

Klimaangepasste Straße der Zukunft - Prinzenstraße Hannover

Machbarkeitsstudie



Als Teil der Reaktion
der EU auf die
Covid-19-Pandemie
finanziert



**Henning
Larsen** —
Landscape

Inhalt

Die Prinzenstraße als Klimastraße	3
Wassersensible Stadt Hannover	4
Methodisches Vorgehen und planerische Ziele	6
Grundlagenermittlung	8
Bestandsanalyse	9
Gesetzliche Grundlagen und Technische Regelwerke	20
Maßnahmenbausteine	23
Variantenentwicklung	35
Variante A: westliche Baumreihe	36
Variante B: mittige Baumreihe mit Mulden	46
Variante C: landschaftliche Bauminseln	56
Weitere Themen der Klimastraße	66
Potentiale Gebäudebegrünung	67
Hinweise zur Bepflanzung	69
Bewässerungsbedarf	70
Pflege und Unterhalt	72
Sichtbarmachung Zisterne	74
Beleuchtung	76
Zufahrt Theater	77
Zusammenfassung	79
Impressum	83
Quellenverzeichnis	84

Die Prinzenstraße als Klimastraße

- **Wassersensible Stadt Hannover**
- **Methodisches Vorgehen und planerische Ziele**

Wassersensible Stadt Hannover



Die Hitzesommer der letzten Jahre haben gezeigt, dass sowohl zu viel Wasser durch Starkregen als auch der Wassermangel in Trockenperioden große Belastungen für Bevölkerung, Infrastruktur sowie urbane Vegetation darstellen. Eine lebenswerte Stadt entsteht, wenn natürliche Strukturen erhalten, freundliche Oberflächen mit Stadtgrün und sichtbarem Regenwasser belebt werden und ökologische Korridore die Stadt durchziehen. Eine der wirksamsten Maßnahmen zur Hitze- als auch Starkregenvorsorge wird durch die wassersensible Gestaltung von Stadträumen nach dem Vorbild des natürlichen Wasserkreislaufs möglich.

Alle integrierten Konzepte, Maßnahmen und Funktionen der städtischen Infrastruktur, Architektur sowie Freianlagen, die den naturnahen Wasserhaushalt in urban genutzten Flächen fördern und erhalten sowie Starkregen abpuffern, werden unter dem Begriff „wassersensible Planung“ zusammengefasst.

Eines der wichtigsten Eigenschaften einer wassersensiblen Stadt ist, den "Flächenverbrauch" bestehender sowie neu geplanter, befestigter Oberflächen für Gebäude und Infrastruktureinrichtungen (Straßen) zu kompensieren und mit der Funktion zur Speicherung des Niederschlagswassers auszustatten. Natürliche Funktionen wie Verdunstung und Grundwasserneubildung werden ebenso berücksichtigt wie der Schutz vor Verschmutzung der Gewässer bzw. des Grundwassers.

Im Falle eines Starkregenereignisses wird zusätzlich Stauvolumen auf Grundstücken und in der Entwässerungstopografie vernetzter Stadtoberflächen mobilisiert. Dabei ist ein temporärer und schadfreier Einstau möglich. Diese Mehrfachbelegung von Flächen ist in dichten Siedlungen und Quartieren ein wichtiges Mittel, um mit Starkregen flexibel umzugehen.



Methodisches Vorgehen und planerische Ziele

Im Zuge des Projektes „klimaangepasste (Prinzen-) Straße der Zukunft“ in Hannover, sind wir, das Büro Henning Larsen, mit der Aufgabe betraut worden, eine fachplanerische Machbarkeitsstudie durchzuführen. Die Kompetenzen unseres Teams liegen in den Bereichen Landschaftsarchitektur, Stadtplanung sowie Stadthydrologie.

Die geplante Umgestaltung der Straße soll als Leuchtturmprojekt und somit als konkretes Umsetzungsbeispiel für die Integration von blau-grünen Maßnahmen im urbanen Kontext in Hannover und darüber hinaus dienen. Die vorliegende Studie „klimawandelangepasste Straße der Zukunft“ bezieht sich auf Hannovers innerstädtische Prinzenstraße. Bis 2017 fuhr hier die Straßenbahn (Linie 10) bis zum Aegidientorplatz. Im Bereich des Schiffgrabens wurden die Schienen sowie der Bahnsteig bereits entfernt und der neu gewonnene Platz als Grünfläche umgestaltet. Bisher ist die Prinzenstraße unverändert geblieben.

Das Planungsgebiet ist ca. 300 m lang und insg. ca. 5175 m² groß. Die Straße ist hauptsächlich versiegelt und weist keine besonderen Merkmale vor. Die Machbarkeitsstudie soll untersuchen, inwiefern eine neue Freiraumgestaltung die Aufenthaltsqualität der Straße verbessern kann und neue standortgerechte, klimawandelangepasste, „blaue-grüne“ Infrastrukturen eingesetzt werden können. Insbesondere soll dabei die Machbarkeit einer unterirdischen Zisterne zur Nutzung von gesammeltem Regenwasser geprüft werden, in diesem Projekt als Wassertankstelle bezeichnet. Verkehrliche Themen sowie die künstlerische Auseinandersetzung zur Sensibilisierung mit der Thematik „klimaangepasste öffentliche Räume“ sollen Gestalt annehmen und durch Visualisierungen verbildlicht werden.

Die Definition von planerischen Zielen ist Voraussetzung für die Bewertung der Leistungsfähigkeit eines Konzepts und der eingesetzten Maßnahmen. Nach der Beurteilung der Bestandssituation wurden gemeinsam mit den betroffenen Fachplanungen in einem Onlineworkshop die Ziele für ein klimaangepasstes Entwicklungskonzept besprochen und anschließend vier Hauptziele mit Unterzielen vorläufig festgelegt:

1. Bausteine einer wassersensiblen Stadt integrieren

- Natürliche Wasserbilanz wiederherstellen
- Regenwasser zur Bewässerung nutzen
- Bäume pflanzen
- Gebäude begrünen
- Technische Infrastrukturen berücksichtigen

2. Smart denken & Stadtgestaltung berücksichtigen

- Smarte Systeme integrieren
- Stadtbild/ Identität bewahren bzw. Laves-Planung berücksichtigen

3. Verkehrliche Situation verbessern

- Rad und Fußverkehr stärken
- Fahrradstellplatzsituation verbessern
- Auto(durchgangs)verkehr entschleunigen
- Anforderungen an kritische Verkehrsinfrastruktur gewährleisten

4. Freiraumnutzung verbessern & Kulturdreieck stärken

- Aufenthaltsqualität verbessern
- Schauspielvorplatz in Szene setzen
- Für unterschiedliche Tageszeiten gestalten

Vor diesem Hintergrund wird das Potenzial des entwickelten Standortkonzepts im Hinblick auf die festgelegten Ziele abgeschätzt und Empfehlungen formuliert, welche Anpassungen zur Optimierung und Verbesserung des Entwurfs notwendig sind. Damit werden qualitative Belange der Stadtentwicklung im Planungsprozess gestärkt. Im Bereich der Klimaanpassung gibt es unterschiedliche Lösungsansätze, die auf den ersten Blick nur schwer vergleichbar sind. Um zum Teil sehr unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten zu bewerten, bedarf es einer vergleichbaren Herangehensweise zur Ermittlung der Kosten wie auch weicher, qualitativer Faktoren, die zum Teil quantitativ zu erfassen sind.

Insgesamt wurden zunächst fünf Varianten entwickelt und intern mit dem Auftraggeber (Fachbereich Umwelt und Stadtgrün) besprochen. Drei Vorzugsvarianten konnten anschließend tiefergehend bearbeitet und nach einem weiteren Onlineworkshop mit allen betroffenen Fachplanungen abschließend untersucht werden. Die vorliegende Untersuchung zeigt die drei finalen Varianten A, B, und C.



Hauptbahnhof

Thielenplatz

Prinzenstraße

Oper

Theater

Künstlerhaus

Aegidientorplatz

Grundlagen- ermittlung

- **Bestandsanalyse**
- **Gesetzliche Grundlagen und Technische Regelwerke**

Einblicke in die Prinzenstraße heute



Blick von Norden nach Süden, nördlicher Abschnitt nahe Thielenplatz
Eigenes Bild

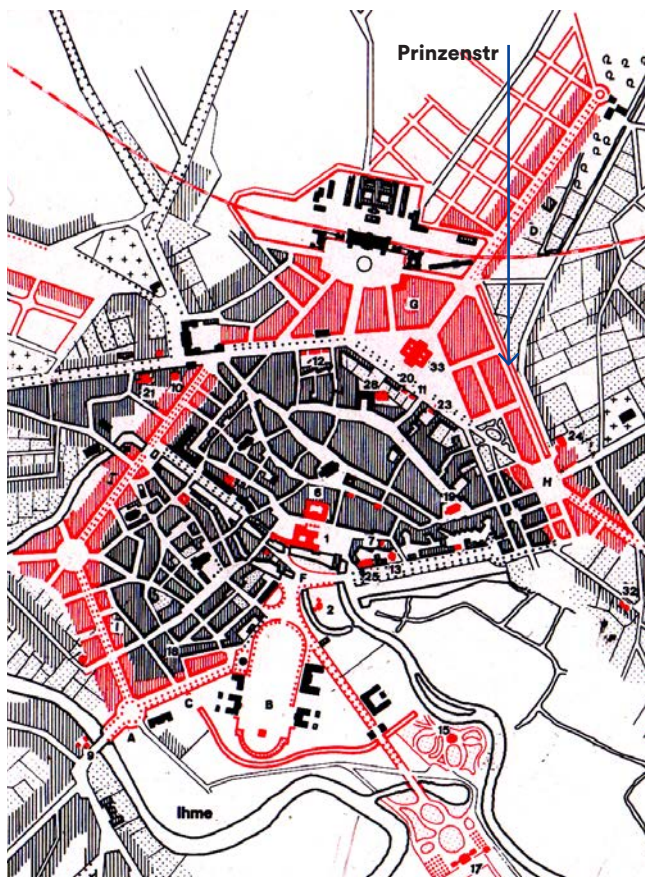


Blick vom Schauspielhaus
Eigenes Bild



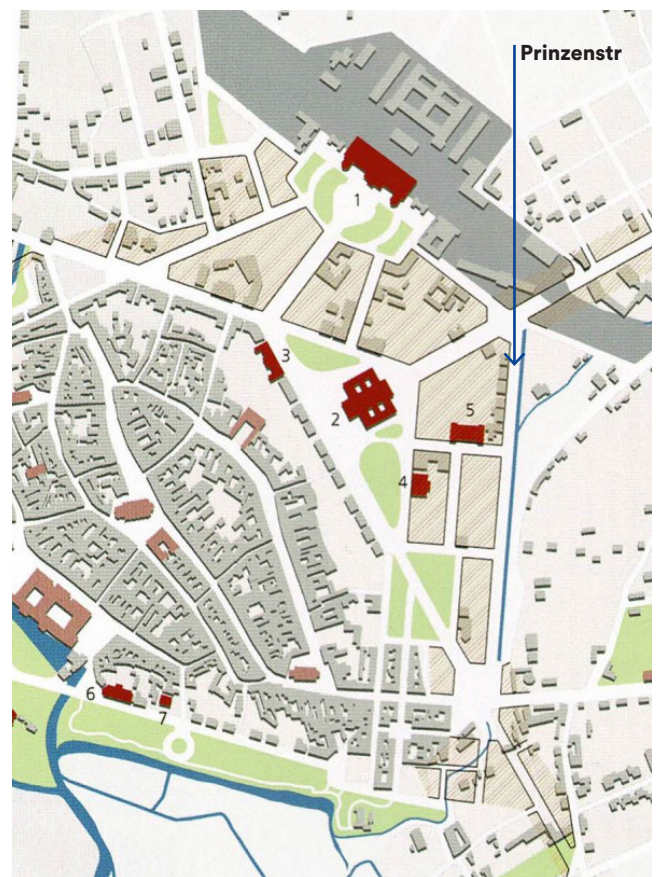
Blick von Süden nach Norden, Schauspielvorplatz
Eigenes Bild

Historische Stadterweiterung



Georg Ludwig Friedrich Laves, die klassizistischen Achsen in Hannover
Georg Hoeltje, Hannover 1964

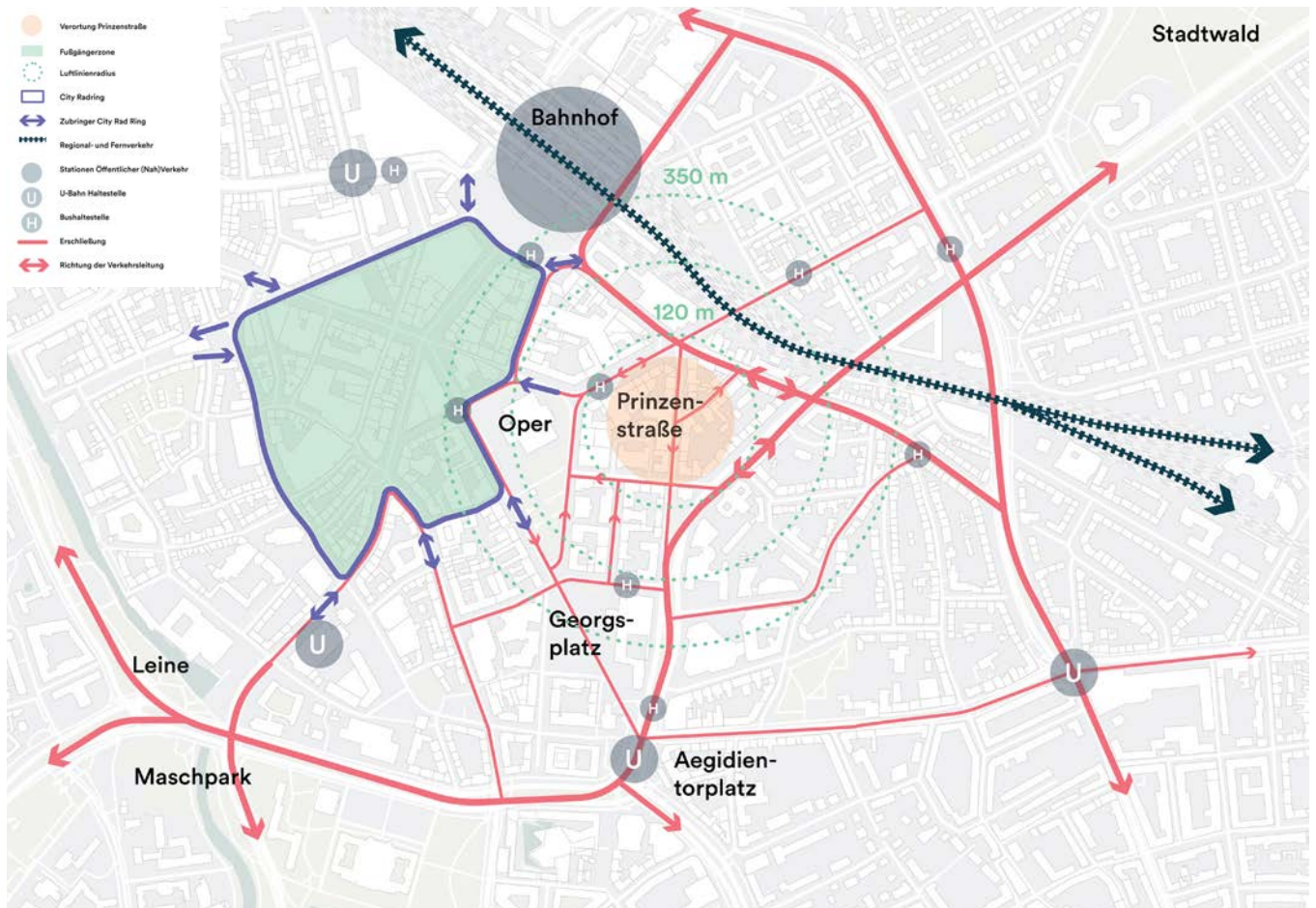
Die historischen Karten zeigen, dass sich die innerstädtische Prinzenstraße, nicht weit vom Hauptbahnhof, in der Stadterweiterungsplanung des 19. Jahrhunderts befindet, welche auf die Gestaltung des Hofbaumeisters Georg Ludwig Friedrich Laves (1788-1864) zurückzuführen ist (vgl. Hannover.de). Die historische Achse von Thielenplatz nach Aegidientorplatz ist deutlich erkennbar. Des Weiteren befindet sich die Straße mit dem Theater fußläufig von historisch geprägten Strukturen, wie beispielsweise der Oper, dem Künstlerhaus sowie dem Georgsplatz.



Laves-Planung, um 1854
HannoverCity 2020+, 2010

Im Bereich der Prinzenstraße gab es zu früheren Zeiten einen Schiffgraben, welcher einst als Transportweg diente, jedoch aufgrund der Stadterweiterung nun verrohrt unterirdisch weiter läuft. Dieser Schiffgraben gab der angrenzenden Straße „Schiffgraben“ seinen Namen. Im Workshop wird die Anekdote aufgenommen, da die Prinzenstraße mit dem Thema Wasser in Zukunft wieder in Verbindung gebracht werden soll.

Übergeordnete Verbindungen

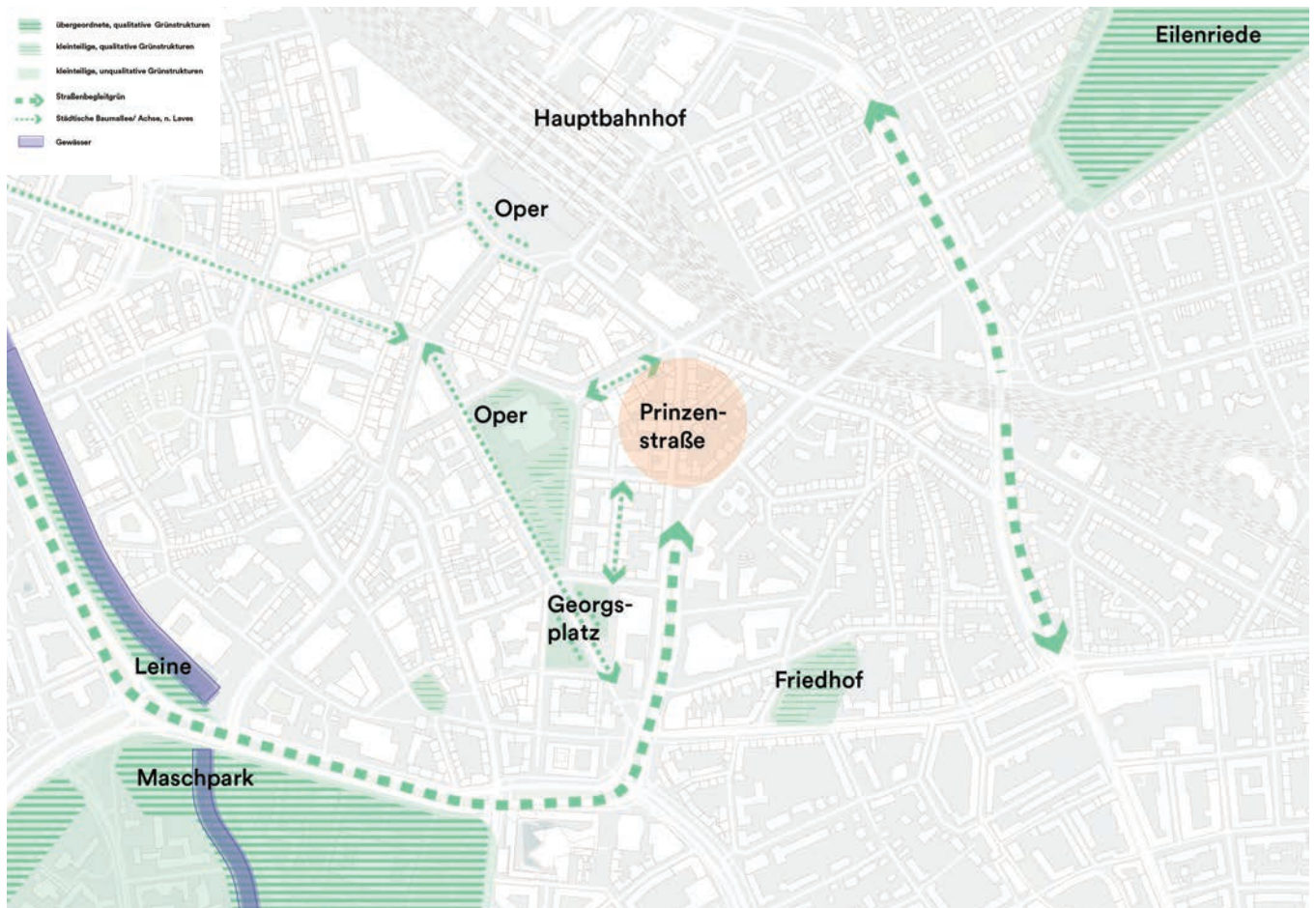


Die Karte mit den übergeordneten Verbindungen zeigt, wie zentral und gut fußläufig erreichbar die Prinzenstraße liegt. Die Straße liegt zwischen dem Hauptbahnhof (350 m Luftlinie), welcher über zahlreiche Anbindungen mit dem Öffentlichen Nah- und Fernverkehr verfügt und der U-Bahnstation des Aegidientorplatz,

Die große Fußgängerzone südlich des Hauptbahnhofs mit sämtlichen Einkaufs- und Dienstleistungsangeboten, kann ebenfalls zu Fuß in weniger als 10 Minuten erreicht werden.

Der City-Radring, in lila dargestellt, ist nicht weit, dennoch scheint die Prinzenstraße von der Verbindung getrennt. Die Bestandsanalyse zeigt, dass es keine Fahrradwege auf der Prinzenstraße gibt. Des Weiteren ist auffällig, dass es zu wenig Fahrradstellplätze gibt und beide Seitenstreifen zu großen Teilen durch den ruhenden Verkehr dominiert werden. Die Prinzenstraße wirkt derzeit eher als Durchfahrtsstraße, was sich deutlich auf die schlechte Aufenthaltsqualität der Straße auswirkt.

Übergeordnete Grünstruktur



Im größeren Stadtraum prägen vor allem der Maschpark im Süden sowie die Eilenriede im Norden als Grünstrukturen die Stadt. Das dicht bebaute, innerstädtische Gebiet, in welchem sich die Prinzenstraße befindet, ist weitgehend frei von Grünflächen.

Nahegelegene herrschaftlich angelegte Plätze und Baumalleen verdeutlichen die Parallelen zur Laves Stadterweiterung erkennbar. Die nächsten Plätze mit Bänken und Aufenthaltsqualität sind der Georgs- sowie

Opernplatz. Der Grünstreifen, welcher südlich auf die Prinzenstraße zuläuft, wurde neugestaltet und bildet mit Bäumen eine Achse zu der kleinen bestehenden Grünfläche am südlichen Ende der Prinzenstraße, auf welcher fünf große Bestandsbäume stehen.

Nicht nur der hohe Versiegelungsgrad, sondern auch der Durchgangsverkehr und die mangelnde Ausstattung an Sitzmöglichkeiten führen u.a. dazu, dass die Prinzenstraße keine gute Aufenthaltsqualität hat.

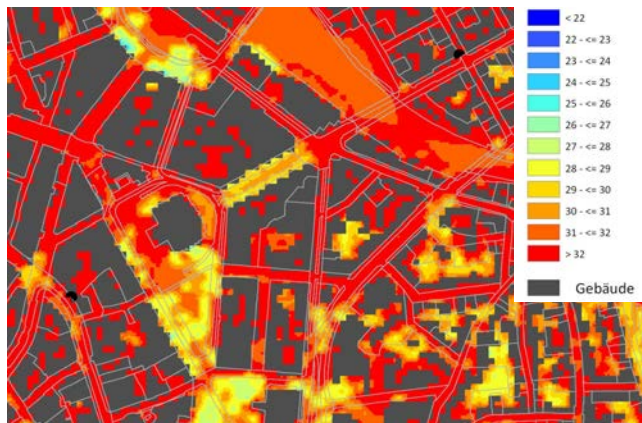
Nutzungen



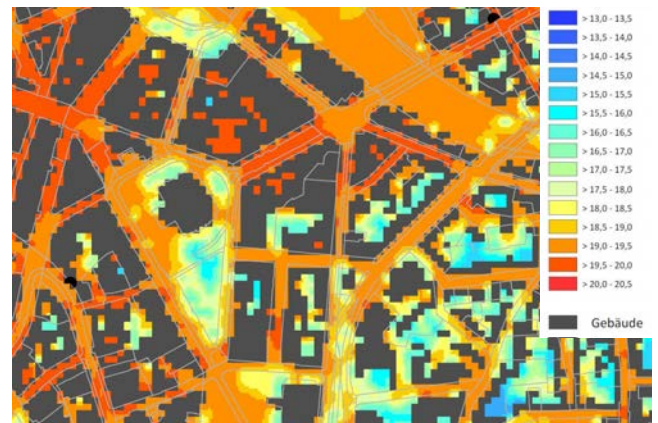
Die Karte zeigt die unterschiedlichen Nutzungen der innerstädtischen Prinzenstraße auf. Die Besonderheit der Straße, hier mit Sternen gekennzeichnet, bildet das Kulturdreieck aus Oper, Künstlerhaus und Theater. Das Theater liegt direkt in der Prinzenstraße. Das Ensemble des Theaters umfasst auch ein Theatermuseum und die Cumberland-sche Galerie im Hinterhof des Theaters. Der Hof stellt ebenfalls eine besondere Nutzung und Aufenthaltsqualität dar, scheint jedoch von der Prinzenstraße eher abgeschnitten. Die Gebäude weisen vor allem viele öffentliche und private Dienstleistungsnutzungen auf. Des Weiteren gibt es eine

Hochschule an der Ecke zur Sophienstraße. Die Straße hat nur wenige Gastronomien mit Außenbereich, eine in der Sophienstraße gegenüber der Bildungseinrichtung und zwei am Thielenplatz. Allgemein gibt es in der Straße kaum Erdgeschossnutzungen, welche die Straße durch „Laufkundschaft“ beleben. In unmittelbarer Nähe, nordöstlich der Straße, befinden sich zahlreiche Geschäftsstraßen, Fußgängerzonen und Einkaufszentren. Die Prinzenstraße kann davon bisher nicht profitieren. Sie wird nur von durchlaufenden Theaterbesucher*innen, hier arbeitende Personen oder Dienstleistungsnutzende die Prinzenstraße frequentiert.

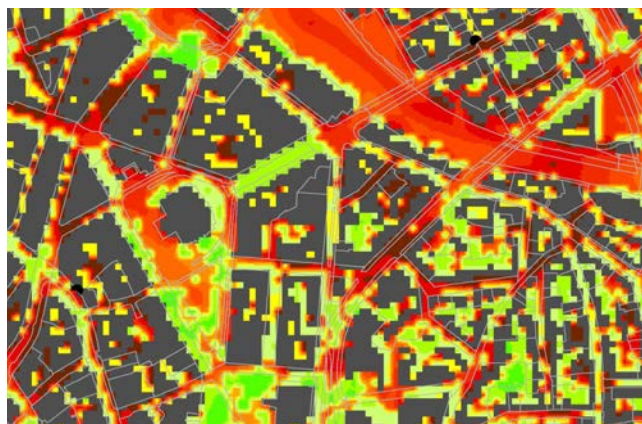
Klimaanalyse



Lufttemperatur am Tage, 14 Uhr, 2 m über Grund*



Lufttemperatur in der Nacht, 4 Uhr, 2 m über Grund*



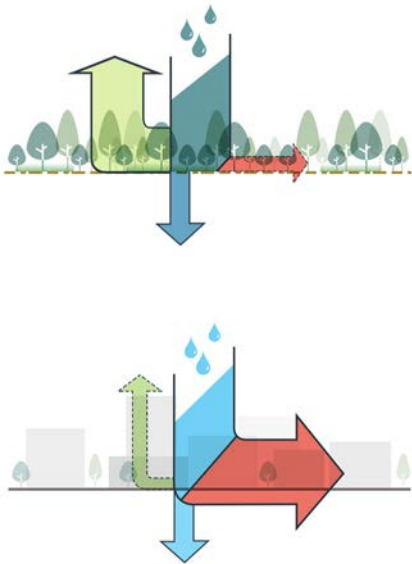
Physiologische Äquivalente Temperatur (PET), 14 Uhr*

*Stadt Hannover, Sachgebiet Umweltplanung und Klimawandelanpassung, 22.10.2022

Die Karten der Stadtklimaanalyse der Stadt Hannover mit dem Ausschnitt Prinzenstraße und nähere Umgebung zeigen die Lufttemperaturen zu unterschiedlichen Tageszeiten (2 m Höhe, 14 und 4 Uhr) sowie die gefühlte Temperatur (Physiologisch äquivalente Temperatur, PET) um 14 Uhr. Die erste Karte, Lufttemperatur am Tag, macht deutlich, wie warm es in der fast vollständig versiegelten Prinzenstraße wird. Auch zu Nachtzeiten

kühlt es kaum ab. Die dritte Analysekarte zeigt, dass die gefühlte Temperatur in der Prinzenstraße meist bei einer starken Wärmebelastung liegt. Extreme Belastungen liegen vor allem im Bereich der Sophienstraße. Die mäßigen Belastungen liegen vor allem in Bereichen, wo Bäume stehen, beispielsweise in der Theaterstraße, oder Gebäude die Sonneneinstrahlung durch Verschattung reduzieren.

Natürlicher Wasserhaushalt

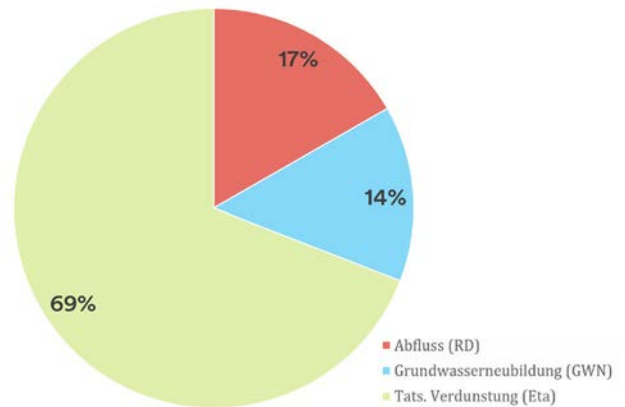


Natürlicher und urbaner Wasserhaushalt
Eigene Darstellung

Der intakte, natürliche Wasserkreislauf auf unbebauten, natürlich bewachsenen Oberflächen zeichnet sich durch einen hohen Verdunstungsanteil (50-70 %) und je nach Bodenbeschaffenheit einem geringen Anteil an Versickerung und Direktabfluss aus. Der Prozess der Verdunstung ist maßgeblich daran beteiligt, dass die Umgebung abkühlt, denn für den Wechsel vom flüssigen in den gasförmigen Zustand benötigt das Wasser Energie. Wenn Wasser den Zustand wechselt – es also verdunstet – entzieht es der Luft die Energie in Form von Wärme. Infolgedessen kühlt die Lufttemperatur ab.

Durch die zunehmende Versiegelung und Verdichtung von Oberflächen wird der natürliche Wasserhaushalt in erheblichem Maße beeinflusst. Der Anteil an direktem

Ziel: Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt



Natürlicher Wasserhaushalt Hannover
Naturwb.de, Zugriff; 24.02.2023

Abfluss steigt, nicht nur in Bezug auf Volumen, sondern auch in Bezug auf die Geschwindigkeit. Der Zufluss zum Grundwasser nimmt rapide ab sowie auch der Verdunstungsanteil, wodurch sich die Umgebung aufheizt.

Entsprechend der Ziele des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) wurde von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) der Planungsgrundsatz als neue Zielvorgabe für die Siedlungsentwässerung verankert, dass nachteilige Veränderungen der Bebauung auf den natürlichen Wasserhaushalt „soweit möglich zu begrenzen“ sind (Merkblatt M102-Teil 4). Damit ist maßgeblich Hitzeinseln sowie der Austrocknung von Stadtböden und Gewässern vorzubeugen.

Regendaten

Die Regendaten des KOSTRA-Atlas (Version 2010-R) finden Anwendung in der Bemessung der Regenwasserbewirtschaftungselemente. Im vorliegenden Projekt wird für das Bemessungsereignis das 5-jährliche Regenereignis in all seinen Dauerstufen gerechnet. Im Überflutungsfall wird das 30-jährliche Ereignis in all seinen Dauerstufen gerechnet.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 33, Zeile 37
 Ortsname : 30159 Hannover
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]									
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a	
5 min	160,0	206,7	233,3	266,7	313,3	360,0	386,7	420,0	466,7	
10 min	125,0	156,7	176,7	200,0	231,7	265,0	283,3	308,3	340,0	
15 min	102,2	128,9	144,4	163,3	190,0	216,7	232,2	251,1	277,8	
20 min	86,7	109,2	122,5	140,0	162,5	185,0	198,3	215,8	238,3	
30 min	66,7	85,0	96,1	109,4	128,3	146,7	157,2	171,1	189,4	
45 min	49,3	64,4	73,3	84,4	99,3	114,4	123,3	134,4	149,3	
60 min	39,2	52,2	59,7	69,4	82,2	95,3	103,1	112,5	125,6	
90 min	28,7	38,1	43,5	50,4	59,8	69,1	74,4	81,5	90,7	
2 h	23,2	30,6	34,9	40,3	47,6	55,0	59,3	64,7	72,1	
3 h	17,0	22,3	25,4	29,3	34,5	39,8	42,9	46,8	52,0	
4 h	13,7	17,8	20,3	23,3	27,5	31,7	34,1	37,2	41,4	
6 h	10,0	13,1	14,8	17,0	20,0	23,0	24,7	26,9	29,9	
9 h	7,4	9,5	10,8	12,3	14,5	16,6	17,9	19,5	21,6	
12 h	5,9	7,6	8,6	9,9	11,6	13,2	14,2	15,5	17,2	
18 h	4,4	5,6	6,3	7,2	8,4	9,6	10,3	11,2	12,4	
24 h	3,5	4,5	5,0	5,7	6,7	7,7	8,2	8,9	9,9	
48 h	2,2	2,7	3,0	3,4	3,9	4,5	4,8	5,2	5,7	
72 h	1,6	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,7	4,1	

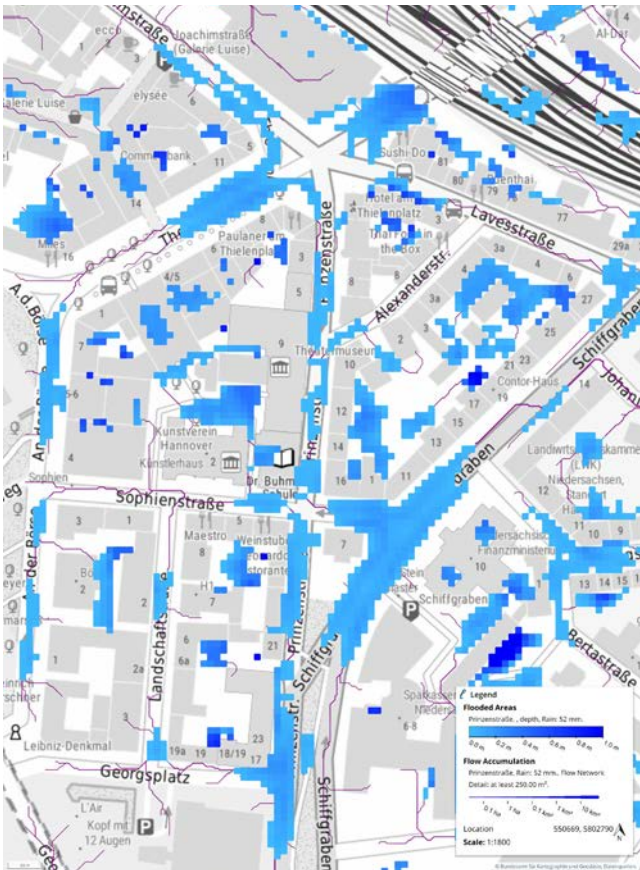
Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Regendaten Prinzenstraße
 KOSTRA-Atlas 2010-R, DWD

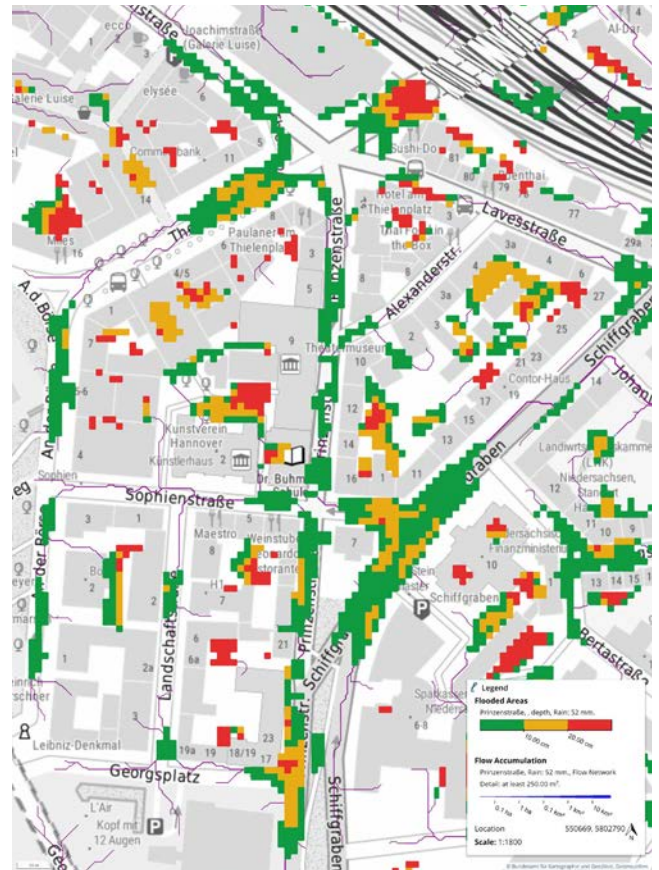
* Seit 2023 gibt es eine Aktualisierung der KOSTRA-Daten (Version 2020). Die Daten finden in dieser Studie noch keine Beachtung. Eine entscheidende Veränderung der Ergebnisse ist nicht zu erwarten.

Topographie und Fließwege



Fließwege-Senken-Analyse
2-stündiges, 100-jährliches Regenereignis

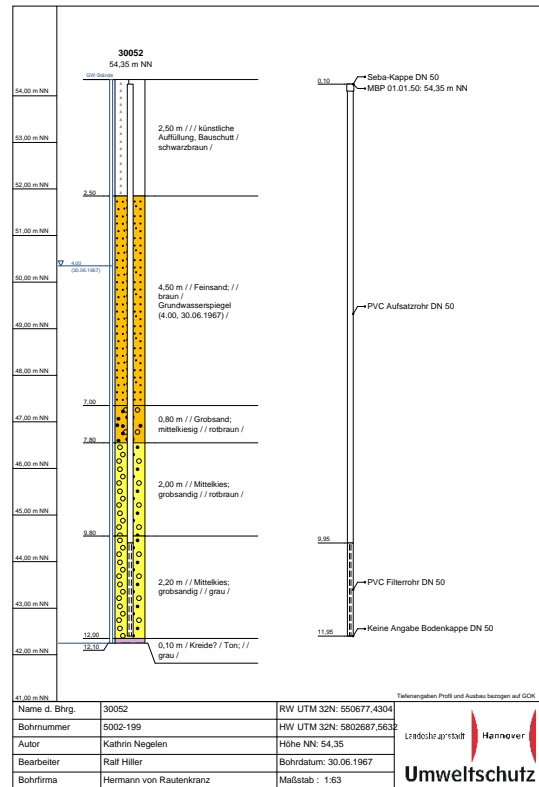
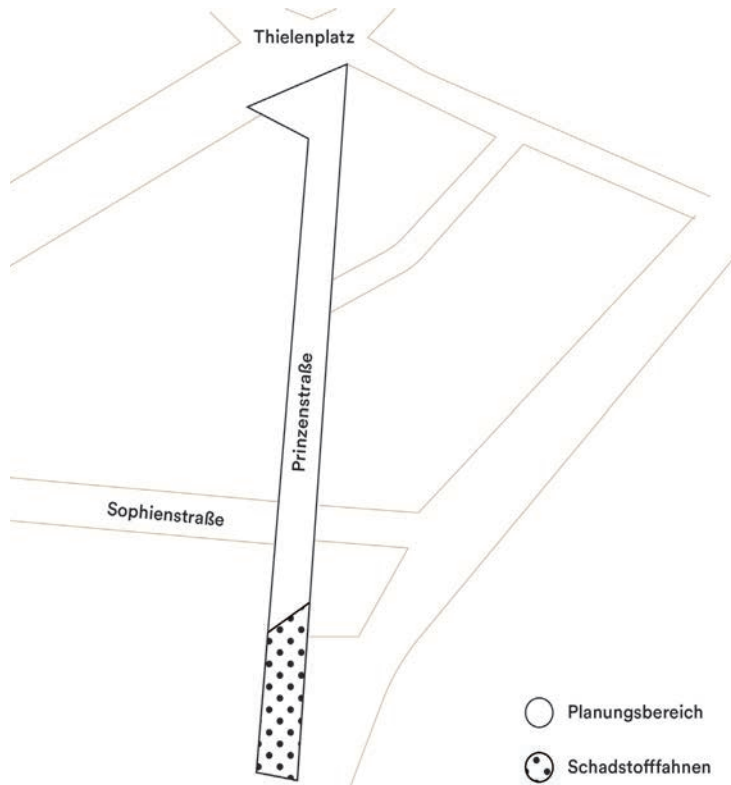
Die Prinzenstraße fällt tendenziell von Nord nach Süd. Im Norden angrenzend an den Thielenplatz beginnt die Straße auf 54,5 mNN und fällt bis nach Süden in Richtung Schiffgraben auf 54,2 mNN. Auf der gesamten Strecke ist das bestehende Gelände aber nicht eben sondern steigt und fällt. Dadurch entstehen Senken, wo sich das Wasser sammelt. Insbesondere im südlichen Teil des Planungsgebiets staut das Wasser entlang des Gebäudes bei einem 100-jährlichen Starkregenereignisses über 10 cm an.



Einstautiefen-Analyse
2-stündiges, 100-jährliches Regenereignis

Betrachtet man die Fließwege im Planungsgebiet, lässt sich erkennen, dass es auf Höhe der Sophienstraße eine Teilung der Fließwege gibt. Alles Wasser nördlich der Sophienstraße fließt nach Osten in Richtung Schiffgraben ab. Alles südlich der Sophienstraße fließt Richtung Süden. Im Falle eines Starkregenereignisses, bei dem alle Entwässerungssysteme in den umliegenden Straßen versagen, fließt der Prinzenstraße das Wasser aus der Joachimstraße, der Theaterstraße, der Alexanderstraße und der Sophienstraße zu und wird dann weiter in Richtung Schiffgraben geleitet.

Bodenbeschaffenheit



Karte zum Boden- und Grundwasserschutz im Planungsbereich
Eigene Karte verändert n.: Auszug aus dem Umweltinformationssystem, Hannover, 13.10.2022

Bohrprofil Prinzenstraße
Landeshauptstadt Hannover, Umweltschutz, vom 30.06.1967

Umliegend um die Prinzenstraße sind mehrere Aufschlussbohrungen verzeichnet. Der Untergrund besteht aus Feinsand bis Mittelsand, örtlich aus Grobsand und Kies und überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert. Der gesamte Untersuchungsbereich wird zusätzlich mit Dämmen, künstlichen Aufschüttungen und umgelagerten Boden (auch durch Kriegseinwirkungen) beschrieben. Die künstlichen Auffüllungen haben eine Mächtigkeit von 0,6 - 2,2 m und sind in den oberen Schichten (bis 2,5 m) anzutreffen. Unterhalb der künstlichen Auffüllung kann mit einem k_f -Wert von ca. 10^{-4} m/s gerechnet werden und ist somit nach DWA-A 138 versickerungsfähig. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in Bereichen von künstlicher Auffüllung ist aber nur dann zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass die künstliche Auffüllung frei von technologischen Fremdbestandteilen ist. Eventuell muss der Boden unterhalb der Versickerungsflächen punktuell

ausgetauscht werden. Der anfallende Bodenaushub ist entsprechend den abfallrechtlichen Bestimmungen zu untersuchen und fachgerecht zu verwerten oder zu beseitigen. Kontaminationsbedingte Mehrkosten sind zu erwarten.

Die Aquiferbasis liegt zwischen 9 und 12 m unter GOK. Der Grundwasserkörper hat einen maximalen Grundwasserstand von ca. 51,2 m NN im Bereich Georgsplatz und 51,0 m NN im Bereich Thielenplatz. In dem Untersuchungsbereich und im Umkreis von 500 m befindet sich kein gesetzliches Wasserschutzgebiet.

Eine Kampfmittelfreigabe ist noch nicht erfolgt und muss vor der Durchführung der Tiefbauarbeiten eingeholt werden.

Bestehende Infrastruktur

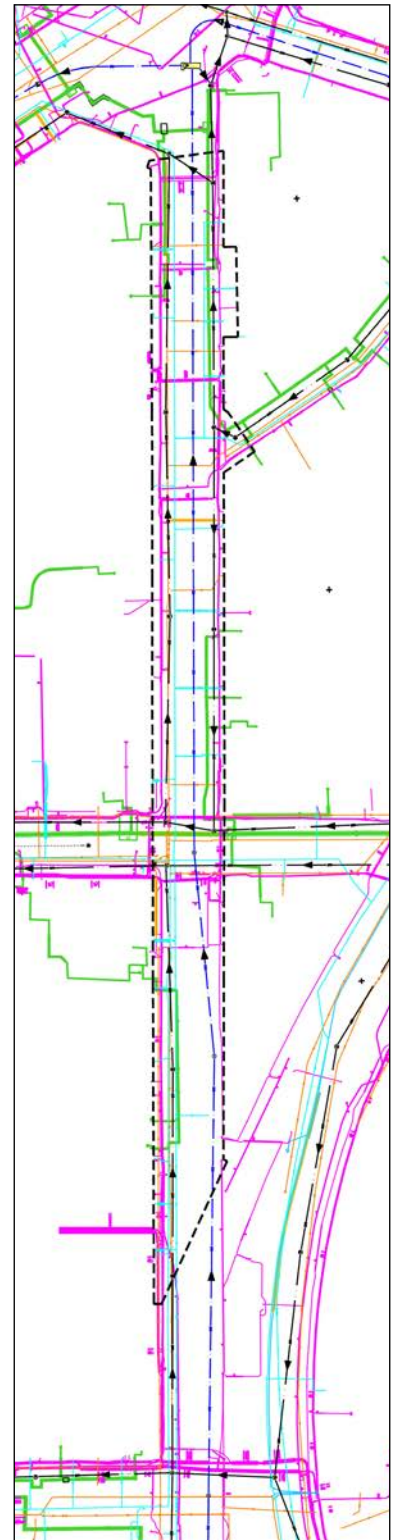
Eine der größten Herausforderungen bei der Planung von blau-grünen Maßnahmen im bestehenden Straßenraum sind vor allem unterirdische Bestandsleitungen. Beispielsweise können Wurzeln neugepflanzter Bäume mit Bestandsleitungen kollidieren. Wurzelwuchs kann Leitungen und Kanäle durch bspw. Einwuchs oder Umklammerung beschädigen.

- Legende**
- Planungsgebiet
 - Fernwärme
 - Gas
 - Strom
 - Wasser
 - Mischwasserkanal
 - Regenwasserkanal

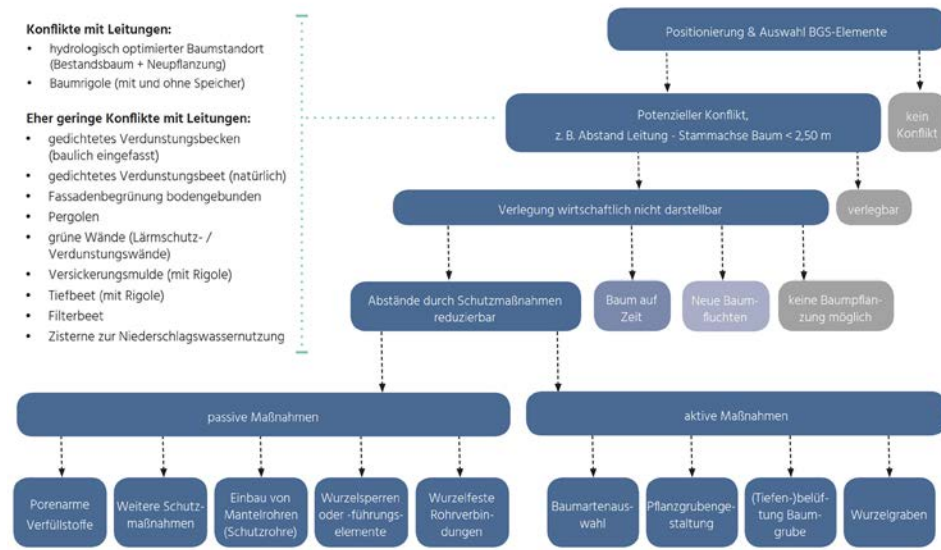
In der Prinzenstraße befinden sich Leitungen der Mischwasserkanalisation, Regenwasserkanalisation (nicht in Verwendung, Zustand unbekannt), Trinkwasser, Strom, Fernwärme und Gas.

Um Schäden an den Leitungen zu vermeiden, wird in Regelwerken der Mindestabstand definiert. In Hannover muss der Abstand zwischen Leitung und Stammachse mindestens 3 m betragen. Bei größeren unterirdischen Bauwerken, wie Zisternen, sind es mind. 2,5 m. Um das Schadenspotential weiter zu verringern, können darüber hinaus unterschiedliche aktive Maßnahmen (am Baum, z.B. Wurzelkanäle) oder passive Maßnahmen (an der Leitung, z.B. Wurzelschutz) eingesetzt werden. (BlueGreenStreets, 2022)

Der bestehende Regenwasserkanal, der zurzeit nicht in Verwendung ist, liegt zwischen der Sophienstraße und dem Thielenplatz mit seiner Sohle zwischen 51,62 mNN und 51,45 mNN auf einer Länge von 200 m. Durch sein geringes Gefälle von 0,11% und dem überhöhten Eiprofil ergibt sich auf dieser Strecke ein max. Einstauvolumen von ca. 100 m³.



Leitungsplan, Hannover Prinzenstraße
Hannover Prinzenstraße, Stand 29.08.2022



Aktive und passive Maßnahmen zum Wurzelschutz
BlueGreenStreets Toolbox, 2022

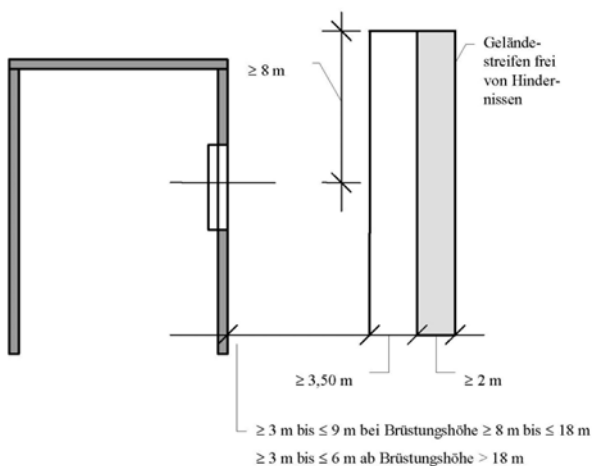
Gesetzliche Grundlagen und Technische Regeln

Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr

Für Feuerwehrezufahrten, Aufstellflächen und Bewegungsflächen gelten in Hannover in Bezug auf Tragfähigkeit und Größe die Mindestanforderungen der Technischen Baubestimmung "Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr" (Niedersächsisches Ministerialblatt, MBI Nr. 37/2012).

Nach Aussage des Fachbereichs Feuerwehr der Stadt Hannover, muss nach den Unterlagen der Feuerwehr für alle Gebäude in der Prinzenstraße, bis auf die Hausnr. 7,9, 11 und 13 (Bereich Theater) der zweite Rettungsweg mit Hubrettungsgeräten sichergestellt werden.

Unter Berücksichtigung dieses Dokuments und der Abstimmung mit der lokalen Vertretung der Feuerwehr muss die Planung dahingegen geprüft und angepasst werden.



Aufstellflächen entlang von Außenwänden

Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr, Hannover

Brandschutz Fassadenbegrünung

Um den Brandüberschlag zu vermeiden, wird von der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Schutzmaßnahme um Öffnungen in der Fassade herum:

- brandlastfreie (unbepflanzte) Bereiche von mindestens 0,2 m zu jeder Seite und 1 m oberhalb der Öffnung
- Rankgitterbefreite Bereiche von mindestens 0,50m zu jeder Seite und 1,20 m oberhalb der Öffnung

Schutzmaßnahme Brandriegel:

- brandlastfreie (unbepflanzte) Fassadenabschnitte mit einer Höhe von mindestens 1 m
- zusätzlich Unterbrechung von zusammenhängenden vertikalen Begrünungsfelder nach 10 m

(vgl. Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes, Brandschutz großflächig begrünter Fassaden, 2020-03)

Gesetzliche Grundlagen und Technische Regeln

Richtlinien und Gesetze zum Umgang mit Regenwasser

Die oberste Gesetzesgrundlage im Bereich Wasserpolitik in Deutschland ist die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000) der Europäischen Union. Diese reguliert die Qualität der Oberflächengewässer mit dem neuen Ansatz, die Gewässerbewirtschaftung als ganzheitliche, länderübergreifende Aufgabe zu verstehen.

Im Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009) sind die europäischen Vorgaben in deutsches Recht überführt worden. Das WHG ist Grundlage für alle Ländergesetze und -verordnungen zur Regulierung der Gewässerqualität. Unter §55 des WHG findet sich der Grundsatz zur dezentralen, schadlosen Beseitigung von Niederschlagswasser durch Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein oberirdisches Gewässer, unmittelbar auf der Grundstücksfläche oder in dafür vorgesehene Flächen. Der Umgang mit Regenwasser in Hannover ist im niedersächsischen Wassergesetz (NWG) und in der städtischen Abwassersatzung geregelt.

Regelwerke zur Bemessung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen

Die geplanten Maßnahmen und Anlagen zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung werden für das 5-jährliche Niederschlagsereignis bemessen (Tn5a). Es wird über alle Dauerstufen das maßgebende, maximale Retentionsvolumen bestimmt, wie in den Arbeitsblättern der DWA-A 138 und -A 117 beschrieben. Die hydraulischen Berechnungen basieren auf der Niederschlagsstatistik des KOSTRA-Atlas des DWD (Stand 2010R 2.3).

Regelwerke zur Reinigung von Regenwasser

Eine direkte Einleitung in den Untergrund (Versickerung) oder in die Vorflut ist nur nach ausreichender Vorreinigung des Regenwassers gemäß Regeln der Technik (DWA-A 138, -M 153 und -A 102) erlaubnisfähig. Die Behandlung über die belebte Bodenzone ist verpflichtend. Hierbei wird ein mind. 30 cm mächtiger, versickerungsfähiger, bewachsener Oberboden (Wiesenansaat oder Stauden) in die Sohle und Böschung von oberirdischen Versickerungsanlagen (Mulden, Grachten etc.) eingebaut. Um einerseits eine gute Versickerung, andererseits eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, sollte der k_f -Wert des Bodens in der Größenordnung von 10^{-3} m/s bis 10^{-6} m/s liegen. Als Bemessungs- k_f -Wert werden 10^{-5} m/s empfohlen.

Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, sind gleichwertige Verfahren anzuwenden. Die Gleichwertigkeit der Behandlungsanlage muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder den lokalen Umweltbehörden abgestimmt werden.

Starkregenvorsorge

Überflutungen können durch Starkregenereignisse und das unmittelbar abfließende Oberflächenwasser ausgelöst werden. Bestehende Entwässerungssysteme sind in einem solchen Fall meist überlastet oder fallen aus. Um durch das rückstauende Wasser Schäden an Gebäuden und wichtigen Infrastruktureinrichtungen zu vermeiden bzw. vorzubeugen, können verschiedene Maßnahmen Anwendung finden. Ziel dabei ist, das Gefährdungsrisiko für die Bevölkerung sowie das Schadenspotenzial von Sachwerten systematisch zu minimieren.

Im Allgemeinen gilt, das Geländegefälle mit mind. 2% weg von den Gebäuden auszubilden und Tiefgaragen mit einer Schwelle vor der Einfahrt zu schützen. Das Gelände um alle schützenswerten Bauten und Einrichtungen wird über das Überflutungsniveau angehoben. Kellerfenster werden druckwasserdicht ausgebildet. Öltanks müssen gegen Aufschwimmen gesichert werden. Außerdem werden sogenannte Notwasserwege ermöglicht, die eine sichere, kontrollierte und damit schadlose Ableitung des Oberflächenwassers ermöglichen. In der städtischen Infrastruktur bieten sich hierfür beispielsweise Straßen, Fuß- und Radwege an.

Eine Zusammenfassung aller Maßnahmen findet sich bspw. in den Maßnahmenkatalogen für Starkregenrisikomanagement und Hochwasserschutz der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Außerdem widmet sich das DWA-Merkblatt 119 allen Aspekte und Fragestellungen zur kommunalen Überflutungsvorsorge.



Gezielte Ableitung eines Starkregenereignis über Treppenanlage
Scharnhäuser Park, Ostfildern © Ramboll Studio Dreiseitl



Ableitung eines Starkregenereignis über gepflasterte Rinne
Sonnensiedlung Esslingen-Egert © Ramboll Studio Dreiseitl



Gezielter Einstau eines Starkregenereignis in multifunktionaler Fläche
Scharnhäuser Park, Ostfildern © Ramboll Studio Dreiseitl

Maßnahmen- bausteine

Beschreibung der Maßnahmenbausteine

Die Anforderungen an eine wassersensible Stadt spiegeln sich in besonderem Maße in den Maßnahmen wider und bedürfen einer Kombination und Kopplung derer.

Sie bewirken zusätzliche positive Effekte auf das Stadtklima oder auf die biologische Vielfalt, die Lebensqualität in der Stadt erhöhen. Städtische Planungen zur Reduktion von Hitzeinseln oder zur Erfüllung der Wasserrahmenrichtlinie gehen von einem wichtigen Beitrag der Regenwasserbewirtschaftung bei der zukünftigen Lösung

der Hitze- und Starkregenproblematik aus. Für die Regenwasserbewirtschaftung in öffentlichen Verkehrsflächen gibt es eine Vielzahl von Maßnahmen bzw. Bausteinen und Kombinationsmöglichkeiten.

Die Neugestaltung der Straße zielt darauf ab, gut gestaltete öffentliche Räume mit hoher Aufenthaltsqualität zu schaffen, die nicht nur den Bedürfnissen der Bewohner*innen des Gebiets entsprechen, sondern auch den Auswirkungen des Klimawandels gerecht werden. Um dies zu erreichen, wird eine Auswahl von Maßnahmen vorgeschlagen, die für das Gebiet geeignet sind. Diese Maßnahmen sollen auf allen räumlichen Ebenen umgesetzt werden, von der Straßenebene über die Gebäudeebene bis hin zur Dachlandschaft.



Maßnahmenbausteine
Eigene Darstellung

Dachbegrünung



Einzelmaßnahmen

- Extensive Dachbegrünung
- Intensive Dachbegrünung

Beschreibung

Die Begrünung von Dachflächen hat viele Vorteile. Zum einen schützt die Begrünung das Gebäudeinnere und die außen liegenden Materialien vor UV-Strahlung und Kälte. Zum anderen kühlt die Temperatur in der Umgebung durch den Verdunstungsprozess der Bepflanzung ab und das Mikroklima verbessert sich. Zusätzlich wird die Luft von den Pflanzen gereinigt. Die Bepflanzung dient auch als Unterschlupf für Insekten und Vögel und erhöht die Biodiversität. Ein weiterer Vorteil ist die Entlastung der angeschlossenen Entwässerungseinrichtungen, da die Begrünung zu einer Abflussverzögerung führt.

Zu den Hauptbestandteilen einer Dachbegrünung gehören Schutzvlies, eine Drainageschicht, eine Filtervlies und ein Substrat. Entlang aller aufgehenden Bauteile muss ein Kiesrandstreifen eingeplant werden. Aufgrund der unterschiedlich starken Windeinwirkungen auf dem Dach, muss die geplante Begrünung mit Hilfe einer Windsogberechnung geprüft werden, damit alle Bestandteile auf dem Dach verbleiben.



Intensive Dachbegrünung
© Optigrün AG

Extensive Dachbegrünung

Die extensive Dachbegrünung hat eine naturnah angelegte Vegetation mit geringen Flächenlasten und minimalem Pflegebedarf. Die Aufbaustärke des Substrats kann zwischen 6-15 cm variieren und eine Vielzahl von einheimischen Pflanzen enthalten, die im örtlichen Klima überleben können. Umso dicker das Substrat ist, umso resistenter ist die Begrünung gegenüber den extremen Standortbedingungen wie Sonne, Wind, Trockenheit etc.

Intensive Dachbegrünung

Eine intensive Dachbegrünung lässt sich als Dachgarten verstehen, da sie meist zugänglich und multifunktional nutzbar ist. Mit einer intensiven Begrünung gehen mehr Gewicht, ein höherer Systemaufbau und ein erhöhter Pflegeaufwand einher, dafür bieten sie großen Spielraum bei der Auswahl der Pflanzen. Die Aufbaustärke des Substrats beginnt bei 15 cm als einfach intensive Begrünungsform, ab 25 cm wird von einer intensiven Begrünung gesprochen. Aufgrund der hohen Speichervolumens im Substrat und der intensiveren Begrünung erzielt sie einen größeren Effekt bezüglich Mikroklima und Abflussreduktion.



Extensives Dachbegrünung
© Optigrün AG

Fassadenbegrünung



Einzelmaßnahmen

- Wandgebundene Fassadenbegrünung
- Erdgebundene Fassadenbegrünung

Beschreibung

Unter Fassadenbegrünung wird die Begrünung der Gebäudefassade mit erdgebundenen Kletterpflanzen oder wandgebundenen Techniken verstanden. Durch die Bepflanzung steigert sich das Potenzial der Verdunstung und verbessern so das Stadtklima. Außerdem binden die Pflanzen Luftschadstoffe sowie Staub. Im Sommer verschattet das Grün die Fassade und kühlt die Gebäudehülle. Im Winter hingegen wirkt die zweite Ebene isolierend und bildet einen natürlichen Schutz gegen Schlagregen und UV-Strahlung. Insgesamt kann so eine erhöhte Lebensdauer der Fassadenkonstruktion erwartet werden. Auch die Akustik innerhalb des Quartiers kann durch die Fassadenbegrünung begünstigt werden, da sie Schallwellen aufnimmt und somit den Lärmtransport verringert oder unterbricht.



Erdgebundene Fassadenbegrünung
Hotel Vauban, Freiburg © Heinze



Fassadengebundene Begrünung
Wien © b.gabriel

Wandgebundene Fassadenbegrünung

Die wandgebundene Fassadenbegrünung erfolgt in Pflanzbehältern (bspw. Gabionen, horizontale Kübel, Wandmodule, Geovliese, etc.). Durch die Verwendung von Rankhilfen muss kein direkter Kontakt zur Fassade bestehen. Das Ranksystem ist je nach eingeplanter Pflanzensorte auszulegen.

Gleichzeitig sind auch hängende Gewächse ohne feste Anbindung an eine Wandstruktur möglich. Bewässerungs- und Düngungseinrichtungen müssen den jeweiligen Ansprüchen der Begrünung angepasst sein. Die Dimensionierung der Wasserleitungen sowie Wasserdruck können je nach Größe und Höhenlage der zu versorgenden Einheiten variieren. Die Funktionen der Steuerungstechnik sind abhängig von den Ansprüchen der gewählten Vegetation. In der Regel ist eine technisch gesteuerte Bewässerung notwendig, um das System nachhaltig zu betreiben. Die wandgebundene Begrünung ist im Vergleich zu erdgebundenen Systemen eher kostenintensiv.

Erdgebundene Fassadenbegrünung

Erdgebundene Fassadenbegrünung wird durch Kletterpflanzen (ggf. mit Wuchserüst) wie etwa wilder Wein, Efeu oder Kletterhortensien ausgebildet. Auch Spalierobst kann als Fassadenbegrünung dienen. Diese Begrünungstechnik bezieht ihre Wasser- und Nährstoffversorgung aus der Erde. Eine künstliche Bewässerung ist normalerweise nicht erforderlich außer in extremen Trockenzeiten.

Auch erdgebundene Fassadenbegrünung kann Rankhilfen und Fassadenabstände beinhalten. Erdgebundene Begrünung mit Selbstklimmern erfordern den geringsten Aufwand bei der Herstellung als auch Pflege. Die Fassade muss aber dafür geeignet sein.

Wasserdurchlässige Beläge



Einzelmaßnahmen

- Begrünbare Beläge
- Unbegrünbare Beläge

Beschreibung

Straßen, Parkplätze und auch Gehwege werden zumeist mit harten wasserundurchlässigen Materialien ausgeführt. Beläge mit gesteigerter Durchlässigkeit gegenüber den oft üblichen Materialitäten haben das Ziel einer Reduzierung des Oberflächenabflusses, um eine Überlastung der Kanalisation und der Kläranlagen durch Niederschlagwasser entgegenzuwirken. Der resultierende mittlere Abflussbeiwert der Flächen kann von 0,9 (Schwarzdecke) auf bis zu 0,2 (Rasengittersteine) reduziert werden.

Neben den hydraulischen Vorteilen dieses Bausteins ist er auch ökologisch sinnvoll. Vegetative Flächen in der Bodengestaltung verringern die Erwärmung des Belags in Hitzeperioden und haben demnach auch auf das Mikroklima im Quartier eine positive Wirkung. Neben dem teilflächigen Bewuchs des Belages ist die Farbgebung des Materials der wesentliche Einflussfaktor auf die Erwärmung der Oberfläche.

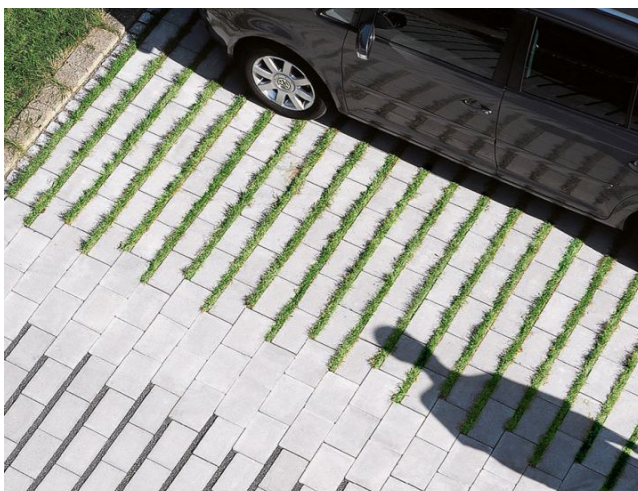
Versickerungsfähige Beläge stellen keine Abwasserbewirtschaftungsanlage dar, sondern bilden den naturnahen Zustand des Gebietes als unversiegelte Fläche nach. Eine Notwendigkeit zum Austausch des durchsickerten Bodens besteht daher nicht.

Begrünbare Beläge

- Rasengittersteine
- Rasenfugenpflaster
- Schotterrasse

Unbegrünbare Beläge

- Pflasterbelag mit Fugen
- Versickerungsfähiges Pflaster
- Wassergebundene Decke
- Kiesbelag



Teilentsiegelte Oberflächen - Stellplätze
© Braun Steine



Verschiedene teilentsiegelte Beläge
"Sonnenhöfe" Uffhauser Strasse, Freiburg © Ramboll Studio Dreiseitl

Oberirdische Ableitung



Einzelmaßnahmen

- Pflasterrinnen
- Kastenrinnen

Beschreibung

Für die Zuleitung von Regenwasser zu oberirdischen Versickerungs- oder Rückhalteanlagen sowie als Alternative zur unterirdischen, rohrgebundenen Ableitung kommen oberirdische Rinnen zum Einsatz.

In offenen Rinnen erfolgt die Ableitung des Niederschlagswassers in einer Vertiefung an der Geländeoberfläche im freien Gefälle. Die Rinnen sind i.d.R. befestigt und können als Pflasterrinnen aus Beton- oder Natursteinen oder aus Betonformsteinen ausgeführt werden oder als Kastenrinnen mit Abdeckung aus Beton oder Stahl. Offene Rinnen sind als Teil des Entwässerungssystems nach den Anforderungen der DIN EN 752 auszuführen.

Pflasterrinnen

Pflasterrinnen haben ein hohes Gestaltungselement, durch den Einsatz verschiedenster Materialien und Formen. Sie sind naturgemäß von der Geländetopografie beschränkt, da sie nur im Gefälle geplant werden können. Gegengefälle oder längere ebene Wege können nicht überwunden werden. Das Mindestgefälle, um Ablagerungen zu vermeiden, sollte bei 1% liegen und die Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung bei mind. 0,5 m/s.

Kastenrinnen

Kastenrinnen kommen zum Einsatz, wenn größere Wassermengen abgeleitet werden müssen oder wenn das vorhandene Gefälle gering ist. Auch bei Gegengefälle können sie zum Einsatz kommen, da die Produkte mit einem inneren Sohlgefälle (bei waagerechter Abdeckung) ausgestattet werden können. Die Fließgeschwindigkeit bei Vollfüllung soll auch bei mind. 0,5 m/s liegen, damit es zu keinen Ablagerungen kommt. Dennoch müssen die Rinnen regelmäßig inspiziert und ggf. gereinigt werden, daher verfügen sie über einfach abzunehmende Rinnenabdeckungen.



Geschwungene Rinne
Arkadien Winnenden © Ramboll Studio Dreiseitl



Kastenrinne eingebettet in Pflasterung
Wohngebiet in Lübz © Hydrotec

Baumstandorte



Beschreibung

Bäume besitzen das höchste Verdunstungspotenzial im urbanen Raum und wirken durch ihren Schattenwurf positiv auf das Mikroklima im Quartier aus. Bäume stellen den benötigten Lebensraum für eine Vielzahl von Insekten und Kleintieren zu Verfügung und unterstützen somit eine bunte Artenvielfalt innerhalb der Stadt. Außerdem binden sie Treibhausgase und filtern Schadstoffe aus der Luft.

Die Auswahl und Endgröße der Baumarten hängt vor allem vom verfügbaren Wurzelraum sowie ausreichend Nährstoffen und Belüftung ab. Der Wurzelraumbedarf hängt von der Größe und des Alters des Baumes ab. Je größer das Kronenvolumen, desto mehr Substrat wird benötigt (s. Abb.). Besonders in Straßenräumen ist es wichtig, einen ausreichend großen Wurzelraum zu schaffen, da der umliegende Boden intensiv bewirtschaftet wird und der Baum kaum Ausweichmöglichkeiten hat. Die FLL zu Empfehlungen für Baumpflanzungen sagt, dass für die ersten Standjahre ein Volumen von 12 m^3 ausreicht, doch besteht ein Konsens, dass für nachhaltig geplante Schwammstädte dieses Volumen nicht ausreicht, um den Baum für die zukünftigen Extremwetterereignisse anpassungsfähig zu machen. Daher wird im vorliegenden Projekt mit einem Wurzelraum von 36 m^3 geplant.

Eine gezielte Bewässerung mit Regenwasser verbessert die Wachstumsbedingungen des Baums. Sofern die Baumart dies nicht toleriert, ist darauf zu achten, dass keine Staunässe entsteht und immer eine ausreichende Sauerstoffzufuhr für die Wurzeln möglich ist. Der Wurzelraum ist außerdem frei von Ver- und Entsorgungsleitungen zu halten. Oberflächenwasser von unbelasteten Straßen und Wegen ohne Tausalzverwendung kann problemlos direkt über den belebten Oberboden der Baumscheibe versickern. Ist das einzuleitende Regenwasser stärker belastet, muss geprüft werden, welche Vorreinigung erforderlich ist. Da Streusalz zu Schäden an anfälligen Gehölzen führen kann, sollte, wenn möglich, auf Streusalz verzichtet werden.

Einzelmaßnahmen

- Einfache Baumscheiben
- Begrünte Baumscheiben

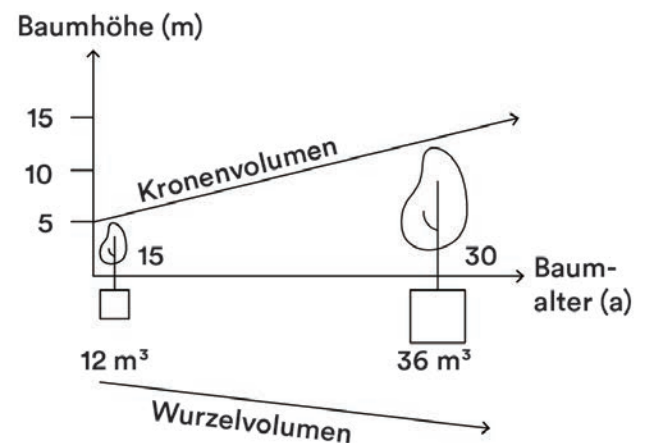
Sollte es dennoch zu Anreicherungen kommen, muss bereits in der Planungsphase auf eine salzverträgliche Baumartenwahl und die richtige Einleitungsmenge von unbelastetem Regenwasser geachtet werden. So lässt sich die Salzkonzentration durch Verdünnen und Auswaschen reduzieren.

Einfache Baumscheiben

Bäume im Straßenraum vernetzen und stärken die grüne Infrastruktur der Gesamtstadt. Neben dem Straßenbegleitgrün erhöht es auch das Sicherheitsgefühl aller Verkehrsteilnehmenden, weil Fahrbahnen und Geh- bzw. Radwege klar voneinander getrennt sind.

Begrünte Baumscheiben

Durch das Pflanzen von Bäumen in Grünflächen verbessern sich die Wachstumsbedingungen der Bäume. Die Grünfläche verdunstet den Großteil des zufließenden Regenwassers und trägt somit durch seine Kühlwirkung dazu bei, dass der Baum weniger häufig unter Hitzestress steht.



Zusammenhang zwischen Substratvolumen, Baumalter und -höhe
Eigene Darstellung, verändert nach FLL

Versickerungsmulden



Einzelmaßnahmen

- Rasenmulde
- Versickerungsbeet

Beschreibung

Die zentrale und dezentrale Versickerung dient der hydraulischen und stofflichen Entlastung der weiteren Entwässerungseinrichtungen und stellt eine Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt dar, da sowohl die Verdunstung als auch die Grundwasserneubildung gefördert werden. Dies geschieht in dauerhaft begrünten Mulden oder Beeten, die sich in den urbanen Kontext einfügen. Es handelt sich um ein ansprechendes Gestaltungselement, welches die Erlebbarkeit von Wasser in der Stadt fördert.

Die Versickerung passiert über die bewachsene Oberbodenschicht, die das Wasser ausreichend reinigt, dass es ins Grundwasser eingeleitet werden darf. Für die Bemessung des einzuplanenden Rückstaus an der Oberfläche ist es ratsam einen k_f -Wert von 10^{-5} m/s für den Oberboden anzunehmen, da sich der Boden mit der Zeit aufgrund der abfiltrierten Stoffe etwas verdichten wird. Der Rückstau darf im Bemessungsfall 30 cm betragen. Im Überflutungsfall darf auch tiefer eingestaut werden. Nach der Neuauflage der Norm (DWA-A 138-1), die sich zurzeit noch im Gelbdruck befindet, kann das einstauende Wasser bis zu 84 Stunden in der Mulde verweilen, ohne dass die dort eingesetzten Pflanzen einen Schaden davon nehmen. Außerdem ist es zugelassen alle Arten von Pflanzen von Rasen bis Gehölz in die Mulde zu platzieren. Es sollte lediglich bei der Auswahl der Baumarten auf eine Staunässeverträglichkeit geachtet werden. Eine gezielte Zuleitung von Wasser reduziert den künstlichen Bewässerungsbedarf. Anfallendes Laub muss regelmäßig aus der Versickerungsfläche entfernt werden.

Um ins Grundwasser einzuleiten, muss der Boden unterhalb des bewachsenen Oberbodens auch sickerfähig sein. Nach der DWA-A 138 muss der Boden einen k_f -Wert von 10^{-3} – 10^{-6} m/s aufweisen. Da dem Grundwasser hier gezielt Regenwasser zugeleitet wird, ist bei einer Verunreinigung des Untergrunds ein Bodenaustausch bis auf Grundwasserniveau notwendig.

Rasenmulde

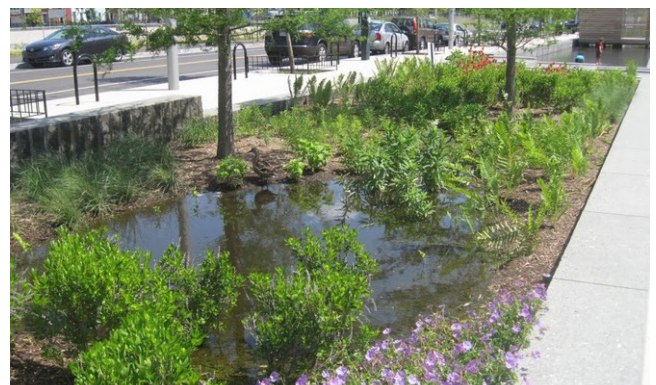
Eine Rasenmulde ist eine flach geböschte, einfach begrünte Versickerungsfläche. Zur einfachen Pflege sollte die Böschung mit 1:3 oder flacher ausgebildet werden. Aufgrund der einfachen Ausführung ist die Rasenmulde die wirtschaftlichste aller Versickerungsanlagen.

Versickerungsbeet

Das Versickerungsbeet ist im Gegensatz zur Rasenmulde mit einer Aufkantung an den Rändern ausgebildet. Dadurch kann bei geringen Platzverhältnissen das zurückzuhaltende Volumen maximiert werden. Das Beet kann intensiv bepflanzt werden und ist somit ein gestalterisch hochwertiges Element.



Mulden-Rigolen-System im Straßenraum der Rummelsburger Bucht
© Berliner Regenwasseragentur



Verdunstungsbeete integriert im Straßenraum
© Gorchels, M.

Speicher



Einzelmaßnahmen

- Betonspeicher
- Kunststoffspeicher
- Smarter Speicher

Beschreibung

Ein Speicher ist ein abgedichteter Hohlraumkörper mit einem gedrosselten Ablauf, der Regenwasser zurückhält und zeitverzögert abgeben soll. Das Speichervolumen kann auch erweitert werden, um neben der Funktion als Rückhalt auch für die Regenwassernutzung Wasser zur Verfügung zu stellen. In dem Fall wird er als Zisterne bezeichnet. Das zusätzliche Wasser kann bspw. für die Bewässerung der geplanten Begrünung eingesetzt werden. Speicher können ober- und unterirdisch eingebaut werden. Sie bestehen typischerweise aus Stahlbeton oder Kunststoff und sind sehr flexibel in der Größe.

Je nach Wasserqualität und Nutzungsvorhaben, muss das zulaufende Regenwasser gereinigt werden. Dafür können verschiedene Filter eingesetzt werden, die über eine einfache Sedimentation bis hin zu einer aufwendigen Filtration Stoffe aus dem Wasser entfernen, bevor sie in den Speicher gelangen.

Speicher und die zugehörigen Anlagenteile müssen regelmäßig gewartet werden (DIN 1989, 2002). Zu den Aufgaben für Unterhaltung und Pflege gehören die Überprüfung der Pumpenanlagen und Rohrleitungen, bei Bedarf die Entschlammung des Sammelbehälters und die Säuberung der Zuläufe.



Zisterne zur Regenwassernutzung
© Ramboll Studio Dreiseitl

Betonspeicher

Eine Zisterne aus Stahlbeton ist langlebiges Bauteil, was sehr resistent gegenüber mechanischen Belastungen und extremen Temperaturen ist. Darüber hinaus hat sie eine Speicherkapazität von 100%.

Kunststoffspeicher

Ein Speicher aus Kunststoff besteht aus vielen Einzelbauteilen, die sich beliebig zusammensetzen lassen und sich somit gut an die vorhandenen Platzverhältnisse anpassen können. Die Bauteile sind langlebig und werden von den Herstellern für die gewünschten Belastungsklassen ausgelegt. Die Speicherkapazität liegt bei ca. 95%.

Smarter Speicher

Ein smart gesteuerter Speicher kombiniert die Funktion des Regenwasserrückhalts und der -nutzung mit Hilfe eines radargesteuerten Ablaufs. Der Speicher ist immer max. mit Wasser eingestaut, was der Nutzung zur Verfügung steht. Wenn ein Regenereignis kommt, für welches Speichervolumen benötigt wird, wird das von der smarten Steuerung registriert, das eingehende Signal verarbeitet und dem Speicher so viel Wasser abgelassen, dass ausreichend Volumen vorhanden ist. Somit ist das Gesamt-Speichervolumen geringer als bei einer herkömmlichen Zisterne, da das Volumen für Nutzung und Rückhalt überlagert werden kann.

Regenwassernutzung



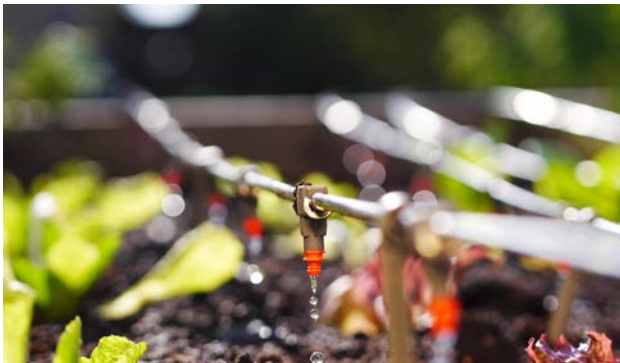
Einzelmaßnahmen

- Bewässerung

Beschreibung

Die langfristige Speicherung und Nutzung von Regenwasser ist eine Grundvoraussetzung für die konsequente Umsetzung einer klimaangepassten Planung. Das Regenwasser wird gesammelt, aufbereitet und anschließend zur Bewässerung genutzt. Gespeichertes Regenwasser sollte vorrangig während Trockenperioden genutzt werden. Hierdurch wird Trinkwasser eingespart.

Das Regenwasser wird in einer Zisterne gespeichert und mittels einer Pumpe an die gewünschte Stelle des Verbrauchs gefördert. Dieses Wasser ist als Betriebswasser zu verstehen und muss daher keine Trinkwasserqualität aufweisen. Zisternenwasser darf erlaubnisfrei zur Verdunstung durch Verrieselung auf geeigneten Flächen verwendet werden. Bei der Nutzung in der Oberflächenverrieselung fließt das Regenwasser aus Zisternen nahezu vollständig in das Verdunstungspotenzial ein.



Tröpfchenbewässerung
© Adobe Stock



Oberflächenbewässerung (Sprühregner)
© Adobe Stock

Die Bereitstellung von Betriebswasser zur Versorgung und zum Erhalt von Grünanlagen und Bäumen ist in Phasen längerer Trockenheit wichtig. Es gilt, das für die Pflanzen verfügbare Wasser im Boden in einem konstanten Bereich zu halten. Mit zunehmenden Trockenperioden wird sich der Wasserbedarf weiter verstärken. Automatische Bewässerungssysteme können den Personalaufwand für die manuelle Bewässerung minimieren und den Wasserverbrauch optimieren.

Neben der klassischen oberirdischen Bewässerung mit Sprühanlagen oder Tröpfchenbewässerung gibt es unterirdische Systeme. Das mit erhöhtem Aufwand zu verlegende Leitungssystem bewässert die Pflanzen über Tropfen direkt im Wurzelraum. Dadurch können Verdunstungsverluste minimiert und der Wasserbedarf reduziert werden. Besonders bei großflächiger Bewässerung reduzieren sich damit die laufenden Kosten.

Anwendungsmöglichkeiten

- Oberflächenbewässerung
- Unterflurbewässerung
- Mikro-/Tröpfchenbewässerung

Sitzmöglichkeiten



Einzelmaßnahmen

- Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion
- Bänke

Beschreibung

Während der zunehmenden Zahl an Hitzewellen leiden immer mehr Menschen unter gesundheitlichen Problemen wie Hitzestress, z.T. mit Todesfolge. Insbesondere zählen alte Menschen und Kleinkinder sowie Menschen mit Behinderung oder obdachlose Menschen zu den vulnerablen Gruppen in Städten. Neue Sitzmöglichkeiten, v.a. in schattigen Bereichen, sollen dieser Problematik vorbeugen. Zusätzlich wird durch diese Maßnahme die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum verbessert und soziale Treffpunkte für Besucher*innen geschaffen.



Begrüntes Hochbeet mit Sitzfunktion
Eigenes Bild

Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion

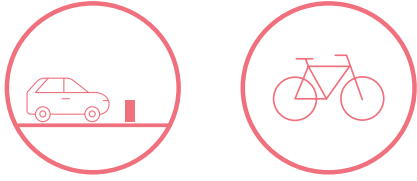
Die mobilen, begrünten Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion haben einen ästhetischen Mehrwert und stärken das Wohlbefinden der dort sitzenden Personen. Die Möbel können je nach Bedarf verschoben werden und bringen somit zusätzlich Flexibilität in den Raum.

Die Hochbeete können in unterschiedlichen Größen zum Einsatz kommen. Kleinere Beete können mit Stauden und Gräsern bepflanzt werden und sind als Ergänzung zu den Baumstandorten zu verstehen. Sie können insb. dort zum Einsatz kommen, wo keine Baumpflanzung möglich sind, da der Untergrund dies nicht zulässt, bspw. wenn dort bestehende Leitungen verlaufen. In größeren Beeten können auch kleine Bäume gepflanzt werden. Dadurch ist die Verschattung bereits integriert in das Mobiliar mit Sitzmöglichkeiten

Bänke

Festinstallierte Bänke sollen den Bewohnenden und Besuchenden den Aufenthalt im Gebiet so angenehm wie möglich machen. An heißen Tagen laden die verschatteten Bänke zu einer kurzen Ruhepause im städtischen Alltag ein. Öffentliche Räume mit Sitzmöglichkeiten regen soziale Interaktion an. Deshalb stellen sie unter strategisch sinnvoller Platzierung eine wichtige Ergänzung zur Aufenthaltsqualität dar.

Verkehrliche Einrichtungen



Einzelmaßnahmen

- Versenkbare Poller
- Fahrradparken

Beschreibung

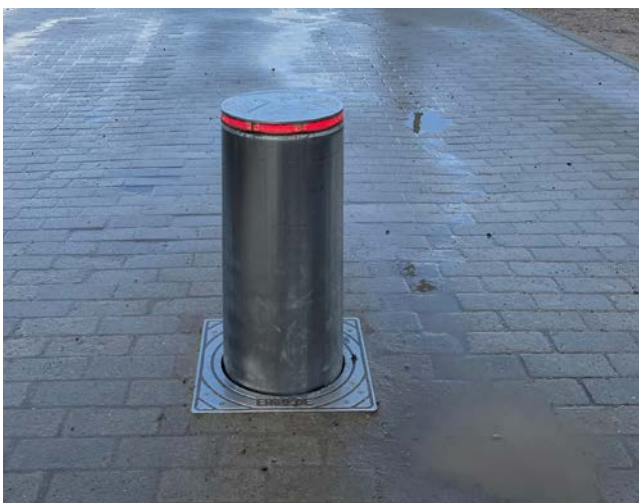
Die Steigerung der Verkehrssicherheit, die Verbesserung der Aufenthaltsqualität sowie ökologische Aspekte sind als grundsätzliche Zielsetzungen für alle verkehrlichen Anlagen zu benennen. Ebenso sind ein niveaugleicher Ausbau zur Sicherstellung der Barrierefreiheit und die Verwendung von durchlässigen Belägen Teil der Planung.

Versenkbare Poller

Für eine verbesserte Aufenthaltsqualität und die Stärkung des Fuß- und Radverkehrs werden versenkbare Poller in den Straßenraum integriert. Diese halten einen begrenzten Bereich von motorisiertem Individualverkehr frei. Im Notfall oder für Anlieferungsverkehr können die Poller den Weg kurzzeitig freigeben.

Fahrradparken

Fahrradstellplätze ergänzen das Angebot an verkehrlichen Anlagen der Klimastraße. Alle Stellplätze sollen mit wasserdurchlässigen Belägen gestaltet werden, um in diesem Bereich den Oberflächenabfluss zu minimieren.



Versenkbarer Poller
Eigenes Bild



Fahrradstellplätze mit Großstein und Rasenfuge
Steimker Gärten, Wolfsburg © Ramboll Studio Dreiseitl

Varianten- entwicklung

- **Variante A: westliche Baumreihe**
- **Variante B: mittige Baumreihe mit Mulden**
- **Variante C: landschaftliche Bauminseln**

Variantenentwicklung

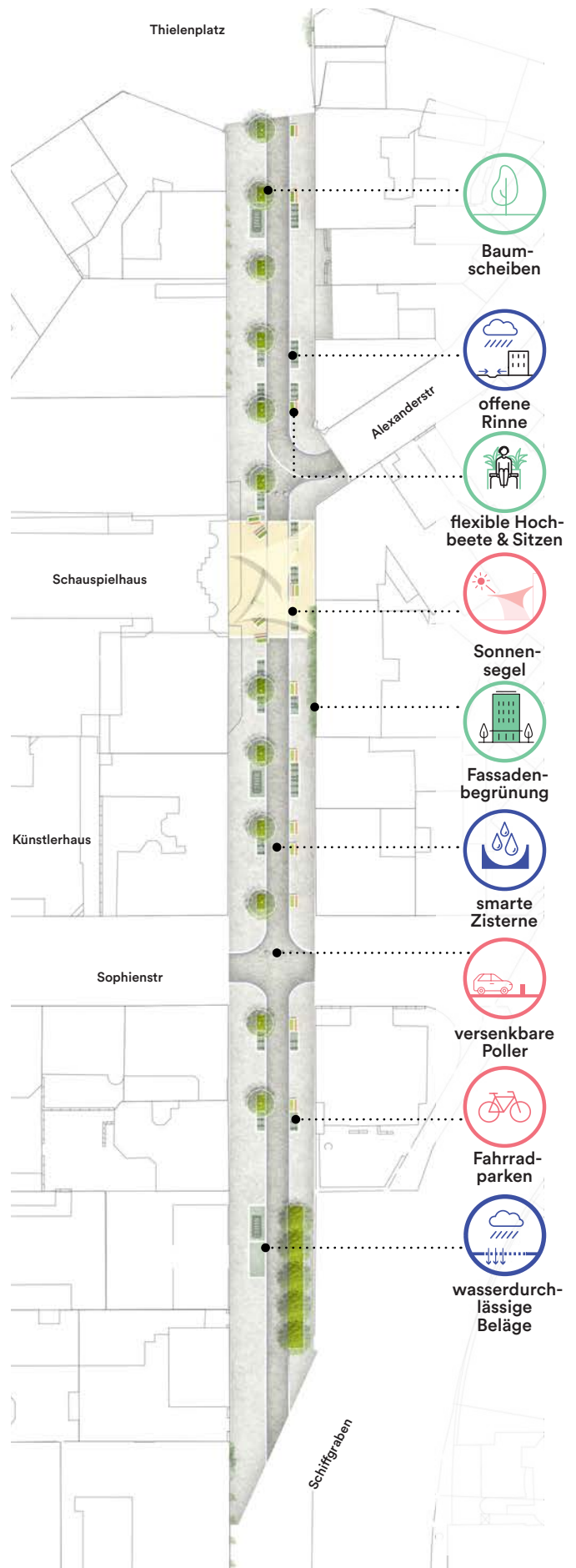
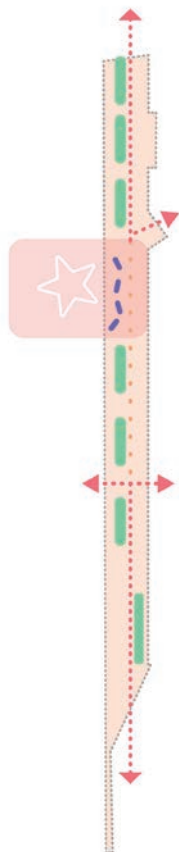
Variante A: westliche Baumreihe

Das Gestaltungsmerkmal der ersten Variante ist die westliche, einseitige Baumreihe. Diese Variante stellt das klassischste Straßenbild für eine "blau-grüne" Straße dar.

Entwurfsbeschreibung

Teil des Entwurfs sind Baumscheiben (2x3,5 m) mit 12 Bäumen entlang der Straßenflucht. Dadurch wird die historische städtebauliche Achse der Prinzenstraße, nach Laves (s. Kap. Grundlagenermittlung) betont. Als weiteres, vertikales Begrünungselement werden fassadenflächige, wandgebundene sowie erdgebundene Fassadenbegrünungen vorgeschlagen. Im Kapitel „weitere wichtige Themen für die Klimastraße“ sind die Potenziale für Gebäudebegrünung näher beleuchtet. Entlang der gegenüberliegenden Straßenseite ohne Baumneupflanzungen werden ergänzend mobile, mit Stauden und Gräsern bepflanzte Hochbeete und integrierter Sitzfunktion platziert.

Das neue Landmark der Prinzenstraße ist der Platz vor dem Schauspielhaus. Der in Gelb dargestellte Platz wird durch unterschiedliche Gestaltungsmerkmale hervorgehoben und betont, um das Theater in Bezug zum öffentlichen Raum zu setzen und die Aufenthaltsqualität durch weitere, hochwertige Maßnahmen zu Aufwertung des Stadtraums zu erhöhen. Um diese Ziele zu erreichen, hebt sich der Platz durch eine besondere Belagsauswahl



Lageplan Variante A
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung - Variante A

vom Straßenraum ab. Wie ein Teppich rollt sich die Fläche vor dem Theater aus. Die flexiblen Einbauten und Möbel können auf die unterschiedlichen Ansprüche des umliegenden Stadtraums und der Nutzenden reagieren. Als besonderes Ausstattungselement spenden temporär aufspannbare Sonnensegel den Menschen, die die mobilen Sitzmöbel nutzen, im Sommer Schatten. So können beispielsweise Arbeitnehmende aus der Umgebung hier ihre Mittagspause verbringen oder die Theaterbesuchenden ein Getränk nehmen und sich über die Stücke der aktuellen Saison austauschen. Der Platz wird ein Ort, an dem sich lokales und zugereistes Publikum mischt, austauscht und vernetzt.

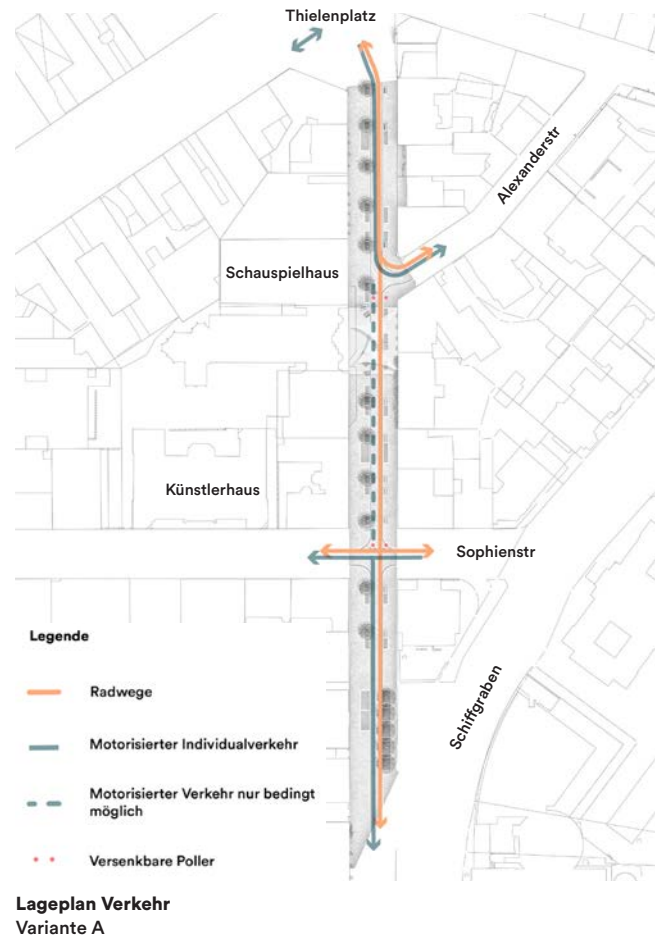
Es können insgesamt 11 großstämmige und ein kleinstämmiger Baum gepflanzt werden. Der nördlichste, kleinstämmige Baum, wird in einem Hochbeet platziert, da hier die Wurzeln mit der Fernwärmeleitung korrelieren würden.

Verkehrliche Situation

Wie bereits unter dem Kapitel "Maßnahmenbausteine" erläutert, werden an den Ecken Sophienstraße und Alexanderstraße versenkbare Poller in den Straßenraum integriert. So wird der mittlere Teilbereich der Prinzenstraße, einschließlich des Vorplatzes des Schauspielhauses, von motorisiertem Individualverkehr freigehalten und steht anderen Raumfunktionen zur Verfügung. Dennoch ist die Durchfahrt für den Rettungsverkehr so möglich. Der motorisierte Individualverkehr wird als Einrichtungsverkehr organisiert. Die Fahrspur wird im nördlichen Abschnitt vom Thielenplatz in Richtung Süden mit einer Linkskurve in die Alexanderstraße geführt. Der südliche Bereich kann in Ostwestrichtung vom Schiffgraben aus Richtung Künstlerhaus erreicht werden, bzw. Richtung Süden nach Aegidientorplatz. Der Radverkehr, in der Karte in orange dargestellt, kann in alle Fahrtrichtungen verkehren.

Auf beiden Seiten der Bürgersteige werden zahlreiche Fahrradstellplätze und insgesamt vier barrierefreie Parkplätze platziert. Alle Stellplätze weisen wasserdurchlässige Beläge auf.

Offene Rinnen trennen den Gehweg von der Fahrbahn. Über diese oberflächennahe Führung wird das Regenwasser in die Straßeneinläufe zur unterirdischen Speicherung geführt.

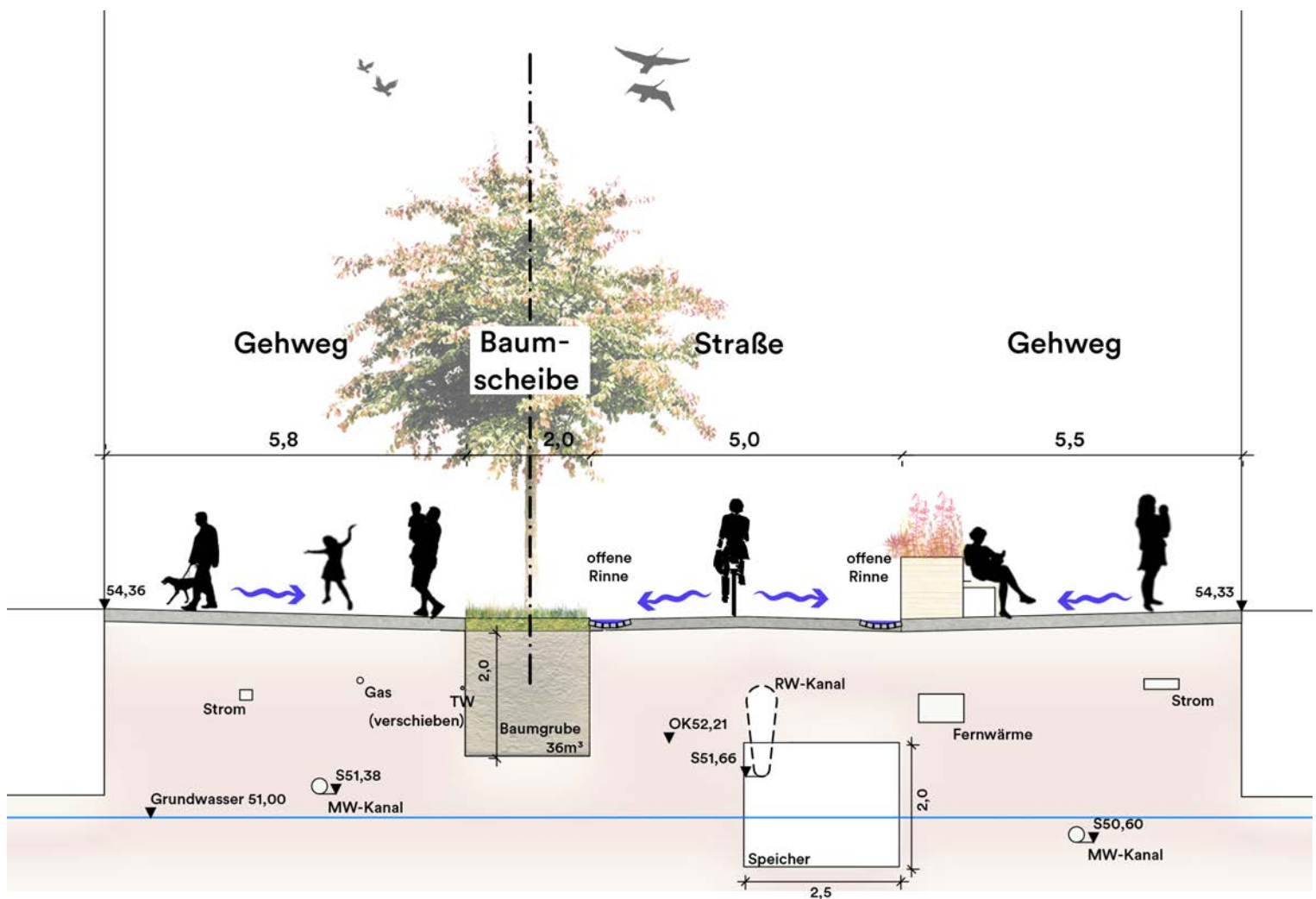


Variantenentwicklung - Variante A

Schnitt

Im Schnitt lässt sich erkennen, dass durch die Maßnahmen mehr Platz für den Gehweg eingeräumt werden kann. Der Gehweg ist beidseitig 5,5 m breit und zur Straße hin geneigt. Die Straße ist als Dachprofil ausgebildet. Entlang der beiden Straßenseiten verläuft eine offene Pflasterrinne, die das anfallende Regenwasser von den Gehwegen und der Straße über punktuelle Straßeneinläufe in den unterirdischen Speicher einleitet.

Insgesamt sind in Variante A zwölf Baumstandorte vorgesehen. Die Baumstandorte dieser Variante sind nur unter Verlegung der Trinkwasserleitung möglich, da sonst ein notwendiger Abstand von 3 m von der Baumachse zur Leitung nicht eingehalten werden kann. Für die Baumstandorte ist ein Substrat von 36 m³ vorgesehen.

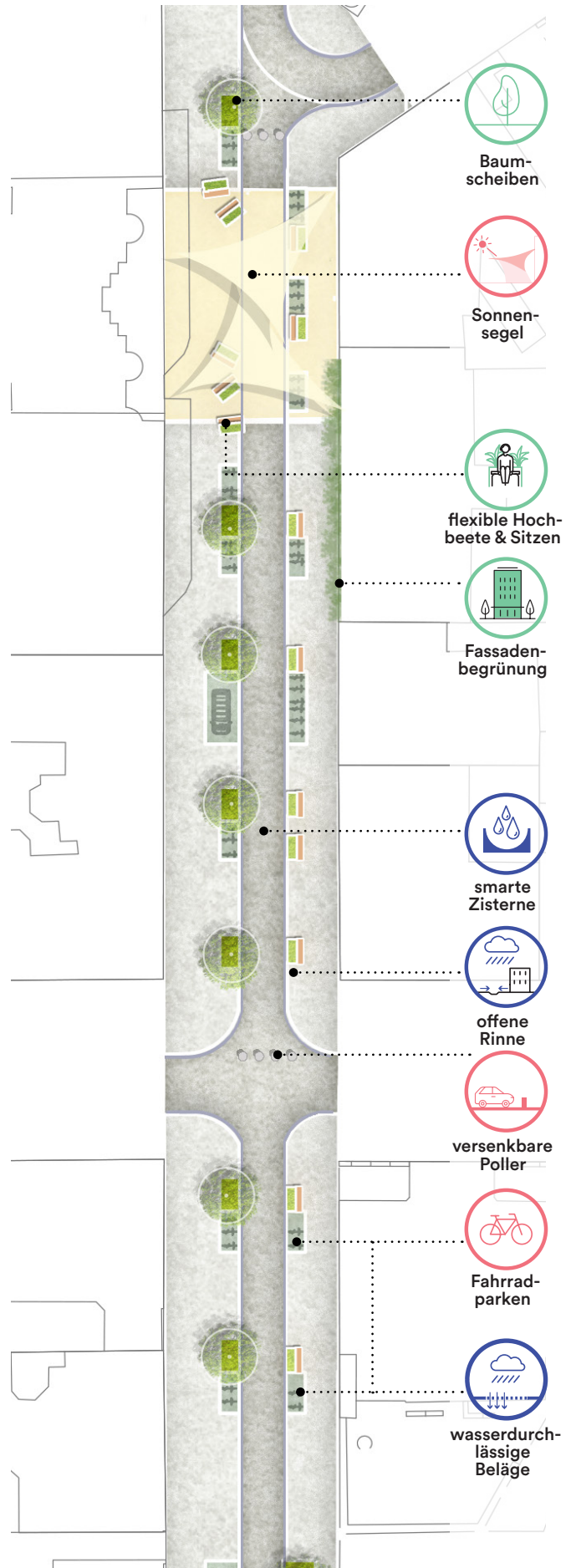


Schnitt Variante A
Eigene Darstellung

Zoom

Legende

-  Beläge
-  Asphalt
-  Besondere Beläge
-  Wasserdurchlässige Beläge
-  Baumscheiben
-  Bestandsbäume
-  Neue Bäume
-  Fassadenbegrünung
-  Mobile Hochbeete mit Sitzfunktion
-  Sonnensegel
-  versenkbare Poller
-  Offene Rinne



Zoom Lageplan Variante A
Eigene Darstellung

Entwässerungskonzept

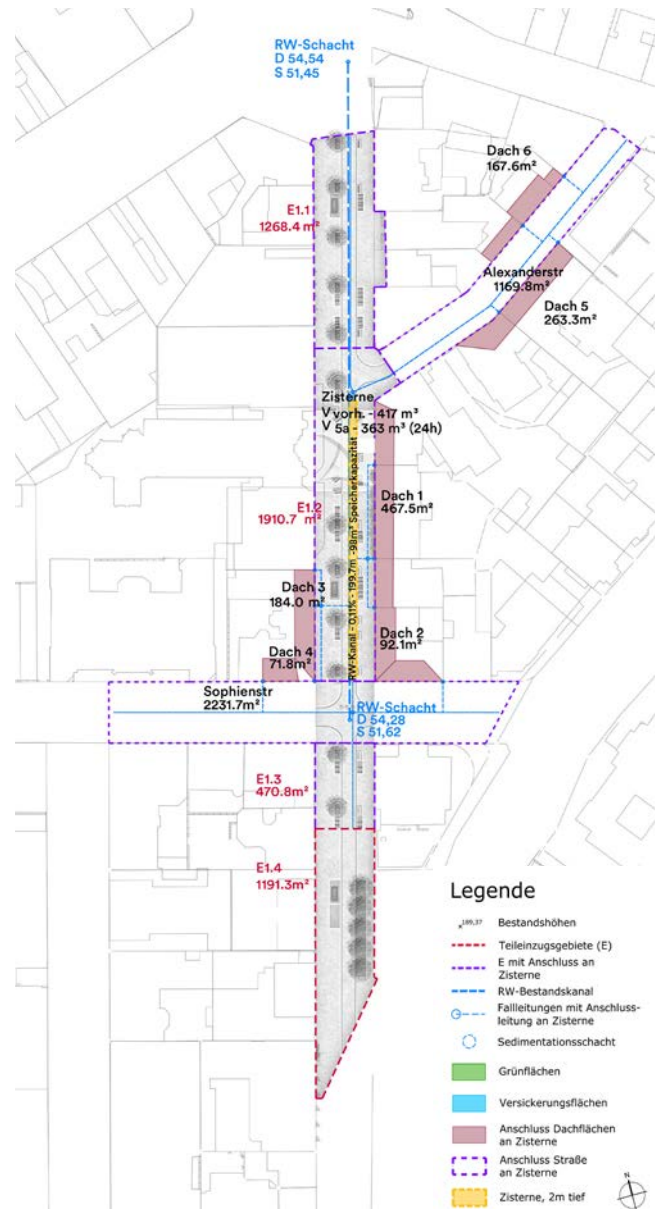
Die Entwässerungsstrategie des Planungsgebiets beruht auf der Zielsetzung, einen Großteil des Regenwassers dezentral zu managen und sich dabei an den natürlichen Wasserhaushalt anzunähern (s. Kap. Grundlagen). D.h. der Hauptfokus liegt auf der Verdunstung des aufkommenden Niederschlags. Dazu werden Einzugsgebiete (EZG) definiert und zugehörige Ableitungs- bzw. Bewirtschaftungsflächen und Bausteine festgelegt. Im Lageplan (rechts) sind alle wesentlichen Entwässerungseinrichtungen und Bewirtschaftungsflächen dargestellt. Das Höhenkonzept ist in Abstimmung mit der geplanten Bebauung und den Zwangspunkten des Bestandes entwickelt worden und eine überflutungssichere Entwässerungstopografie wurde definiert.

In Variante A wurden insg. vier EZGs definiert. Die eingesetzten Bausteine, Baumscheibe und abflussreduzierende Beläge, kommen in den obersten drei EZGs zum Einsatz. Der reduzierte Abfluss wird dann über Straßeneinläufe, die beidseitig entlang der Straße platziert werden, in eine Sammelleitung eingeleitet, die in Richtung mittleres EZG führt. Dort werden sie an die Wassertankstelle (Zisterne) angeschlossen.

Tab.: Flächen der Einzugsgebiete in Variante A

Einzugsgebiete VA	A _E [m ²]
EZG1	1268
EZG2	1911
EZG3	471
EZG4	1191
Alexanderstr.	1170
Sophienstr.	2232
Dachflächen	1246
SUMME	9489

Als Wassertankstelle könnte zum einen der bestehende Regenwasserkanal genutzt werden, der ein Volumen von 100 m³ hergibt (s. Kap. Grundlagenermittlung). Der Zustand des Kanals ist aber unbekannt und die Möglichkeit der Ertüchtigung somit eine rein theoretische Annahme. Alternativ kann eine neue Zisterne gebaut werden. Hierfür wird der Bereich zwischen Alexander- und Sophienstraße vorgeschlagen, da der Einbau der Zisterne hier als am praktikabelsten bewertet wird. Es werden Querungen



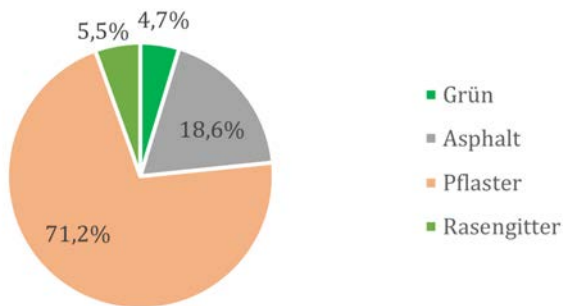
Lageplan Entwässerungskonzept Variante A
Eigene Darstellung

über die Straßenkreuzungen vermieden, in denen weitere Leitungen liegen, und die Zisterne kann geradlinig gebaut werden und muss keine Krümmungen enthalten, um der Oberflächenplanung zu folgen. Das vorhandene Volumen in diesem Bereich liegt bei 420 m³.

Entwässerungskonzept

An den Speicher werden zusätzlich Teile der Sophienstraße, die Alexanderstraße und anliegende Dachflächen angeschlossen. Das südliche EZG4 wird aufgrund der Entfernung nicht an die Zisterne angeschlossen. Stattdessen wird über die Beläge eine Abflussreduktion angestrebt und das abfließende Regenwasser in die bestehende Kanalisation eingeleitet.

Mit der geplanten Flächenaufteilung ergeben sich innerhalb des Planungsgebiets 10% Grünanteil, der sich zu gleichen Teilen aus den Baumscheiben und Hochbeeten wie auch dem Rasengittersteinflächen der Parkplätze zusammensetzt. Der Großteil der Fläche ist als teilsiegelte Fläche mit Pflasterbelag geplant, der über seine Fugen abflussreduzierend wirkt.



Flächenverteilung Variante A
Eigene Darstellung

Die Abflussbeiwerte zur Bemessung der Entwässerungsanlagen beziehen sich auf Tab. 9 der DIN 1986-100. Eine Auswahl der Abflussbeiwerte, die im Projekt Anwendung finden, sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Tab.: Auswahl der Abflussbeiwerte nach Tab. 9, DIN 1986-100

Flächentyp	Art der Befestigung	Ψ_m^*	Ψ_s^*
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Rasengittersteine	0,2	0,4
	Asphalt	0,9	1,0
	Pflasterfläche	0,6	0,7
Dachflächen	Schrägdach	0,9	1,0
	ext. Dachbegrünung	0,2	0,4
Retentionsfläche	Mulde	1,0	1,0

* Ψ_m - mittlerer Abflussbeiwert
** Ψ_s - Spitzenabflussbeiwert

Die Bemessung der Zisterne erfolgt nach der DWA-A 117. Sie wird für das 5-jährliche Ereignis (Tn5a) in allen Dauerstufen (D) bemessen. Der Drosselablauf (q_{dr}) der Zisterne wird auf Null gesetzt, da es sich um eine Smart-gesteuerte Zisterne handelt. D.h. es gibt keinen Ablauf, solange das Regenereignis stattfindet. Erst wenn der Kanal es zulässt, wird das Wasser abgelassen. Benötigtes Speichervolumen wird durch die smarte Steuerung rechtzeitig vorher, während einer Trockenphase, geschaffen.

Die Formel zur Bemessung lautet wie folgt:

$$V_{RRR} = (A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_E) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$$

V_{RRR} =	Volumen Regenrückhalteraum [m ³]
$r_{(D,n)}$ =	Maßgebende Regenspende [l/s/ha]
A_E =	Gesamte Fläche [m ²]
A_u =	Undurchlässige Fläche [m ²]
q_{dr} =	Drosselabflussspende [l/s/ha A_E]
D =	Dauer des Bemessungsregens [min]
ψ_m =	Mittlerer Abflussbeiwerte (-)
f_z =	Zuschlagsfaktor für Risiko (DWA-A 117): „mittel“ = 1,15
f_A =	Abminderungsfaktor = 1

Die Ergebnisse zeigen, dass eine 420 m³ Zisterne ausreicht, um eine 24-stündiges, 5-jährliches Ereignis zurückzuhalten. Optional könnte der bestehende Regenwasserkanal als Regenrückhaltung verwendet werden. Doch die 100 m³, die im RW-Kanal aktiviert werden könnten, reichen nur für ein 10-minütiges Ereignis aus.

Im Starkregenfall (Tn30a) wird zum einen Regenwasser an der Oberfläche eingestaut, was sich aufgrund der geplanten Entwässerungstopografie mittig der Straße ansammeln kann. Zum anderen fließt es in die Zisterne und kann dort zu Großteilen (82%, 9-stündiges Ereignis) zurückgehalten werden.

Die zugrundeliegende Formel zur Bemessung des Überflutungsvolumens bei Starkregen lautet wie folgt:

$$V_{ÜFN} = (A_u (\psi_s) \cdot r_{(D,n)} - q_{dr} \cdot A_E) \cdot D \cdot 0,06$$

Es wird mit dem Spitzenabflussbeiwert gerechnet, weil davon auszugehen ist, dass bei einem Starkregen die abflussreduzierende Wirkung der Oberflächen abnimmt.

Grobkostenschätzung

Grobkostenschätzung Machbarkeitsstudie Hannover Prinzenstraße - Freianlagen Außenanlagen Variante A

Grobkostenschätzung gemäß Variantenentwicklung vom 20.02.2023

Henning Larsen GmbH

Die angegebenen Preise sind Nettopreise.

Die technischen Anlagen sind mit Kunststoffzisterne gerechnet.

Nicht enthalten: Rückbauarbeiten, Materialentsorgung, Bodenarbeiten, Baustelleneinrichtung, Provisorien, besondere Baumschutzmaßnahmen, Verlegung von bestehender Infrastruktur

Summe					2.487.250,00 €	
					480,63 €/m²	
Außenanlagen						
		Menge	Einheit	EP	GP	Summe
1	Flächen (Grünflächen und befestigte Flächen inkl. Unterbau)					1.605.900,00 €
	Grünflächen hochwertig (inkl. Stauden u. Oberboden, Bodendecker, Gräser)	40	m ²	80,00 €	3.200,00 €	3.200,00 €
	niedrigwertige Grünflächen (Rasen und Ansaat, inkl. Fertigstellungspflege)	80	m ²	20,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
	Beläge Stellplätze Rasenfuge (inkl. Unterbau)	270	m ²	250,00 €	67.500,00 €	67.500,00 €
	Beläge Straße und Gehweg (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	4270	m ²	320,00 €	1.366.400,00 €	1.366.400,00 €
	besonderer Belag Schauspielvorplatz (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	440	m ²	380,00 €	167.200,00 €	167.200,00 €
2	Bäume Neupflanzungen					60.220,00 €
	großstämmig	11		2.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €
	kleinstämmig	1		1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
	Baumgrubensubstrat (36 m ³ pro Baum)	396	m ³	90,00 €	35.640,00 €	35.640,00 €
	Baumgrubensubstrat (12 m ³ pro Baum im Hochbeet)	12	m ³	90,00 €	1.080,00 €	1.080,00 €
3	Fassadenbegrünung (ohne Montage, Rankhilfe)					225.530,00 €
	bodengebunden	18	stk	45,00 €	810,00 €	810,00 €
	Substrat bodengebundene Begrünung	18	m ³	40,00 €	720,00 €	720,00 €
	wandgebunden (ohne Montage)	280	m ²	800,00 €	224.000,00 €	224.000,00 €
4	Einbauten und Ausstattung					129.600,00 €
	Sonnensegel	2	stk	3.000,00 €	6.000,00 €	6.000,00 €
	Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion	17	lfm	1.800,00 €	30.600,00 €	30.600,00 €
	Fahrradständer	80	stk	350,00 €	28.000,00 €	28.000,00 €
	Beleuchtung groß, punktuell	1	stk	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
	Beleuchtung mittelgroß	20	stk	2.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Beleuchtung klein	20	stk	1.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €
5	Technische Anlagen					466.000,00 €
	RW-Leitungen (inkl. Leitungsrinnen und Passstücke)	550	lfm	300,00 €	165.000,00 €	165.000,00 €
	Pflasterinnen	550	lfm	100,00 €	55.000,00 €	55.000,00 €
	Straßeneinläufe	30	stk	600,00 €	18.000,00 €	18.000,00 €
	Sedimentationsschächte	4	stk	10.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Bewässerungssystem	1	stk	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Smarte Steuerung Zisterne (inkl. Schacht, Pumpe, Tauschsonde, Schaltschrank)	1	stk	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €
	Zisterne (Kunststoff)	420	m ³	300,00 €	126.000,00 €	126.000,00 €
	Alternativ: Zisterne (Beton)	420	m ³	1.000,00 €	420.000,00 €	420.000,00 €

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Nord-Süd - nördlicher Abschnitt



Blick auf den Bestand von Nord nach Süd im nördlichen Abschnitt
Eigenes Bild



Unzureichende Fahrradstellplätze im Bestand, Blick Alexanderstraße
Eigenes Bild



Visualisierung der Versickerungsmulden, Fahrrad- und Autostellplätze und begrünten Sitzmöglichkeiten, Variante A, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Süd-Nord 1 - mittlerer Abschnitt



Blick auf den Bestand und Schauspielhaus von Süden nach Norden
Eigenes Bild



Blick auf den Bestand aus dem Eingangsbereich des Schauspielhauses
Eigenes Bild



Visualisierung der Grüninseln und Fassadenbegrünung, Variante A, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung

Einblick in den neuen Querschnitt der Prinzenstraße

Ansicht Süd-Nord 2 - mittlerer Abschnitt



Querschnitt des mittleren Bereichs in Variante A, Verortung der Leitungen, der Baumgrube und der Wassertankstelle
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung

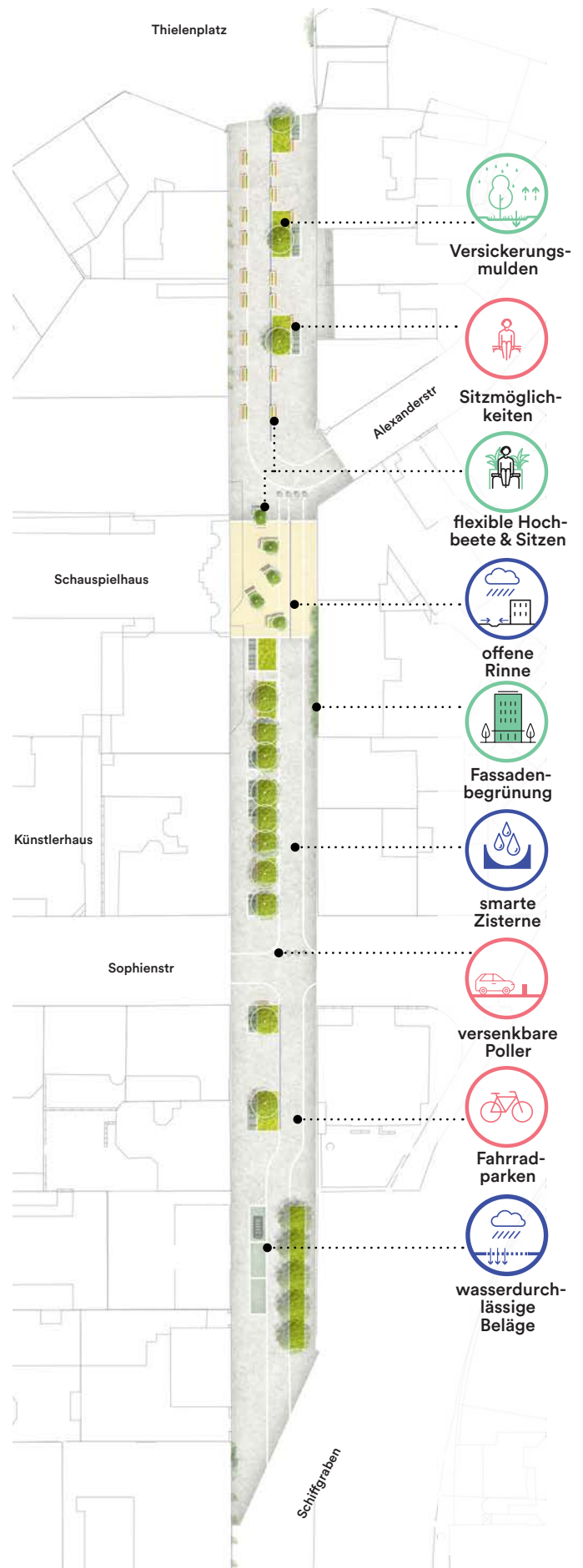
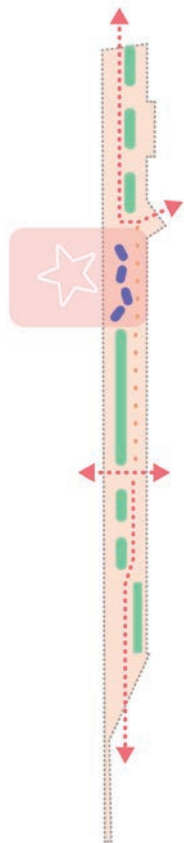
Variante B: mittige Baumreihe mit Mulden

Variante B zeichnet sich dadurch aus, dass das Maximum an Fläche für die Versickerungsmulden in den Entwurf integriert wurde, ohne den vielfältigen Nutzungsansprüchen des Raums im Weg zu stehen.

Entwurfsbeschreibung

Die mittige, leicht versetzte Baumreihe mit großzügigen und üppig bewachsenen Mulden von 4 m Breite und min. 4,5 m Länge, kann nicht nur das anfallende Regenwasser aufnehmen und versickern, sondern auch an heißen Tagen das Mikroklima durch die Verdunstungskühlung deutlich verbessern. Die Bänke entlang der Mulden machen das Sitzen an heißen Tagen noch angenehmer durch die Verschattung der Baumpflanzungen. Südlich des Schauspielvorplatzes ist eine Mulde ohne Baumstandort ausgebildet, da hier aufgrund von unterirdischen Leitungen eine Baumpflanzungen nicht umsetzbar ist. Die Mulden im nördlichen sowie südlichen Bereich mussten aufgrund des Brandschutzes mit einer kleineren Fläche geplant werden. Die mobilen (Sitz-)Hochbeete sollen die Grün- und Aufenthaltsqualität dennoch auch in diesen Bereichen stärken.

Die nördliche, gerade Baumachse orientiert sich an einer Flucht von fünf Bestandsbäumen im Süden. Die mittlere Baumachse ist leicht nach Westen gerückt, um die verkehrliche Situation der Straße zu optimieren. Das hat zum einen den Vorteil, dass die Radfahrenden nicht unmittelbar durch den Schauspielvorplatz,



Lageplan Variante B
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung - Variante B

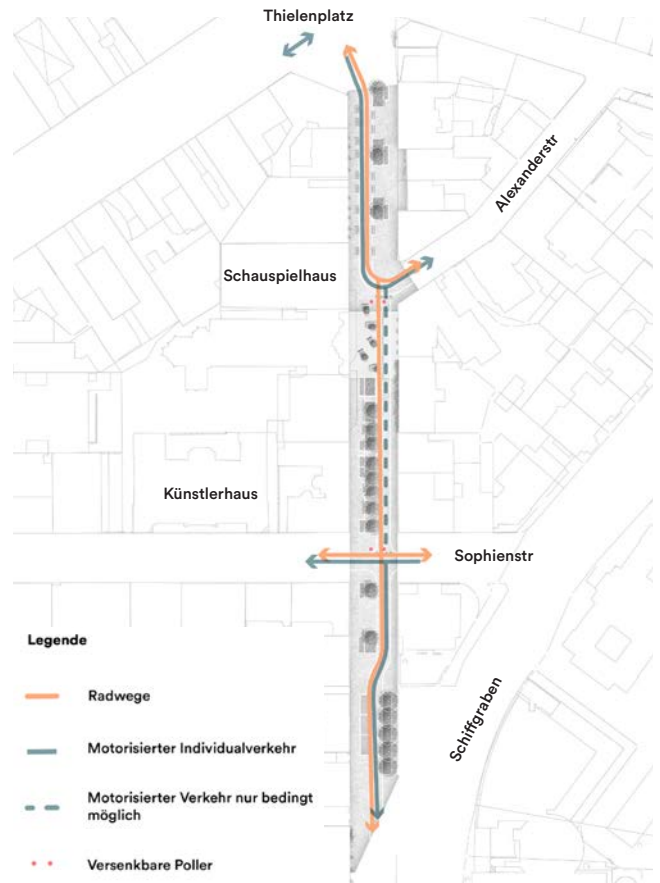
sondern vom Eingang abgerückt fahren. Zum anderen entstehen dadurch leichte Kurven in der Fahrbahn, die zur Entschleunigung von Rad- und Autoverkehr beitragen. Als weiteres Begrünungselement werden fassadenflächige, wandgebundene sowie erdgebundene Fassadenbegrünungen vorgeschlagen. Im Kapitel „weitere Themen für Klimastraße“ werden die Potenziale für Gebäudebegrünung näher beleuchtet.

Der Schauspielvorplatz wird, ähnlich wie in Variante A, durch unterschiedliche Gestaltungsmerkmale hervorgehoben. Um die Aufenthaltsqualität zu stärken und das Theater in Bezug zum öffentlichen Raum zu setzen, erhält der Platz einen anderen Belag als die Straße. Große, bewegbare Hochbeete dienen als Sitzelemente in dieser Zone. Sie werden neben Stauden und Sträuchern auch mit Bäumen bepflanzt, die in dieser Variante für die notwendige Verschattung als Betrag zur Aufenthaltsqualität sorgen. Der Raum wird so zum Schauplatz des öffentlichen Lebens und lässt eine flexible Nutzung für unterschiedliche Szenen des alltäglichen Lebens zu. Die mobilen Elemente können Teilbereiche abtrennen, die Platzfläche einfassen oder – durch entsprechende Platzierung – sich gegen Norden und Süden hin an den umgrenzenden Straßenraum angliedern. Die Möblierung des Theaterplatzes ist innerstädtischen Boulevards in südeuropäischen Städten und Straßencafés angelehnt, wirkt dabei jedoch nicht aufgesetzt, sondern initiiert ein Lebensgefühl und eine Flexibilität, die der Klimastraße in Hannover gerecht wird.

Die Gestaltung ermöglicht somit insgesamt eine Pflanzung von 13 großstämmigen und fünf kleinstämmigen Bäumen.

Verkehrliche Situation

Wie bereits unter dem Kapitel "Maßnahmenbausteine" erläutert, werden an den Ecken Sophienstraße und Alexanderstraße versenkbare Poller in den Straßenraum integriert. So wird der mittlere Teilbereich der Prinzenstraße, einschließlich des Vorplatzes des Schauspielhauses, von motorisiertem Individualverkehr freigehalten und steht anderen Raumfunktionen zur Verfügung. Dennoch ist die Durchfahrt für den Rettungsverkehr so möglich. Der motorisierte Individualverkehr wird als Einrichtungsverkehr organisiert. Die Fahrspur wird im nördlichen Abschnitt vom Thielenplatz in Richtung Süden mit einer Linkskurve in die Alexanderstraße geführt. Der südliche Bereich kann in Ostwestrichtung vom Schiffgraben aus Richtung Künstlerhaus erreicht werden, bzw. Richtung Süden nach Aegidientorplatz. Der Radverkehr, in der Karte in orange dargestellt, kann in alle Fahrtrichtungen verkehren.



Lageplan Verkehr
Variante B

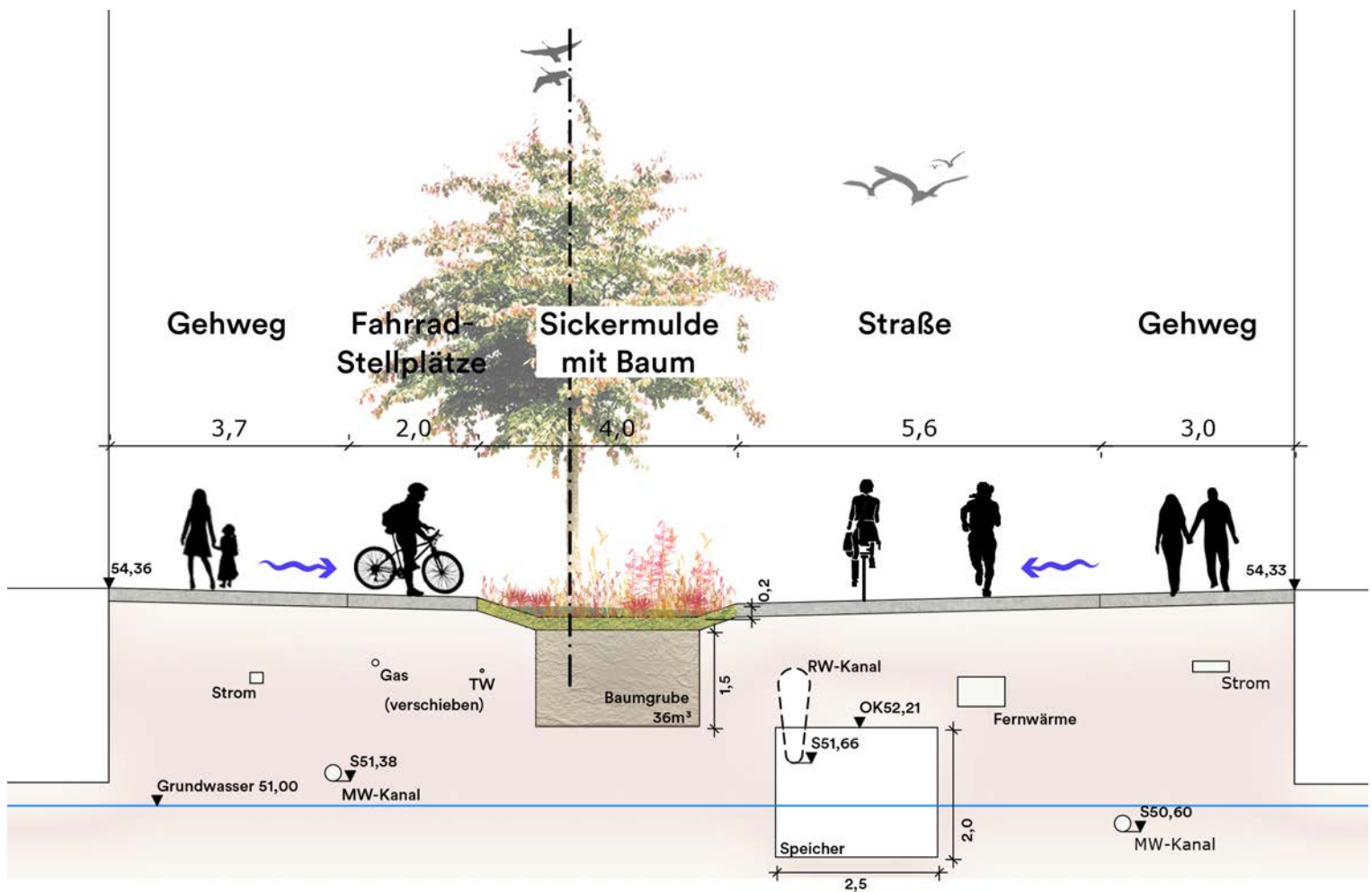
Auf beiden Seiten der Bürgersteige werden zahlreiche Fahrradstellplätze und insgesamt drei barrierefreie Parkplätze entlang der westlichen Straßenseite im südlichen Abschnitt platziert. Alle Stellplätze weisen wasserdurchlässige Beläge auf.

In der gesamten Straße gibt es keine Bordsteine. Dieser Gestaltungsansatz gewährleistet eine barrierefreie Erschließung und der Raum wirkt weniger als Straßenraum mit abgeschotteten Bereichen für Fuß- und Autoverkehr. Die einzelnen Zonen gehen ineinander über und ermöglichen eine gleichberechtigte Teilnahme aller Akteure im Straßenverkehr.

Schnitt

In dem Schnitt lässt sich erkennen, dass dem Gehweg im Verhältnis zur Fahrbahn mehr Raum gegeben wird. Das anfallende Regenwasser wird über die geneigten Flächen jeweils in die zentrale Sickermulde geleitet. Diese Mulden mit den integrierten Baumstandorten sind jeweils 4 m breit und 20 cm tief.

Insgesamt können in Variante B dreizehn großkronige Baumstandorte vorgesehen werden. Die Baumstandorte dieser Variante sind nur unter der Voraussetzung der Verlegung der Trinkwasserleitung möglich, da sonst ein notwendiger Abstand von 3 m von Baumachse zu Leitung sowie unterirdischem Speicher nicht eingehalten werden kann. Für die Baumstandorte ist ein Substrat von 36 m³ vorgesehen.

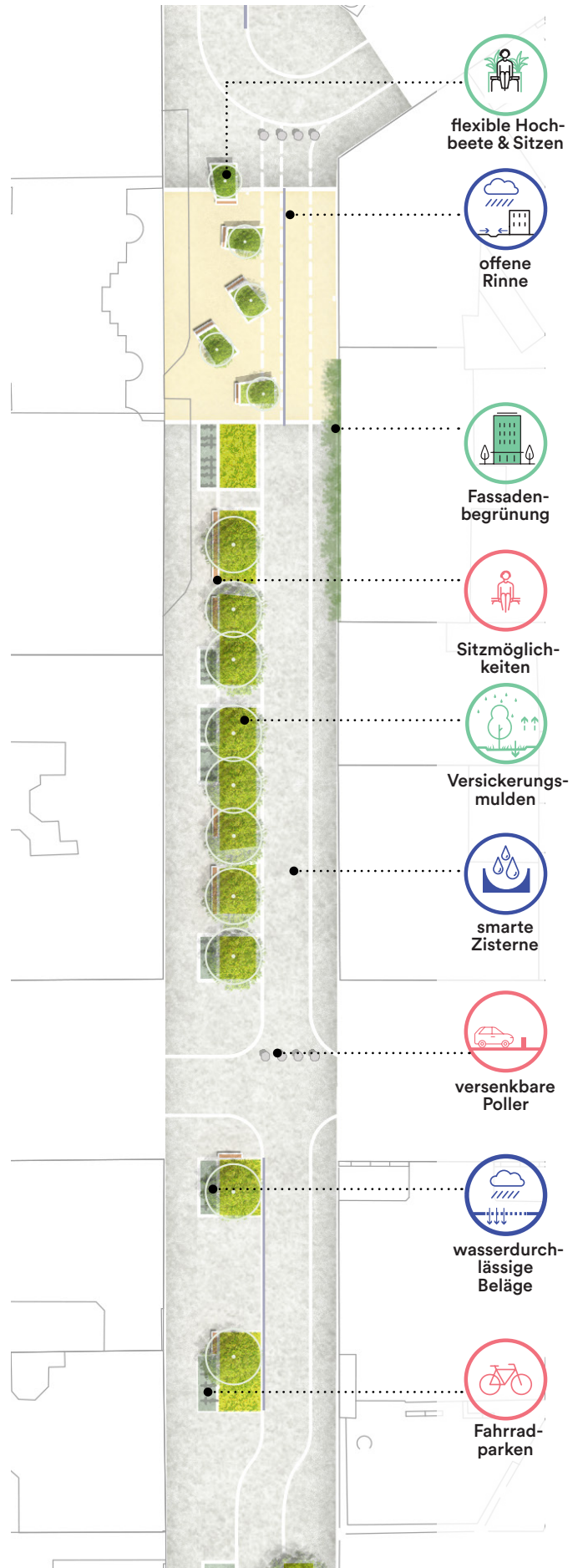


Schnitt Variante B
Eigene Darstellung

Zoom

Legende

-  Beläge
-  Besondere Beläge
-  Wasserdurchlässige Beläge
-  Baumscheiben
-  Bestandsbäume
-  Neue Bäume
-  Fassadenbegrünung
-  große mobile Hochbeete mit Sitzfunktion
-  kleine mobile Hochbeete mit Sitzfunktion
-  versenkbare Poller
-  Offene Rinne



Zoom Lageplan Variante B
Eigene Darstellung

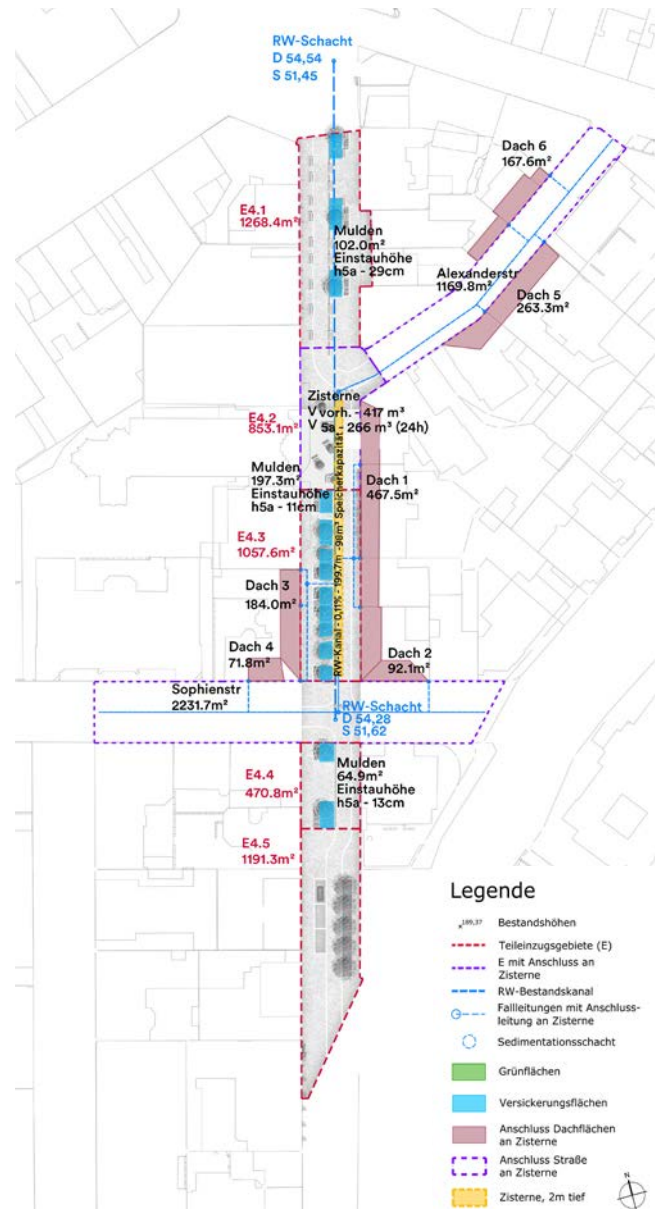
Entwässerungskonzept

Die Entwässerungsstrategie der Variante B beruht auf der gleichen Zielsetzung wie in Variante A beschrieben.

In Variante B wurden insg. fünf EZGs definiert. Die eingesetzten Bausteine, Versickerungsmulden und abflussreduzierende Beläge, kommen in drei EZGs zum Einsatz (EZG1, 3 und 4). Dort wird das gesamte abfließende Regenwasser in die Mulden eingeleitet, verdunstet und versickert. Im mittleren EZG2, vor dem Eingang zum Theater, werden begrünte Hochbeete mit Baum und abflussreduzierende Beläge eingesetzt. Hier wird der Abfluss max. reduziert über Sinkkästen in eine Sammelleitung eingeleitet, die das Wasser in die darunter liegende Wassertank-stelle (Zisterne) einleitet. Zusätzlich werden wieder Teile der Sophienstraße, die Alexanderstraße und anliegende Dachflächen an die Zisterne angeschlossen. Das südliche EZG5 wird aufgrund der Entfernung nicht an die Zisterne angeschlossen. Stattdessen wird über die Beläge eine Abflussreduktion angestrebt und das abfließende Regenwasser in die bestehende Kanalisation eingeleitet.

Tab.: Flächen der Einzugsgebiete in Variante B

Einzugsgebiete VA	A _E [m ²]
EZG1	1268
EZG2	853
EZG3	1058
EZG4	471
EZG5	1191
Alexanderstr	1170
Sophienstr	2232
Dachflächen	1246
SUMME	9489



Lageplan Entwässerungskonzept Variante B
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung - Variante B

Entwässerungskonzept

Mit der geplanten Flächenaufteilung ergeben sich innerhalb des Planungsgebiets 16% Grünanteil. Den größten Anteil machen in dieser Variante die Versickerungsmulden aus. Der Großteil der Fläche ist als teilentsiegelte Fläche mit Pflasterbelag geplant, der über seine Fugen abflussreduzierend wirkt.

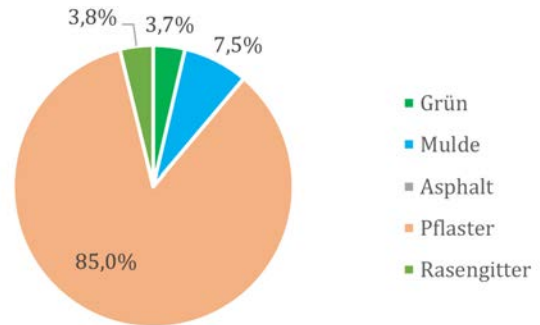
Die Bemessung der Mulden erfolgt nach der DWA-A 138 (Formel s.u.). Sie werden für das 5-jährliche Ereignis (Tn5a) in allen Dauerstufen (D) bemessen. Die Sickerrate (Q_s) errechnet sich nach Norm über den angesetzten k_f -Wert des Oberbodens (10^{-5} m/s) und 50% der geplanten Muldenfläche. Das Risiko wird wie bei der Zisterne mit „mittel“ eingestuft.

$$V_{MU} = [A_u (\psi_m) \cdot r_{(D,n)} - Q_s] \cdot D \cdot f_z \cdot 0,06$$

Dadurch ergeben sich unterschiedliche Einstauhöhen für die einzelnen EZGs, wie in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Aufgrund des höheren Flächenanteils im EZG1 stauen die Mulden bis auf 29 cm an. 30 cm sind nach Norm zulässig. Im Starkregenfall (Tn30a) würde die Mulde 48 cm anstauen. Entweder die Mulde wird dafür noch tiefer gesetzt oder ein Rückstau auf die Straße wird zugelassen. Auch kann hier über ein Sickerbeet noch mehr Volumen aus der Muldenfläche gewonnen werden, da weniger Volumen über die Böschung verloren geht (s. Kap. Maßnahmenbausteine). In den Mulden der EZGs 3 und 4 ist der Einstau sehr gering und der Platz für eine einfache Muldenform mit einer Böschung von 1:3 ist vorhanden.

Tab.: Einstauhöhen der Mulden für den Bemessungs- und Überflutungsfall, Variante B

Einzugsgebiete VB	Einstauhöhen [cm]	
	Tn5a	Tn30a
EZG1	0,29	0,48
EZG3	0,11	0,18
EZG4	0,13	0,21



Flächenverteilung Variante B
Eigene Darstellung

Die Bemessung der Zisterne erfolgt nach der DWA-A 117. Sie wird wie in Variante A bemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine 420 m³ Zisterne ausreicht, um eine 24-stündiges, 5-jährliches Ereignis zurückzuhalten. Optional könnte der bestehende Regenwasserkanal als Regenrückhaltung verwendet werden. Doch die 100 m³, die im RW-Kanal aktiviert werden könnten, reichen nur für ein 20-minütiges Ereignis aus.

In Variante B reichen die 420 m³ Zisternenvolumen auch aus, um ein 24-stündiges Starkregenereignis (Tn30a) zurückzuhalten.

Grobkostenschätzung

Grobkostenschätzung Machbarkeitsstudie Hannover Prinzenstraße - Freianlagen Außenanlagen Variante B

Grobkostenschätzung gemäß Variantenentwicklung vom 20.02.2023

Henning Larsen GmbH

Die angegebenen Preise sind Nettopreise.

Die technischen Anlagen sind mit Kunststoffzisterne gerechnet.

Nicht enthalten: Rückbauarbeiten, Materialentsorgung, Bodenarbeiten, Baustelleneinrichtung, Provisorien, besondere Baumschutzmaßnahmen, Verlegung von bestehender Infrastruktur

Summe						2.381.780,00 €
						460,25 €/m²
Außenanlagen						
	Menge	Einheit	EP	GP	Summe	
1	Flächen (Grünflächen und befestigte Flächen inkl. Unterbau)					1.546.700 EUR
	Mulden	370 m ²	80,00 €	29.600,00 €		29.600,00 €
	Beläge Stellplätze Rasenfuge (inkl. Unterbau) (davon 78,75 m ² barrierefreies Parken)	190 m ²	250,00 €	47.500,00 €		47.500,00 €
	Beläge Straße und Gehweg (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	4070 m ²	320,00 €	1.302.400,00 €		1.302.400,00 €
	besonderer Belag Schauspielvorplatz (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	440 m ²	380,00 €	167.200,00 €		167.200,00 €
2	Bäume Neupflanzungen					78.500,00 €
	großstämmig	13	2.000,00 €	26.000,00 €		26.000,00 €
	kleinstämmig	5	1.500,00 €	7.500,00 €		7.500,00 €
	Baumgrubenssubstrat (36 m ³ pro Baum)	470 m ³	90,00 €	42.300,00 €		42.300,00 €
	Baumgrubenssubstrat (6 m ³ pro Baum im Hochbeet)	30 m ³	90,00 €	2.700,00 €		2.700,00 €
3	Fassadenbegrünung (ohne Montage, Rankhilfe)					225.530,00 €
	bodengebunden	18 stk	45,00 €	810,00 €		810,00 €
	Substrat bodengebundene Begrünung	18 m ³	40,00 €	720,00 €		720,00 €
	wandgebunden (ohne Montage)	280 m ²	800,00 €	224.000,00 €		224.000,00 €
4	Einbauten und Ausstattung					137.050,00 €
	Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion	15 stk	1.500,00 €	22.500,00 €		22.500,00 €
	Hochbeet ohne Sitzfunktion (nördlicher Teil)	1 stk	800,00 €	800,00 €		800,00 €
	Hochbeete groß mit integrierter Sitzfunktion (3 m)	5 stk	2.000,00 €	10.000,00 €		10.000,00 €
	längliche Bänke	30 lfm	650,00 €	19.500,00 €		19.500,00 €
	Fahrradständer	55 stk	350,00 €	19.250,00 €		19.250,00 €
	Beleuchtung groß, punktuell	1 stk	5.000,00 €	5.000,00 €		5.000,00 €
	Beleuchtung mittelgroß	20 stk	2.000,00 €	40.000,00 €		40.000,00 €
	Beleuchtung klein	20 stk	1.000,00 €	20.000,00 €		20.000,00 €
5	Technische Anlagen					394.000,00 €
	RW-Leitungen (inkl. Leitungsrinnen)	450 lfm	300,00 €	135.000,00 €		135.000,00 €
	Pflasterrinnen	250 lfm	100,00 €	25.000,00 €		25.000,00 €
	Straßeneinläufe	10 stk	600,00 €	6.000,00 €		6.000,00 €
	Sedimentationsschächte	4 stk	10.000,00 €	40.000,00 €		40.000,00 €
	Bewässerungssystem	1 stk	40.000,00 €	40.000,00 €		40.000,00 €
	Smarte Steuerung Zisterne (inkl. Schacht, Pumpe, Tauschsonde, Schaltschrank)	1 stk	22.000,00 €	22.000,00 €		22.000,00 €
	Zisterne (Kunststoff)	420 m ³	300,00 €	126.000,00 €		126.000,00 €
	Alternativ: Zisterne (Beton)	420 m ³	1.000,00 €	420.000,00 €		420.000,00 €

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Nord-Süd - nördlicher Abschnitt



Blick auf den Bestand von Nord nach Süd im nördlichen Abschnitt
Eigenes Bild



Unzureichende Fahrradstellplätze im Bestand, Blick Alexanderstraße
Eigenes Bild



Visualisierung der Versickerungsmulden, Fahrradstellplätze und begrünten Sitzmöglichkeiten, Variante B, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Süd-Nord 1 - mittlerer Abschnitt



Blick auf den Bestand und Schauspielhaus von Süden nach Norden
Eigenes Bild



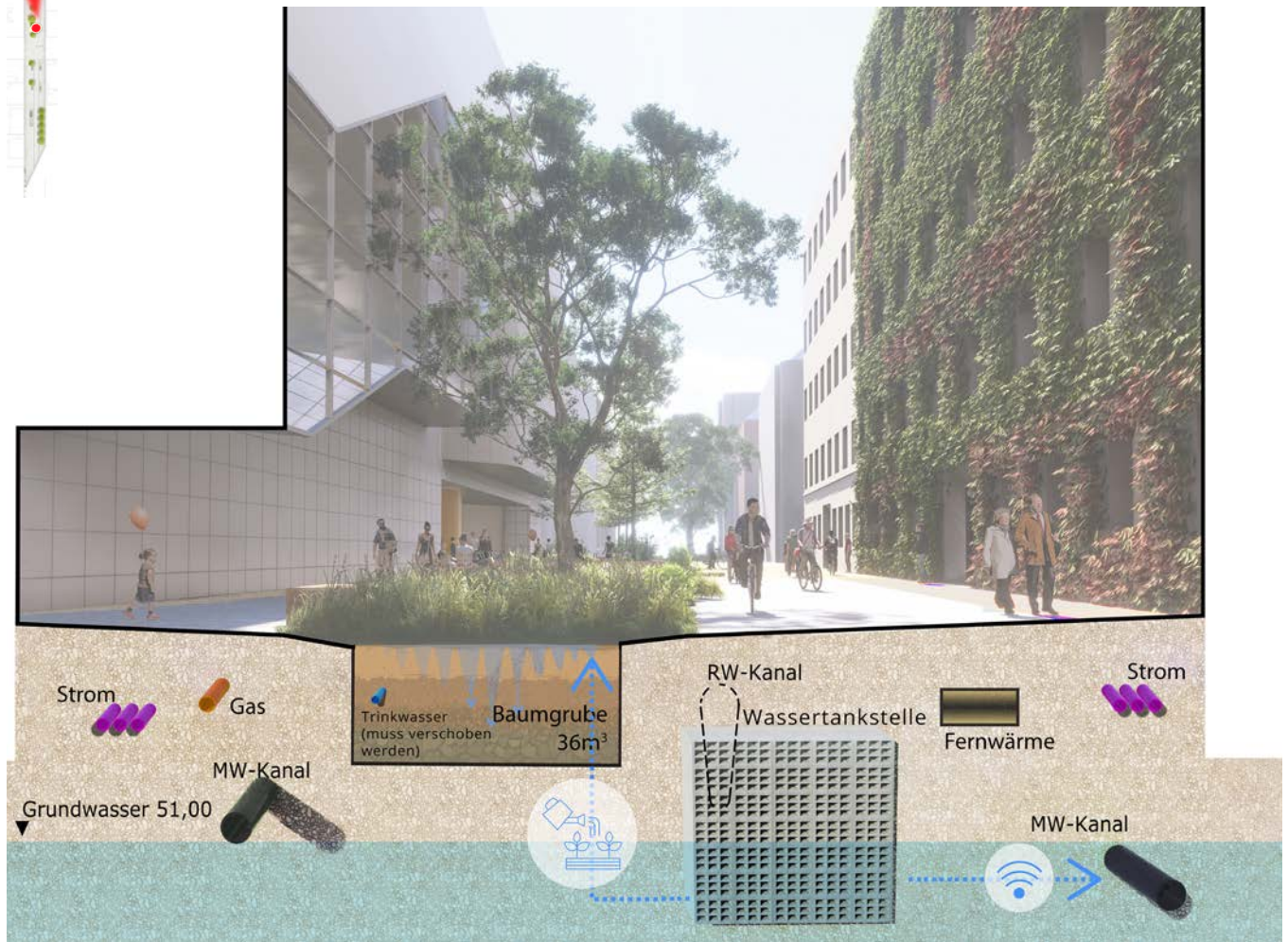
Blick auf den Bestand aus dem Eingangsbereich des Schauspielhauses
Eigenes Bild



Visualisierung der Grüninseln und Fassadenbegrünung, Variante B, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung

Einblick in den neuen Querschnitt der Prinzenstraße

Ansicht Süd-Nord 2 - mittlerer Abschnitt



Querschnitt des mittleren Bereichs in Variante B, Verortung der Leitungen, der Baumgrube und der Wassertankstelle
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung

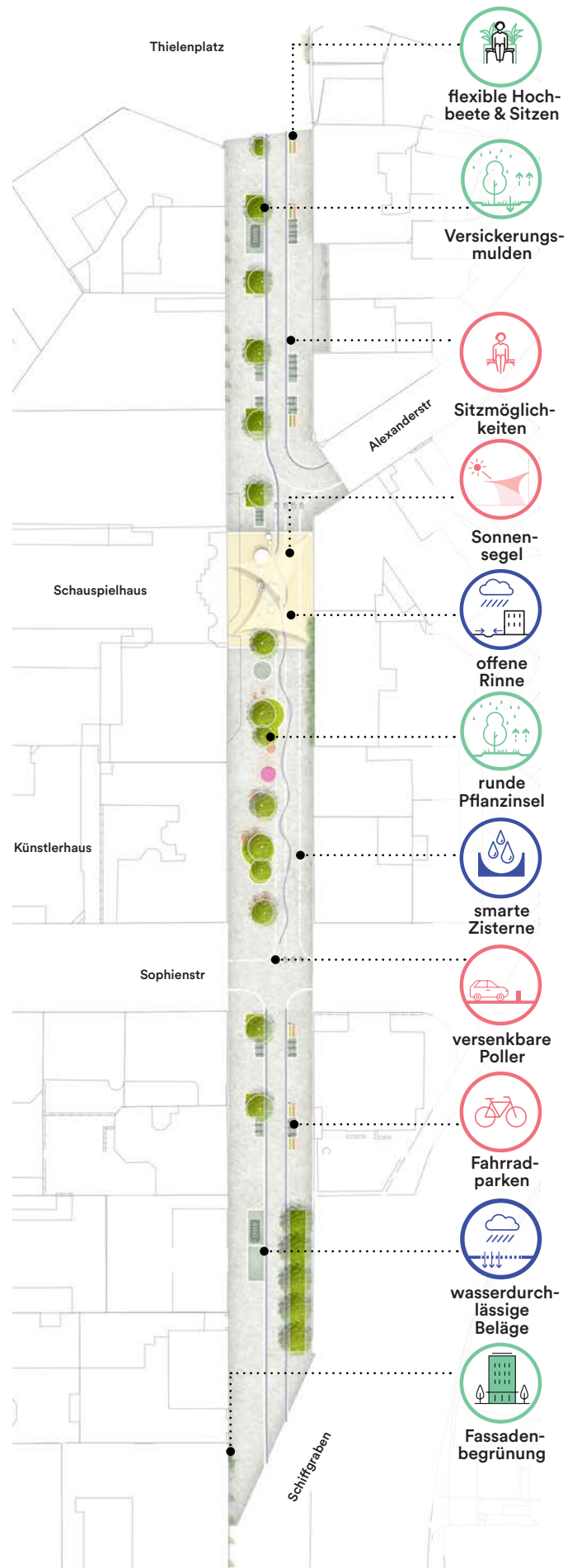
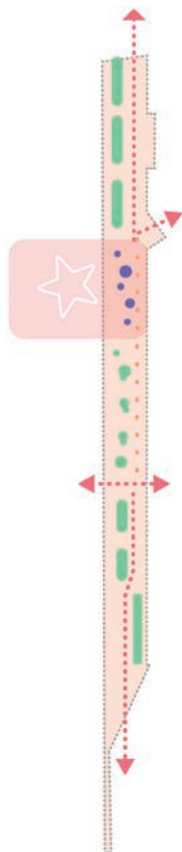
Variante C: Runde Pflanzinseln mit Bäumen

Wie wäre es, wenn die Geradlinigkeit der Straße aufgebrochen wird und runde Pflanzinseln das Raumbild prägen?

Entwurfsbeschreibung

Variante C kreiert eine ansprechende und spielerische Variante, die die klassische Struktur eines Straßenquerschnitts auflöst und mit Formensprache und Belagsvarianten spielt. Die Variante zeigt Möglichkeiten, wie der Straßenraum nicht nur durch den Einsatz der unterschiedlichen Maßnahmenbausteine verändert werden kann, sondern wie auch ganze Straßenabschnitte als Baustein verstanden werden können. Auf Grundlage der Diskussionen des zweiten Onlineworkshops entsteht die Vorzugsvariante C mit einer „optimierten Version“ der Variante A im südlichen und nördlichen Abschnitt sowie im mittleren Straßenabschnitt mit den „aufgelockerten Grüninseln“ aus einer der ehemals fünf entwickelten Varianten.

Die Optimierung der Variante A mit den Baumstandorten entlang der westlichen Achse im nördlichen und südlichen Teil der Prinzenstraße sieht vor, die Baumstandorte zu vergrößern und in Muldenflächen umzuwidmen. Die runden Pflanzinseln im mittleren Bereich sind großzügig mit Stauden, Gräsern und Bäumen angelegt. Das Spielen mit der Landschaftsgestaltung macht auf die aktuellen Klima-



Lageplan Variante C
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung - Variante C

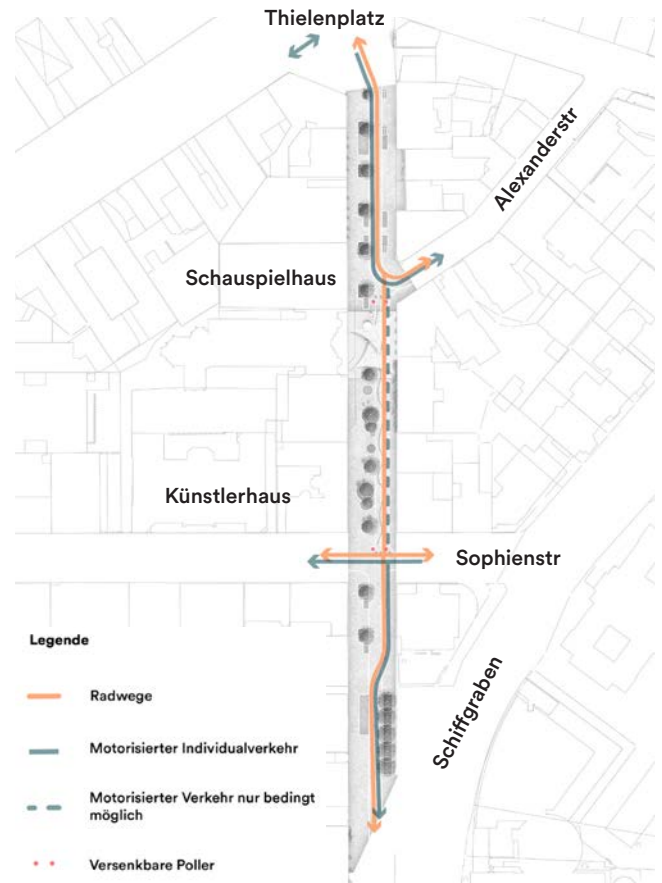
Thematiken aufmerksam, legt einen Fokus auf Begrünung in der Stadt und hebt den Bereich am Theater deutlich hervor. Runde Sitz- und Liegeplattformen, welche in die Grüninseln reinragen bieten von den Bäumen verschattete, kühle Aufenthaltsorte. Die Anordnung der Möbel fördert Interaktion seiner Nutzenden.

Der Schauspielvorplatz wird, ähnlich wie in Variante A und B, durch unterschiedliche Gestaltungsmerkmale in Szene gesetzt, um zum einen die Aufenthaltsqualität zu stärken und zum anderen das Theater mehr in Bezug zum öffentlichen Raum zu setzen. Der Platz erhält einen anderen Belag als die Straße, die flexiblen Einbauten und Möbel können auf die unterschiedlichen Nutzungsansprüche reagieren. Es finden sich die Elemente Sonnensegel sowie flexible Sitz- und Liegeplattformen wieder. Der Theaterplatz wird Knotenpunkt des sozialen Austauschs aller Generationen. In den Sommermonaten verwandelt sich dieser allabendlich in einen nachbarschaftlichen Treffpunkt. Hier kann gespielt, geschaut, geschnackt oder ein kühles Getränk genossen werden.

Diese Ausstattungselemente sind ebenfalls im Innenhof des Schauspielhauses denkbar, um eine Verbindung zwischen den Räumen zu schaffen. Das Fassadenbegrünungspotential ist dasselbe wie in Variante A und B. Eine weitere Besonderheit der Variante C ist die geschwungene, offene Rinne südlich des Schauspielvorplatzes. Durch den gestalterischen Anspruch und die besondere Formensprache erhält das Wasserthema besondere Aufmerksamkeit. Das Regenwasser, das auf den Flächen im mittleren Teil des Straßenraums anfällt, wird über die offene, geschwungene Rinne in die Straßeneinläufe und dann in den unterirdischen Speicher geleitet. Eine modellierte Landschaft, hier als „Spielhügel“ bezeichnet, zeigt inwiefern spielerische Elemente auch zu Aktivitäten im öffentlichen Raum anregen können. Nicht nur für Kinder, sondern auch für andere Altersklassen dient diese Erlebnis- und Aktivitätenzone als anregendes Element und Initiator und Ort zur Naherholung in der Stadt.

Verkehrliche Situation

Für die Verbesserung der Aufenthaltsqualität und die Stärkung des Fuß- und Radverkehrs werden an den Ecken Sophienstraße und Alexanderstraße die versenkbaren Poller integriert. So wird der mittlere Teilbereich der Prinzenstraße, einschließlich des Vorplatzes des Theaters, von motorisiertem Individualverkehr freigehalten und steht anderen Raumfunktionen zur Verfügung. Dennoch



Lageplan Verkehr Variante B
Eigene Darstellung

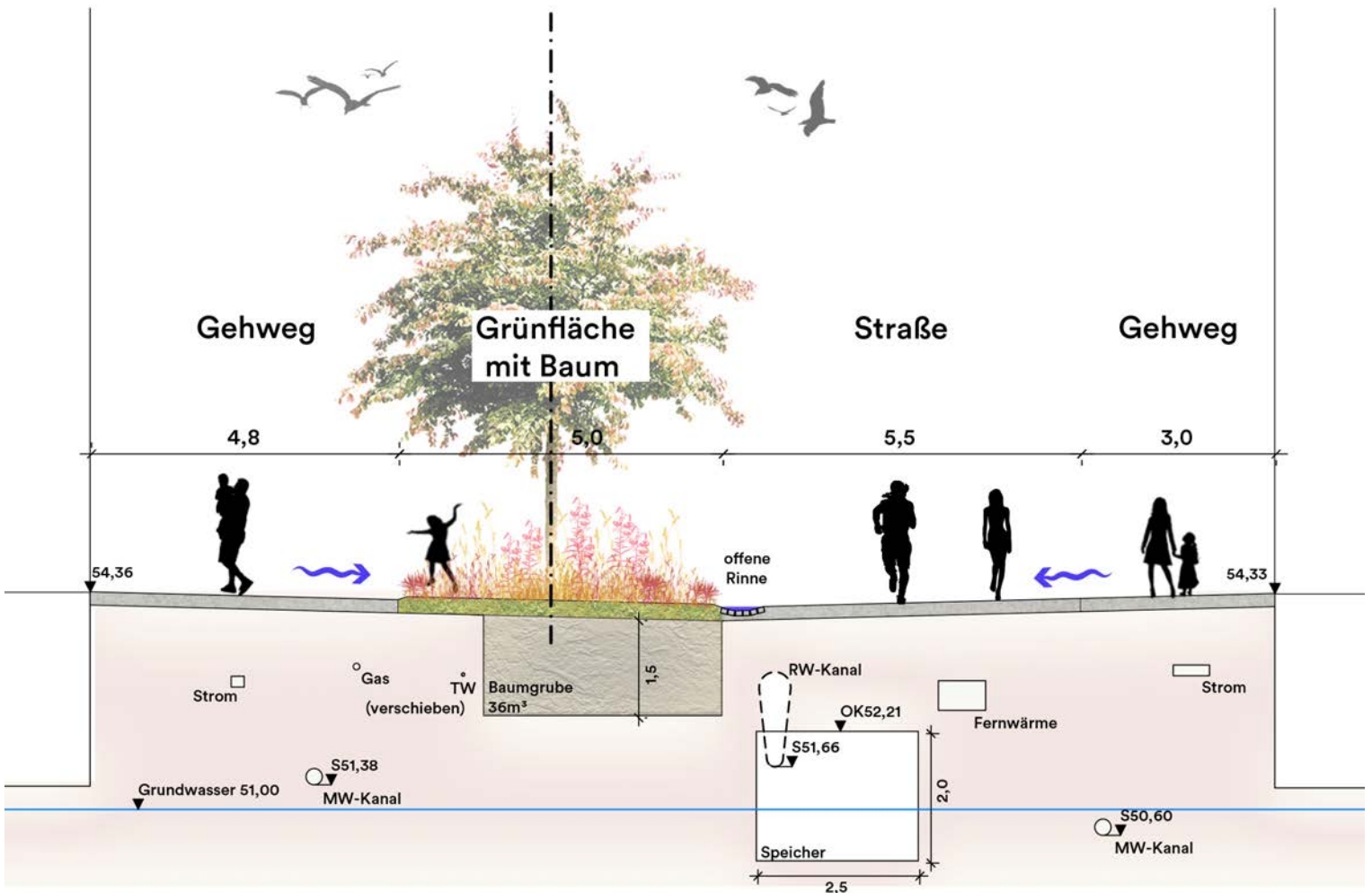
ist so die Durchfahrt für den Rettungsverkehr möglich. Der MIV wird als Einrichtungsverkehr organisiert. Die Fahrspur wird im nördlichen Abschnitt vom Thielenplatz in Richtung Süden mit einer Linkskurve in die Alexanderstraße geführt. Der südliche Bereich kann in Ostwestrichtung vom Schiffgraben aus Richtung Künstlerhaus erreicht werden bzw. Richtung Süden nach Aegidientorplatz. Der Radverkehr, in der Karte in orange dargestellt, kann in alle Fahrrichtungen verkehren.

Auf beiden Seiten der Bürgersteige sind zahlreiche Fahrradstellplätze und insgesamt zwei barrierefreie Parkplätze vorgesehen. Alle Stellplätze weisen wasserdurchlässige Beläge auf. Der Gehweg wird durch eine gesonderte Belagwahl von der „Fahrbahn“ getrennt. Die Gestaltung gewährleistet Barrierefreiheit im öffentlichen Raum, eine gleichberechtigte Verkehrsebene entsteht. Ziel soll es sein, den zur Verfügung stehenden Raum gemeinschaftlich zu nutzen. Alle Verkehrsteilnehmenden sind Teil eines sozialen und kulturellen Gefüges. Der Raum wirkt weniger als Straße mit getrennten Fahrbahnen und Gehwegen; eine gleichberechtigte Verkehrsebene entsteht.

Schnitt

Der Schnitt zeigt die Verschiebung der Gewichtung von Straße und Gehweg, so dass mehr Platz für den Gehweg geschaffen werden konnte. Die Grüninseln, mit den darin platzierten Baumstandorten, haben einen Durchmesser von bis zu 5 m. Das anfallende Regenwasser wird über die geneigten Flächen in die zentrale, geschwungene Pflasterrinne geleitet. Von dort kann das Wasser über punktuelle Straßeneinläufe in den unterirdischen Speicher eingeleitet werden.

Insgesamt können in Variante C zwölf großkronige und zwei kleinkronige Baumstandorte geschaffen werden. Auch in dieser Variante sind die Baumpflanzungen nur möglich, wenn die Trinkwasserleitung verlegt wird und somit der notwendige Abstand von 3 m von Baumachse zu Leitung sowie unterirdischem Speicher eingehalten wird. Für die Baumstandorte ist ein Substrat von 36 m³ vorgesehen. Wie in Variante A wird der nördlichste Baum in einem Hochbeet gesetzt, da die Wurzeln sonst mit der Fernwärmeleitung kollidieren würden.

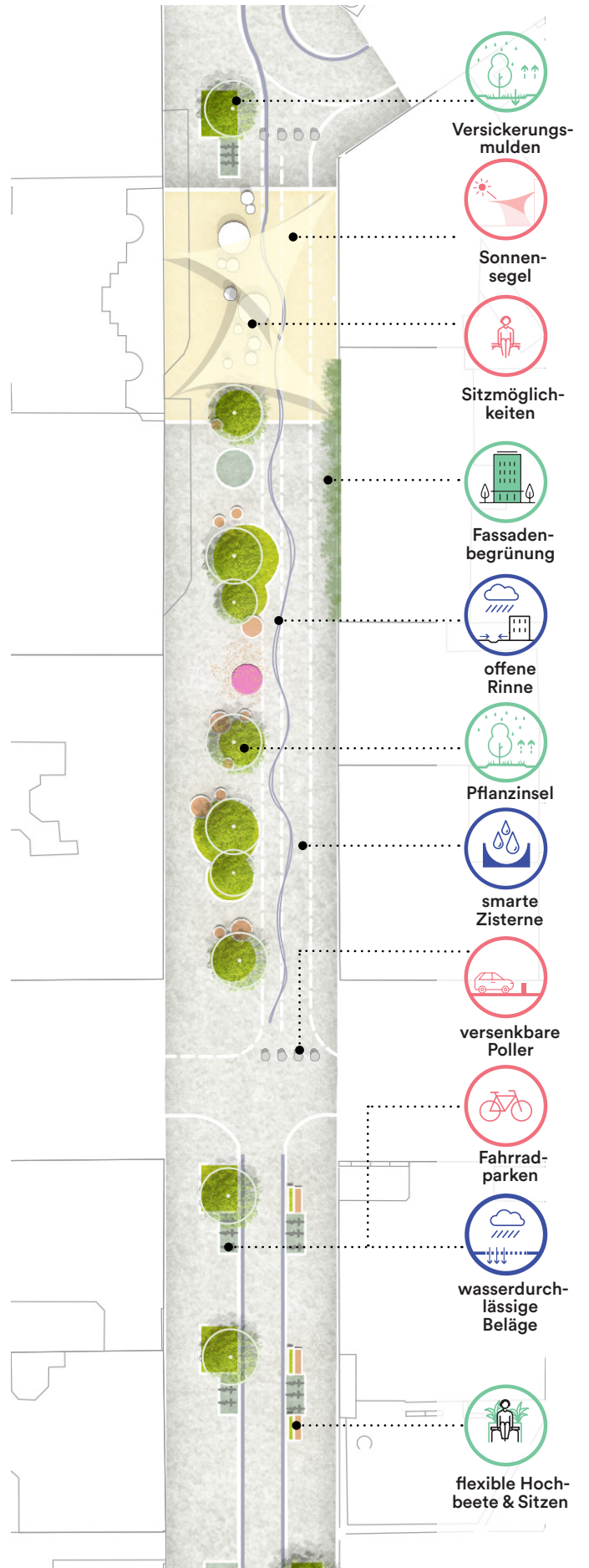


Schnitt Variante C
Eigene Darstellung

Zoom

Legende

-  Beläge
-  Besondere Beläge
-  Wasserdurchlässige Beläge
-  Versickerungsbeete
-  Bestandsbäume
-  Neue Bäume
-  Fassadenbegrünung
-  Sitzplattformen
-  Mobiles Hochbeet mit Sitzfunktion
-  Spielhügel
-  Sitzplattformen
-  Sonnensegel
-  versenkbare Poller
-  Offene Rinne



Zoom Lageplan Variante C
Eigene Darstellung

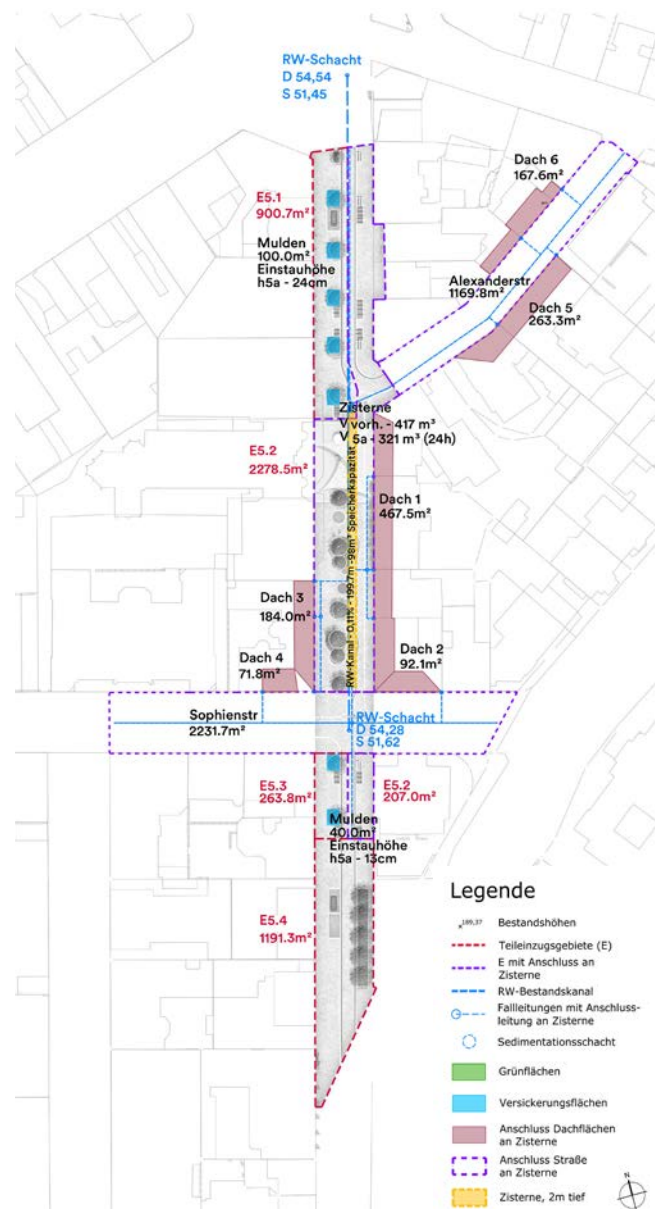
Entwässerungskonzept

Die Entwässerungsstrategie der Variante C beruht auf der gleichen Zielsetzung wie in Variante A beschrieben.

In Variante C wurden insg. vier EZGs definiert. Die eingesetzten Bausteine, Versickerungsmulden und abflussreduzierende Beläge, kommen in zwei EZGs zum Einsatz (EZG1 und 3). Dort wird das gesamte abfließende Regenwasser in die Mulden eingeleitet, verdunstet und versickert. Im zentralen EZG2 werden intensiv begrünte Bauminseln und abflussreduzierende Beläge eingesetzt. Hier wird der Abfluss max. reduziert über Sinkkästen in eine Sammelleitung eingeleitet, die das Wasser in die darunter liegende Wassertankstelle (Zisterne) einleitet. Zusätzlich werden wieder Teile der Sophienstraße, die Alexanderstraße und anliegende Dachflächen an die Zisterne angeschlossen. Das südliche EZG4 wird aufgrund der Entfernung nicht an die Zisterne angeschlossen. Stattdessen wird über die Beläge eine Abflussreduktion angestrebt und das abfließende Regenwasser in die bestehende Kanalisation eingeleitet.

Tab.: Flächen der Einzugsgebiete in Variante C

Einzugsgebiete VC	A _E [m ²]
EZG1	901
EZG2	2486
EZG3	264
EZG4	1191
Alexanderstr.	1170
Sophienstr.	2232
Dachflächen	1246
SUMME	9489



Lageplan Entwässerungskonzept Variante C
Eigene Darstellung

Variantenentwicklung - Variante C

Entwässerungskonzept

Mit der geplanten Flächenaufteilung ergeben sich innerhalb des Planungsgebiets 12% Grünanteil. Den größten Anteil machen in dieser Variante die intensiv begrünten Bauminseln aus. Der Großteil der Fläche ist als teilsiegelte Fläche mit Pflasterbelag geplant, der über seine Fugen abflussreduzierend wirkt.

Die Bemessung der Mulden erfolgt nach der DWA-A 138. Sie werden wie in Variante B bemessen. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Einstauhöhen für die einzelnen EZGs, wie in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In beiden EZGs ist der Einstau so gering, dass der vorhandene Platz für eine einfache Muldenform mit einer Böschung von 1:3 ausreicht.

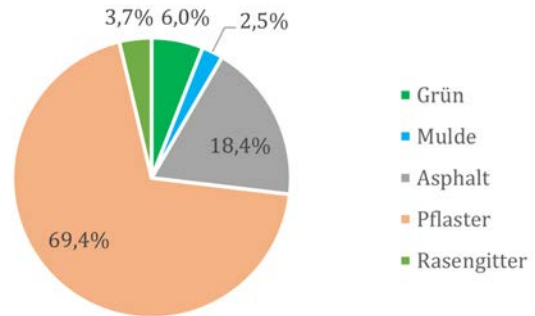
Tab.: Einstauhöhen der Mulden für den Bemessungs- und Überflutungsfall, Variante C

Einzugsgebiete VB	Einstauhöhen [cm]	
	Tn5a	Tn30a
EZG1	0,24	0,40
EZG3	0,13	0,21

Die Bemessung der Zisterne erfolgt nach der DWA-A 117. Sie wird wie in Variante A und B bemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine 420 m³ Zisterne ausreicht, um eine 24-stündiges, 5-jährliches Ereignis zurückzuhalten. Optional könnte der bestehende Regenwasserkanal als Regenrückhaltung verwendet werden. Doch die 100 m³, die im RW-Kanal aktiviert werden könnten, reichen nur für ein 15-minütiges Ereignis aus.

Im Starkregenfall (Tn30a) kann der Großteil (93%, 12-stündiges Ereignis) in der Zisterne zurückgehalten werden.

Ein geringer Teil wird sich mittig der Straße ansammeln und dort schadfrei kurzfristig zurückstauen.



Flächenverteilung Variante C
Eigene Darstellung

Grobkostenschätzung

Grobkostenschätzung Machbarkeitsstudie Hannover Prinzenstraße - Freianlagen Außenanlagen Variante C

Grobkostenschätzung gemäß Variantenentwicklung vom 20.02.2023

Henning Larsen GmbH

Die angegebenen Preise sind Nettopreise.

Die technischen Anlagen sind mit Kunststoffzisterne gerechnet.

Nicht enthalten: Rückbauarbeiten, Materialentsorgung, Bodenarbeiten, Baustelleneinrichtung, Provisorien, besondere Baumschutzmaßnahmen, Verlegung von bestehender Infrastruktur

Summe					2.452.210,00 €
					473,86 €/m²
Außenanlagen					
	Menge	Einheit	EP	GP	Summe
1	Flächen (Grünflächen und befestigte Flächen inkl. Unterbau)				1.559.800 EUR
	Mulden	140 m ²	80,00 €	11.200,00 €	11.200,00 €
	hochwertige Grünflächen (inkl. Stauden und bodendecker, Gräser Grüninseln)	170 m ²	80,00 €	13.600,00 €	13.600,00 €
	Grünflächen (inkl. Stauden und bodendecker, Gräser, Hochbeete)	15 m ²	80,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
	Beläge Stellplätze Rasenfuge (inkl. Unterbau) (davon barrierefreies Parken)	180 m ²	250,00 €	45.000,00 €	45.000,00 €
	Beläge Straße und Gehweg (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	4130 m ²	320,00 €	1.321.600,00 €	1.321.600,00 €
	besonderer Belag Schauspielvorplatz (Natursteinplatten, inkl. Unterbau und Einfassung)	440 m ²	380,00 €	167.200,00 €	167.200,00 €
2	Bäume Neupflanzungen				74.580,00 €
	großstämmig	12	2.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €
	kleinstämmig	3	1.500,00 €	4.500,00 €	4.500,00 €
	Baumgrubenssubstrat (36m ³ pro Baum)	500 m ³	90,00 €	45.000,00 €	45.000,00 €
	Baumgrubenssubstrat (12m ³ pro Baum, nördliches Hochbeet)	12 m ³	90,00 €	1.080,00 €	1.080,00 €
3	Fassadenbegrünung (ohne Montage, Rankhilfe)				225.530,00 €
	bodengebunden	18 stk	45,00 €	810,00 €	810,00 €
	Substrat bodengebundene Begrünung wandgebunden (ohne Montage)	18 m ³	40,00 €	720,00 €	720,00 €
		280 m ²	800,00 €	224.000,00 €	224.000,00 €
4	Einbauten und Ausstattung				142.300,00 €
	Hochbeete mit integrierter Sitzfunktion (2.5 m)	6 stk	1.800,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €
	Hochbeete groß ohne Sitzfunktion	1 stk	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
	Möbel Schauspielvorplatz				
	Sitzmöbel groß	2 stk	4.000,00 €	8.000,00 €	8.000,00 €
	Sitmöbel mittel	5 stk	2.000,00 €	10.000,00 €	10.000,00 €
	Sitzmöbel klein	4 stk	1.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €
	Möbel Grüninseln				
	Sitmöbel mittel	4 stk	2.000,00 €	8.000,00 €	8.000,00 €
	Sitzmöbel klein	7 stk	1.000,00 €	7.000,00 €	7.000,00 €
	Spielhügel	1 stk	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
	Sonnensegel	2 stk	3.000,00 €	6.000,00 €	6.000,00 €
	Fahrradständer	50 stk	350,00 €	17.500,00 €	17.500,00 €
	Beleuchtung groß, punktuell	1 stk	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
	Beleuchtung mittelgroß	20 stk	2.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Beleuchtung klein	20 stk	1.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €
5	Technische Anlagen				450.000,00 €
	RW-Leitungen (inkl. Leitungsgräben)	550 lfm	300,00 €	165.000,00 €	165.000,00 €
	Pflasterrinnen	450 lfm	100,00 €	45.000,00 €	45.000,00 €
	Straßeneinläufe	20 stk	600,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €
	Sedimentationsschächte	4 stk	10.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Bewässerungssystem	1 stk	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
	Smarte Steuerung Zisterne (inkl. Schacht, Pumpe, Tauschsonde, Schaltschrank)	1 stk	22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €
	Zisterne (Kunststoff)	420 m ³	300,00 €	126.000,00 €	126.000,00 €
	Alternativ: Zisterne (Beton)	420 m ³	1.000,00 €	420.000,00 €	420.000,00 €

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Nord-Süd - nördlicher Abschnitt



Blick auf den Bestand von Nord nach Süd im nördlichen Abschnitt
Eigenes Bild



Unzureichende Fahrradstellplätze im Bestand, Blick Alexanderstraße
Eigenes Bild



Visualisierung der Versickerungsmulden, Fahrrad- und Autostellplätze und begrünten Sitzmöglichkeiten, Variante C, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Süd-Nord 1 - mittlerer Abschnitt



Blick auf den Bestand und Schauspielhaus von Süden nach Norden
Eigenes Bild



Blick auf den Bestand aus dem Eingangsbereich des Schauspielhauses
Eigenes Bild



Visualisierung der Grüninseln und Fassadenbegrünung, Variante C, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung

Einblicke in die Prinzenstraße heute und morgen

Ansicht Süd-Nord 2 - mittlerer Abschnitt



Blick auf den Bestand und Schauspielhaus von Süden nach Norden
Eigenes Bild



Blick auf den Bestand aus dem Eingangsbereich des Schauspielhauses
Eigenes Bild



Visualisierung der Grüninseln und Fassadenbegrünung, geschwungene Rinne und Spielelement, Variante C, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung

Einblick in den neuen Querschnitt der Prinzenstraße

Ansicht Süd-Nord 2 - mittlerer Abschnitt



Querschnitt des mittleren Bereichs in Variante C, Verortung der Leitungen, der Baumgrube und der Wassertankstelle
Eigene Darstellung

Weitere Themen der Klimastraße

- **Potentiale Gebäudebegrünung**
- **Allgemeine Hinweise zur Pflanzauswahl**
- **Bewässerungsbedarf**
- **Pflege und Unterhalt**
- **Sichtbarmachung Zisterne**
- **Beleuchtung**
- **Zufahrt Theater**

Potentiale Gebäudebegrünung

Die Analysekarte zeigt zum einen die Potentiale der Fassaden- sowie Dachbegrünung auf und zum anderen die denkmalgeschützten Gebäude (rosa eingefärbt). Um die Potentiale ermitteln zu können, ist es wichtig den Denkmalschutz aufzuzeigen, da dieser i.d.R. einer Gebäudebegrünung entgegen steht. Das Schauspielhaus steht derzeit unter Prüfung des Denkmalschutzes, daher sind diese Gebäude in hellrosa dargestellt. Eine mögliche Dachbegrünung des Schauspielhauses (grün gestreifte Darstellung) muss daher nähergehend überprüft werden. Bei der Fassadenbegrünung wird grundsätzlich in zwei Systemen unterschieden: erdgebundene und wandgebundene Fassadenbegrünung (s. Kap. Maßnahmenbausteine). In der Potentialanalyse für die Fassadenbegrünung wurde darauf geachtet, dass nur die Potentiale dargestellt werden, welche nicht dem Denkmalschutz entgegenstehen. Die hier genannten Möglichkeiten müssen weitergehend geprüft und mit den Eigentümer*innen der jeweiligen Gebäude abgestimmt werden.

An der Ostseite konnte ein Potential von insgesamt

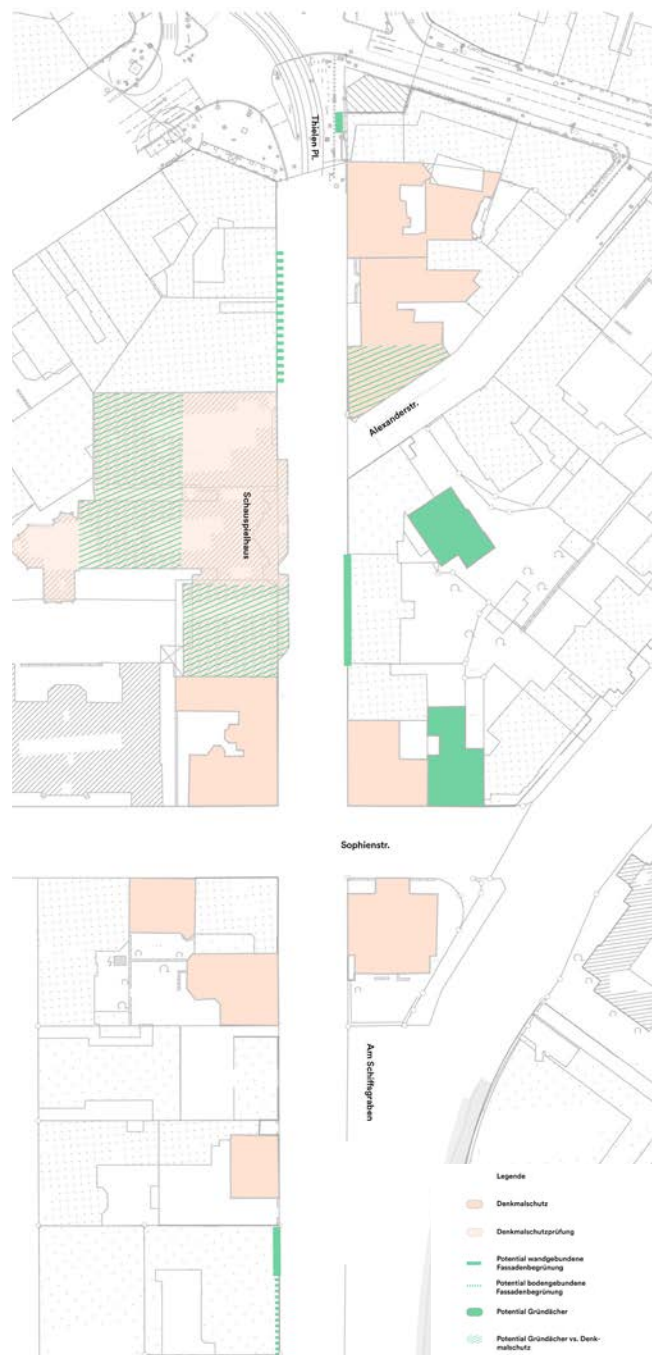
- ca. 200m² wandgebundene

und an der Westseite konnte ein Potential von insgesamt

- ca. 70m² wandgebundene
- ca. 20 erdgebundene Rankpflanzen

gefunden werden.

Auf der nächsten Seiten wird näher auf die Möglichkeiten der wandgebundenen und erdgebundenen Fassadenbegrünungen in der Prinzenstraße eingegangen.



Analysekarte Potentiale Gebäudebegrünung und Denkmalschutz
Eigene Darstellung

Potentiale Gebäudebegrünung

Wandgebundene Fassadenbegrünung

Für die wandgebundene Fassadenbegrünung kommen auf der Prinzenstraße drei Gebäude in Frage. Die Potentiale müssen weitergehend geprüft und mit den Eigentümer*innen abgestimmt werden. Darüber hinaus ist die wandgebundene Fassadenbegrünung Bauaufsichtlich relevant und ein statischer Nachweis ist erforderlich. Insbesondere die exponierten Flächen stellen in der Prinzenstraße ein Potential für fassadenflächige Begrünung dar, da sie zusätzlich ein hohes Imagebild für die Stadt kreieren können. Beispielsweise die Fassade des City Hotels am Thielenplatz wäre ein neues Aushängeschild für Hannover und bietet sich optimal als Eingang in die neue Klimastraße an. Ähnliches Potential bietet der fensterlose Fassadenstreifen des KPMG Gebäudes am südlichen Eingang der Straße. Ein weiteres Gebäude befindet sich gegenüber des Theaters und liegt zentral am Schauspielvorplatz. Ein modulares System könnte hier die Fenster und Türen in der Fassade aussparen.

Erdgebundene Fassadenbegrünung

Für die erdgebundene Begrünung kommen in der Prinzenstraße zwei Gebäude in Frage. Die Potentiale müssen weitergehend geprüft und mit den Eigentümer*innen abgestimmt werden. Hier wurden Gebäude ausgesucht, welche nicht unter Denkmalschutz stehen. Da die Fassadenfläche aufgrund der Fenster nicht sehr viel Platz aufweist, kann vermutlich jeweils nur eine Rankpflanze mit Rankhilfe zwischen den Fenstern platziert werden. Dies ist weiter zu prüfen (s. Kap. Maßnahmenbausteine).



City Hotel am Thielenplatz (wandgebunden)
Eigenes Bild



Prinzenstraße Nr. 12 (wandgebunden)
Google Earth



KPMG Gebäude, Prinzenstraße Nr. 32
(wandgebunden)
Google Earth



Prinzenstraße Nr. 3,5 (erdgebunden)
Google Earth



KPMG Gebäude, (erdgebunden)
Google Earth

Allgemeine Hinweise zur Pflanzauswahl

Die Pflanzenauswahl für Verdunstungsbeete und Versickerungsmulden richtet sich nach folgenden Parametern:

- Einstauhöhe und -dauer
- Durchlässigkeitsbeiwert Boden, Wasserspeichervermögen, Feldkapazität
- Nutzung/ Trittfestigkeit
- Gestaltung/ Pflege
- Verschattung/ Belichtung
- Wurzeltiefe
- Frostgefahr

In Verdunstungsbeeten ist eine möglichst hohe Speicherkapazität der Substrate erwünscht. Überschüssiges Regenwasser wird durch die Drainageebene gesammelt und in die angeschlossene Versickerungsmulde abgeleitet. Grundsätzlich sind in der Prinzenstraße für Staudenmischungen wechselfeucht und frostunempfindliche Standorte zu empfehlen.

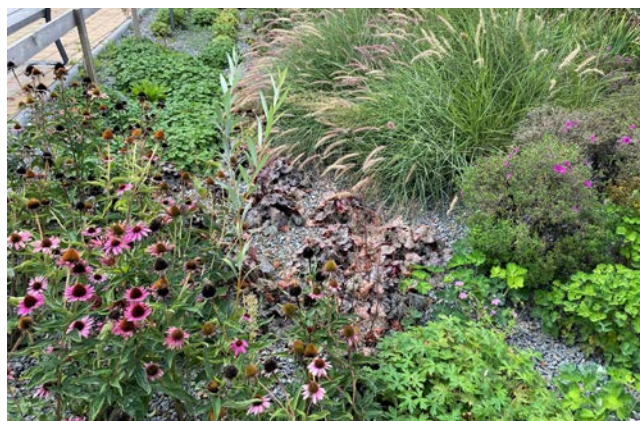
Versickerungsmulden stellen höhere Anforderungen an die Bepflanzung, da diese überwiegend trockene Standorte sind. Zudem ist in multifunktionalen Versickerungsflächen mit erhöhter Benutzung zu rechnen.

Empfehlung für das Mischpflanzungsprinzip:

- kein aufwändiger Pflanzplan
- Ausstellen der Pflanzen nach Pflanzplan entfällt (besonders bei großen Flächen ein Vorteil)
- Anwendungssicherheit durch erprobte Artenzusammenstellungen
- Reduzierter Pflegeaufwand
- Ansprechende Ästhetik
- Artenbestand durch weitgehend selbst regulierendes System
- Hohe Dynamik und Dauerhaftigkeit
- Bestandteile Mischpflanzung:
 - Gerüststauden, 1-10 %, über 70 cm Höhe
 - Begleitstauden, 10-40 %, 40-70 cm Höhe
 - Bodendecker, 30-50 %, 5-40 cm Höhe
 - ggf. Füllstauden (Kurzlebige Arten)
 - ggf. Streupflanzen/Geophyten



Bepflanzung von Mulden in Berlin
Eigenes Bild



Bepflanzung von Mulden in Berlin
Eigenes Bild



Bepflanzung von Mulden in Berlin
Eigenes Bild

Bewässerungsbedarf

Durch die langanhaltenden hohen Temperaturen mit geringem bis keinem Niederschlag in den Sommermonaten gewinnt die Trockenheitsvorsorge zunehmend an Bedeutung. Um zu verhindern, dass die angelegte Begrünung aufgrund der extremen Trockenheit zerstört wird, können verschiedenen Maßnahmen zur Anwendung kommen.

Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Pflanzen standortgerecht ausgewählt werden und resistent gegenüber längeren Trockenzeiten sind. Zum anderen sollte die Bepflanzung direkt oder indirekt bewässert werden. Bei der indirekten Bewässerung wird die Entwässerungstopografie so geplant, dass den Pflanzflächen oberflächlich abfließendes Regenwasser zufließt. Bei der direkten Bewässerung werden verschiedene Systeme verwendet, um den Pflanzen das Wasser bei Bedarf aktiv zuzuführen.

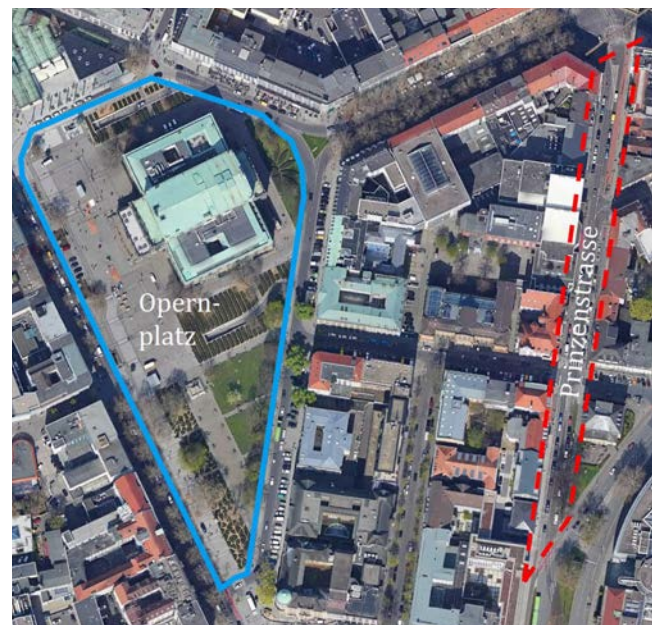
Um zu ermitteln, wieviel Bewässerungsbedarf die einzelnen Varianten benötigen, wird zwischen Pflanzflächen mit indirekter und direkter Bewässerung unterschieden. Die indirekt bewässerten Flächen, sind alle für die Versickerung vorgesehene Grünflächen (Variante B und C). Alle anderen Grünflächen sollen direkt bewässert werden. Die in den Versickerungsanlagen stehenden Bäume werden zusätzlich auch direkt bewässert. In der nachfolgenden Tabelle sind die angesetzten Bewässerungsbedarfe der unterschiedlichen Pflanzflächen, die im Projekt eingeplant sind, aufgeführt:

Bei allen Flächen, bis auf der wandgebundenen Fassadenbegrünung, wird von einem extensiven Bewässerungsbedarf ausgegangen. D.h. nur ein paar Mal in den extremen Monaten zwischen April und September soll bewässert werden. Die wandgebundene Fassadenbegrünung muss in diesem Zeitraum dagegen täglich bewässert werden.

Tab.: Bewässerungsbedarf nach Pflanzenart

Pflanzenart	Bewässerungsbedarf
Rasen/ Grünfläche	30 l/m ² , 4x Monat
Bodendecker, Stauden, Gräser	3 l/Pflanze, 8x Monat
Hochstämme StU 20 bis 25 cm	100 l/Pflanze, 3x Monat
Hochstämme StU 50 bis 70 cm	400 l/Pflanze, 3x Monat
Fassadenbegrünung, erdgebunden	100 l/Pflanze, 1x Monat
Fassadenbegrünung, wandgebunden	2 l/m ² , täglich
Heister, Solitärsträucher bis 175 cm (Hecken am Opernplatz)	50 l/Pflanze, 3x Monat

Neben der Bewässerung des Planungsgebiets, wurden die umliegenden Flächen mit in Betracht gezogen, um eine potenzielle Erweiterung der Nutzung des Zisternenwassers abzuschätzen. Auf dem Opernplatz gibt es eine ca. 5000 m² große Fläche mit Heckenbepflanzung, die auch mit dem Zisternenwasser bewässert werden könnte.



Verortung Opernplatz mit Heckenpflanzung
Orthofoto Prinzenstraße und Umgebung

Bewässerungsbedarf

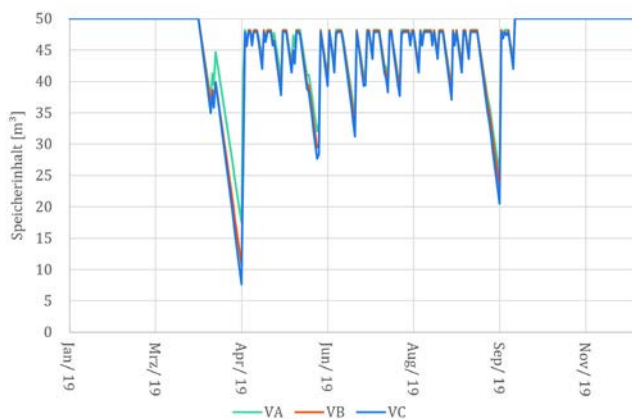
Das benötigte Zisternenvolumen berechnet sich über eine einfache Bilanz der angeschlossenen, abflusswirksamen Flächen und des Bewässerungsbedarfs. In der nachfolgenden Tabelle werden die Werte für die einzelnen Varianten aufgeführt.

Tab.: Regenwasserertrag und Bewässerungsbedarf nach Varianten

Variante	Abflusswirksame Fläche	RW-Ertrag	Bewässerungsbedarf
	[m ²]	[m ³]	[m ³]
A	6.389	6.166	332
B	4.690	4.525	357
C	5.690	5.491	393
A mit Opernplatz	6.389	6.166	5.822

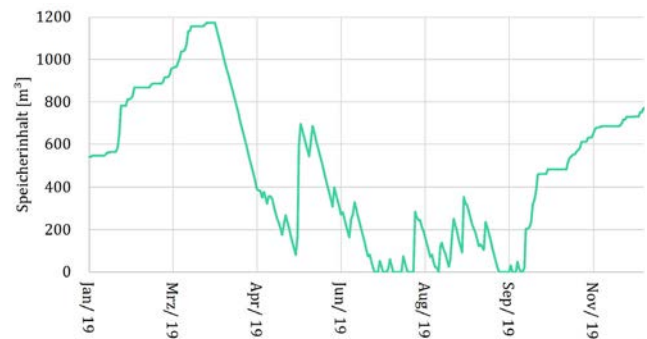
Der Regenwasser-Ertrag errechnet sich über die angesetzte Regenmenge, mit der die abflusswirksame Fläche beregnet wird. Im vorliegenden Projekt wird mit den DWD-Regendaten der Station Hannover-Königsworther Straße gerechnet, die in den Jahren 2017-2021 aufgezeichnet wurden. Für die Bilanzierung wird ein mittel-feuchtes Regenjahr angesetzt, was bspw. 2019 mit 965 mm/a vorkam.

Bei der Bilanzierung ist aber nicht die Jahressumme entscheidend, sondern der Verlauf über das Jahr mit allen Trockenphasen, die bis zu einem gewissen Anteil je nach Zisternengröße abgepuffert werden können. Man sieht in dem folgenden Diagramm, dass ein Zisternenvolumen von 50 m³ ausreicht, um Trockenzeiten abzupuffern. D.h. selbst das Volumen des bestehenden RW-Kanals (100m³) würde ausreichen, um die Flächen aktiv zu bewässern.



Jahresverlauf des Speicherinhalts der Zisterne
Variante A, B und C

Für die zusätzliche Bewässerung der Hecken des Opernplatzes ist die angeschlossene Fläche von Variante A nicht ausreichend groß. Selbst eine maximal große Zisterne fällt im Spätsommer trocken, da der zufließende Niederschlag nicht ausreicht für den Bedarf. Zum Ausgleich der Trockenzeiten kann entweder Trinkwasser nachgespeist werden oder man erweitert die abflusswirksame Fläche.



Jahresverlauf des Speicherinhalts der Zisterne
Variante A mit Heckenbepflanzung am Opernplatz

Für eine Zisternengröße von 420 m³, wie sie in der Prinzenstraße eingeplant ist, ergeben sich sehr gute Werte für den RW-Deckungsgrad innerhalb des Planungsgebiets. Daraus lässt sich erkennen, dass die Zisterne ausreichend groß ist, um die Pflanzen in allen Varianten in den Sommermonaten direkt zu bewässern. In der Variante, wo der Opernplatz mit eingerechnet wird, können nur 72% des Bedarfs gedeckt werden. Der Rest müsste mit Trinkwasser aufgefüllt werden. Bei einem Preis von 1,2 €/m³ (www.wv-nord.de) ergeben sich dadurch zusätzliche Kosten von 2.000 €/a. Der RW-Nutzungsgrad ist bei allen Varianten nicht komplett ausgeschöpft. Innerhalb des Planungsgebiets ist der Grund dafür, dass es mehr Regenwasser als Grünflächen zu bewässern gibt. Wenn man den Opernplatz hinzunimmt, liegt der Grund bei der Verfügbarkeit des Regenwassers. Es regnet nicht immer, wenn Bedarf besteht.

Tab.: Regenwasser-Deckungsgrad und -Nutzungsgrad

Variante	RW-Deckungsgrad*	RW-Nutzungsgrad**
	[%]	[%]
A	100%	5%
B	100%	8%
C	100%	7%
A mit Opernplatz	72%	68%

* Verhältnis von genutztem RW zu Bewässerungsbedarf
** Verhältnis von genutztem RW zu RW-Ertrag

Pflege und Unterhalt

Ein naturnahes, oberirdisches Entwässerungssystem bedarf einer angepassten und veränderten Unterhaltung und Pflege. Aus vergleichbaren Projekten ist bekannt, dass sich der Aufwand nicht erhöht, sondern nur an die Oberfläche verlagert wird. Dafür müssen Personal und entsprechende finanzielle Mittel umverteilt werden.

Die nachfolgend aufgeführten Arbeiten sind im Rahmen der regelmäßigen Wartungsarbeiten je nach Bedarf durchzuführen. Vornehmlich sollen diese Arbeiten im Frühjahr und Herbst erfolgen:

- Freihalten der Zuwege und offener Ableitungsrippen/ -gräben von behinderndem Bewuchs
- Mähen der Grünflächen in vorgegebenen Zeitabständen, in der Regel zweimal jährlich. Das Mähgut aus den Retentions- und Versickerungsbereichen ist zu entfernen.
- Ausbessern von Vegetationsschäden: eine geschlossene Pflanzendecke ist zu erhalten.
- Veranlassung von Frostschutzmaßnahmen (Fetten von Deckeln und beweglichen Teilen) und Winterdienst (Schneeräumung im Bereich oft zu kontrollierender Anlagenteilen, wie Notüberläufe), soweit erforderlich.
- Kontrolle sämtlicher Rinnenabläufe, Schächte, Rohrleitungen einschließlich Schächte und Abdeckungen auf Mängel. Hierzu gehört auch die Überprüfung von Bauwerksfugen sowie des Oberflächenzustandes von Belagsflächen.
- Funktionsprüfung sämtlicher beweglicher Teile (z. B. Rinnen- und Schachtabdeckungen, Verschraubungen) auf Gängigkeit
- Überprüfung der Schutzanstriche auf Schäden
- Überprüfung der Zu- und Abflussleitung auf hydraulische Durchgängigkeit
- Halbjährliche Sichtkontrolle der Schächte und Straßeneinläufe

- Sichtprüfung, ggf. Beseitigung grober Schwimmstoffe, Prüfung von Sedimentablagerungen
- Sichtprüfung der Wasserqualität im Speicher. Bei starker Verschmutzung sind ggf. Analysen zu veranlassen.
- Prüfung des Wasserspiegels in den Mulden, insbesondere nach Starkregenereignissen muss dieser kontinuierlich abnehmen.

Grundsätzlich sind bei der Unterhaltung von Retentions- und Versickerungsanlagen mit Blick auf Grundwasserschutz und Funktionstüchtigkeit der Entwässerungsanlage folgende Punkte zu beachten:

- Der Einsatz von wassergefährdenden Stoffen (wie z.B. Herbizide, Fungizide, Insektizide, Streusalz etc.) sind nicht zulässig.
- Zur Verringerung der Selbstdichtung durch Verschlämmen und Sedimentation der versickerungswirksamen Beläge ist ein flächenhafter Eintrag von Sedimenten auszuschließen. Die Sedimenträumung erfolgt nach Bedarf. Der Sedimentanfall hängt stark von der Charakteristik der Bepflanzung oder Nutzungen ab. Die tatsächlich erforderlichen Räumungsintervalle können aus den Betriebserfahrungen abgeleitet werden.
- Zur Vermeidung der Selbstdichtung und zum Erhalt der Versickerungsleistung (Durchlässigkeit) dürfen versickerungswirksame Flächen nicht mit schwerem Gerät befahren werden.
- Festgestellte Mängel, Schäden oder Dichtsetzungen sind nach Möglichkeit und Dringlichkeit sofort zu beseitigen bzw. es ist deren Beseitigung zu veranlassen. Eine erforderliche zwischenzeitliche Sicherung der Schadensstelle ist zu prüfen.
- Unverzüglich zu beheben oder ihre Behebung zu veranlassen sind festgestellte Schäden, die zu Havarien führen oder im Extremfall die Schutzwirkung der Anlage aufheben können, z. B. Verstopfungen im Zu- oder Ablaufbereich.
- Außerplanmäßige Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen

Pflege und Unterhalt

Nach Starkregen, nach längeren Trocken- und Frostperioden, Unfällen, Havarien oder Betriebsstörungen der Anlagen gehören hierzu:

- Sofortige Kontrolle der Anlagen
- Sofortige Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen (z.B. verstopfte Sinkkästen)
- Beseitigung von Rechengut und Durchflusshindernissen
- Nach einer Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten: alle Rohrleitungen und Anlagenteile reinigen.

Bei der Mischpflanzung von Verdunstungs- und Versickerungsbeeten gelten folgende allgemeine Pflegehinweise:

- Anleitung durch Fachkraft mit Artenkenntnissen
- Kurze, aber regelmäßige Jätgänge, im ersten Jahr 5-6 Mal, später 3-4 Mal
- Keine Bodenlockerung durch Hacken
- Mineralische Mulchschicht, 7 cm
- Wässerung nur im ersten Jahr
- einmalige Komplettmahd im Jahr, z.B. bodenebener Rückschnitt Ende Januar bis Ende Februar

Fassadenbegrünungen können ebenso lang bestehen wie das Gebäude. Voraussetzung ist der fachgerechte Einbau und eine regelmäßige und fachgerechte Pflege und Wartung.

Die bei den erdgebundenen Begrünungen ein- bis zweimal jährlich durchzuführenden Pflegemaßnahmen sind:

- Rückschnitt, ggf. Einflechten in Kletterhilfen
- Vom Bewuchs freihalten: Fenster, Fensterläden, Dächer, Fallrohre, Blitzableiter, Markisen und Luftaustrittsöffnungen
- Entfernen von abgestorbenen Pflanzenteilen
- Ersetzen von ausgefallenen Pflanzen
- Wartung der Wasser- und Nährstoffversorgungsanlage
- Vor dem Winter: Frostsicherung der Bewässerungsanlage
- Düngen (falls nicht automatisiert über die Wasserzufuhr)

Es wird unterschieden zwischen Fertigstellungspflege (gehört zur Bauabwicklung und führt zum abnahmefähigen Zustand mit gewünschtem Deckungsgrad) und die darauf folgende Entwicklungs- und Unterhaltungspflege (abgedeckt durch Pflege und Wartung). Unter die Pflegevorgabe fällt die Berücksichtigung des individuellen Zuwachses der einzelnen Pflanzenarten. Liegt der horizontale Zuwachs im Jahr über 60 cm sind mehr als zwei Pflegegänge auf das Jahr gesehen vorzunehmen. Alle Pflegeeinsätze müssen entsprechend der Wachstumsperioden der Pflanzen vorgenommen werden. Der Rückschnitt und die Pflege erfolgen vornehmlich im Frühjahr sowie im Herbst. Die Pflege ist unbedingt einzuplanen und detailliert auszuschreiben.

Möglichkeiten zur Umsetzung der Pflegemaßnahmen

- Fassadenkletterer (Baumkletterer): vorgelagerten Kletterhilfen und Verankerungspunkte notwendig
- Korb vom Dach: Dachnutzung zu berücksichtigen
- Scherenhubsteiger: zu prüfen – die Nähe zur Fassade kann eventuell nicht sichergestellt werden
- Hub- oder Teleskoparbeitsbühne: kein Bedarf an Standfüßen zur Sicherung und , volle Flexibilität bis >21 m - Aufstellfläche ca. 6x6 m

Sichtbarmachung Zisterne

Um die Menschen für die Themen des Klimawandels und Möglichkeiten der Anpassung zu sensibilisieren, kann die künstlerische Auseinandersetzung mit der Sichtbarmachung der Wassertankstelle ein gutes Mittel sein. Die vorliegende Studie zeigt unterschiedliche Ideen für analoge und digitale Elemente, um die Erlebbarkeit der Thematik zu stärken. Zur Weiterführung der Ideen wird ein künstlerischer Wettbewerb unter Einbezug der Bevölkerung empfohlen.

Analoge Elemente

Ansprechend gestaltete Schilder oder Markierungen auf dem Belag können bspw. Hinweise geben, wie groß die Zisterne ist und wo sie sich befindet. Über analoge Anzeigen kann das gesammelte Regenwasser in Liter oder den aktuellen Wasserstand in Meter ankündigen (Beispiel Hochwasserstandsanzeiger Stadt Köln, s. Bild). Für ein eigenes Projekt („Rapunzel“, ehem. Ramboll Studio Dreiseitl) wurde ein Grundwasserbrunnen entworfen, welcher über einen „Fühler“ (Stab mit Grundwasserschwimmer, der in den Boden ragt) den Kontakt mit dem Grundwasser ermöglicht sowie den Stand anzeigt (s. Schnitt nächste Seite). Das haptische, interaktive Element könnte das gesammelte Wasser in der Zisterne nicht nur sichtbar, sondern auch „anfassbar“ machen. Eine weitere Möglichkeit ist die besondere Gestaltung der Wasserführung. Geschwungene, sehr große oder beleuchtete offene Rinnen könnten beispielsweise

das fließende Regenwasser in Szene setzen. Andere Städte zeigen bereits spannende Ideen zur Sichtbarmachung der Speicherung von Wasser, so können z.B. in Istanbul oder Kopenhagen unterirdische (historische) Zisternen besichtigt werden. In Kopenhagen werden die unterirdischen Räume für Ausstellungen genutzt, welche mit einem Ruderboot erkundet werden können. Allerdings ist die Begehbarkeit im vorliegenden Projekt allein aus hygienischen Gesichtspunkten nicht möglich, doch kann es als Inspirationsquelle genutzt werden (z.B. für virtuelle Begehungen).



Erkundbare unterirdische Zisterne in Kopenhagen
Eigenes Bild



Pegel Köln, analoge Anzeige Wasserstand Rhein
Eigenes Bild

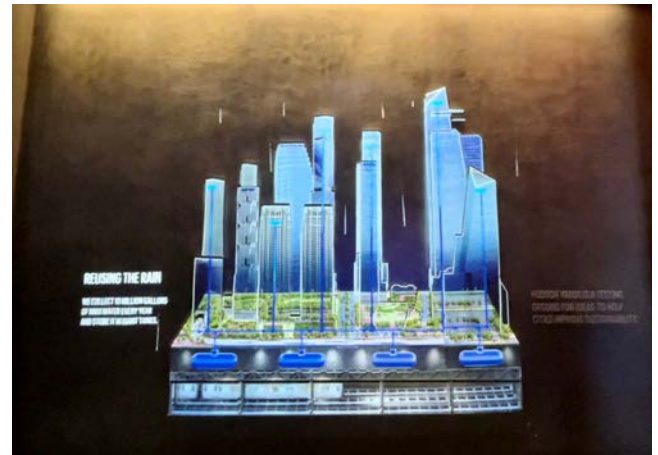


Ableitung eines Starkregenereignis über eine geschwungene Rinne
Sonnensiedlung Esslingen-Egert © Ramboll Studio Dreiseitl

Sichtbarmachung Zisterne

Digitale und virtuelle Elemente

Digitale Anzeigen können z.B. das gesammelte Regenwasser in Liter, den aktuellen Wasserstand in Meter oder die gefühlte Temperatur in °C aufzeigen. Eine weitere Möglichkeit ist es, das anliegende Theater als Ausstellungsraum, beispielsweise das Foyer oder die Leuchtkästen neben dem Eingang zu nutzen. Auch hier lohnt sich ein Blick in andere Städte. So gibt es im Hudson Yards (New York) eine Ausstellung für Besucher*innen welche über Bildschirme den Wasser- oder Stromkreislauf des neuen Stadtviertels zeigt (s. Bild rechts). Die Erklärung ist sehr anschaulich und bringt einen hohen Lernfaktor mit sich. Nicht zuletzt wäre eine virtuelle Sichtbarmachung über einen QR-Code im Belag möglich, über den die Nutzer*innen mit einer VR (Virtual Reality) Funktion der unterirdischen Zisterne (sowie Leitungen und Wurzeln) folgen können.

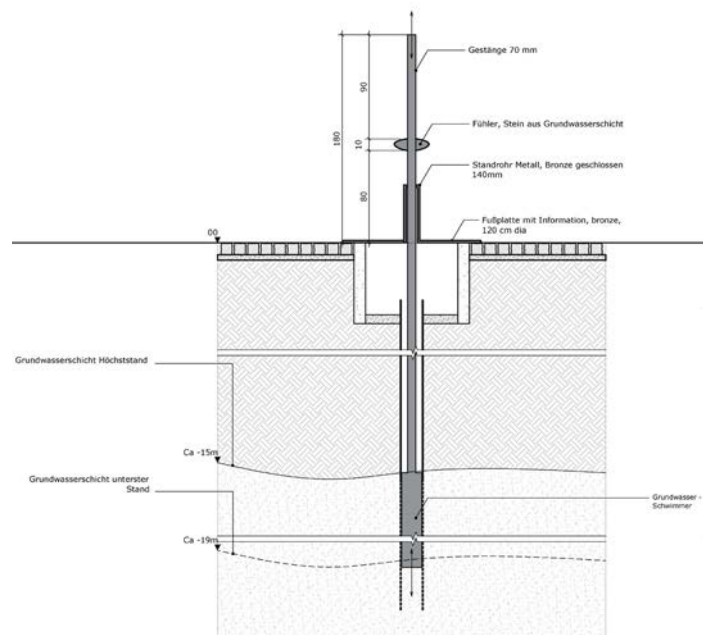


Digitale Ausstellung des Wasserkreislaufs in Hudson Yards, New York
Eigenes Bild

Von Ideen wie Plexiglasscheiben zum Durchschauen sowie unterirdischer Beleuchtung wird jedoch abgeraten. Aus eigener Erfahrung kann gesagt werden, dass die Durchsicht der Plexiglasscheiben aufgrund des Kondenswassers meist nicht möglich ist. Durch eine Beleuchtung besteht die Gefahr von Algenproduktion im Wasser.



Markierung im Belag, Superkilen Kopenhagen
Eigenes Bild



Schnitt, Grundwasserbrunnen mit Fühler
© Ramboll Studio Dreiseitl

Weitere Themen der Klimastraße

Beleuchtung

Das Beleuchtungskonzept wird exemplarisch an Variante B aufgezeigt. Angelehnt an den schon existierenden, aufgespannten Kronleuchter vor dem Künstlerhaus kann es als Pendant dazu ein punktuelles, großes und aufgespanntes Leuchtelement auf dem Schauspielvorplatz geben. Das kunstvolle Element könnte beispielsweise in einem künstlerischen Wettbewerb entwickelt werden und betont zusätzlich den besonderen Standort. Das Wechselspiel zwischen alter und neuer Gestaltung betont den Mix aus Historie und Moderne der Straße und seiner Institutionen.

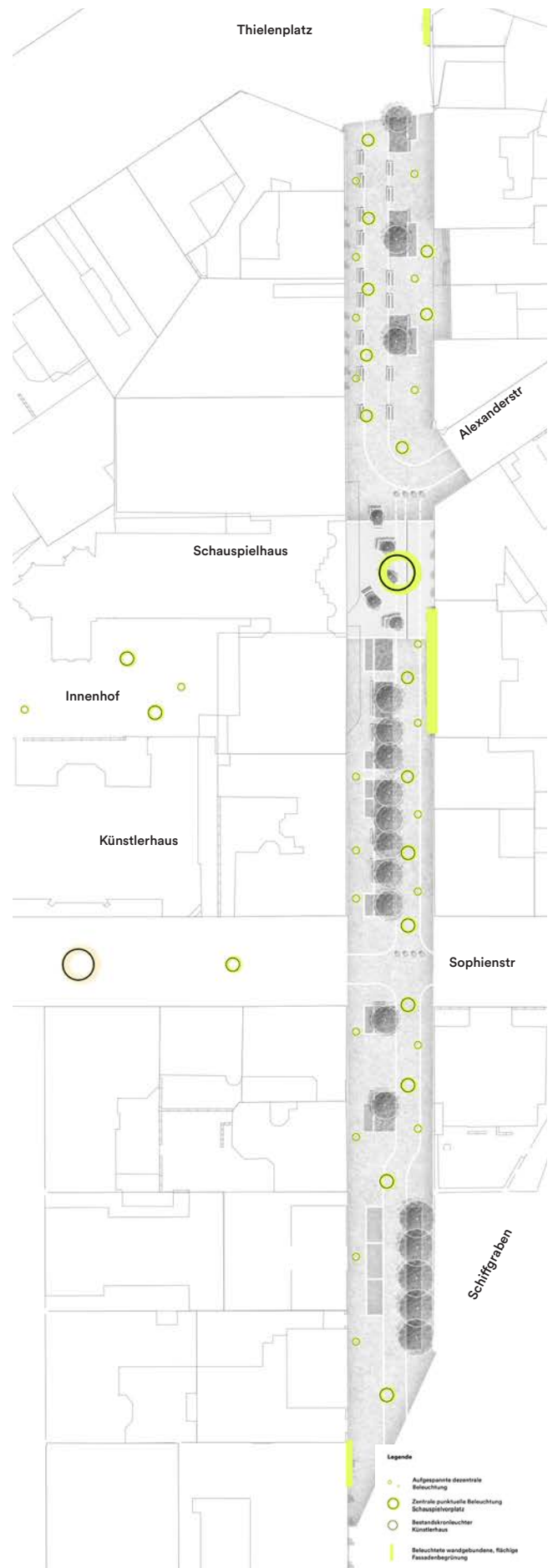
Um das Kulturdreieck zu stärken, können kleinere, dezentrale, aufgespannte Beleuchtungselemente als Verbindung eingesetzt werden. So könnten sich die Leuchten z.B. in der Sophienstraße und im Innenhof des Theaters wiederfinden. Das Anstrahlen der flächigen, vertikalen Fassadenbegrünungen kann das Thema der Stadtbegrünung und Klimastraße zusätzlich im Dunkeln hervorheben.



Kronleuchter am Künstlerhaus
Eigenes Bild



Modernes, kunstvolles Leuchtobjekt im Foyer des Schauspielhauses
© Kerstin Schomburg



Lageplan
Variante B

Rampe zur Belieferung des Theaters

Während des Workshops mit den Fachplanungen sowie Akteuren des Staatstheaters wurde der Wunsch geäußert, die Prüfung der Tieferlegung der Zufahrtsrampe des Schauspielhauses in die Machbarkeitsstudie aufzunehmen. Hierzu wurde die 2003 erstellte „Untersuchung bezüglich der LKW-Einfahrt des Schauspiel Hannover“ vom Büro für Theaterbetriebstechnik herangezogen. Das Problem wird hier wie folgt beschrieben: „[...] in der gegenwärtigen Situation des Dekorationstransports ist aufgrund der ungenügenden Deckenhöhe im Einfahrtbereich ein direktes Verladen von der Rampe auf dem LKW nur mit hauseigenen Spezial - LKW oder LKW unter 3,7 m Gesamthöhe mit einer maximalen Nutzlast von 7,5t möglich.“ (that, S. 1) Dies führt, laut der Studie zu erheblichen Beeinträchtigungen des Verladens von bspw. Bühnenausstattung. In dem Gutachten wird empfohlen das Bodenniveau des Zulieferungsbereich abzusenken. (vgl. that, 2003)

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde die Problematik rein gestalterisch betrachtet und muss durch Verkehrsplaner*innen weitergehend geprüft werden. Um auf das gewünschte Bodenniveau zu kommen, muss die Höhenplanung der Straße stark angepasst werden. Auf dem Lageplanausschnitt (s.u.) ist Variante A zu sehen und zeigt, dass die Rampe mit einem Gefälle von ca. 6% bis an die Kante des Gehwegs (dort, wo die offene Rinne liegt) reichen würde. Der Neigungswinkel darf, laut Gutachten bzw. nach DIN ISO 1726, max. 7% für rückwärtsfahrende LKWs sein (vgl. that, 2003). Somit wäre es u.u möglich die Tieferlegung einzuplanen.



Einfahrt am Schauspielhaus
Eigenes Bild

Allerdings würde es durch die neue Inanspruchnahme der Fläche der Rampe sowie durch die nötige Neigung zu Anschlussproblemen an den Gehweg kommen. Der gesamte Bürgersteig in dem Bereich müsste Richtung Einfahrt geneigt werden, um einen barrierefreien Gehweg zu ermöglichen.

Es sollte weiter geprüft werden, ob eine Kombination aus den in der Studie von 2003 vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten möglich wäre. Bspw. könnte ein Anheben der Decke bei gleichzeitiger Absenkung der Einfahrt einen realistischen Kompromiss darstellen.

Im abgesenkten Bereich liegt eine Kastenrinne. Das anfallende Regenwasser kann über die Rinne der Zisterne zugeführt werden.



Beispieldarstellung mit Absenkung des Bodenniveaus
Eigene Darstellung

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Eine klimaangepasste Straße der Zukunft für Hannover

Die Folgen des Klimawandels treffen Städte und insbesondere Innenstädte aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und des geringen Anteils an Grün- und Wasserflächen in besonderem Maße und werden zunehmend sicht- und spürbar. Die Hitzebelastung, Trockenperioden und die Gefahr durch Überflutungen nach Starkregenereignissen nehmen kontinuierlich zu.

Die vorliegende Studie zeigt, dass es viele innovative Umgestaltungsmöglichkeiten gibt, um die Prinzenstraße zu einer klimaangepassten Straße der Zukunft zu entwickeln, in der Hitze- und Starkregenvorsorge sowie Wassermanagement eine besondere Rolle spielen. In der derzeitigen Situation ist der Straßenraum stark versiegelt und vom ruhenden sowie durchfahrenden Kfz-Verkehr dominiert. Dies könnte sich nun ändern! Es werden 14 Maßnahmenbausteine vorgestellt, die dazu beitragen können, die Hitzebelastung in der Straße zu reduzieren, die Funktionen eines natürlichen Wasserhaushaltes wie Verdunstung und Grundwasserneubildung zu unterstützen und die Aufenthaltsqualität zu erhöhen. In drei verschiedenen Planungsvarianten werden diese Maßnahmenbausteine unterschiedlich kombiniert und jeweils Begrünungs- und Entwässerungskonzepte entwickelt.

Alle Varianten sehen eine Sperrung des Bereichs zwischen Alexanderstraße und Sophienstraße für den Autoverkehr vor (Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr werden beachtet) sowie eine durchgängige Befahrung für den Radverkehr und die Schaffung zahlreicher Fahrradstellplätze. Eine deutliche Verbesserung für Fußgänger*innen wird ebenfalls in allen Varianten erreicht.

Als zentrales Element des Regenwassermanagements wird die Machbarkeit einer unterirdischen Zisterne geprüft. Im Straßenabschnitt zwischen Alexanderstraße und Sophienstraße kann eine Zisterne mit einem Speichervolumen von 420 m³ eingebaut werden, lediglich eine Trinkwasserleitung müsste dafür verlegt werden, der Rest der unterirdischen Infrastruktur bleibt unberührt. Bei dieser Zisternengröße kann zum einen eine nennenswerte Entlastung des Mischwasserkanals im Starkregenfall erreicht werden. Zum anderen können aus



Visualisierung der Variante A, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung



Visualisierung der Variante B, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung



Visualisierung der Variante C, Blick Richtung Süden
Eigene Darstellung

Zusammenfassung

dieser Zisterne sowohl die neuen grünen Elemente der Prinzenstraße direkt mit Wasser versorgt werden, als auch die Bewässerung der Heckenpflanzungen rund um die Oper mittels Bewässerungsfahrzeuge zum größten Teil mit abgedeckt werden.

Zur klimawandelangepassten Neugestaltung der Prinzenstraße werden grüne Elemente wie Bäume, Pflanzbeete, Hochbeete mit Sitzgelegenheiten und Versickerungsmulden je nach Variante in unterschiedlichen Ausführungen kombiniert und die Potentiale für Dach- und Fassadenbegrünung aufgezeigt. Besonderes Augenmerk wird in den Planungsvarianten auf den Bereich vor dem Schauspielhaus gelegt, der durch eine hervorhebende Gestaltung und mobile Grün-/Sitzelemente, die zur Seite geschoben werden können, wenn die Fläche für kulturelle Veranstaltungen genutzt wird, zu einem attraktiven Aufenthaltsbereich wird.

Bei den erarbeiteten Entwässerungskonzepten unterscheiden sich die Varianten im Straßenprofil, in der Kombination der Oberflächenmaterialien (Asphalt, teilsiegelte Flächen mit Pflasterbelag, der über die Fugen abflussreduzierend wirkt, Rasengittersteinflächen), bei den Versickerungsmulden und in der Wasserführung (offene Pflasterrinnen).

Die Umsetzbarkeit aller Varianten ist technisch geprüft und gleichermaßen machbar. Für jede Variante wird eine Grobkostenschätzung vorgenommen. Dabei bewegen sich die geschätzten Kosten zwischen 2,4 und 2,5 Mio. Euro.

Diese Machbarkeitsstudie bietet - nicht nur hinsichtlich der jetzt folgenden Entwurfsplanung für die Prinzenstraße – eine wichtige Grundlage zur Auswahl der Umgestaltungsmöglichkeiten bestehender Straßenräume hin zu klimawandelangepassten blau-grünen Straßen. Die vorgestellten Maßnahmenbausteine können nach dem Baukastenprinzip je nach räumlichen Gegebenheiten unterschiedlich miteinander kombiniert werden.



Visualisierung Variante A, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung



Visualisierung Variante B, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung



Visualisierung Variante C, Blick Richtung Norden
Eigene Darstellung

Zusammenfassung

Die Varianten im Vergleich

Grobkostenschätzung

Die untenstehende Tabelle zeigt die Varianten und die jeweiligen Grobkostenschätzungen im Vergleich.

				Var A	Var B	Var C
Summe				2.487.250,00 €	2.381.780,00 €	2.452.210,00 €
				480,63 €/m ²	460,25 €/m ²	473,86 €/m ²
Außenanlagen						
	Menge	Einheit	EP	Summe	Summe	Summe
1	Flächen (Grünflächen und befestigte Flächen inkl. Unterbau)			1.605.900,00 €	1.546.700,00 €	1.559.800,00 €
2	Bäume Neupflanzungen			60.220,00 €	78.500,00 €	74.580,00 €
3	Fassadenbegrünung (ohne Montage, Rankhilfe)			225.530,00 €	225.530,00 €	225.530,00 €
4	Einbauten und Ausstattung			129.600,00 €	137.050,00 €	142.300,00 €
5	Technische Anlagen			466.000,00 €	394.000,00 €	450.000,00 €
	Smarte Steuerung Zisterne (inkl. Schacht, Pumpe, Tauschsonde, Schaltschrank)			22.000,00 €	22.000,00 €	22.000,00 €
	Zisterne (Kunststoff)	420	m ³ 300,00 €	126.000,00 €	126.000,00 €	126.000,00 €
Alternativ:	Zisterne (Beton)	420	m ³ 1.000,00 €	420.000,00 €	420.000,00 €	420.000,00 €

Grobkostenschätzung im Vergleich

Impressum

Auftrag:



Förderung:



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

Als Teil der Reaktion
der EU auf die
Covid-19-Pandemie
finanziert



Bearbeitung, Text und Layout:

Henning Larsen —

Landscape Architecture/
Water/Sustainability

Henning Larsen GmbH (ehem.
Ramboll Studio Dreiseitl)
Jürgen-Töpfer-Straße 48 22763
Hamburg

<https://henninglarsen.com>

Stand:

17.03.2023

Quellenverzeichnis

Quellenverzeichnis

BlueGreenStreets (Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z)

Deutscher Feuerwehr Verband (Hrsg.) (2020): Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes: Brandschutz großflächiger begrünter Fassaden, München

FLL (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege

Landesdenkmalamt der Stadt Hannover (2023): Denkmalschutz & Denkmalpflege | Bauen & Denkmalpflege | Planen, Bauen, Wohnen | Leben in der Region Hannover, © HANNOVER.DE - Offizielles Portal der Landeshauptstadt und Region Hannover in Zusammenarbeit mit der Madsack Mediengruppe

Landeshauptstadt Hannover, Baudezernat (201): Hannover City 2020+, die Entwicklung der Stadt; Bearbeitung durch bup, büro urbane prozesse, (Nationale Stadtentwicklungspolitik), Berlin

Niedersächsisches Ministerblatt (2012): 17. Anlagenband zur Liste der Technischen Baubestimmungen, Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr (Nds. MBl. Nr. 37/2012)

Pfoser, Nicole Dipl.Ing., Dettmar, Jörg Prof. Dr.-Ing., Sieber, Sandra Dipl.-Ing. (FH) (2016): Gutachten Fassadenbegrünung - Gutachten über quartiersorientierte Unterstützungsansätze von Fassadenbegrünungen für das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKUNLV) NRW, Technische Universität Darmstadt

Schmidt, Cassian Prof. Dipl.-Ing. (o.A.), Blda (Hrsg.): „Staudenmischpflanzungen: Innovative Konzepte für pflegereduzierte Pflanzungen im öffentlichen Grün“

that Büro für Theaterbetriebstechnik (2003): „Untersuchung bezüglich der LKW-Einfahrt des Schauspiels Hannover“, Zwischenbericht, Hamburg

<https://www.hecken-helge.de/hecke-bewaessern/>

<https://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Politik/B%C3%BCrgerbeteiligung-Engagement/Innenstadtdialog-Hannover/Innenstadtprojekte/Gr%C3%BCne-Laves-Promenaden-und-das-neue-Kulturdreieck>, zul. aufgerufen am 10.02.2023

<https://www.hamburg.de/gruene-fassaden/13810652/pflege-und-wartung-von-fassadenbegruenung/>

www.alb-bayern.de/bef7

DIN 18919 – Vegetationstechnik, Entwicklungs- und Unterhaltungspflege

Bund Deutscher Landschaftsarchitekten (BDLA), Cassian Schmidt: Staudenmischpflanzungen - Innovative Konzepte für pflegereduzierte Pflanzungen im öffentlichen Grün