungen kann zusätzlich ein leichtes Gefälle zur Straße hin angelegt werden. Dadurch würde auch Pfützenbildung auf den Gehwegen verhindert werden. Durch die Mulde würde sich weiterhin die Bewässerung der Vegetation verbessern. Sie sollte jedoch nicht zu tief sein, um eine Querung für Fußgänger weiterhin zu ermöglichen.

Die Eignung von Versickerungsmulden ist stark von der Versickerungsleistung des Bodens abhängig. Laut Umweltatlas liegt die Wasserdurchlässigkeit im Untersuchungsgebiet bei 5- > 1 Meter und ist damit schlecht. Da die Untersuchung nur mit stellenweisen Bohrungen durchgeführt wurde, muss dieser Umstand jedoch zwingend vor Errichtung solcher Anlagen genauer geprüft werden (Umweltatlas Berlin 2019a; b). Bei schlechter Versickerungsleistung sollten Mulden nur in Kombination mit Drainagen oder Rigolen eingesetzt werden, letzteres wird im Folgenden vorgestellt. Auch Regenrückhaltebecken können durch Drainage unterstützt werden. Da sie in der Regel für Dauerstau ausgelegt sind, ist es dort nicht zwingend notwendig (Nowak et al. 2018).

Rigolen-Systeme

Dieses Element dient ebenfalls der Versickerung von Wasser, wirkt allerdings unterirdisch. Dafür werden mit Geotextil oder Filterfließ ummantelte Blöcke aus Kies oder ähnlich durchlässigem Substrat versenkt, das Wasser wird darin gespeichert, bis es versickert ist. Rigolen können mit verschiedensten anderen Maßnahmen kombiniert werden und sind dadurch divers einsetzbar. (Matzinger et al. 2017)

Verbunden mit Versickerungsmulden können Rigolen das Einzugsgebiet vergrößern, ohne dass mehr Fläche notwendig ist. Besonders auf Böden mit geringer Versickerungsleistung, wie im Untersuchungsgebiet, bietet sich diese Vorgehensweise an. Auf diese Weise wird das Wasser weiterhin durch die obere Bodenschicht gefiltert und muss nicht zusätzlich gereinigt werden.

Dies ist der Fall, wenn Abwässer von Verkehrsflächen direkt in die unterirdische Rigole geleitet werden. Um eine Verunreinigung des Grundwassers zu verhindern, muss das Wasser zunächst mechanisch, zum Beispiel mit Absatzfiltern gereinigt werden, bevor es in der Rigole versickern kann. (Nowak et al. 2018)

Bei Baum-Rigolen oder auch Tiefbeet-Rigolen stellt sich diese Frage weniger, da potentielle Schadstoffe auch von den Bäumen aufgenommen werden. Anstatt eines Rigolen-Systems unter einer Grünfläche wird hierbei eine durchlässige Substratschicht, zum Beispiel aus Kies oder Porenbeton, unter einer Baumscheibe eingerichtet. Die Seitenwände der Baumscheibe

sind etwas erhöht, sodass die Niederschläge nicht abfließen können. Ein Notüberlauf führt direkt in die Kanalisation. Zusätzlich kann Wasser von umliegenden Dach- und Verkehrsflächen eingeleitet werden. Die Bepflanzung ist sehr heterogen möglich, neben Bäumen sind auch Sträucher oder nur bodennahe Vegetation denkbar. In diesem Fall spricht man von einer Tiefbeet-Rigole. Die Pflanzen sollten jedoch temporären Dauerstau aushalten. Bäume haben eine erhöhte Verdunstungsrate als kleinerer Bewuchs, das gestaute Wasser wird also schneller aufgenommen. Durch gedrosselte Einleitung können die Pflanzen zumindest zeitweise ohne den Einsatz von Trinkwasser bewässert werden. Eine nachträgliche Installation unter Bestandsbäumen ist nicht möglich. Daher bietet sich diese Maßnahme nur bedingt im Untersuchungsgebiet an. Ein Großteil des Gebietes ist bereits mit Straßenbäumen ausgestattet. Lediglich die Heinersdorfer Straße und die Tassostraße würden sich anbieten, da dort bisher so gut wie gar keine Vegetation vorhanden ist. Eine Bepflanzung würde das Mikroklima fördern und eine Hitzeinselbildung verhindern. In diesem Zuge, könnte direkt ein Tiefbeet-Rigolen-System angewendet werden. (ebd.)

Im Bestand könnten Tiefbeet-Rigolen von Hausbesitzern in den Vorgärten umgesetzt werden. Bei der Kartierung des Untersuchungsgebietes wurden die größeren Beete aufgenommen, sie haben insgesamt eine Fläche von ca. 4.200 m². Die Strauch- und Blumenpflanzungen, wachsen in der Regel schneller nach als Straßenbäume. Dennoch wäre es ein starker Eingriff, welcher aus ökologischen und ästhetischen Gründen am besten gestaffelt durchgeführt wird. Da es sich um private Flächen handelt, sind wahrscheinlich staatliche Anreize wie Fördergelder oder ähnliches notwendig, um es durchzusetzen. Als Vorgärten werden Grünflächen gewertet, welche zwischen Verkehrsflächen und Häusern liegen und zum Grundstück der Hauseigentümer gehören, Abbildung 16 ist ein Beispiel zu sehen. Die Bepflanzung dort besteht überwiegend aus krautigen Pflanzen und Spontanvegetation. (ebd.)



Abb. 15: Vorgarten in der Charlottenburgerstraße, beim Pistoriusplatz (Svea Hansen 2023).

Wie bereits erwähnt bietet sich auch der Caligariplatz für die Anlegung von Beeten in Verbindung mit Tiefbeet-Rigolen an. Sollte der Platz entsiegelt werden, könnte auch eine große Rigole unter dem gesamten Platz angelegt werden. Dadurch könnten die Niederschläge der umliegenden Dach- und Verkehrsflächen dorthin geleitet werden. Die neuen Grünanlagen müssten entweder groß genug sein, um das Wasser temporär aufzunehmen und zu filtern. Alternativ müsste eine zusätzliche Reinigungsstufe in die Rigole integriert werden. Die Größe der Rigole hängt auch von der bereits vorhandenen Untergrundnutzung durch Kanäle und Ähnliches ab. (ebd.)

Dachbegrünung

Bei Dachbegrünung wird zwischen intensiver und extensiver Begrünung unterschieden. Intensive Begrünung ist pflegeaufwendiger und zum Aufenthalt geeignet. Extensive Dachbegrünung wird von Flechten und Moosen dominiert, die keine Pflege und zusätzliche Bewässerung benötigen, diese Flächen sind nicht zum Aufenthalt geeignet. Die insgesamt 10.760 m² Gründach im Untersuchungsgebiet teilen sich in 9.431 m² extensiver und 1.328 m² intensiver Begrünung auf. Die Diskrepanz lässt sich auf den Errichtungs- und Pflegeaufwand zurückführen. In der Regel können Dächer mit einer Neigung bis 45° begrünt werden. Es spielt jedoch auch die Statik des Gebäudes eine Rolle. Substrat und Vegetation haben ein erhebliches Eigengewicht, welches das Gebäude aushalten muss. Bei der Wahl zwischen intensiver und extensiver Begrünung ist vor allem der Pflegeaufwand entscheidend. Intensive Dachbegrünung ähnelt einer Grünfläche am Boden und muss dementsprechend gedüngt, geschnitten und umsorgt werden. Extensive Dachbegrünung kommt wie bereits erwähnt größtenteils ohne Pflege aus (Matzinger et al. 2017).

Da diese Entscheidung vom Vorhabenträger gefällt werden muss, wird im Folgenden von allgemeiner Dachbegrünung gesprochen. Durch die heterogene Bebauung ist auch die Dachlandschaft im Sanierungsgebiet sehr divers. Eine Darstellung aller potentiell zu begründenden Gebäude im Untersuchungsgebiet wäre nicht verhältnismäßig. Satellitenbilder zeigen einen großen Anteil an Flachdächern. Gebäude der öffentlichen Hand sind jedoch bis auf den Jugendclub Maxim nicht dabei. Das Gebäude des Maxim soll im Zuge der Sanierungsmaßnahmen abgerissen und neu errichtet werden. Außerdem soll auf einem Teil des Grundstücks ein öffentlicher Spielplatz entstehen. An dieser Stelle befindet sich derzeit unter anderem der Schulgarten des Jugendclubs (Vos et al. 2021). Die verlorene Fläche könnte durch eine intensive Dachbegrünung des neuen Gebäudes ausgeglichen werden.

Auffällig ist, dass im Sanierungsgebiet nur ein Einzelhandelsstandort Dachbegrünung aufweist. Die beiden Gebäude an der Ecke Langhansstraße/Börnestraße sind vollständig von extensiver Dachbegrünung bedeckt. Die restlichen Einzelhandelsstandorte mit typischer Flachbauweise weisen keine Gründächer auf. Auch die Turnhalle der katholischen Theresianschule scheint sehr geeignet für eine Begrünung. Da das Sanierungsgebiet sich innerhalb der Förderkulisse von Gründach PLUS befindet, könnte betreffenden Akteuren dieses Programm nahegelegt werden (Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt o. D. a).

Filterschachtanlagen

In dieser Kategorie befinden sich verschiedene technische Möglichkeiten gesammeltes Regenwasser zu filtern und damit die Qualität der Einleitgewässer zu verbessern (Nowak et al. 2018). Im Untersuchungsgebiet betrifft dies vor allem den Kreuzpfuhl, welcher als Regenüberlauf für das Gebiet fungiert. In der Vergangenheit wurden auch der Goldfischteich und der Weiße See dafür genutzt (Umwelt- und Naturschutzamt Pankow, unveröffentlicht). Mit Blick auf gehäuft auftretende Starkregenereignisse könnte über die Reaktivierung dieser Systeme nachgedacht werden. Da der Weiße See ein Badegewässer höchster Güte ist, wäre hier eine Vorreinigung des Wassers besonders wichtig. Auch ein Anschluss des vom Austrocknen bedrohten Hamburger Teiches könnte möglich sein, wobei die Verhältnismäßigkeit dieser Maßnahme geprüft werden müsste (Umwelt- und Naturschutzamt Pankow, unveröffentlicht).

Eine Möglichkeit Straßenwasser zu behandeln, sind Straßenabläufe mit Einsätzen und Schlammräumen. Sie eignen sich für die bestehenden Standardabläufe und Gullys. Es gibt Ausführungen mit verschiedenen Fassungsvermögen. Das Wasser wird gefiltert und die Stoffe setzen sich in Eimern ab, welche regelmäßig gereinigt werden müssen, die Intervalle variieren je nach Modell und Einsatzort. Die Modelle verschiedener Hersteller haben unterschiedliche Filterleistungen und Einsatzmöglichkeiten. Nassschlammfanganlagen sind in Berlin bereits häufig vorhanden. Die zusätzlichen Filter sind von verschiedenen Herstellern erhältlich, von denen einige in „Leistungsfähigkeit von Praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext“ vorgestellt werden (Nowak et al. 2018). Einige erfordert einen Neubau des Gesamten Ablaufs, andere sind direkt nachrüstbar. Welche Komponente geeignet ist, hängt von den Standortbedingungen ab. Ein kompletter Neubau aller Abflüsse wäre unverhältnismäßig. Denkbarer wäre eine sukzessive Erneuerung im Zuge anderer Straßenbauvorhaben. Die Einsätze scheinen eher geeignet Klärwerke zu entlasten, als Niederschläge für die Einleitung in Gewässer zu reinigen (Nowak et al. 2018).

Semizentrale Schachtanlagen sind eigenständige Bauwerke, welche für die Reinigung zur Einleitung in Gewässer oder Grundwasser vorgesehen sind. Auch hier gibt es verschiedene Hersteller. Der Aufbau ähnelt sich bei allen Modellen. Im ersten Teil der Anlage werden Sedimente abgeschieden und im zweiten Teil wird das Wasser feingefiltert. Der genaue Aufbau ist je nach Einsatzort und Wasserbelastung variabel. Über die Größe der Anlagen gibt es keine Angaben. Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, scheinen sie relativ groß zu sein. Sie sind also schwieriger im Bestand zu integrieren und sollten eher bei

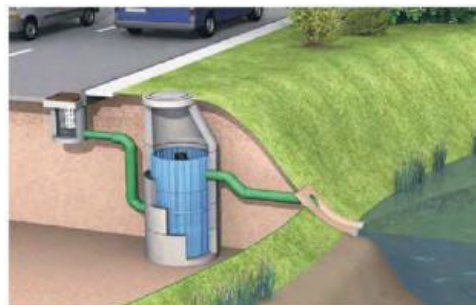


Abb. 16: Schemazeichnung einer Semizentralen Schachtanlage (Nowak et al. 2018: S. 133)

Neuplanungen mit einbezogen werden. Im Untersuchungsgebiet betrifft das vor allem die geplanten Parks und Spielplätze. Besonders der geplante Park am Pistoriusplatz bietet sich für eine solche Anlage an, da das gereinigte Wasser von dort aus vermutlich direkt in die Regenüberlaufkanäle des Kreuzpfuhl geleitet werden könnten. Ohne Kenntnis des genauen Kanalverlaufs, lässt sich diese Aussage nicht validieren. (Nowak et al. 2018)

Retentionsbodenfilteranlage

Diese Maßnahme widmet sich ebenfalls der Reinigung von Abwässern, sie braucht jedoch vergleichsweise viel Fläche und ist daher direkt im Gebiet nicht anwendbar. Sie wird dennoch vorgestellt, da sie für die Reinigung der Regenüberläufe angewendet werden könnte. Der Zufluss des Kreuzpfuhls wird derzeit durch einen unterirdischen Sandfilter ohne Absatzbecken oder Abscheider gereinigt. Die Anlage liegt unter der Woelckpromenade und ist dadurch nur schwer zugänglich, außerdem steht sie unter Denkmalschutz (Umwelt- und Naturschutzamt, unveröffentlicht). Denkbarer wäre eine Anwendung für den Goldfischteich und den Weißen See, sollten diese Gewässer als Regenüberlauf reaktiviert werden. Retentionsbodenfilteranlagen bestehen aus einem Sandfilter, welcher mit Schilf bepflanzt ist. Sie werden bereits seit den 1990er Jahren eingesetzt. Für den Bau gibt es verschiedene Vorgaben und Berechnungsvorlagen. Der Sand befindet sich in einem Becken, welches vom Wasser durchströmt wird. Grobverschmutzungen werden durch einen Vorfilter und den Sand zurückgehalten. Das Schilf nimmt Feinstoffe auf. Je nach Gegebenheiten können verschiedene Vorfilter und Filtersubstrate angewendet werden, um beispielsweise Phosphor zurückzuhalten. (Nowak et al. 2018)

4.2. Hauptprobleme der Umsetzbarkeit

Das größte Problem bei der Umsetzbarkeit ist die Finanzierung. Obwohl dieses Thema bisher ausgelassen wurde, kann man sagen, dass die Umsetzung solcher Maßnahmen in der Regel viel Geld kosten. Da die meisten Änderungen den öffentlichen Straßenraum betreffen, müsste das Land Berlin beziehungsweise, die einzelnen Bezirke dafür aufkommen. Bei privaten Eigentümern und Genossenschaften könnten Förderungen und Ähnliches einen Anreiz schaffen Maßnahmen umzusetzen. Diese würden ebenfalls den öffentlichen Haushalt belasten. Die Integration der Maßnahmen zum Regenwassermanagement in die Vorhaben des Sanierungsgebietes könnte bei richtiger Planung Geld sparen.

Unabhängig von der Finanzierung stellt auch die Diversität der Eigentümer eine Herausforderung dar. Im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil an Privateigentum bei 85%. Dies ergibt sich vor allem durch die Ruthenbergschen Höfe, deren einzelne Werkstätten sich größtenteils im Besitz von Einzeleigentümern befinden. Die Gesobau AG hält mit 7% den

größten Anteil der Wohnungsbaugenossenschaften im Quartier. Auch verschiedene kirchliche Institutionen besitzen Grundstücke im Untersuchungsgebiet. (Vos et al. 2021). Dies macht eine einheitliche Planung so gut wie unmöglich, da alle Eigentümer von sich aus entscheiden müssen, ob und welche Maßnahmen sie umsetzen möchten.

Die Diversität des Bestandes und der Denkmalschutz erschwert ebenfalls eine einheitliche Planung. Zum Beispiel müsste für jedes Gebäude die Statik und Eignung für Gründächer einzeln geprüft werden. Es gibt nur wenige Blöcke, welche einheitlich bebaut sind. Für die Ruthenbergschen Höfe müssten alle Maßnahmen mit der Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden.

Das Untersuchungsgebiet hat insgesamt eine Fläche von 99 Hektar. Diese Ausdehnung und die zuvor genannten Faktoren, machen die Umsetzung des Schwammstadtkonzeptes zu einem Langzeitprojekt, welches wahrscheinlich kaum mit dem Sanierungsgebiet verknüpfbar ist. Nur wenige Flächen, welche durch das Sanierungsgebiet vollständig neu beplant werden, könnten kurzfristig angepasst werden, wenn das Konzept in die laufende Planung integriert wird. Dieser Umstand erschwert auch die Finanzierung. Da die zeitlichen Abläufe nicht absehbar sind und eine Vielzahl von Faktoren und Akteuren beachtet werden muss, muss auch die Finanzierung sehr divers betrachtet werden. Möglich wären Subventionen wie in Breslau (Vgl. Kapitel 3.1.3) und kleinere Projektförderungen. Aber auch private Träger werden investieren müssen, um eine vollständige Umsetzung zu ermöglichen. Um diese Akteure zu überzeugen, müssen die Dringlichkeit des Themas und die Vorteile des Konzeptes weiterhin kommuniziert und besser dargestellt werden. Gleichzeitig muss der langwierige Planungsprozess berücksichtigt werden.

5. Diskussion

In Karte 5 wurden die Ergebnisse des vorherigen Kapitels zusammengefasst. Dafür wurden kombinierte Maßnahmen mit farbigen Streifen dargestellt. Die Flächen der Mulden-Rigolen-Systeme entsprechen ungefähr den Straßenseiten, auf denen sie eingesetzt werden können. Eine flächenscharfe Darstellung mit QGis ist vor allem für kleine Flächen nicht immer möglich. Es wurden nur Gebäude für eine mögliche Dachbegrünung markiert, welche in einem Gewerbegebiet liegen und daher bereits im Text angesprochen wurden. Im Sanierungsgebiet existieren eine Vielzahl weiterer Wohngebäude, welche für Dachbegrünung geeignet sein könnten. Da die Einschätzung über Satellitenbilder erfolgt, ist sie nicht valide und muss im Einzelfall geprüft werden. Eine Darstellung aller potentiellen Dachflächen wäre für diese Arbeit daher unverhältnismäßig. Die Vorschläge für den Jugendclub Maxim in der Charlottenburger Straße wurden nur symbolisch dargestellt. Für die Dachbegrünung wurde das bestehende Gebäude markiert, da die Form des geplanten Baus nicht bekannt ist. Die dargestellte Fläche nördlich davon symbolisiert den Spielplatz, welcher anstelle des alten Gebäudes entstehen soll. Aufgrund dessen wurden diese beiden Möglichkeiten aus allen folgenden Flächenberechnungen ausgeschlossen.



Karte 5: Darstellung der ermittelten Maßnahmen (Svea Hansen QGis 2023).

Aufgrund der schlechten Versickerungsleistung des Bodens im Großteil des Untersuchungsgebietes wird allgemein ein Mulden-Rigolen-System empfohlen. An der Tassostraße liegt eine sehr kleine Grünfläche mit einer Tischtennisplatte und einer kleinen Wiese. Aufgrund der geringen Nutzungsmöglichkeiten dieser Wiese und dem kleinen Einzugsgebiet, wird dort eine Versickerungsmulde ohne Rigole vorgeschlagen. Filterschachtanlagen und Retentionsbodenfilteranlagen wurden nicht in die Karte aufgenommen. Eine Darstellung aller Abflüsse im Gebiet wäre zeitlich nicht möglich und im darzustellenden Kartenausschnitt nicht nachvollziehbar. Die vorgeschlagenen Möglichkeiten für eine Retentionsbodenfilteranlage am Goldfischteich und am Weißen See befinden sich außerhalb des Kartenausschnittes.

Die Ergebniskarte zeigt, dass im Sanierungsgebiet Möglichkeiten bestehen, das Schwammstadtkonzept anzuwenden. Eine Verknüpfung mit den Maßnahmen des Sanierungsgebietes ist nur in Fällen möglich, in denen ein Neubau oder eine Nutzungsänderung geplant ist, wie zum Beispiel bei Errichtung der neuen Spielplätze. Die Umwandlung des Pistoriusplatzes vom Parkplatz in eine Grünfläche ist auch ohne zusätzliche Maßnahmen im Sinne des Schwammstadtkonzeptes. Die Anwendung im öffentlichen Raum ist jedoch begrenzt. Viele Maßnahmen im Gebiet sind nur von Privateigentümern umsetzbar, zum Beispiel die Entsiegelung der Parkplätze und das Nachrüsten von Gründächern. Der Caligariplatz ist mit knapp 2.000 m² neben dem ca. 3.500 m² großen Pistoriusplatz die größte zusammengehörige Fläche in öffentlicher Hand im Sanierungsgebiet, welche an das Schwammstadtkonzept angepasst werden könnte. Die bestehenden und geplanten Spielplätze, welche mit einem Mulden-Rigolen-System ausgestattet werden könnten, bilden zusammen eine Fläche von fast 8.000m². Aufgenommene öffentliche Freiflächen, wie der Gemeinschaftspark und der geplante Pocketpark fügen dem noch einmal fast 3.500 m² hinzu. Die Möglichkeiten für ein Mulden-Rigolen-System im Straßenbegleitgrün, sowie die Flächen für Tiefbeet- Rigolen/Baum-Rigolen können nicht flächenscharf dargestellt werden, daher sind für diese Flächen keine Größenangaben möglich. Damit existieren nach dieser Untersuchung im Sanierungsgebiet ca. 70.000 m² Fläche, welche an das Schwammstadtkonzept angepasst werden könnte. Ausgenommen die zuvor genannten nicht vergleichbar darstellbaren Flächen. Davon sind ca. 24.000 m² entsiegelbare Einzelhandelsparkplätze und noch einmal ca. 14.000 m² begrünbare Dachflächen von Einzelhandelsgebäuden. Die kartierten Vorgärten für Tiefbeet-Rigolen haben insgesamt eine Fläche von ca. 4.000 m². Die Gesamtgröße der einzelnen Kategorien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. (QGis 3.16.8 Statistikanwendung)

Tabelle 2

Maßnahme	Gesamtgröße in m² (gerundet)
Entsiegelung	30.000 m ²
Entsiegelung + Rigole	2.300 m ²
Regenrückhaltebecken	4.300 m ²
Versickerungsmulden	500 m ²
Mulden- Rigolen- System (ohne Straßenbegleitgrün)	14.000 m ²
Dachbegrünung	14.000 m ²

Der bereits im Kapitel 4. erwähnte KURAS- Leitfaden enthält neben den Steckbriefen auch die sogenannte KURAS Methode, mit welcher die Anwendung der vorgestellten Elemente in Plangebieten bewertet werden kann. Bei der Anpassung des Quartiers Langhansstraße an das Schwammstadtprinzip wäre dies der nächste Schritt. Eine Anwendung der Methode im Rahmen dieser Arbeit ist aus Zeitgründen nicht möglich. Die KURAS Methode stützt sich nicht nur auf die baulichen Gegebenheiten, sondern bewertet auch den Einfluss auf Anwohner und Umwelt, sowie die erforderlichen Kosten. Im nächsten Schritt könnten die hier vorgeschlagen Maßnahmen für das Sanierungsgebiet mit Hilfe der KURAS Methode auf ihre tatsächliche Anwendbarkeit geprüft werden. Vor allem die Finanzierung wird dabei eine Rolle spielen. Aufgrund der Rahmenbedingungen der Arbeit wurde dieser Punkt außen vor vorgelesen. Er stellt jedoch ein wichtiges Kriterium für die Umsetzbarkeit der Maßnahmen dar. (Matzinger et al. 2017)

Die Vorgehensweise dieser Arbeit wäre auch auf andere Gebiete übertragbar, jedoch nicht empfehlenswert. Durch den theoretischen Charakter der Untersuchung mussten zu viele Aspekte außer Acht gelassen werden. Sinnvoller wäre eine Anwendung der KURAS-Methode oder die Integration des Schwammstadtkonzeptes in die Bauleitplanung. Ganzheitliches, nachhaltiges Regenwassermanagement könnte zum Beispiel ein Teil der Umweltprüfung werden und zur Kompensation beitragen. Regenwasser könnte als Schutzgut in den „Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen“ aufgenommen werden. Entweder eigenständig oder als Unterpunkt des Schutzgutes Wasser (Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt 2023). Die Maßnahmen zur Erreichung des notwendigen Biotopflächenfaktors bei Um- und Neubauten im Landschaftsplangebieten können bereits als Teil des Schwammstadtkonzeptes angesehen werden. Maßnahmen wie Entsiegelung und Gebäudebegrünung sind bereits Teil des Biotopflächenfaktors. Zur Schaffung von „Naturhaushaltswirksamen Flächen“ (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2021: S. 4) könnten dem noch weitere Elemente wie zum Beispiel Versickerungsmulden, hinzugefügt werden. Damit wäre

eine Umsetzung des Schwammstadtkonzeptes in Landschaftsplangebieten vereinfacht. (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2021).

Das Schwammstadtkonzept ist ein Überbegriff für viele Maßnahmen, welche teilweise schon sehr lange umgesetzt werden. Neu ist nur der ganzheitliche Ansatz, sowie einige technische Errungenschaften. Dadurch ist das Thema teilweise schwer abzugrenzen. Diese Arbeit stellt ausschließlich einen verkürzten Ausschnitt der Betrachtung dar. Durch die Aktualität gibt es außerdem eine Vielzahl an Publikationen und Akteuren, die sich mit dem Thema beschäftigen. Darunter zum Beispiel die Regenwasseragentur. Diese Akteure arbeiten in ihren Veröffentlichungen nicht immer nach wissenschaftlichen Standards, zum Beispiel Nennung des Autors und des Datums. Die Quellenarbeit war durch diese Faktoren zwischenzeitlich sehr herausfordernd. Vor allem die Wertung der Relevanz der Quellen ist nicht immer leichtgefallen. Aus diesem Grund werden im Anhang weiterführende Quellen aufgeführt, welche nicht für diese Arbeit verwendet, werden konnten.

I. Weiterführende Quellen

Anterola, Jeremy; Brüning, Herbert; Dr. Frick-Trzebitzky, Fanny; Gunkel, Michel; Dr. Libbe, Jens; Dr. Liehr, Stefan; Dr. Matzinger, Andreas; Nenz, Diana; Reichmann, Brigitte; Dr.-Ing. Rouault, Pascale; Dr. Schramm, Engelbert; Dr. Stieß, Immanuel; Trapp, Jan Hendrik; Dr. Winke, Martina (2020): *Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen. Ein Beitrag zur Klimaanpassung in Kommunen*. Hrsg. Trapp, Jan Hendrik; Winker, Martina, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH. Berlin.

Becker, Dr. Carlo (o. D.): *Strategien für eine hitzeangepasste und wassersensible Stadt*. Hrsg. bgmr Landschaftsarchitekten GmbH.

Burkhardt, Micheal; Kulli, Beatrice; Saluz, Andrea (2022): *Planungshilfe Schwammstadt im Straßenraum. Umgang mit Platz- und Strassenabwasser bei der Anwendung von Pflanzsubstraten*. Hrsg. Ostschweizer Fachhochschule Rapperswil; Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil, Grün Stadt Zürich.

Damian, Greter (2022): *Entwicklung eines Konzepts für ein integrales Regenwassermanagement für die Stadt Luzern*. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Wädenswil.

Filho, Walter Leal (2017): Innovationen im Regenwassermanagement in Hamburg. In *Innovation in der Nachhaltigkeitsforschung. Ein Beitrag zur Umsetzung der UNO Nachhaltigkeitsziele*. Hrsg. Filho, Walter Leal (2017) Springer Spektrum. Berlin.

Giudice, Benedetta; Novarina, Gilles; Voghera, Angioletta (2023): *Green Infrastructure. Planning Strategies and Environmental Design*. Springer Nature Switzerland AG. Cham.

Griffiths, James †; Chan, Faith Ka Shun; Shao, Michelle; Zhu, Fangfang; Higgitt, David Laurence (2019): *Interpretation and application of Sponge City guidelines in China*. The Royal Society Publishing. Christchurch.

Jia, Lu; Xu, Guoce; Huang, Miansong; Li, Zhanbin; Li, Peng; Zhang, Zhenxi; Wang, Bin; Zhang, Yixin; Cheng, Yuting (2020): *Effects of Sponge City Development on Soil Moisture and Water Quality in a Typical City in the Loess Plateau in China*. In China. *Front. Earth Sci.* 8:125.

Runge, Hella Dr. (2022) *Herausforderung Regenwasser*. Vulkan- Verlag GmbH. Essen.

II. Quellen

Alle Übersetzungen von Texten und Webseiten zu Recherchezwecken wurden mit DeepL oder dem Microsoft Translator durchgeführt.

Informationen mit dem Vermerk „unveröffentlicht“ wurden durch die Zusammenarbeit mit dem Umwelt- und Naturschutzamt Pankow erlangt und sind dort durch Nachfrage zu überprüfen.

Literaturquellen

Berliner Feuerwehr (Hrsg.) (2018): *Jahresbericht 2017*. Ohne Verlag. Berlin.

Berliner Wasserbetriebe (Hrsg.) (2012): *Die Berliner Kanalisation. Unsichtbar und unentbehrlich*. Ohne Verlag. Berlin.

BlueGreenStreets (Hrsg.) (2020): *BlueGreenStreets als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissenstand 2020. Statusbericht im Rahmen der BMBF Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z)*. Ohne Autor. Hamburg.

Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., Offermann, M., Strehl, C., Nickel, D., Sieker, H., Pallasch, M., Köhler, M., Kaiser, D., Möller, C., Büter, B., Leßmann, D., von Tils, R., Säumel, I., Pille, L., Winkler, A., Bartel, H., Heise, S., Heinzmann, B., Joswig, K., Rehfeld-Klein, M., Reichmann, B. (2017): *Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS*. Ohne Verlag. Berlin.

Menke, Eric (2023): *Erkundung des Mitigationspotenzials von Hitzeinseln mittels der Konzepte „Superblock“ und „Kühle Meile“ am Beispiel der Stadt Wien*. Diplomarbeit, Technische Universität Wien.

Nach:

Santamouris, M. (2013): *Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island—A review of the actual developments*. Ohne Verlag. Athen.

Nowak, Jens; Rühmland, Sabine; Rustige, Heribert; Post, Mike; Sommer, Harald (2018): *Leistungsfähigkeit von Praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im Urbanen Kontext*. Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin - FB Wasserwirtschaft. Berlin.

Pancewicz, Alina; Anczykowska, Wiktoria, Żak, Natalia (2023): *Climate change adaptation activities planning and implementation in large cities: results of research carried out in Poland and selected European cities*. Springer Link: Climatic Change 176, 116 (2023).

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (Hrsg.) (2023): *Anpassung Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen*. Berlin.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hrsg.) (2016): *Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Ohne Verlag. Berlin.

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.) (2021): *Der Biotopflächenfaktor. Ihr ökologisches Planungsinstrument*. Ohne Verlag. Berlin.

Stadt Berlin/ Bezirksamt Treptow-Köpenick Abt. Bauen, Stadtentwicklung und Umwelt (2017): *Vorhabenbezogener Bebauungsplan XV- 29b VE*. Aufgestellt 2016 für das Grundstück Ortolfstraße 50/58 im Bezirk Treptow-Köpenick, Ortsteil Altglienicke.

Tokarczyk-Dorociak, Katarzyna; Walter, Ewa; Kobierska, Katarzyna; Kołodyński, Robert (2017): Rainwater Management in the Urban Landscape of Wrocław in Terms of Adaption to Climate Change. In: *Journal of Ecological Engineering* Volume 18.

Vos, Bededikt; Hammoud, Zeinab; Nickel, Katharina; Kube, Olaf; Lobert, Salomé; Wermbter, Niklas; Gergs, Antonia (2021): *Vorbereitende Untersuchungen gem. § 141 BauGB für das Untersuchungsgebiet Pankow-Langhansstraße. Abschlussbericht*. Hrsg. S.T.E.R.N. Gesellschaft der behutsamen Stadterneuerung mbH. Berlin.

Internetquellen

Berliner Wasserbetriebe (o. D.): Regenwassernutzung.

URL: <https://www.bwb.de/de/regenwassernutzung.php> [04.10.2023].

BUND Landesverband Berlin (o. D.): Schwammstadt - Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung.

URL: <https://www.bund-berlin.de/themen/stadtnatur/stadtwasser/schwammstadt/> [14.08.2023].

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (2013): DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen.

URL: <https://de.dwa.de/de/regelwerk-news-volltext/dwa-a-117-bemessung-von-regenrueckhalterraeumen.html> [04.09.2023].

Deutscher Wetterdienst (o. D.): Wetter- und Klima Lexikon. Mikroklima.

URL: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=>

Entwicklungsstadt (2021): „Sport findet Stadt“: Umbau des Sportforums Hohenschönhausen.

URL: <https://entwicklungsstadt.de/sport-findet-stadt-umbau-des-sportforums-hohenschoenhausen/> [01.09.2023].

Europäische Kommission (o. D.): Folgen des Klimawandels.

URL: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_de [04.10.2023].

Geomer GmbH (o. D.): Starkregen und Klimawandel.

URL: <https://www.starkregengefahr.de/wissenswertes/starkregen-und-klimawandel/> [04.10.2023].

Geoportal Berlin (2023a): [FNP (Flächennutzungsplan Berlin), aktuelle Arbeitskarte].

URL: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

- Geoportal Berlin (2023b): [ALKIS Berlin Flurstücke].
URL: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>
- Google Earth pro (2023): Historische Bilder 2000- 2023. Stadtgebiet Berlin Weißensee.
Desktopanwendung
- Grow Green (o. D. a): Wroclaw.
URL: <http://growgreenproject.eu/city-actions/wroclaw/> [31.08.2023].
- Grow Green (o. D. b): Project.
URL: <https://growgreenproject.eu/about/project/>
- Heinz- Brandt- Schule (o. D.): Impressum.
URL: <https://heinz-brandt-schule.de/eine-seite/>
- Holzwarth Landschaftsarchitektur (2020): Sportforum Berlin | 2020 | 1. Preis.
URL: <https://holzwarth-landschaftsarchitektur.de/wettbewerb/sportforum-berlin-2020-1-preis/> [01.09.2023].
- Hydro International (o. D.): Sponge Cities
URL: <https://www.hydro-int.com/en/sponge-cities> [15.07.2023].
- ICLEI Local Governments for Sustainability (o. D.): Wrocław (Poland).
URL: <https://iclei-europe.org/member-in-the-spotlight/wroclaw/> [31.08.2023].
- Jugend- und Sozialwerk gemeinnützige GmbH (o. D.): Willkommen in der Kita Charlottes
Spatzenkinder.
URL: <http://www.jugendundsozialwerk.de/kitas/berlin/pankow/kita-charlottes-spatzenkinder/> [24.09.2023].
- Katholische Theresienschule (o. D.): Impressum.
URL: <https://theresienschule.de/impressum>
- Kindergärten NordOst (o. D.): Streustraße.
URL: <https://www.kigaeno.de/streustrasse/> [24.09.2023].
- Kleine Künstler ganz groß gGmbH (o. D.): Bewegungsorientierte Kita in Berlin-
Weißensee.
URL: <https://www.kitalangohr.de/> [24.09.2023].
- Landesdenkmalamt Berlin (o. D. a): Denkmaldatenbank. Sportforum Berlin.
URL: https://denkmaldatenbank.berlin.de/daobj.php?obj_dok_nr=09045511
[26.08.2023].
- Landesdenkmalamt Berlin (o. D. b): Denkmaldatenbank. Ruthenbergsche
Mietgewerbehöfe.
URL: https://denkmaldatenbank.berlin.de/daobj.php?obj_dok_nr=09040617
[16.08.2023].
- LUWADUR® (o. D.): Anwendungsbereiche.
URL: <https://www.luwadur.de/anwendungsbereiche> [04.09.2023].

- Maria Luft (2012): Breslau/Wrocław. In: Online-Lexikon zur Kultur und Geschichte der Deutschen im östlichen Europa.
 URL: <https://ome-lexikon.uni-oldenburg.de/orte/breslau-wroclaw> [31.08.2023].
- Moch, Bartosz (2021, aktualisiert 2022): Zielone ściany i dachy – zwolnienie z podatku od nieruchomości.
 URL: <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/zielone-sciany-dachy-zwolnienie-z-podatku-od-nieruchomosci> [31.08.2023].
- Moch, Bartosz (2022): Łapanie deszczówki znów bardzo popularne we Wrocławiu. Trwa jeszcze nabór dla spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych.
 URL: <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/zlap-deszcz-2022-wnioski-doplaty-1> [31.08.2023].
- Moch, Bartosz (2023): Wyższa trawa to wiele korzyści. Rusza sezon #EKOszenia. Gdzie i kiedy miasto kosi trawniki?
 URL: <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/ekoszenie-we-wroclawiu-zasady-koszenia-trawnikow> [31.08.2023].
- Nathusius, Frauke von (2021): Barrierefreier Stellplatz und Garage.
 URL: <https://www.barrierefreie-immobilie.de/barrierefreies-wohnen/erschliessung/barrierefreier-stellplatz/#:~:text=Ungeeignet%20f%C3%BCr%20die%20Nutzung%20mit,%2C%20einen%20festen%2C%20ebenen%20Belag> [04.09.2023].
- Primo- Levi- Gymnasium Weißensee (o. D.): Impressum.
 URL: <http://www.plg-berlin.de/impressum.php>
- Regenwasseragentur (2023): Forum Regenwasser – 10 Ideen für die Schwammhauptstadt.
 URL: <https://regenwasseragentur.berlin/forum-regenwasser-2023/> [12.07.2023].
- Regenwasseragentur (o. D. a): Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung Potsdamer Platz.
 URL: <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/dezentrale-regenwasserbewirtschaftung-potsdamer-platz/> [12.07.2023].
- Regenwasseragentur (o. D. b): Baugruppe Moabit B27.
 URL: <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/baugruppe-moabit-b27/> [12.07.2023].
- Regenwasseragentur (o. D. c): Stockholmer Methode Askøgade.
 URL: <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/stockholmer-methode-askogade/> [12.07.2023].
- Regenwasseragentur (o. D. d): Neubau-Quartier Ortolfstraße.
 URL: <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/neubauquartier-ortolfstrasse/#section-documentation> [12.07.2023].
- Saad, Ali (o. D.): Neue Berliner Mischung?
 URL: <https://www.bauwelt.de/themen/bauten/Neue-Berliner-Mischung-Wohnen-Gewerbe-Produktion-Stadtstruktur-Wohnraum-Senat-Nutzungsmischung-Marquez-Deadline-Augustin-und-Frank-Cityfoerster-EM2N-2662929.html> [24.08.2023].

Schule am Hamburger Platz (o. D.): Impressum.

URL: <https://www.schule-am-hamburger-platz.de/impressum/>

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (o. D. a):
GründachPLUS – Berlin klimarobust machen mit grünen Dächern und Fassaden.

URL: <https://www.berlin.de/sen/uvk/natur-und-gruen/stadtgruen/gebaeudegruen/gruendachplus/> [31.08.2023].

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (o. D. b):
Bodenbelastungskataster (BBK)

URL: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/nachsorgender-bodenschutz-altlasten/bodenbelastungskataster-bbk/> [23.08.2023].

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen (o. D.):

/download/sportforum/1_Preis/. Dokument 1001a, last modified: 2021-01-14 17:01.

URL: https://stadtentwicklung.berlin.de/download/sportforum/1_Preis/ [01.09.2023].

SIEKER (o. D.): The concept of „Sponge-city“.

URL: <https://www.sieker.de/en/fachinformationen/dealing-with-rainwater/article/the-concept-of-sponge-city-579.html> [25.09.2023].

Soll- Galabau (2016): Wasser- und luftdurchlässige Belagsflächen - für Natur und Mensch!

URL: <https://www.soll-galabau.de/aktuelle-news/ansicht-aktuelles/datum/2016/07/21/wasser-und-luftdurchlaessige-belagsflaechen-fuer-natur-und-mensch.html> [04.09.2023].

Turenscape (o. D.): „Sponge City“ Theory and Practice by Kongjian and his Team.

URL: <https://www.turenscape.com/topic/en/spongecity/index.html#area2> [12.07.2023].

Umwelt Bundesamt (2022): Forschungskonferenz Klimaresiliente Schwammstadt.

URL: <https://www.umweltbundesamt.de/forschungskonferenz-klimaresiliente-schwammstadt> [15.07.2023].

Umwelt- und Naturschutzamt Lichtenberg (2022): QGIS-Plugin zur Grünflächenbewertung.

Zugriff über: <https://cloud.ggr-planung.de/s/TJsW84pQoXiXd33> [23.08.2023].

Umweltatlas Berlin (2018): [Gebäudealter der Wohnbebauung].

URL: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Umweltatlas Berlin (2019a): [Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes].

URL: <https://www.berlin.de/umweltatlas/wasser/wasserdurchlaessigkeit-des-untergrundes/2019/zusammenfassung/> [30.08.2023].

Umweltatlas Berlin (2019b): [Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes].

URL: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Umweltatlas Berlin (2020a): [Versorgung mit wohnungsnahen, öffentlichen Grünanlagen 2020]

URL: <https://www.berlin.de/umweltatlas/nutzung/oeffentliche-gruenanlagen/2020/einleitung/> [01.10.2023].

Umweltatlas Berlin (2020b): Gründächer.

URL: <https://www.berlin.de/umweltatlas/nutzung/gruendaecher/> [24.08.2023].

Umweltatlas Berlin (2021): [Versorgung mit öffentlichen, wohnungsnahen Grünanlagen 2020].

URL: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>

Wähner, Bernd (2023): Neuer MEB auf dem Schulhof? Unruhe an der Heinz-Brandt-Schule.

URL: https://www.berliner-woche.de/weissensee/c-bauen/unruhe-an-der-heinz-brandt-schule_a376316 [24.08.2023].

Wettbewerb Sportforum Berlin (o. D.): Sportforum Berlin. Offener zweiphasiger städtebaulich-freiraumplanerischer Wettbewerb.

URL: <https://wb-sfb.machleidt.info/ausstellung/> [01.09.2023].

Wroclaw (o. D.) Zielony Wroclaw.

URL: <https://www.wroclaw.pl/zielony-wroclaw/> [31.08.2023].

III. Eidesstattliche Erklärung

Ich, Svea Hansen, erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Möglichkeiten zur Anpassung des Quartiers Langhansstraße in Berlin-Pankow an das Schwammstadtkonzept.“ selbständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.