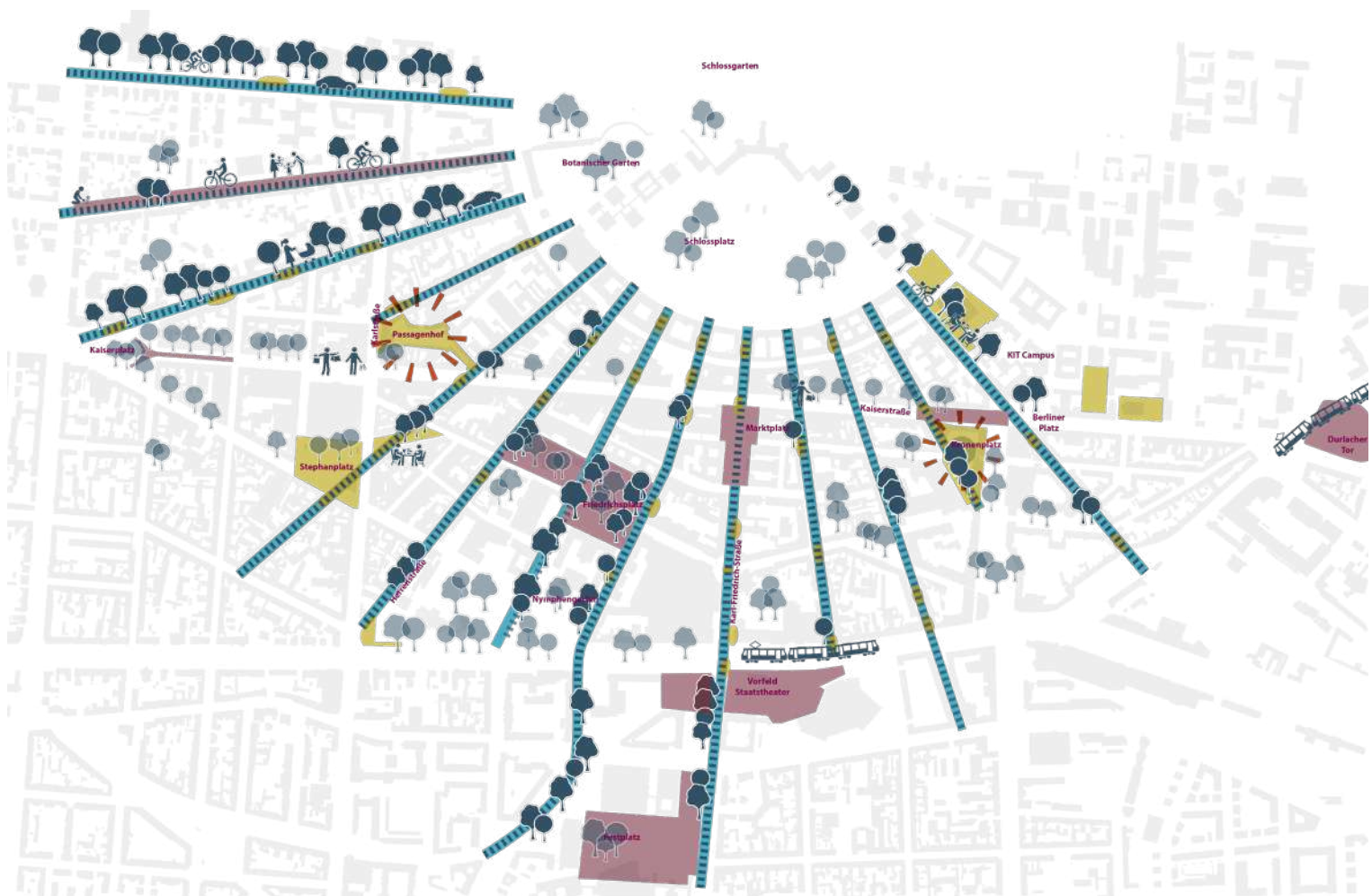


Let it (d)rain! Entsiegelungs- konzept Innenstadt

Blau-grüner Fächer für eine resiliente Innenstadt





**Stadt Karlsruhe
Stadtplanungsamt**

Kaiserallee 4

76133 Karlsruhe

Telefon: 0721 133-6101

E-Mail: stpla@karlsruhe.de

Internet: www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadtbild/stadtplanung/

Gefördert
durch



**Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft**

Amtsleitung: Prof. Dr.-Ing. Anke Karmann-Woessner

Bearbeitung:

bauchplan).(

Severinstraße 5

81541 München

089 2880-7875

studio@bauchplan.de

berchtoldkrass space & options

Schützenstraße 8a

76137 Karlsruhe

0721 665-5068

mail@berchtoldkrass.de



berchtoldkrass space&options
Raumplaner, Stadtplaner. Partnerschaft

Hinweis zu den Abbildungen:

Es wurde bewusst auf die Quellenangaben in den Bildunterschriften verzichtet.

Diese sind in dem Abbildungsverzeichnis aufgelistet, siehe Seite 85.

Inhalt

1. Anlass und Ziel	4
1.1 Hintergrund	4
1.2 Projektbeschreibung	7
1.3 Bestehende Gutachten und Vorstudien	8
1.4 Was bedeutet Entsiegelung?	10
1.5 Best-Practice-Beispiele	13
1.6 Methode und Vorgehen	18
2. Potenzialanalyse	20
2.1 Bestandsaufnahme Stadtpaziergang	20
2.2 Digitale Ermittlung des Versiegelungsgrads	23
2.3 Szenarien und Aktionsspektrum	24
2.4 Analoge Flächensuche für Aktionspool	25
2.5 Erstellung und Auswertung parametrischer Datensätze	26
2.6 Datenwolke und Gewichtung	48
2.7 Potenzialkarte der Innenstadtentsiegelung	52
3. Entsiegelungskonzept	54
3.1 Zielbild	54
3.2 Blau-grüner Charakter der Fächerstrassen	56
3.3 Leitbild blau-grüner Fächer als Innenstadt-Vision	60
4. Abgleich der Möglichkeiten	62
4.1 Suche nach Synergien	62
4.2 Umgang mit Einschränkungen	63
5. Entsiegelungsmaßnahmen	64
5.1 Größengestaffelte Toolbox	64
5.2 Pilotmodule	65
5.3 Kopplung und Vernetzung als Chance	68
6. Piloträume und Initialplanungen	69
6.1 Initialmaßnahmen	69
6.2 Pilotraum Herrenstraße	70
7. Errichtung und Unterhalt	80
7.1 Kosten in der Umsetzung	80
7.2 Kosten im Unterhalt	82
7.3 Alternative Unterhaltsmodelle	83
8. Abbildungsverzeichnis	85

1. Anlass und Ziel

1.1 Hintergrund

Klimaanpassungsgesetz erfordert fachübergreifende Zusammenarbeit

Mit dem am 1. Juli 2024 in Kraft getretenen Klimaanpassungsgesetz haben Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen das Ziel der Klimaanpassung fachübergreifend und integriert zu berücksichtigen. Dabei sollen sie auch im Rahmen ihrer Maßnahmen darauf hinwirken, bereits versiegelte Böden, deren Versiegelung dauerhaft nicht mehr notwendig ist, in den natürlichen Bodenfunktionen wiederherzustellen und zu entsiegeln. Die Entsiegelung von Flächen in der Innenstadt ist eine zentrale Maßnahme für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Karlsruhe. Gleichzeitig kommt der Ausbau einer blau-grünen-Infrastruktur auch der Aufenthaltsqualität zugute – ein wesentlicher Faktor für die gewünschte Nutzungsmischung der Innenstadt und ihrer Weiterentwicklung zum Begegnungsort.

Die Stadtverwaltung wurde beauftragt, als Baustein von städtischen Klimaanpassungsmaßnahmen ein Entsiegelungskonzept für die Innenstadt aufzustellen.

Neben der Entsiegelung von Baugrundstücken (Bebauungsplan zur Grünordnung und Klimaanpassung, sog. „Grünsatzung Innenstadt“) sollen mit dem Entsiegelungskonzept Innenstadt jetzt auch die öffentlichen Räume verstärkt in das Handlungsfeld einbezogen werden. Dies gilt insbesondere für die stark belasteten Wohngebiete, in denen mit Entsiegelungsmaßnahmen zeitnah begonnen werden soll. Der öffentliche Raum ist die große Flächenressource in der öffentlichen Hand. Hier kann modellhaft und schrittweise ein neuer Typus Stadt entwickelt und für die Bürger*innen qualitativ und atmosphärisch erfahrbar werden.

Aktuell prüft die Stadtverwaltung bei jedem Bauvorhaben Entsiegelungsmöglichkeiten und Baumstandorte. Das hier vorliegende Entsiegelungskonzept soll dazu beitragen, Entscheidungen künftig strategisch zu treffen und im Einzelfall zu erleichtern. Dafür sind neben umfangreicher Abstimmung mit den beteiligten Ämtern auch innovative Lösungen und Standards entwickelt worden. Besonders die Multifunktionalität oder „Multikodierung“ von Flächen (z.B. Entsiegelung und Parken mit Rasenfugensteinen) kann helfen, im Rahmen der Konkurrenz der Flächen Kompromisse zu schließen und damit Entscheidungen für ggfs. kleinteilige aber flächendeckende Entsiegelung zu erleichtern. Für die Umsetzung der Entsiegelungsmaßnahmen im öffentlichen Raum sollen ab 2026 jährliche Mittel zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus gibt es über Förderprogramme, wie z.B. KLIMOPASS des Landes Baden-Württemberg Möglichkeiten der Teilförderung.



Abb. 01: Foto der Ortsbegehung: Entsiegelungspotenziale ausfindig machen und im Zuge von Stadtumbau- oder Sanierungsmaßnahmen aktivieren.

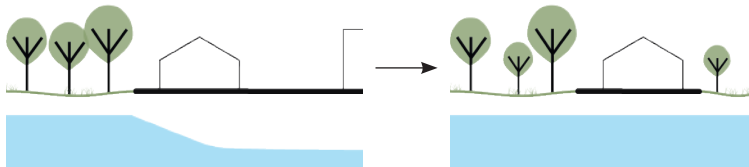


Abb. 02: Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Stadtlandschaften.

Maßstabsebene Stadtlandschaften: Versiegelung hat den Grundwasserspiegel unserer Stadtlandschaften über Jahrzehnte sinken lassen. Entsiegelung im Zusammenspiel mit blau-grüner Infrastruktur wirkt diesem Effekt entgegen und ist damit auch eine dringend benötigte Zukunftsvorsorge für Lebenswerte Städte (Grafik angelehnt an LBEG).

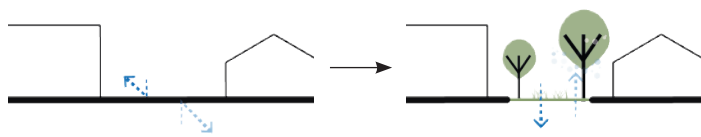


Abb. 03: Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Biodiversität.

Maßstabsebene Biodiversität: Gestörte Boden-Luft-Systeme verhindern eine natürliche Biodiversität. Entsiegelung repariert diese Funktionsgefüge und schafft damit die Grundvoraussetzungen für eine innerurbane Artenvielfalt von Flora und Fauna.

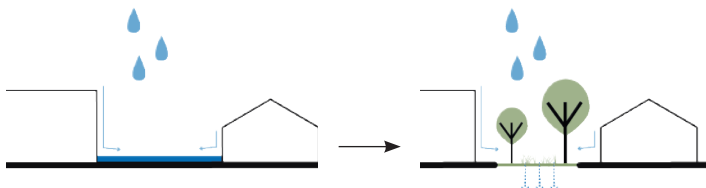


Abb. 04: Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Hochwasserschutz.

Maßstabsebene Hochwasserschutz: Mit immer heftigeren und öfter wiederkehrenden Starkregenereignisse steigt die innerstädtische Überflutungsgefahr. Entsiegelungsmaßnahmen wirken dieser Gefahr durch Wasseraufnahme entgegen und verzögern Wasserabgabe, wie ein Schwamm auf Stadtebene.

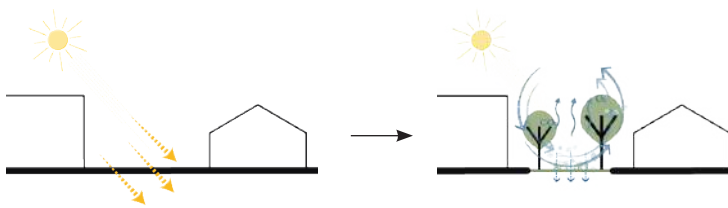


Abb. 05: Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Mikroklima.

Maßstabsebene Mikroklima und Trockenheitsresistenz: Bodenversiegelung verunmöglicht natürliche Verdunstung und Versickerung. Entsiegelungsmaßnahmen erhöhen die lokale Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeicherefähigkeit. Sie sichern so pflanzliches Überleben auch in langen Trockenperioden und sind damit die entscheidende Maßnahme für (vegetative) Verdunstungsleistungen in den Sommermonaten.



Abb. 06: Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Mensch.

Maßstabsebene Mensch: Unsere Innenstädte überhitzen in den Sommermonaten durch Wärmespeicherung und Abstrahlung aus unserer gebauten Umwelt. Entsiegelungsmaßnahmen führen zu niedrigeren Oberflächentemperaturen und können in großen Dimensionen umgesetzt sogar die innerstädtische Kaltluft-Genese fördern. Für uns Menschen entsteht dadurch ein resilientes, weil gemäßigtes, Innenstadtklima, das Aufenthalt und Nutzung unserer öffentlichen Räume sicherstellt. Entsiegelung ist damit eine entscheidende Maßnahme für die funktionsweise mitteleuropäischer Stadtgefüge.



Abb. 07: Foto der Ortsbegehung: Entsiegelung der Karlsruher Innenstadt als schrittweise umzusetzende Zukunftsinvestition.

1.2 Projektbeschreibung

Entsiegelung als Baustein der Klimaanpassung

Bodenversiegelung hat vielfältige Auswirkungen auf das Ökosystem: Bodenfunktionen gehen verloren, der natürliche Wasserhaushalt wird verändert, der Abfluss verstärkt, das Mikroklima wird wärmer und trockener, Lebensräume gehen verloren.

Neben Schutz der Böden vor Neuversiegelung rückt, insbesondere in unseren Städten mit hohem Anteil versiegelter Flächen, zunehmend auch die Entsiegelung von Böden in den Fokus. Mit entsprechenden Entsiegelungsmaßnahmen können ein naturnaher Wasserkreislauf begünstigt und natürliche Bodenfunktionen zurückgewonnen werden. Mittels Wasserverdunstung, Evaporations- und Verschattungsleistung durch Vegetation leistet Entsiegelung darüber hinaus einen Beitrag zur lokalen Klimaanpassung und letztlich dem Wohlfühlen der Bevölkerung. Diese Anpassung an den Klimawandel ist eine der zentralen Aufgaben unserer Zeit. In dicht bebauten Städten wie Karlsruhe führt die Flächenentsiegelung zu niedrigeren Oberflächentemperaturen und reduziert das Risiko von Überschwemmungen bei Starkregen. Entsiegelte, funktionsfähige Böden bilden zudem die Basis für eine urbane Biodiversität.

Die Innenstadt Karlsruhe weist, abgesehen von den historischen Grünflächen, einen im Bundesvergleich hohen Versiegelungsgrad auf. Eine zentrale Aufgabe zur Anpassung an die spürbaren Folgen des Klimawandels ist daher, die Entsiegelung von Flächen in der Karlsruher Innenstadt. Versiegelte Flächen sind ein Hauptfaktor für den städtischen Wärmeinseleffekt, also die relative Aufheizung der Stadt im Vergleich zum ländlichen Umland, aber auch für die hohe Auslastung städtischer Kanalsysteme bei Starkregenereignissen und erhöhte Unterhaltsaufwendungen für den Erhalt von bestehenden Vegetationsstrukturen.

Die Ziele des Entsiegelungskonzepts zur Karlsruher Innenstadt sind zweigeteilt: Zunächst werden konkrete Orte der Karlsruher Innenstadt mittels Verschneidung verschiedener Daten herausgearbeitet oder bestätigt, an denen Entsiegelungsmaßnahmen für die Bevölkerung ihre größte Wirkweise entfalten. Diesem Schritt ist ein nach Eingriffsgröße und Wirkweise gestaffelter Katalog von modularen Entsiegelungsmaßnahmen zugeordnet.

Darüber hinaus entsteht jedoch auch ein technisches Werkzeug, das für den Untersuchungsraum verfügbare, städtische GIS-Datensätze, sowie öffentlich verfügbare Parameter (wie Open-Source-GIS-Daten) unter individueller Gewichtung miteinander verschneidet, eine Karte generiert und Empfehlungen ablesbar macht. Hierdurch wird die Vorgehensweise auf andere Teile der Stadt übertragbar.

Handlungsbedarf Innenstadt Let it (d)rain!

In der stark versiegelten Innenstadt ist die Hitzebelastung bereits hoch und der Handlungsbedarf offensichtlich. Aus diesem Grund entwickelt die Stadtverwaltung seit November 2024 ein Entsiegelungskonzept, um die öffentlichen Flächen in der Innenstadt systematisch zu entsiegeln, unterschiedliche Formen der Begrünung zu schaffen und, wo möglich, natürliche Bodenfunktionen wiederherzustellen. Durch die Entsiegelung können Regenwasser besser aufgenommen, die Umgebung gekühlt und Lebensräume für Pflanzen und Tiere geschaffen werden. Dies verbessert nicht nur das Stadtklima, sondern auch die Aufenthaltsqualität in der Innenstadt und fördert ihre Entwicklung als lebendiger Begegnungsort. Die geplanten Maßnahmen sollen dazu beitragen, die Auswirkungen des Klimawandels abzumildern und Karlsruhe als lebenswerte Stadt weiterzuentwickeln.

Das Konzept berücksichtigt über einen eingebauten Realitäts-Check, dass es vielfältige Ansprüche an die verfügbaren Flächen gibt. Dabei müssen Lösungen für konkurrierende Flächenansprüche gefunden werden – von Verkehr und Außengastronomie bis zur Begrünung und Aufenthaltsqualität. Auch unterirdisch bestehen Nutzungskonflikte zwischen Wurzeln, Leitungen und anderen Infrastrukturen. Gleichzeitig können Synergien genutzt werden, beispielsweise durch eine koordinierte Kopplung von Entsiegelungsmaßnahmen mit geplanten Arbeiten zum Fernwärmeausbau oder der Radinfrastruktur. Das Entsiegelungskonzept baut dabei auf dem Konzept „Öffentlicher Raum und Mobilität Innenstadt“ (ÖRMI) auf und wird durch das Landesprogramm KLIMOPASS gefördert.

Auf Basis des Konzeptes werden prototypische Pilotmodule für typische Straßenfreiraum- und Platzgestaltungen für zentrale Innenstadtbereiche entwickelt und in den kommenden Jahren entsprechend der verfügbaren finanziellen Mittel sukzessive umgesetzt. Zusätzlich werden Pilotplanungen als Teil des Projekts „City Transformation“ erarbeitet und durch das Bundesprogramm Zukunftsfähige Innenstädte und Zentren (ZiZ) gefördert.

Das Entsiegelungskonzept „Let it (d)rain!“ ist demnach als Konzept einer Zukunftsvorsorge inklusive initiieren der Pilotplanungen zu verstehen. Ein Aufruf, der bei schrittweiser und beständiger Umsetzung eine gewisse Gelassenheit für Stadtverwaltung wie -politik gegenüber einem sehr herausfordernden Themenfeld als Resultat anbieten soll.

1.3 Bestehende Gutachten und Vorstudien

Klimatologische Untersuchungen

Klimatologische Untersuchungen auf Gesamtstadtebene zeigen, dass trotz des verhältnismäßig hohen Grünanteils in den historischen Anlagen die Innenstadt besonders von Überhitzung betroffen ist. Diese Tendenz wird sich den Berechnungen zufolge in den kommenden Jahrzehnten noch verschärfen.

Für die mittelfristige Zukunft (2046-55) wird die bioklimatische Belastungssituation im gesamten Untersuchungsraum fast flächendeckend als „sehr hoch“ eingestuft.

Für den innerstädtischen Stadtstrukturtyp der geschlossenen Blockrandbebauung wird Entsiegelung, Verschattung und Einrichtung von Pocket-Parks und erlebbarem Wasser im öffentlichen Raum empfohlen, um fußläufig gut eingebundene Entlastungsflächen zu schaffen.

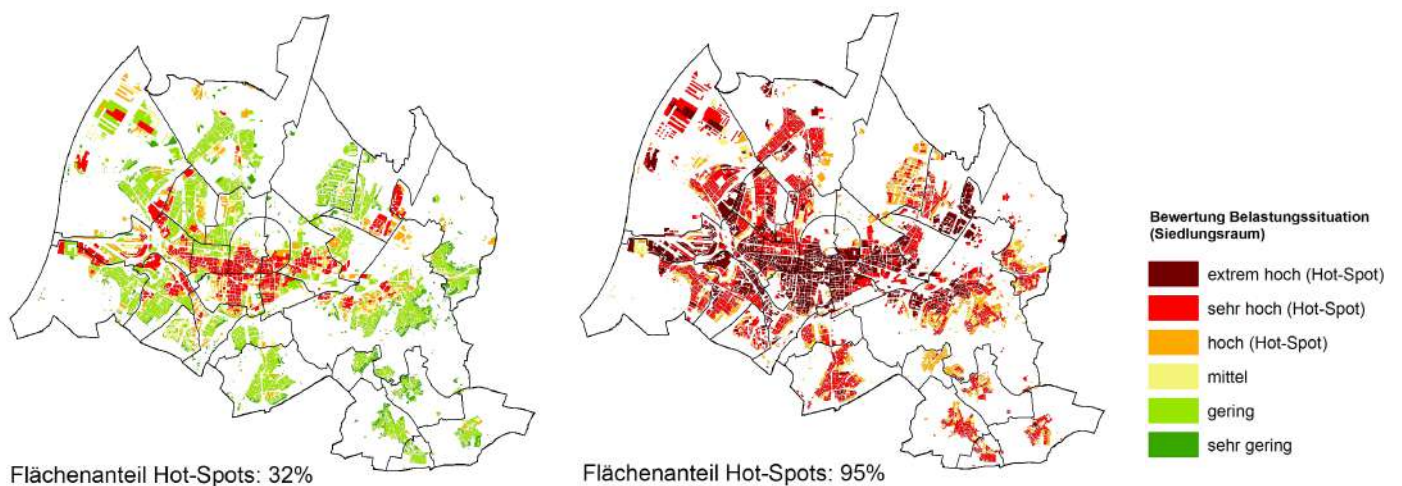


Abb. 08: Prognosen zur bioklimatischen Belastung für die mittelfristige Zukunft 2046-55 (links) und die langfristige Zukunft 2090-99 (rechts), GEO-NET Umweltconsulting GmbH, 2013.

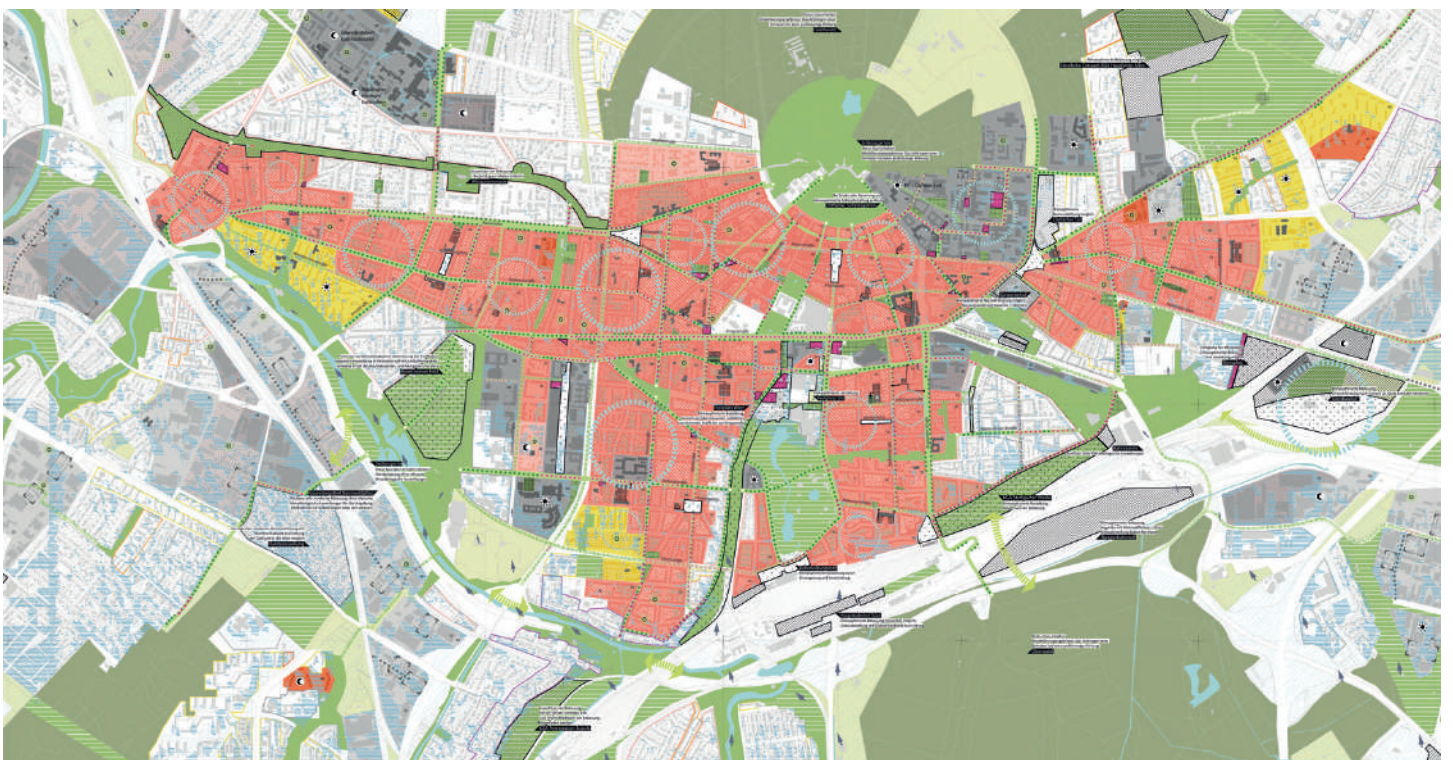


Abb. 09: Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, berchtoldkrass space&options, GEO-NET Umweltconsulting, GmbH, 2015.

1.4 Was bedeutet Entsiegelung?

Wiederherstellung naturnaher Wechselwirkungen

Entsiegelung ist das Rückgängigmachen von Versiegelung. Unter Bodenversiegelung, auch Oberflächenversiegelung, Flächenversiegelung oder Versiegelung genannt, ist die auf anthropogene Einflüsse zurückzuführende Unterbrechung oder Behinderung der vielfältigen Austauschprozesse zwischen Atmosphäre, Pedosphäre und Hydrosphäre sowohl im abiotischen (z. B. Wasserkreislauf) als auch im biotischen (als Lebensraum von Pflanzen und Tieren) Bereich zu verstehen. Die Austauschvorgänge werden unterbunden durch Abdichtung mit undurchlässigen Substanzen (z. B. Teer, Beton oder Gebäude), extreme Verdichtung (z. B. durch Befahren) und unterirdische Baukörper (Tiefgaragen, Tunnel u. Ä.). Der Versiegelungsgrad dient der quantitativen Bestimmung und meint den Anteil der versiegelten Fläche zu einer Bezugsfläche.

Versiegelte Flächen heizen sich bei Sonneneinstrahlung stärker auf als offene Böden. Das ist auch der Grund dafür, dass es in den Innenstädten wärmer ist als in ihrer Umgebung, denn die gespeicherte Sonnenenergie wird vor allem Nachts an die Luft abgegeben. Es kommt zur Ausbildung von städtischen Wärmeinseln. Die Versiegelung der Fläche kombiniert mit dem veränderten Wasserhaushalt sowie der unterschiedlichen Wärmeabgabe der Oberflächen bewirkt kleinräumig bedeutende Temperaturunterschiede.

Entsiegelung plus!

Die Reduktion oder Rücknahme von Versiegelung fördert naturnahe Wechselwirkungen zwischen Boden, Oberflächen und Luft. Daraus resultieren im Endeffekt positive Effekte für den Grundwasserstand, das Mikroklima, die Biodiversität und das Wohlempfinden der Bevölkerung. Entsiegelungsmaßnahmen auf Stadt- und Quartiersebene werden somit mindestens mittelfristig zum Standortvorteil der Städte werden. Die Maßnahmen steigern die Resilienz der urbanen Gefüge und sind somit neben den unmittelbaren Wirkungen auch als nachhaltige Zukunftsinvestition zu verstehen. Im innerstädtischen Bereich unterliegt der Boden hohem Nutzungsdruck sowie einer kontinuierlichen Nutzungsdynamik. Dabei steht Entsiegelung nicht zwingend im Widerspruch zur Begeh- oder Befahrbarkeit und kann mit zahlreichen anderen Funktionen im Stadtfreiraum wie neuen Aufenthaltsangeboten kombiniert werden. Ziel der Entsiegelung sollte im Sinne einer gesteigerten Resilienz ein möglichst hoher Grad der Multicodierung sein: versickerungsoffene Flächen, die zugleich für Menschen und /oder Tiere nutzbare, urbane Raumangebote bieten und im Optimalfall zum Beispiel im Zuge einer anstehenden Sanierung etc. zur Umsetzung gelangen.

Entsiegelung bedeutet dabei nicht zwangsläufig „zurück zur grünen Wiese“: durch entsprechende Materialien können funktionale Anforderungen oftmals beibehalten werden. Fachlich wird im Allgemeinen zwischen Teilentsiegelung und Vollentsiegelung unterschieden.

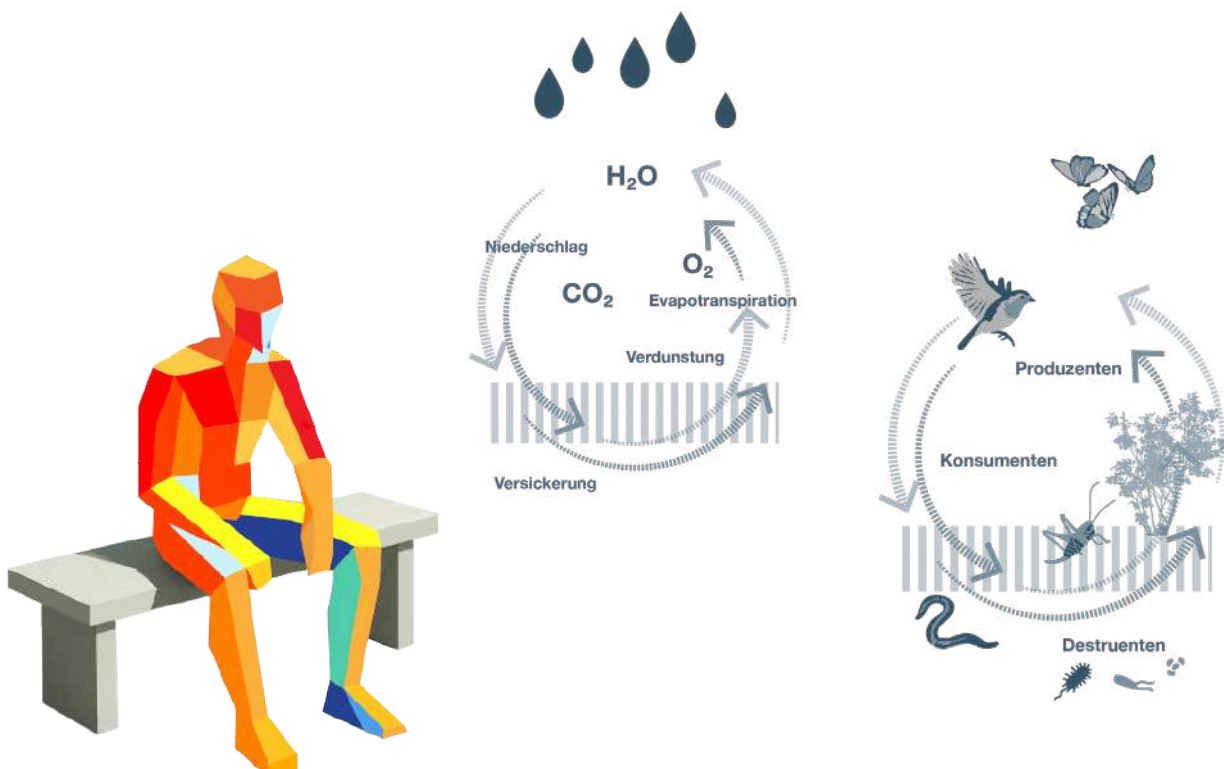


Abb. 12: Menschliches Wohlbefinden, naturnaher Wasserkreislauf und urbane Biodiversität als Zielsetzungen einer Resilienz-Vorsorge.

Als voll entsiegelt gilt eine zusammenhängende Fläche dann, wenn ein naturnaher Bodenaufbau vorhanden ist und dessen Sickerwerte Wasserrückhalt und zeitlich versetzte Versickerung lokal ermöglichen, so dass mindestens die Niederschläge dieser Fläche, bestenfalls inkl. der Wassermengen aus der noch versiegelten Umgebung, nicht mehr in den Kanal, sondern in einen naturnahen Kreislauf rückgeführt werden.

Teilentsiegelung kann zweierlei bedeuten: zum einen, dass die vorhandene, wasserundurchlässige Oberfläche sowie der zugehörige Oberbau auf einem Anteil der Gesamtfläche voll entsiegelt werden und bestenfalls die weiterhin versiegelte Nachbarfläche kompensieren. Zum anderen gelten als Teilversiegelungen auch Belagsarten, die über Fugen oder Stanzungen Versickerung der Gesamtfläche ermöglichen. Entsiegelte Oberflächen werden dabei in der Regel entsorgt und durch angelieferten Boden ersetzt. Ein künftiger Fokus im Sinne eines nachhaltigen Massenmanagements muss es deshalb auch sein, vor Ort existierende Materialien in die Entsiegelungsplanung zu integrieren.

Entsiegelung als Aufgabe der Stadtentwicklung

Die natürlichen Kreisläufe sind in unseren Städten auch in Bezug auf den Umgang mit Regenwasser stark gestört. Dies hat gravierende Folgen für Grundwasserstände, Vegetationsbestand, Biodiversität und Mikroklima unserer Städte. Hoch versiegelte Innenstädte sind davon besonders betroffen. Jetzt gilt es, Entsiegelungsmaßnahmen in die Stadtentwicklung zu integrieren und damit einen Beitrag zur naturnahen Wiederherstellung lokaler Wasserkreisläufe zu leisten.

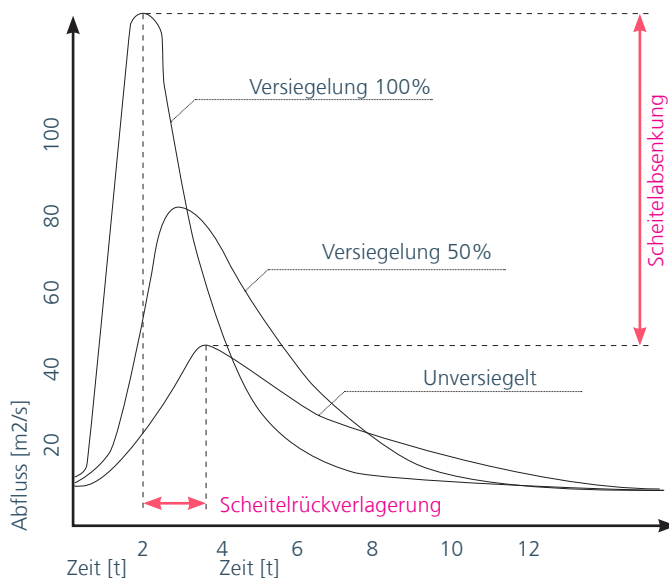


Abb. 13: Abflussverhalten bei veränderten Versiegelungsanteilen im jeweiligen Einzugsgebiet (nach DYCK & PESCHKE, 1995). Deutlich wird, dass Entsiegelung die Spitzenabflüsse reduziert und die maximalen Abflussmengen zeitlich verzögert eintreten.



Abb. 14: Beispielhafte Darstellungen einer Teil- und Vollentsiegelung.

Ausblick und Zielsetzung

Fachliche Zielsetzung: Das Entsiegelungskonzept stellt einen Leitfaden dafür, wo und wie effizient im Sinne einer Qualitätssteigerung für die Bewohner*innen und ökonomisch sinnvoll mit der notwendigen Entsiegelung der Karlsruher Innenstadt begonnen werden kann. Initialplanungen versuchen darüber hinaus, Abläufe modellhaft zu etablieren, um Vorgehensweisen für die serielle Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen zu erarbeiten.

Fachliche Zielsetzung auf der Software-Ebene: Die entwickelte Methode - bestehend aus der digitalen Potenzialerhebung und dem analogen Abgleich - lässt sich für künftige Entsiegelungs-Zielgebiete replizieren. Darüber hinaus wurde auf der Software-Ebene ein erster Stand für ein Werkzeugset entwickelt, das das Einlesen, Gewichten und Verschneiden digitaler Einzelparameter ermöglicht und daraus grafisch lesbare Entsiegelungs-Potenzialkarten erzeugt. Dieses Werkzeug könnte, entsprechende Einarbeitung und/oder Oberflächen-Entwicklung vorausgesetzt, zu einer universell einsetzbaren Softwarelösung zur Ermittlung und Kommunikation von innerstädtischen Entsiegelungspotenzialen auf Basis vorhandener Daten weiterentwickelt werden.

Soziologische Zielsetzung des Entsiegelungskonzeptes ist es selbstverständlich, eine der Grundlagen für die Entwicklung einer nachhaltig lebenswerten Innenstadt zu schaffen. Das Entsiegelungskonzept kann so zu einem Leitfaden für künftige Oberflächensanierungen oder auch gezielt angegangene Neuplanungen von öffentlichen Freiräumen werden. Im besten Fall inspiriert es darüber hinaus auch private Vorhabenträger*innen, auf ihren Grundstücken ähnliche Maßnahmen umzusetzen.

1.5 Best-Practice-Beispiele

Einordnung und Blick über den Tellerrand

Die Schwammstadt ist in Fachkreisen längst ein allgegenwärtiger Begriff. Wollen wir unsere Städte zukunftsfit weiterentwickeln, wird die Speicherung von Wasser zur zentralen Aufgabe. Wann immer wir dies nicht kostenintensiv über technische Maßnahmen künstlich bewerkstelligen wollen, wird Entsiegelung einen wesentlichen Anteil innerhalb des Maßnahmenspektrums hin zu einem naturnahen urbanen Wasserhaushalt darstellen.

Wieder aktivierter Boden ist die Basis für den Aufbau von blau-grüner Infrastruktur, die zur Verbesserung des Stadtklimas, zur Förderung der Biodiversität und zur Steigerung der Aufenthaltsqualität beiträgt. Durch multicodierte Lösungen werden Stadträume geschaffen, die verschiedene Anforderungen – wie Fortbewegung, Regenwassermanagement, Erholung, Kühlung und Gestaltung – integrieren und so als Begegnungsorte für die Zukunft fungieren. In den europäischen Metropolen hat der Transformationsprozess hin zu blau-grünen Städten längst begonnen.

Einige Eingriffe, von niederschwelligen Guerilla-Projekten über Baumrigolen bis hin zu technischen Schwammprojekten werden hier kurz angeführt und in Ihrer Wirkweise eingeschätzt. Ziel ist es einerseits, die Maßnahmen auf den Boden der Realisierbarkeit zu bringen, wie auch die Hemmschwellen in Politik und Verwaltung zu reduzieren. Im Fall von Karlsruhe kann der Blick über den Tellerrand aber auch deutlich machen: Die Stadt ist mittendrin und nicht nur am Nachrüsten, wie das ausgezeichnete Modellprojekt am Bahnhofplatz Süd zeigt.

Vorplatz Universität Delft (NL)

Auf dem bis dahin vollversiegelten Vorplatz der Architekturfakultät der Universität Delft wurde ein Klimaarboretum ausgeführt. Die ausgewählten Baumarten werden fortlaufend hinsichtlich ihrer Kühlleistung in urbanem Umfeld untersucht.

Planung: TU Delft, Faculty of Architecture and the Built Environment

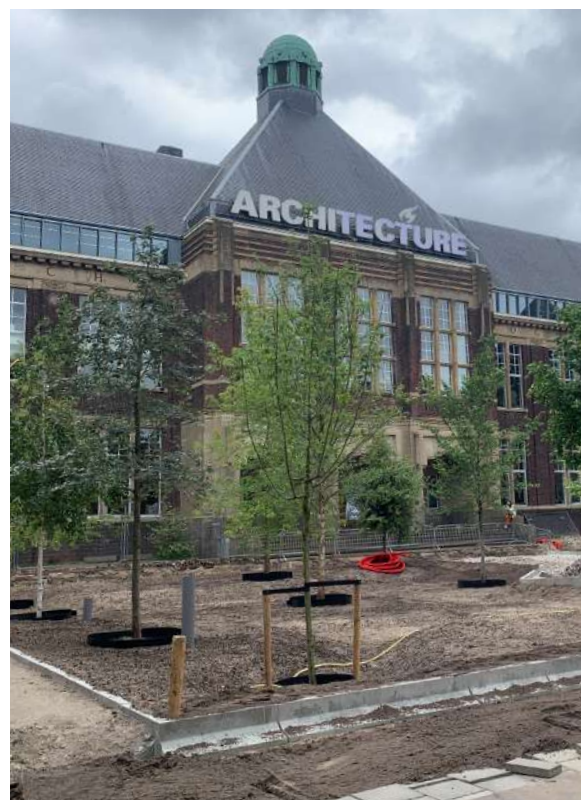


Abb. 15: Entsiegelung Vorplatz Universität Delft.

Blau-grünes Parken in Zürich, Örlikon (CH)

Ein kompaktes Beispiel, aus dem sich in den Folgejahren konkrete Messergebnisse ableiten werden lassen, ist das Testfeld des Tiefbauamts Zürich auf dem Dreiecksparkplatz in Örlikon. Hier wurden verschiedene sickerrfähige Beläge nebeneinander realisiert. Seit 2025 laufen die Messreihen zur Wasseraufnahmefähigkeit und Hitzeentwicklung.

Planung: s2l landschaftsarchitektur in Zusammenarbeit mit: ZHAW Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Forschungsgruppe Pflanzenverwendung



Abb. 16: Blaugrünes Parken Zürich (CH).



Sickermulden in St. Pölten (A)

Entlang des neu gestalteten Promenadenrings wird Oberflächenwasser in begrünte Sickermulden geleitet. Ein im halbjährlichen Wartungssturnus händisch um 180 Grad umzudrehendes Blech gewährleistet die Absonderung der salzbelasteten Wasser des Winterbetriebs in den Kanal und die Wasserversorgung der Retentionsmulde mit Staudenpflanzen in den Sommermonaten.

Planung: DnD Landschaftsplanung mit Rosinak & Partner



Abb. 17: Sickermulden in St. Pölten (A).



Grüne Gullys Berlin (D)

Seit 2024 werden „grüne Gullys“ an Straßenrändern in Berlin-Mitte eingerichtet und schaffen zusätzliche Wasserretentionsflächen an Stellen, an denen das Niederschlagswasser bereits natürlich hingeleitet wird. Die Baukosten dieser niedragschwelligen Lösung belaufen sich auf 7.000 - 10.000 EUR je Maßnahme.

Planung: Straßen- und Grünflächenamt Berlin Mitte



Abb. 18: Grüner Gully Berlin.



Bahnhofsvorplatz Süd in Karlsruhe (D)

Trotz fast vollständiger Unterbauung werden die Oberflächenwässer der Aufenthaltsbereiche gesammelt und in einem 1.200 m³ großen Schwammkörper den Klimabäumen zur Verfügung gestellt. Die Baumquartiere wurden, angelehnt an das klassische Schwammstadt-Prinzip, mit einer eigens für den urbanen Charakter des Standorts entwickelten Lösung ausgeführt.

Planung: bauchplan)(in Kooperation mit berchtoldkrass space& options und dwd Ingenieur GmbH



Abb. 19: Bahnhofplatz Karlsruhe Süd.



Place Eugène Flagey in Brüssel (B)

Die nachträgliche Klimasanierung mittels Grüninseln in unterschiedlichen Größen schafft auf der offenen Platzfläche mit Wasserspiel zusätzliche Aufenthaltsqualitäten, eine erhöhte Biodiversität sowie ein verbessertes Mikroklima.

Planung: ursprünglich Latz + Partner, Klimasanierung kollektiv landscape



Abb. 20: Entsiegelung und Aufenthalt Place Eugène Flagey.



Sant Joan Boulevard, Barcelona (E)

Sant Joan Boulevard, Barcelona (E)
Erweiterte Baumquartiere und Aufenthaltsbereiche mit Rasenfugen entlang des Passeig de Sant Joan Boulevards bilden großzügige urbane Wohnzimmer.

Planung: Lola Domènech Arquitecta



Abb. 21: Grüner Boulevard Barcelona.

Craquelures dans le réel in Lausanne (CH)

In Lausanne wird anlässlich eines Kunstfestivals ein Parkplatz mittels Asphaltschnitt entsiegelt und neu bespielt. Es entsteht ein Spontangarten mit Ruderalvegetation als urbaner Möglichkeitsraum für Menschen.

Planung und Durchführung: IIOIOI, KOIZ, KRI, PALMA, and MOFA



Abb. 22: Entsiegelung als künstlerische Intervention in Lausanne.



Boden-Rohr-System BoRSiS (D)

Das Verbundprojekt „Boden-Rohr-System als innovatives Element der klimaangepassten Stadtentwässerung“ (BoRSiS) wurde im Zeitraum 2021-2024 im Rahmen der Förderrichtlinie „Forschung an Fachhochschulen in Kooperation mit Unternehmen“ des Programms „Forschung an Fachhochschulen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert und entwickelt. Der integrale Ansatz dieses neuen Rohrsystems besteht darin Baumstandorte mit (existierenden) Leitungsgräben und Regenwasserspeichern zu verbinden, wodurch ein unterirdischer Raum für Regenwasser entsteht, der zugleich als erweiterter Wurzelraum dient. So wird die Baumvitalität verbessert, ohne zusätzlichen Platz an der Oberfläche zu benötigen. Das gespeicherte Wasser verdunstet zeitverzögert über die Bäume, die Vegetation wird versorgt und die Kanalisation bei Starkregen entlastet. Erprobt wird BoRSiS beispielsweise in den Städten Detmold, Köln und Bochum.

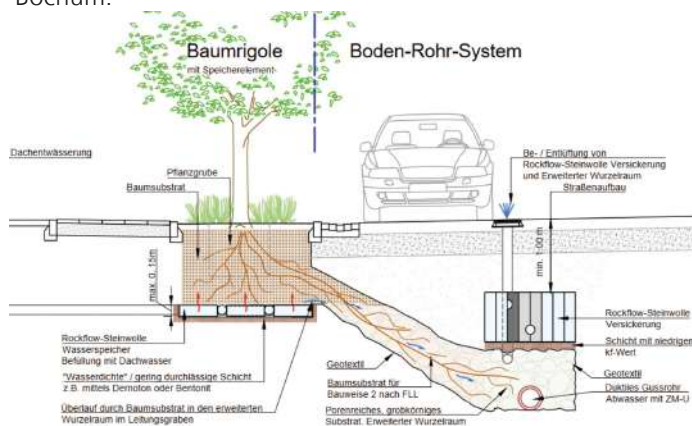


Abb. 23: Querschnitt B-B durch das Boden-Rohr-System mit angeschlossenem Baumstandort. BMBF, 2024.

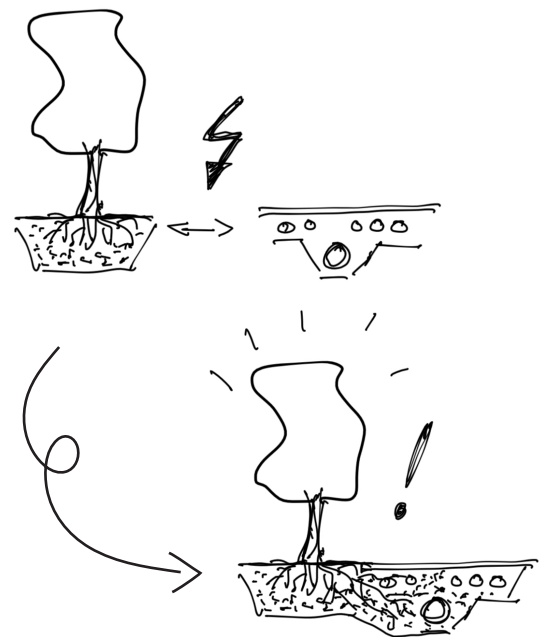


Abb. 24: Neue Verbündete: Leitungstrassen und Baumstandorte in Symbiose.



Abb. 25: Boden-Rohr-System BoRSiS.

1.6 Methode und Vorgehen

Hybrides Arbeiten - Zusammenspiel analoger und digitaler Prozessschritte

Sowohl auf Basis einer auf Geoinformationssystemen (GIS) gestützten Analyse, als auch durch Begehungen des öffentlichen Freiraums bzw. der Freiräume in städtischer Zuständigkeit, wird das Potenzial für Entsiegelung, Begrünung und Versickerung untersucht. Dabei wird ermittelt, wo dies besonders dringend und wirksam ist. In einem Abgleich mit Umsetzungshindernissen und weiteren Rahmenbedingungen werden Umsetzungsmöglichkeiten identifiziert und ermittelt. Auf diesem Wege treten die Bereiche zu Tage, in denen die Realisierungsbedingungen besonders günstig sind. Das Entsiegelungskonzept beschreibt verschiedene Maßnahmen zur Entsiegelung, Begrünung und Versickerung (inkl. Baumstandorte) und kartiert die Maßnahmenvorschläge in einem Umsetzungsplan, welcher mit einem Leitfaden zur Umsetzung ergänzt wird. Für ausgewählte Bereiche werden in der Folge Pilotentwürfe erarbeitet, die aufzeigen, wie und unter welchen Realisierungsbedingungen entsiegelt und neue und innovative, klimaresiliente und biodiverse grün-blaue Stadtfreiräume umgesetzt werden können. Das gesamte Konzept zielt auf die Realisierung und einen möglichst hohen Nutzen bei der Umsetzung der Maßnahmen ab.

Parametrisches Modell

In der Flächenanalyse wurde explizit ein parametrisches Verschneiden vorhandener Geodatenätze zur prototypischen Entwicklung eines Entsiegelungstools für die Stadtplanung verfolgt. Dieses parametrische Tool soll zudem die Eimpflegung aktualisierter Datensätze gewährleisten und auf andere Stadtteile übertragbar sein. Als Datengrundlage dienen zum einen öffentlich zugängliche Geodaten, zum anderen Datensätze der Stadt Karlsruhe. Diese wurden im Projektverlauf generierte bzw. gewonnene Daten zur subjektiven Raumwahrnehmung sowie zum Außenraum-Wohlfühlkomfort ergänzt.

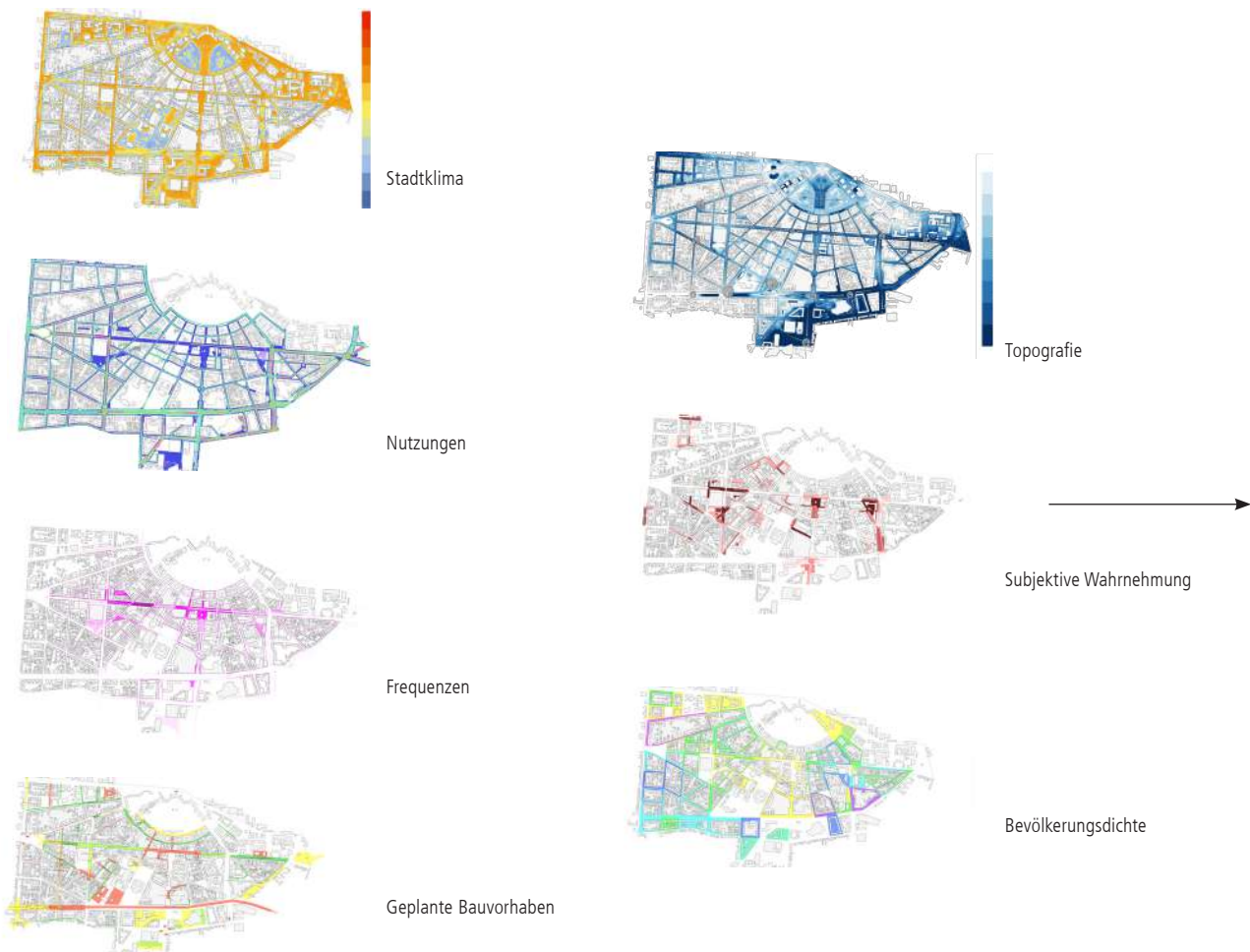


Abb. 26: Methode und Vorgehen.

Daraus entstanden folgende 7 Basiskarten im parametrischen Modell:

- Außenraum-Wohlfühlkomfort aus Klimasimulation im Bestand gemäß UTCI-Standard auf Basis der Daten des Deutschen Wetterdienstes unter Berücksichtigung der Randbebauung, der Oberflächenbeschaffenheit, der Schatten- sowie Evapotranspirationsleistung der Vegetation,

- Flächennutzung der öffentlichen Räume mit Unterscheidung zwischen Fahrbahn, Fuß- und Radwegen, ÖPNV-Haltestellen und PKW-Stellplätzen (GIS Datensatz ergänzt im Bereich des KIT Campus, detailliert im Bereich des Stephanplatzes, aktualisiert um aktuelle Planungen im Bereich des Staatstheaters und des Festplatzes),

- Topografische Lage und natürliche Fließrichtungen der öffentlichen Oberflächen auf Basis des digitalen Geländemodells, Laserscanbefliegung vom März 2017,

- betroffene Bevölkerung über Bevölkerungsdichten je Stadtblock (Amt für Stadtentwicklung, Stand 06.2025)

- Fußgänger*innenfrequenzzählungen (2023-2025 an repräsentativen Wochentagen, Wirtschaftsförderung Karlsruhe), ergänzt um Open Street Maps (OSM) Frequenzzählungen für Gastronomiebetriebe (2025),

- Subjektive Wahrnehmung der öffentlichen Räume (Kartierung der Meinungen aus dem verwaltungsinternem Workshop vom 06.02.2025, sowie Auswertung der Beteiligungen im Rahmen der Zukunftswerkstatt ÖRMI, Juli 2021), Einflussradius 25 m.

- Baukalender des Tiefbauamtes mit geplanten öffentlichen Tiefbauvorhaben (Neubauten, Ausbauten, Sanierungen, GIS-Datei mit Umsetzungszeitraum), Stand 12.12.2024.

Verortung von Entsiegelungspotenzialen



Vorteilhafte Nutzer*innenstrukturen (für Unterhalt/Pflege)

Einbeziehung privater Bauvorhaben

Synergien

Vorteile in Umsetzung und Unterhalt maximieren!

Verortung Pilotmodule S/M/L/XL und Pilotmaßnahmen + Vernetzungspotenziale



Einschränkungen und hemmnisse

Nicht unbedingt Ausschlusskriterien: kreativer Umgang gefordert!

Verortung Leitungen und Abstände

Vorgaben Denkmalschutz

Sondernutzungsflächen

Verkehrsführung- und Sicherheit

Unterbaute Flächen

2. Potenzialanalyse

2.1 Bestandsaufnahme Stadtpaziergang

In einer ganztägigen Begehung durch die Planungsbüros im November 2024 wird der öffentliche Raum der Innenstadt flächendeckend gesichtet und dokumentiert. Wie die Bildauswahl zeigt, ist jenseits der historischen Schlossanlagen sowie der Grünanlagen am Friedrichsplatz, am Kaiserplatz und dem Nymphengarten oder dem Botanischen Garten / Bundesverfassungsgericht und einigen Plätzen wie dem Ludwigs- und dem Stephansplatz der öffentliche Freiraum in der Fußgänger*innen-Wahrnehmung weitestgehend versiegelt. Auch öffentliches Grün ist nur vereinzelt vorzufinden. Die typischen Straßenfreiräume der Innenstadt sind wenn, nur mit einzelnen Baumpflanzungen ausgestattet, zusammenhängende Baumreihen oder Alleen sind nicht anzutreffen. Ausnahmen hierzu finden sich an den Rändern der Innenstadt, etwa in der Stephanien- oder der Zähringerstraße.

Die Kaiserstraße ist beidseits des Marktplatzes von einigen dominanten Einzelbäumen bestanden, aber ebenso versiegelt. Auch der öffentliche Freiraum rund um das KIT ist weniger versiegelt und öfter baumbestanden. Die Kriegsstraße zeigt in der Neugestaltung auch als Hauptverkehrsader das Bemühen um unversiegelte Grünbereiche sowie regelmäßige Baumpflanzungen. Ebenso sind im Bereich um Messe, Konzerthaus und Festplatz mit Ettlinger Straße Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen erkennbar.

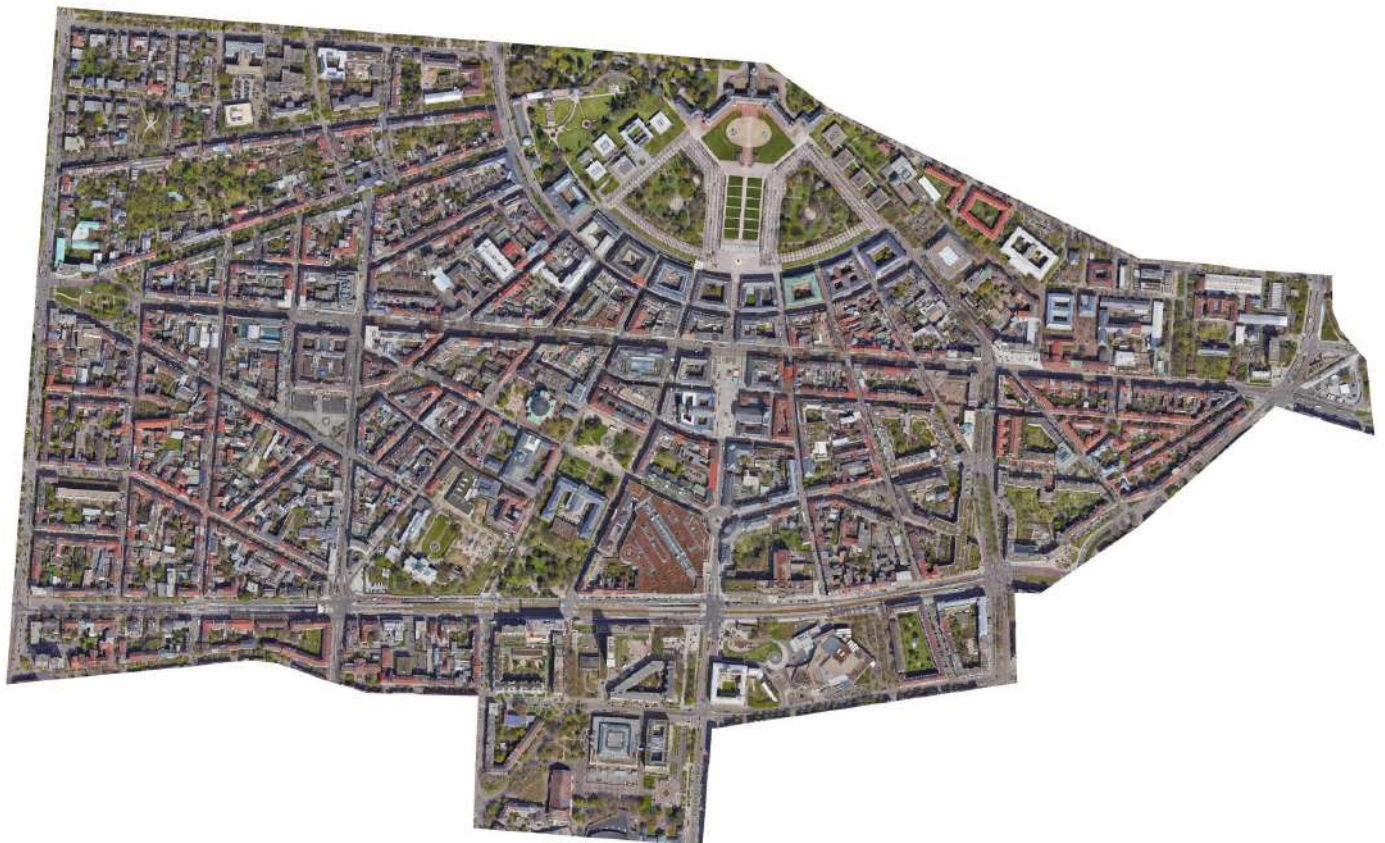


Abb. 27: Orthophoto des Untersuchungsgebiets, eigene Darstellung nach WMS LGL-BW HIST Digitale Orthophotos in Farbe 2010-2019, Geoportal Baden-Württemberg.



Abb. 28: Fotodokumentation der Ortsbegehung im November 2024.

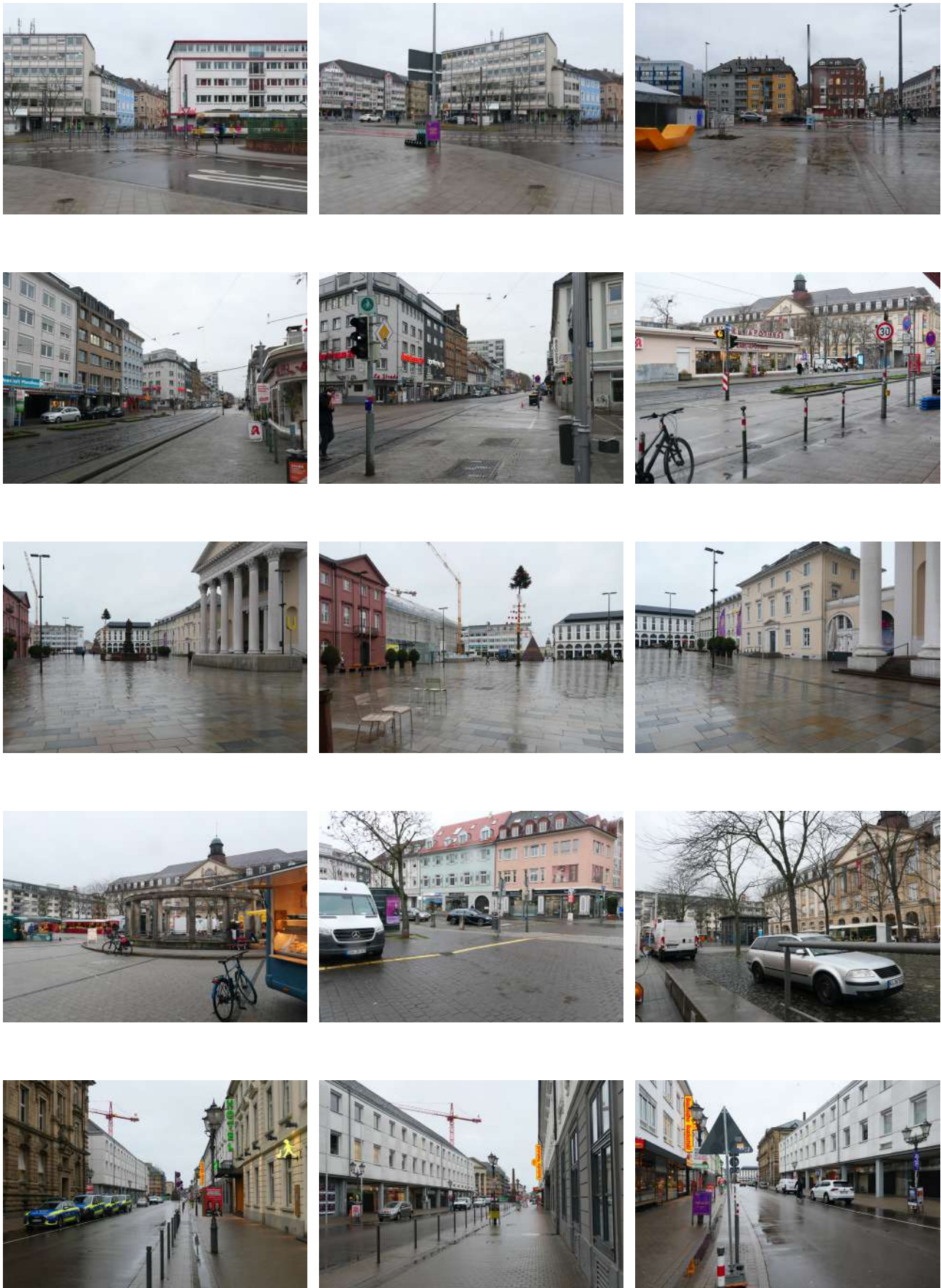


Abb. 29: Fotodokumentation der Ortsbegehung im Februar 2025.

2.2 Digitale Ermittlung des Versiegelungsgrads

Auf die analoge Annäherung aus der Perspektive von zu Fuß Gehenden folgt der Abgleich via GIS-Daten. Als Datengrundlage diente die Liegenschaftskarte der Stadt Karlsruhe, Stand 03.2025, ergänzt im Bereich des KIT Campus, detailliert im Bereich des Stephanplatzes, aktualisiert um aktuelle Planungen im Bereich des Staatstheaters und des Festplatzes.

Der Versiegelungsanteil einer Fläche ist ein zentrales Kriterium zur Einstufung des Entsiegelungspotenzials. In diesem Entsiegelungskonzept wird dabei auf die öffentlichen Flächen und deren Versiegelungsgrad fokussiert. Als öffentlicher Raum werden dabei die Flächen erfasst, die im Besitz der Stadt Karlsruhe oder des Landes Baden-Württemberg und/oder deren Freiräume ganzjährig min. fußläufig durchquerbar sind.

In der Datenanalyse bestätigt sich der optische Eindruck der beinahe durchgängig hohen Versiegelung im Bereich der öffentlichen Freiräume. Im Untersuchungsumgriff ergibt sich folgende Bilanz: 72% der öffentlichen ist versiegelt, 28% unversiegelt. Schließt man den Schlossplatz und den botanischen Garten aus dem Untersuchungsbereich aus beträgt der Versiegelungsgrad 85%.

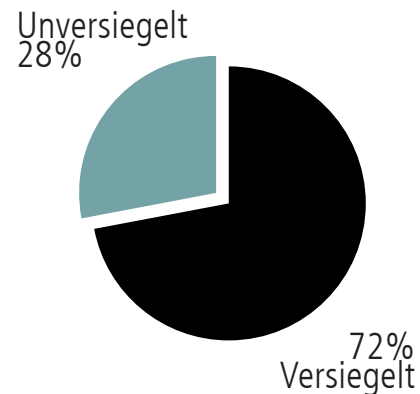


Abb. 30: Flächenbilanz Versiegelungsgrad Innenstadt Karlsruhe (öffentlicher Freiraum).

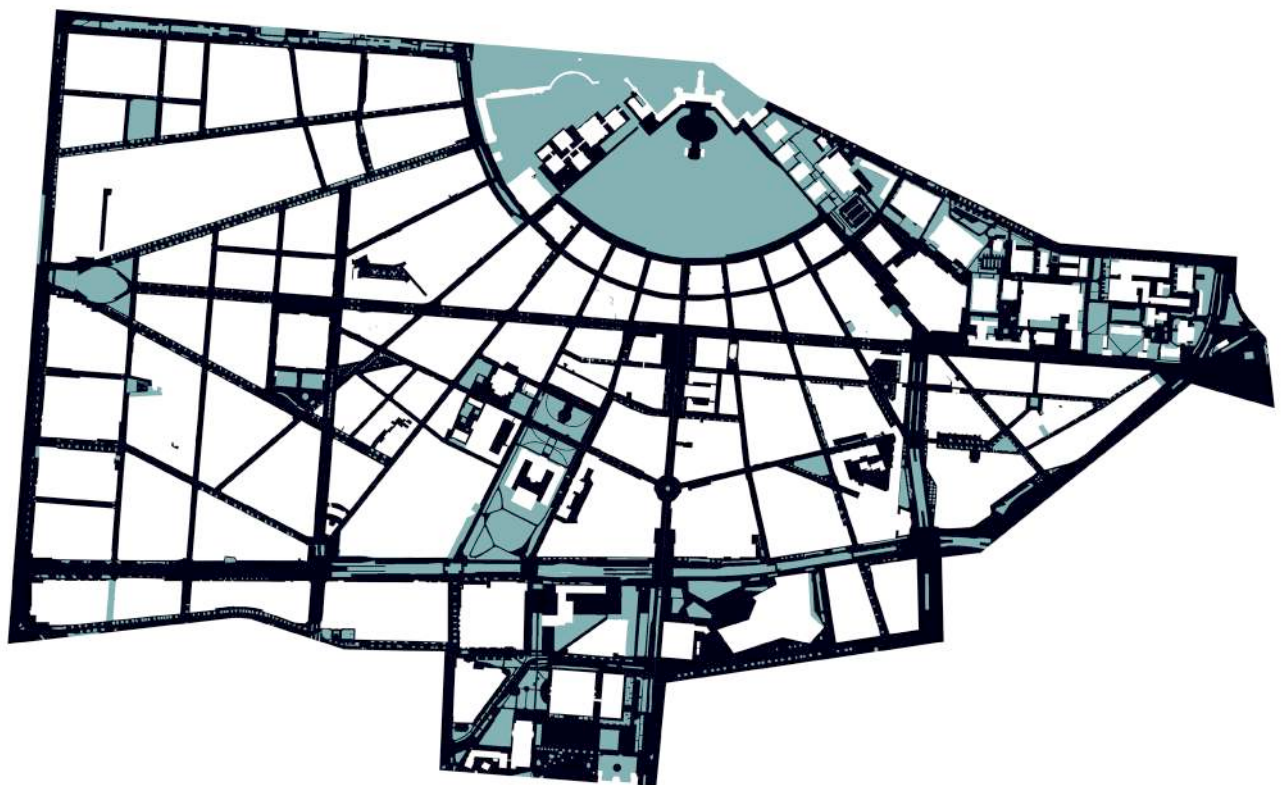


Abb. 31: Versiegelung der öffentlich zugänglichen Flächen im Untersuchungsgebiet auf Grundlage der Liegenschaftskarte der Stadt Karlsruhe, Stand 03.2025 ergänzt im Bereich des KIT Campus, detailliert im Bereich des Stephanplatzes, aktualisiert um aktuelle Planungen im Bereich des Staatstheaters und des Festplatzes.

2.3 Szenarien und Aktionsspektrum

Was wäre wenn?

Potenzial-Szenarien loten per Simulation die Möglichkeiten der Klima-Adaptierbarkeit der Innenstadt aus. Eine virtuelle Waldstadt könnte dabei bis zu 7° Celsius gemäß UTCI-Standard im Wohlfühlkomfort der Bevölkerung an Hitzetagen bewirken. Ein selbstverständlich utopisches Szenario, das jedoch dabei hilft die Größen-

ordnung der Wirkungsweise besser einzuschätzen. Ein erster Realitätscheck, in dem Bewegungstrassen, historische Plätze oder ähnliches mit versiegelten Oberflächen vegetationsfrei verbleiben, ermöglicht immer noch Adaptionsmaßnahmen bis zu 4° Celsius.



Abb. 32: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI, Mittelwert heißer Sommertag, Bestand.



Abb. 33: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI, Mittelwert heißer Sommertag, Utopie mit gesamten Freiraum grob baumbestanden.



Abb. 34: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI mit Darstellung der Temperaturunterschieden an vier ausgewählten Punkten, Mittelwert heißer Sommertag, Plausibilisierung durch Entfernung offensichtlich nicht möglicher Baumstellungen.

2.4 Analoge Flächensuche für Aktionspool

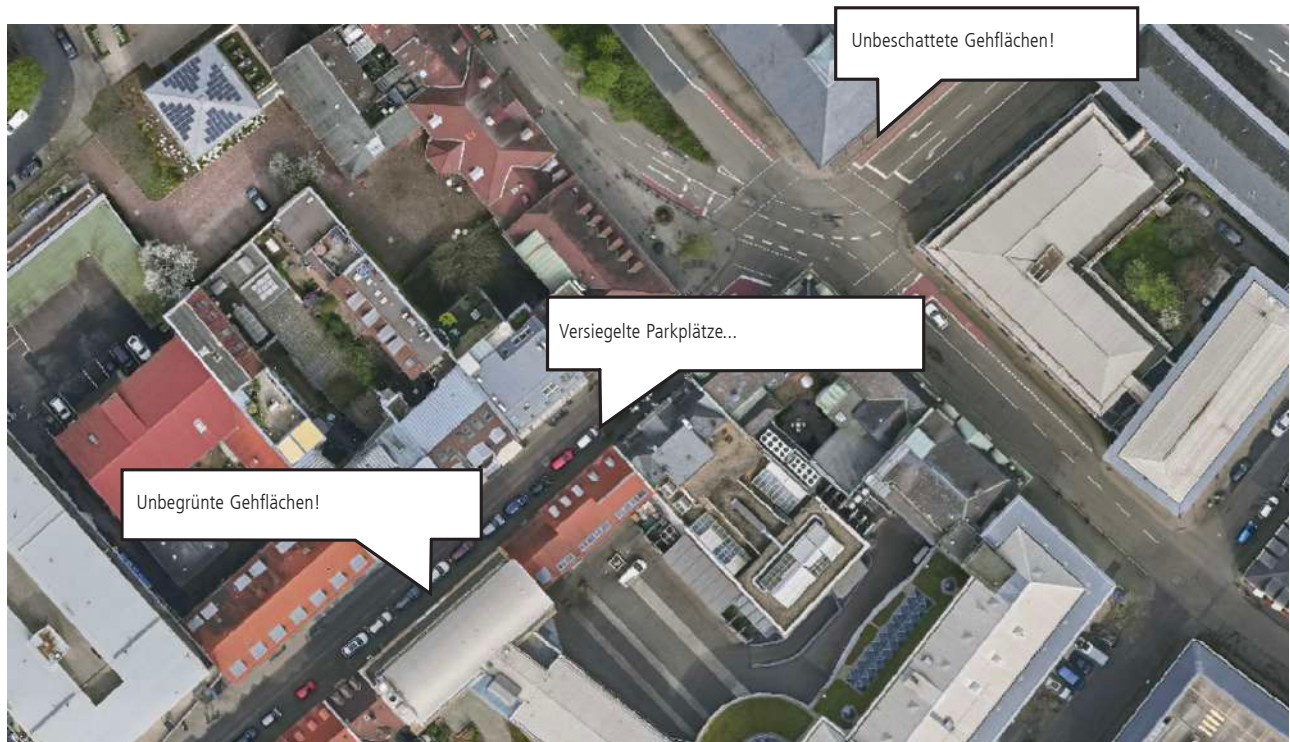


Abb. 35: Beispielhafter Ist-Zustand der öffentlichen Straßenfreiräume, Luftbild 2024, ESRI, Stadt Karlsruhe.

Parallel zur digitalen Analyse wurden Flächenreserven im öffentlichen Freiraum der Innenstadt via Luftbild-Erkundung und In-Augenscheinnahme vor Ort gesucht. Viele Straßenfreiräume der Innenstadt erscheinen offensichtlich autogerecht und einseitig auf die KFZ-Nutzung (fahrender und ruhender Verkehr) optimiert. Hier sind bei einer schrittweisen Weiterentwicklung hin zu einer fußläufig erlebbaren Innenstadt die größten Flächenpotenziale vorhanden. Allerdings verlangt deren Aktivierung für Entsiegelungsmaßnahmen eine dezidierte verkehrsplanerische Optimierung der Straßenprofile und Schleppkurven.

Quantitativ den zweitgrößten Flächenanteil haben Parkplätze. Hier bräuchten Entsiegelungsmaßnahmen nach dem Motto „in der Karlsruher Innenstadt parkt man blau-grün“ großes Verbesserungspotenzial mit sich. Wichtig ist jedoch, dass im Sinne einer nachhaltigen Innenstadtentwicklung die Reduktion von Parkplätzen für private PKW oberstes Ziel bleibt und keine Rechtfertigung des Parkens über den blau-grünen Beitrag gesucht wird.

Darüber hinaus sind die meisten Gehwege nicht von Vegetation begleitet oder beschattet, so dass hier Entsiegelung nicht nur in der Wasser- oder Klimabilanz, sondern auch für den Aufenthaltskomfort maßgebliche Verbesserungen mit sich brächte.

Auch mit jeder Einführung neuer Mobilitätsangebote (z.B. neue Radwege, Ausbau Tram- und Bustrassen) sollte die Prüfung auf kombinierte Entsiegelungsmaßnahmen oder technische Wasserspeicherungen fortan eine fachliche Selbstverständlichkeit darstellen.

In Kombination mit allfälligen Oberflächenanierungen im Zuge von Bau- oder Sanierungsmaßnahmen kann so in der Zusammenschau ein mächtiger Flächenpool für Entsiegelungsmaßnahmen aktiviert angelegt werden.



Abb. 36: Luftbild mit Darstellung potenzieller Flächen für Aktionspool, Luftbild 2024, ESRI, Stadt Karlsruhe.

2.5 Erstellung und Auswertung parametrischer Datensätze

Parametrisches Modell

Das parametrische Modell basiert auf einer Kombination von Geodatenanalysen (Programm QGIS) und räumlich-analytischen Skripten in dem Programm Grasshopper. Es ermöglicht eine datenbasierende Identifikation und Bewertung potenzieller Orte für städtebauliche Interventionen. Durch die Einbindung dynamischer Parameter wie Fußgänger*innenfrequenz, Mikroklima, Topografie, Demographie, Nutzungsdurchmischung und subjektive Wahrnehmung lassen sich verschiedenste Szenarien simulieren und miteinander vergleichen. Dies schafft eine fundierte Grundlage für ortsspezifische Entscheidungen im öffentlichen Freiraum.

Die Flexibilität des Modells erlaubt es, einzelne Parameter zu gewichten oder auszutauschen – etwa um neue planerische Zielsetzungen, Beteiligungsergebnisse oder veränderte Rahmenbedingungen zu integrieren. Zudem ermöglicht die visuelle Rückkopplung in Echtzeit (über das Programm Grasshopper) eine intuitive Auswertung sowie eine transparente Kommunikation der Ergebnisse gegenüber Fachöffentlichkeit und Bürger*innen. So dient das Modell nicht nur der Analyse, sondern auch als Entscheidungswerkzeug in iterativen Planungsprozessen – mit dem Potenzial, interdisziplinäre Zusammenarbeit und adaptive Stadtentwicklung zu fördern.

Als Datengrundlage dienen zum einen öffentlich zugängliche Geodaten, zum anderen Datensätze der Stadt Karlsruhe. Diese wurden um im Projektverlauf generierte bzw. gewonnene Daten zur subjektiven Raumwahrnehmung sowie zum Außenraum-Wohlfühlkomfort ergänzt. Daraus entstanden die späteren sieben Basiskarten im parametrischen Modell.

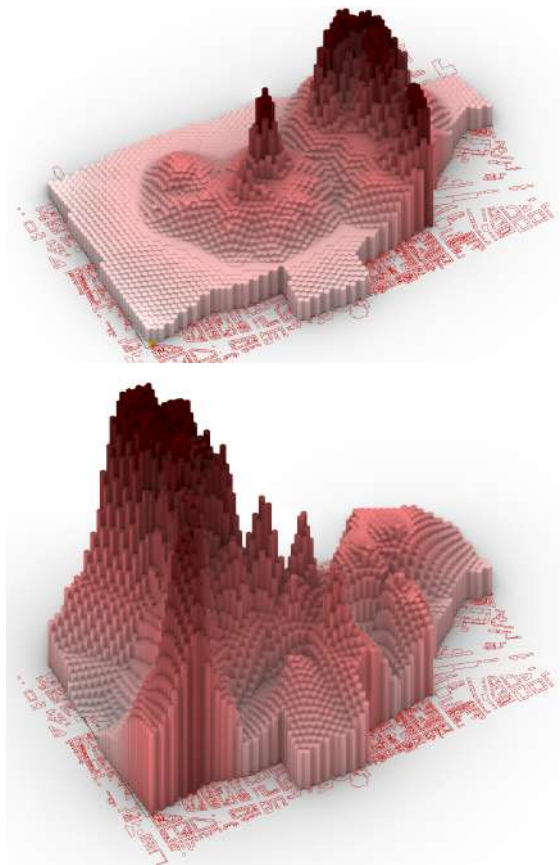


Abb. 37: Exemplarische Datendarstellung als parametrisches Gebirge.

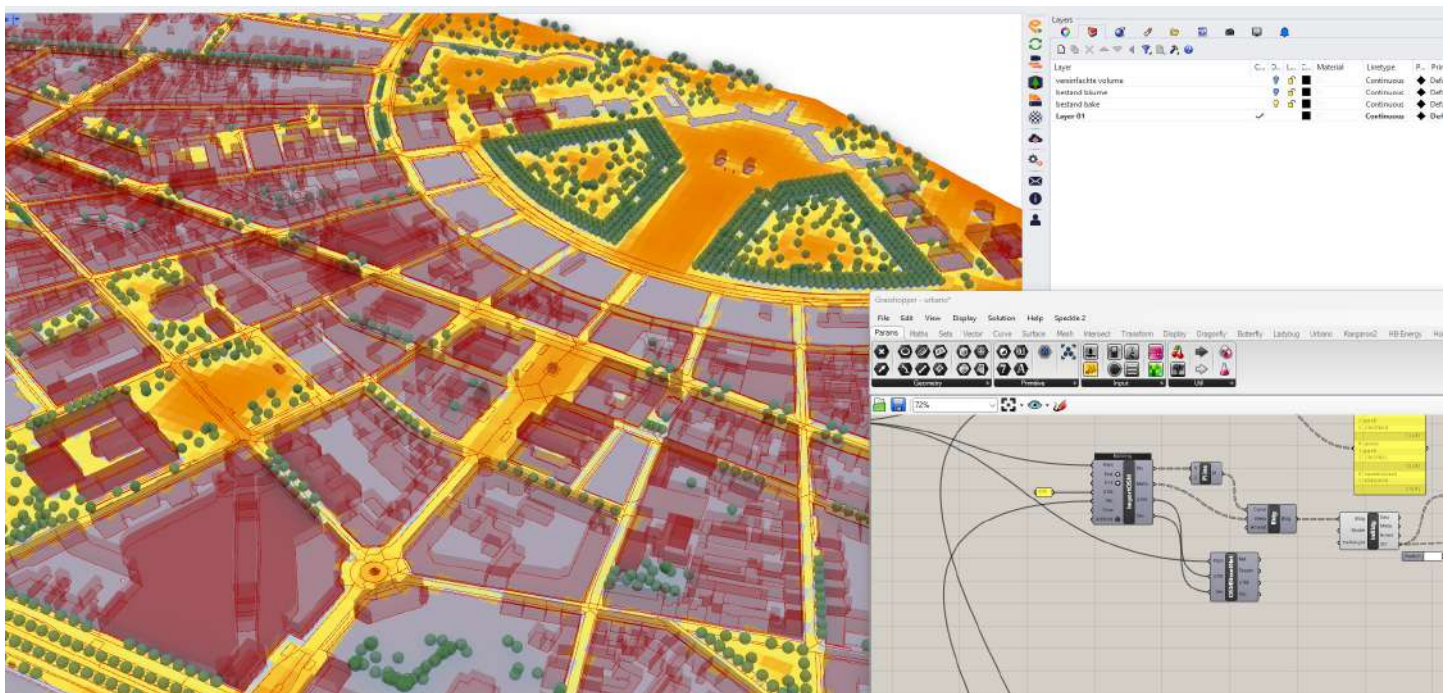


Abb. 38: Darstellung der Software-Oberfläche mit parametrischem Modell.

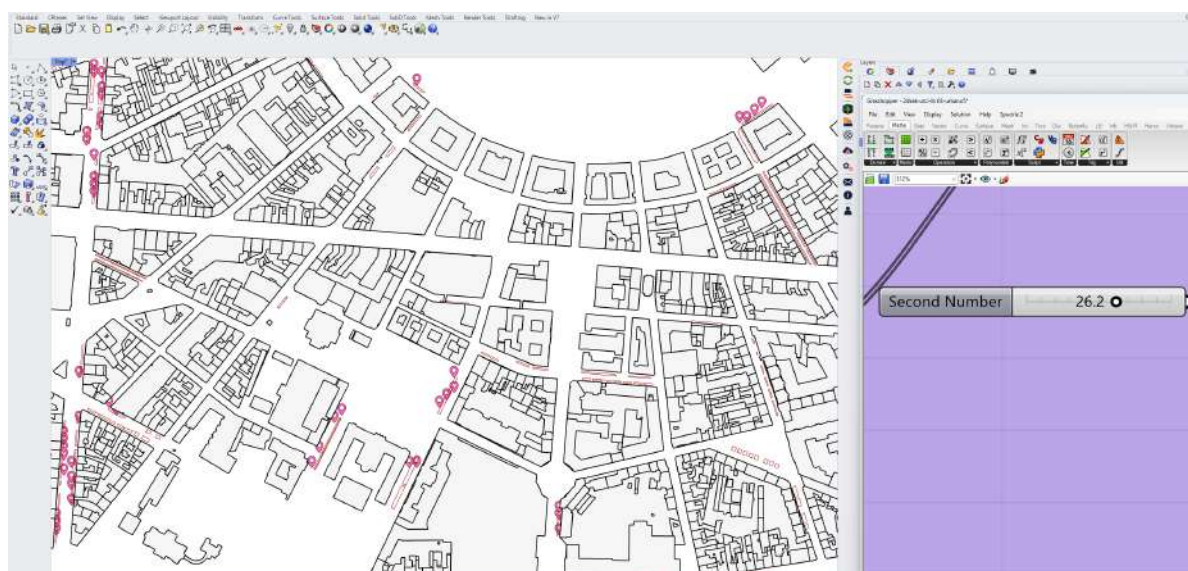
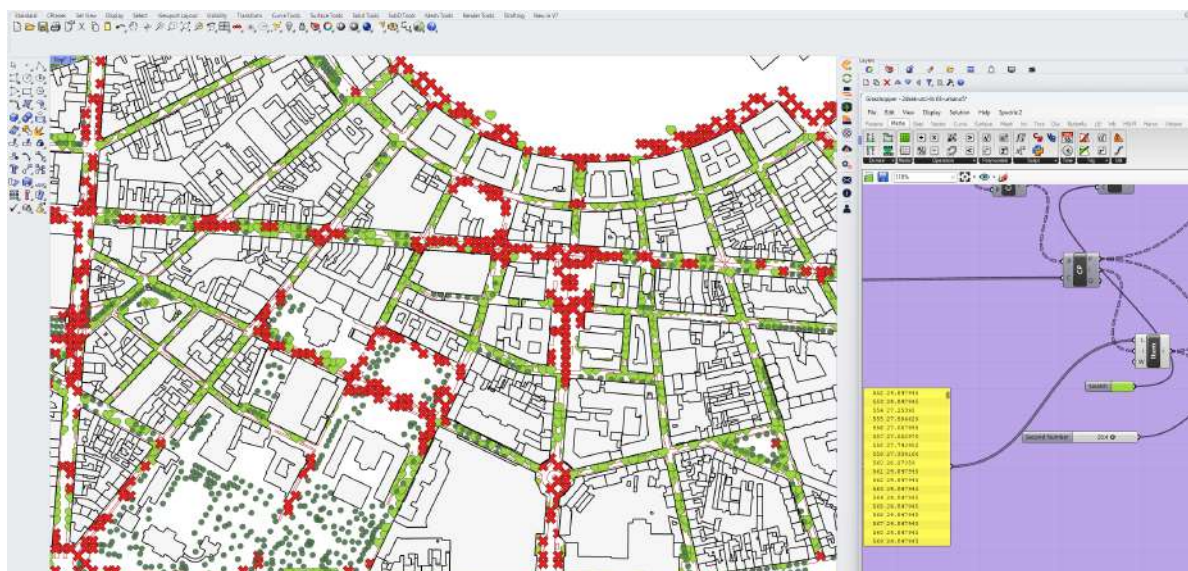
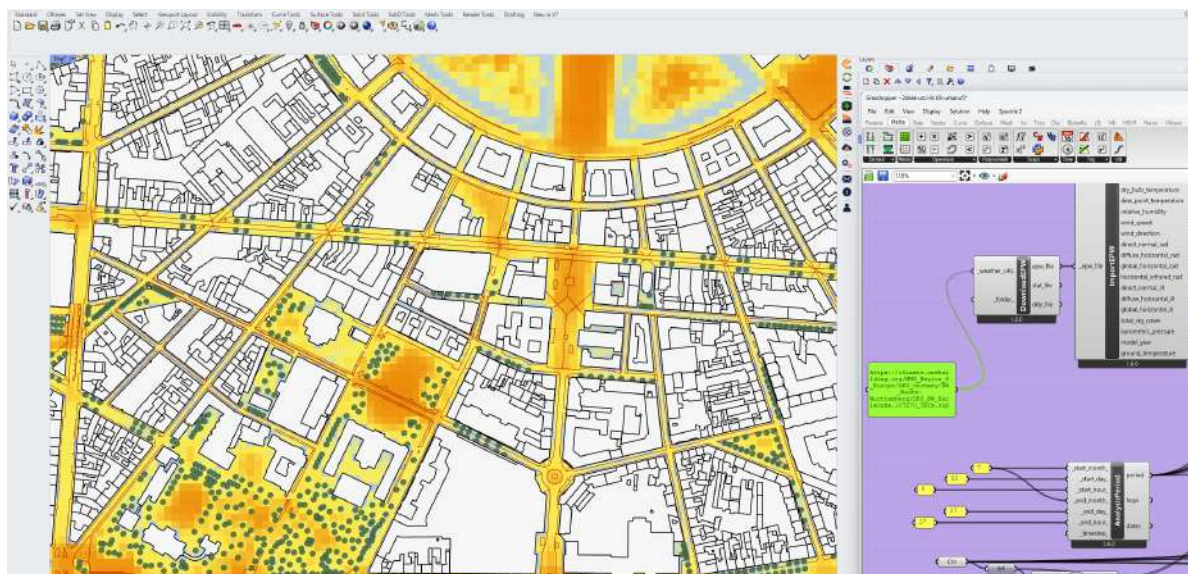


Abb. 39: Erstellung des parametrischen Modells.

Aufbau, Einspeisung und Nutzung des Skripts

Das im Rahmen des Entsiegelungsprogramms entwickelte Grasshopper-Skript und seine Bausteine werden im Folgenden bezüglich Aufbau, Handhabung und Funktion grundlegend erläutert.

Gruppe 1 – Benutzeranleitung zu Aufbau und Bedienung des Skripts

Gruppe 2 – Einbindung der grundlegenden Daten

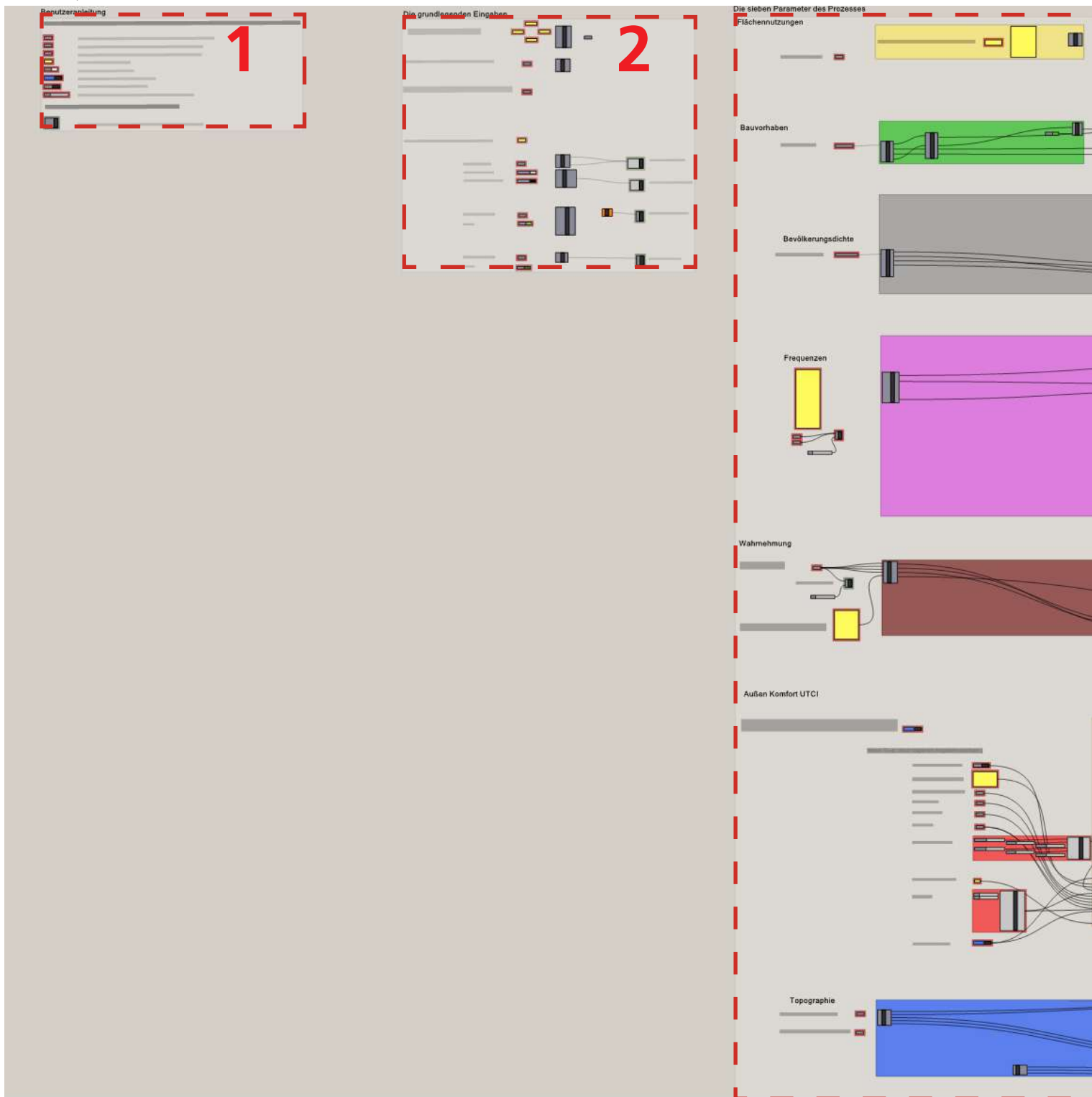
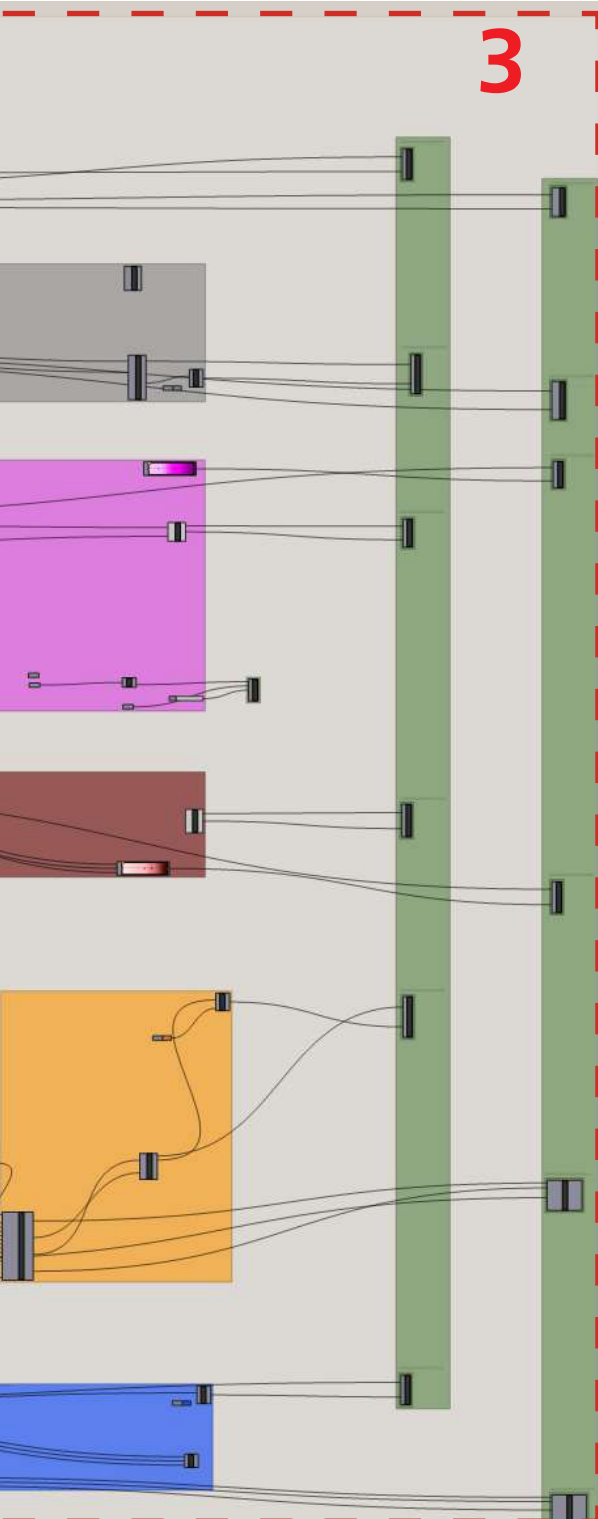
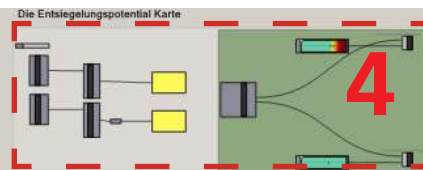


Abb. 40: Aufbau, Einspeisung und Nutzung des Skripts.

Gruppe 3 - Definition und Gewichtung der Prozessparameter



Gruppe 4 - Auswertung Entsiegelungspotenziale



Gruppe 1:

In dieser Gruppe sind die Input- und Output-Komponenten des Skripts übersichtlich angeordnet.

Rot eingefärbte Komponenten stehen für Eingabewerte, die manuell eingegeben, verändert oder durch externe Dateien ergänzt werden können (z. B. GIS-Daten oder numerische Parameter).

Grün eingefärbte Komponenten geben eine grafische Ausgabe wieder – beispielsweise Visualisierungen von Zwischenergebnissen oder der finalen Analysekarte.

Diese Vorschauen können je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet werden. Die farbliche Kodierung unterstützt eine intuitive Orientierung und ermöglicht eine einfache Unterscheidung zwischen steuerbaren Eingaben und visuell interpretierbaren Ausgaben.

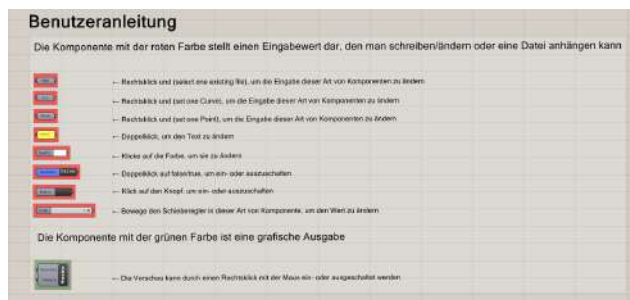


Abb. 41: Benutzeranleitung zu Aufbau und Bedienung des Skripts.

Gruppe 2:

In dieser Gruppe werden die zentralen Daten eingebunden, die die räumliche und thematische Grundlage des parametrischen Modells bilden. Diese Daten stammen aus öffentlich zugänglichen GIS-Quellen sowie aus projektbezogenen Erhebungen.

Projektgebiet aus OpenStreetMap (Longitude, Latitude)

Projektumgriff (als geometrisches Begrenzungs-polygon)

UTM-Zone (für die korrekte räumliche Referenzierung)

Gebäudedaten (.shp)

Grünflächendaten (.shp)

Bestandsbäume (.shp)

GIS-Daten zum Denkmalschutz (.shp)

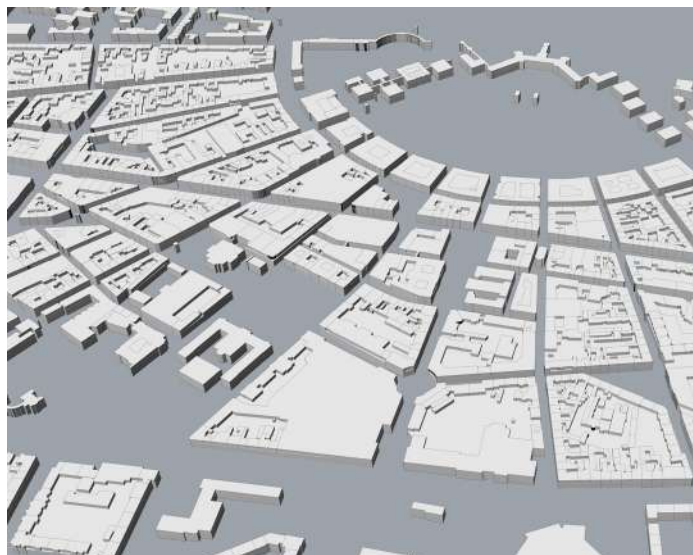


Abb. 42: Gebäudemodell der Innenstadt Karlsruhe.

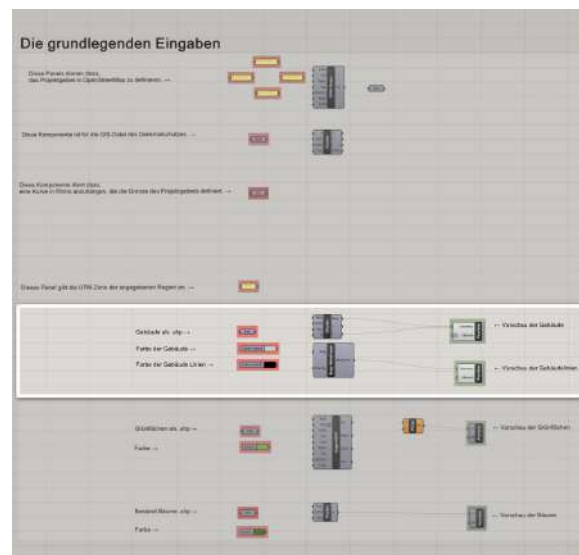


Abb. 43: Einbindung der grundlegenden Daten.

Gruppe 3:

In Gruppe 3 wurden sieben kompakte Skripte im Programm Grasshopper entwickelt, von denen jedes einen spezifischen Parameter des Entsiegelungskonzepts abbildet. Jeder Parameter ist als eigenständiges Skript umgesetzt. Zusammengeführt ergeben sie ein parametrisches Modell, das verschiedene Einflussfaktoren integriert und eine datenbasierte Bewertung potenzieller Entsiegelungsmaßnahmen im Stadtraum ermöglicht.

Alle Parameter basieren auf denselben grundlegenden Eingaben: der Gebietskulisse, den Platzierungsmöglichkeiten, dem Geltungsbereich des Denkmalschutzes sowie der Abgrenzung des Untersuchungsraums.

Einige Parameter erfordern darüber hinaus zusätzliche Geodaten, wie etwa Baumstandorte, Gebäudegrundrisse oder bestehende Grünflächen.

Neben diesen gemeinsamen Grundlagen benötigt jeder Parameter auch spezifische Eingaben, die individuell auf seine Funktion zugeschnitten sind. Es wurde angestrebt, sämtliche Eingabedaten möglichst einheitlich im .shp-Format bereitzustellen, um eine konsistente und GIS-kompatible Weiterverarbeitung zu gewährleisten.

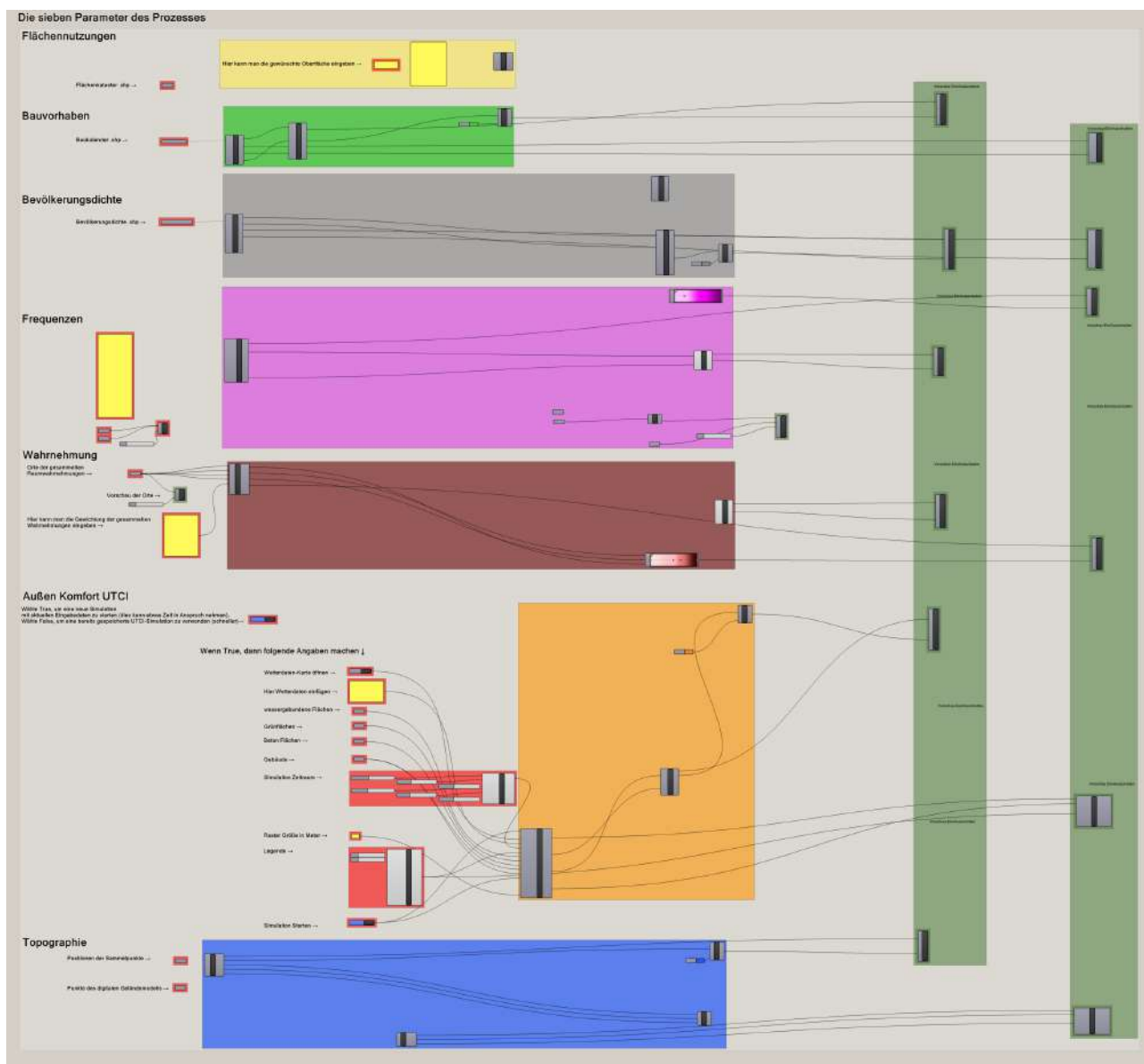


Abb. 47: Skripts der 7 Parameter des Entsiegelungskonzepts in Gruppe 3.

Gruppe 4:

Durch das Zusammenführen (Mergen) der Ergebnisse aller sieben Parameter entsteht die finale Bewertung. Dabei werden die einzelnen Standorte mit ihren jeweiligen Gewichtungen und Werten kombiniert, sodass ein Gesamtbild möglicher Entsiegelungsstandorte entsteht. Diese finale Auswertung dient als Entscheidungsgrundlage für weiterführende planerische Maßnahmen. Die finalen Ergebnisse können sowohl farblich codiert als auch in 3D dargestellt werden. So lassen sich Unterschiede in der Eignung der Flächen visuell nachvollziehbar machen.

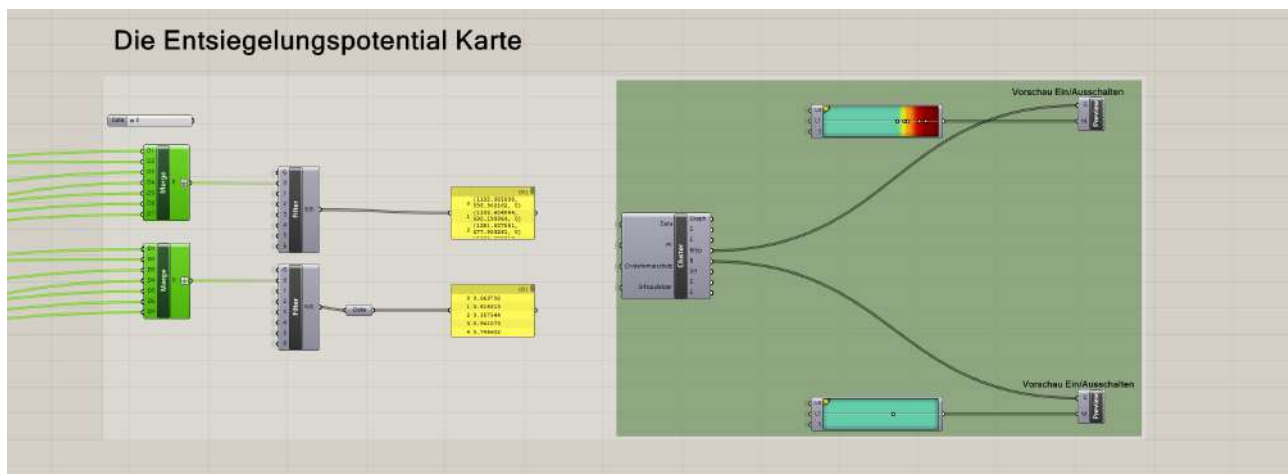


Abb. 43: Gruppe 4 zur Auswertung der Entsiegelungspotenzials und Ausgabe in Form der Potenzialkarte.

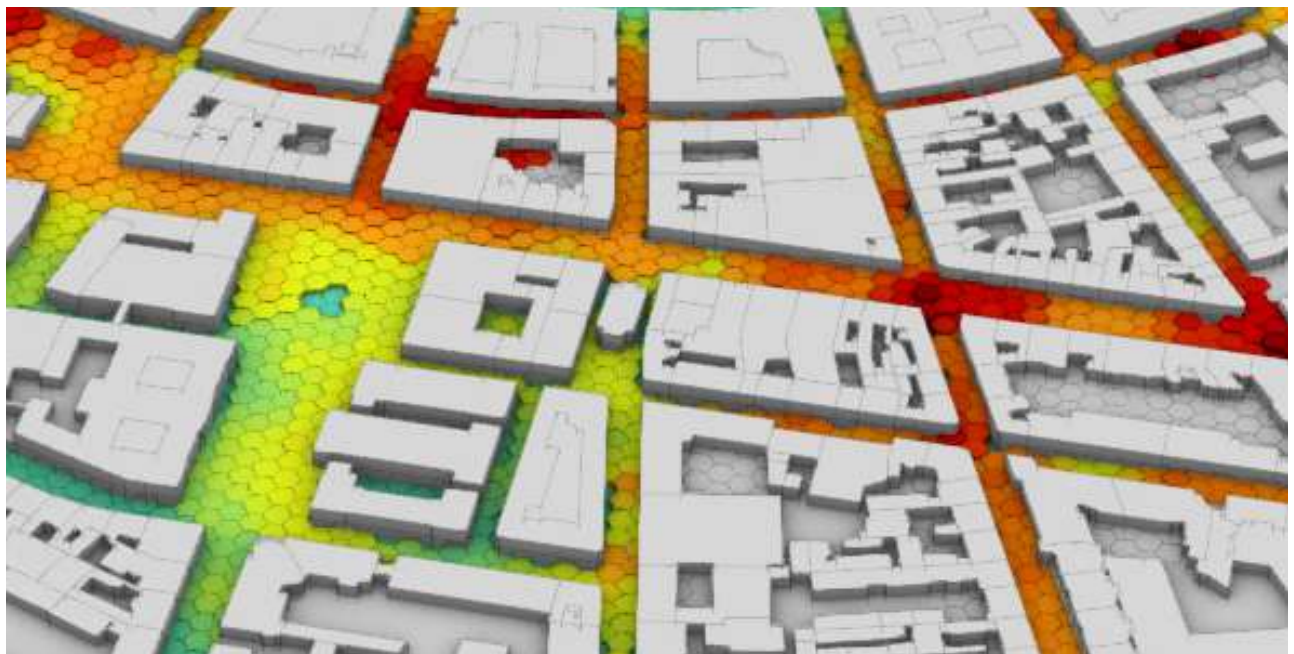


Abb. 48: In Echtzeit generierte Vorschau der Potenzialkarte in der 3D-Ansicht.

Die Datensätze im Einzelnen

Aus Stadt-spezifischer Datenverfügbarkeit sowie einem Abstimmungsprozess mit der Stadtverwaltung werden 7 Datensätze als Parameter der Entsiegelungspotenzialkarte final festgelegt und im Folgenden einzeln vorgestellt.

Parameter 1: Stadtklima

Das Stadtklima fließt in das Entsiegelungskonzept nicht klimatologisch, sondern auf der Ebene des persönlichen Wohlfühlkomforts ein. Der Außenraumkomfort beziehungsweise dessen mikroklimatische Bedeutung kann als standardisierter UTCI-Index (Universal Thermal Comfort Index) unter Berücksichtigung der angrenzenden Bebauung in dem Detaillierungsgrad „Level Of Detail 2“ (LOD-2), der Oberflächenbeschaffenheit, der Schatten- sowie Evapotranspirationsleistung der Vegetation simuliert werden. Hierbei handelt es sich um einen globalen Bewertungsindex für Außenkomfort, der für alle Klimata und Jahreszeiten gültig ist. Er weist eine Temperaturskala aus, die Bezug auf das Hitze-/ Kältestressempfinden des Menschen nimmt. Der universelle thermische Klimaindex (UTCI) ist ein, dem aktuellen Stand der Technik entsprechender Indikator zur Abschätzung der thermischen Bedingungen, denen der menschliche Körper ausgesetzt ist, wenn er sich im Freien befindet.

Er ist definiert als die Lufttemperatur einer Referenzumgebung im Freien, die im menschlichen Körper die gleichen physiologischen Reaktionen (Schweißausstoß, Zittern, Hautfeuchtigkeit, Hautdurchblutung und rektale, mittlere Haut- und Kopftemperaturen) hervorrufen würde wie die tatsächliche Umgebung. Seit seiner Entwicklung im Jahr 2009 wurde der UTCI in verschiedenen Klimaregionen, von städtischen bis hin zu globalen Maßstäben, bewertet und als Referenzvariable in Wettervorhersagen und Klimaprognosen eingesetzt.

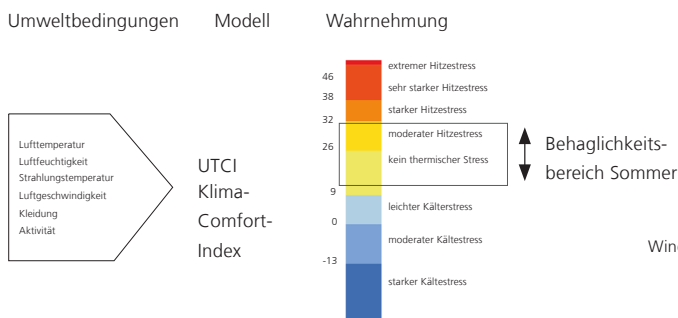


Abb. 50: Vergleichende Klimasimulation - Der Universal Thermal Comfort Index (UTCI) - gibt Auskunft über das persönliche Komfortempfinden im Außenbereich.

Wetterdaten für die UTCI-Simulation

Für die thermische Komfortanalyse gemäß UTCI werden EPW-Wetterdaten (EnergyPlus Weather Files) verwendet. Diese standardisierten Datensätze enthalten stündlich aufgelöste Informationen zu Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung – entscheidend für die Bewertung des Außenraumklimas. Die Daten stammen aus öffentlich zugänglichen Quellen wie EnergyPlus.net und Climate.OneBuilding.org. Nach dem Import in Ladybug Tools (ein Plugin des Programms Grasshopper) wurden die Werte mit der Projektgeometrie verknüpft, um standortspezifische UTCI-Werte zu berechnen und thermisch belastete Bereiche im Stadtraum zu identifizieren.

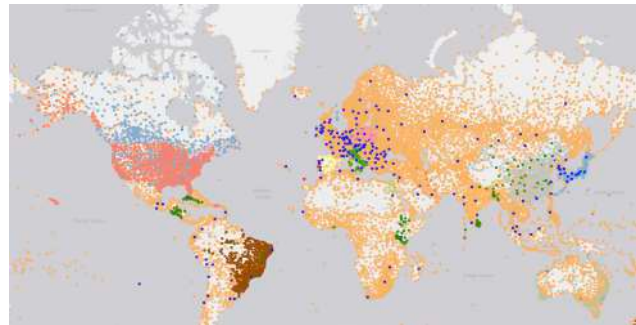


Abb. 49: EPW-Karte mittels Ladybug-Plugin erstellt.

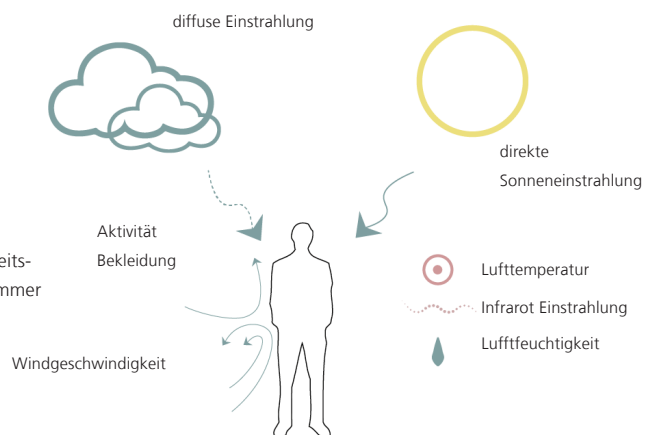


Abb. 51: Der Universal Thermal Comfort Index (UTCI) - Komfort-Empfinden im Außenbereich unterliegt einem komplexen Zusammenspiel einzelner Parameter.

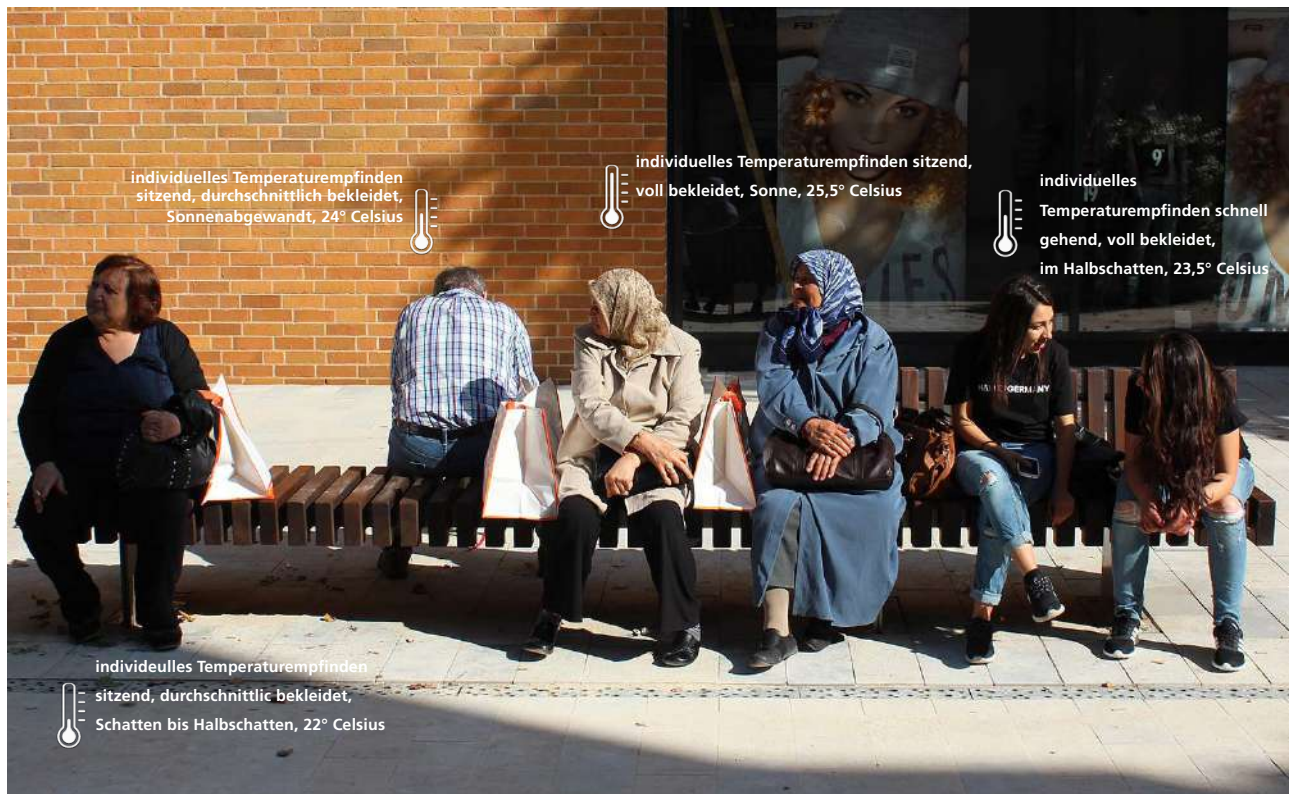


Abb. 52: Individuelles Temperaturempfinden am Beispiel eines Aufenthaltsbereichs in der Flaniermeile Böblingen.



Abb. 53: Außenraumkomfort/mikroklimatische Bedeutung UTCI Index unter Berücksichtigung der Bebauung, der Oberflächenbeschaffenheit, der Schatten- sowie Evapotranspirationsleistung der Vegetation.

Parameter 2: Topografie

Die topografische Lage und die natürlichen Fließrichtungen der öffentlichen Oberflächen dienen als Basis eines dezentralen Regenwassermanagements. Ein weiterer zentraler Analysebaustein war die Auswertung topografischer Daten zur Identifikation potenzieller Sammelpunkte und möglicher Kaskadensysteme für Regenwasser.

Hierzu wurde das digitale Geländemodell (DGM, Laserscanbefliegung vom März 2017) in das parametrische Modell integriert. Es ermöglichte eine detaillierte Analyse der Höhenverhältnisse, Neigungen und Senken im Stadtgebiet.

Auf dieser Grundlage konnten mithilfe von Höhenrasteranalysen und Fließwegberechnungen potenzielle Tiefpunkte, natürliche Mulden sowie flächige Senken identifiziert werden, die sich als potenzielle Retentionsbereiche eignen. Durch die Nutzung des städtischen Höhenmodells und die Verknüpfung mit weiteren Geodaten konnten potenzielle Standorte für Retentionsmaßnahmen gezielt lokalisiert und in die planerische Gesamtstrategie eingebettet werden.

Die Ergebnisse wurden mit der Starkregengefahrenkarte abgeglichen und auf Plausibilität getestet.



Abb. 54: Beispiele für topografische Tiefpunkte an Staatstheater und Kronenplatz - potenzielle Orte für die Wassersammlung.



Abb. 55: Starkregengefahrenkarte der Stadt Karlsruhe, 2024.



Abb. 56: natürliche Fließrichtungen der öffentlichen Oberflächen.

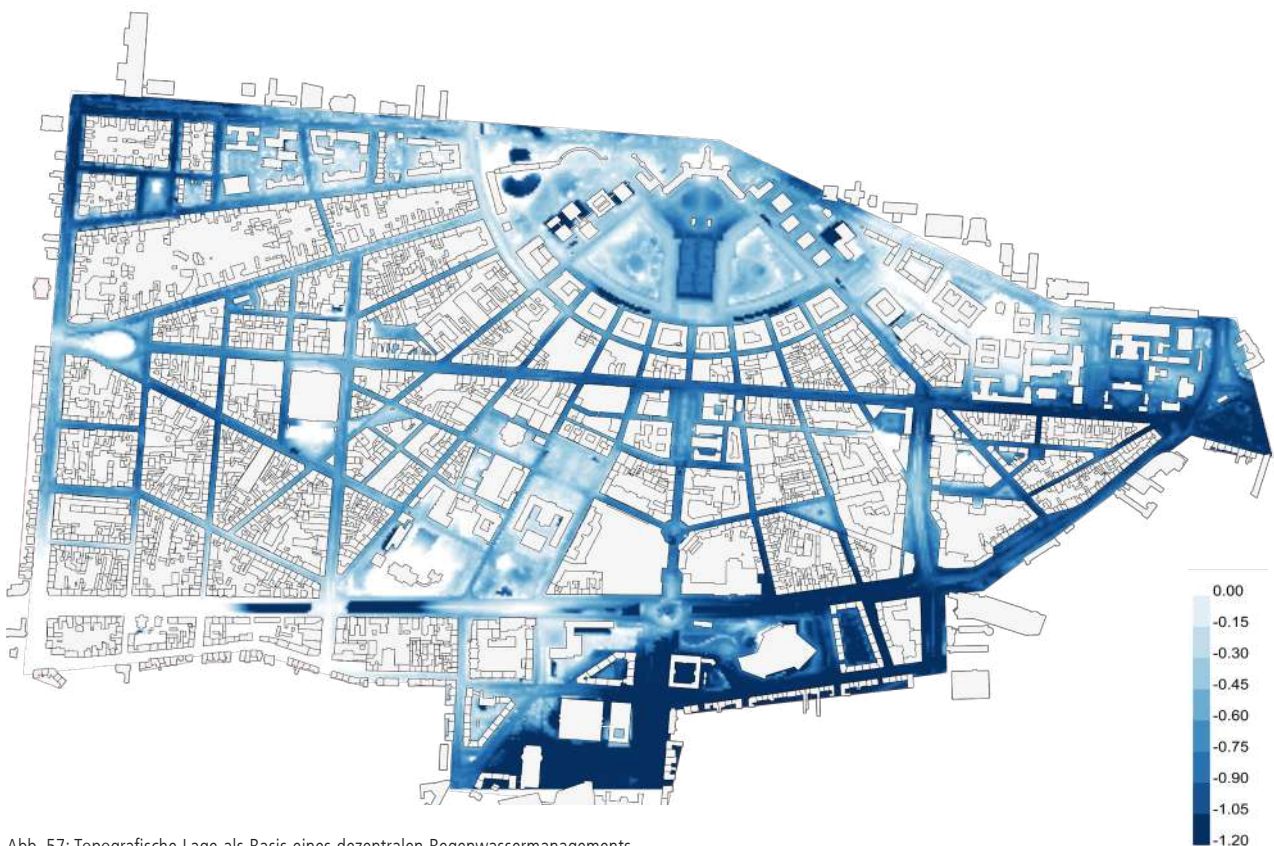


Abb. 57: Topografische Lage als Basis eines dezentralen Regenwassermanagements.

Parameter 3: Flächennutzungen

Zunächst wurden die aktuellen Flächennutzungen des öffentlichen Freiraums ermittelt. Hierbei wird in die Kategorien Fahrbahn, Fuß- und Radwege, ÖPNV-Haltestellen und PKW-Stellplätze auf Basis der GIS-Daten des Flächenkatasters des Tiefbauamts, Stand 19.11.2024, unterschieden.

Die prozentualen Anteile je Nutzungstypologie sind teils überraschend, zeigen aber auch, wo Potenziale in relevanten Flächengrößen abgegriffen werden können: perforierte Gehwege, blau-grünes Parken, wasserspeichernde Radwege, grünes Tram-Gleis sind - jenseits der 45,2% Fahrbahnen - große Flächenressourcen, die sich auch ohne optimierte Verkehrsplanung aus dem Status quo heraus wassersensibel umgestalten oder sanieren lassen.

Ziel ist eine neue Multicodierung, das heißt, Entsiegelung muss urbane Flächen nicht zwingend und als Ganzes aus der bestehenden Nutzung nehmen, sondern kann, fachkundige Planung vorausgesetzt, einen neuen Funktionslayer neben bestehenden Nutzungsansprüchen darstellen. Dies kann insbesondere für Flächen wie Märkte oder Festplätze, die sich aktuell bereits in Mehrfachnutzung befinden, als Strategie angesetzt werden. Aber auch Alltagsnutzungen wie Anlieferung und Entsiegelung dürfen künftig nicht mehr als Flächenkonkurrenz gesehen werden.

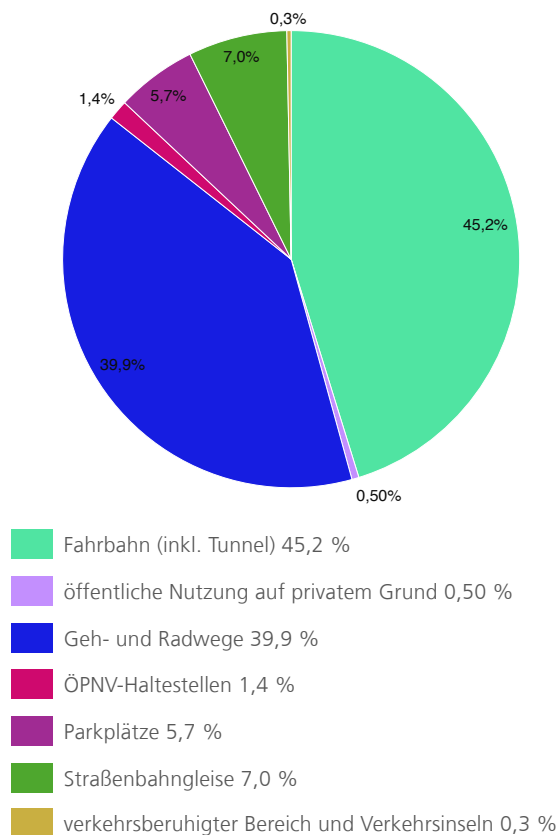


Abb. 58: Nutzungsaufteilung des öffentlichen Freiraums.

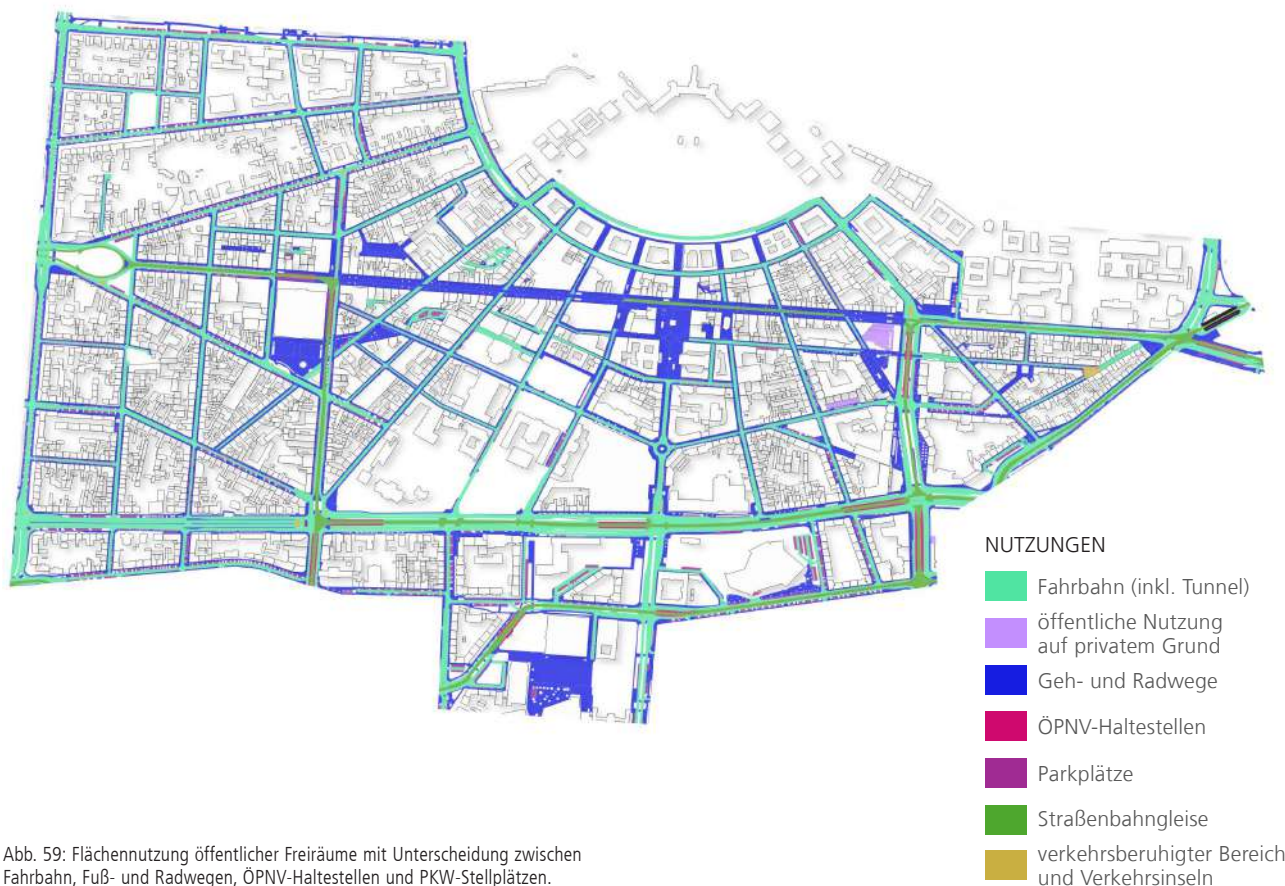


Abb. 59: Flächennutzung öffentlicher Freiräume mit Unterscheidung zwischen Fahrbahn, Fuß- und Radwegen, ÖPNV-Haltestellen und PKW-Stellplätzen.



Auch wenn ein künftiger Entfall von Verkehrsspuren oder eine Optimierung von Abbiegeradien und Schleppkurven in vielen Fällen Potenzial zur Entsiegelung von Verkehrsflächen mit sich bringen könnte, werden ohne dezidierte Verkehrsplanung die Flächen für den motorisierten Verkehr als nur schwer entsiegelbare Flächen eingestuft.

Geh- und Radwege dagegen werden zumindest als technisch aktivierbare Wassersammel- oder Speicherflächen eingestuft, während PKW-Stellplätze als geeignete Flächen eingestuft werden. So steht die Parkplatznutzung mit einer (Teil-)Entsiegelungsmaßnahme nicht per se im Widerspruch, sofern die Barrierefreiheit Beachtung findet.



Abb. 60: Beispiele urbaner Flächenkonkurrenz durch überlagernde Nutzungen.

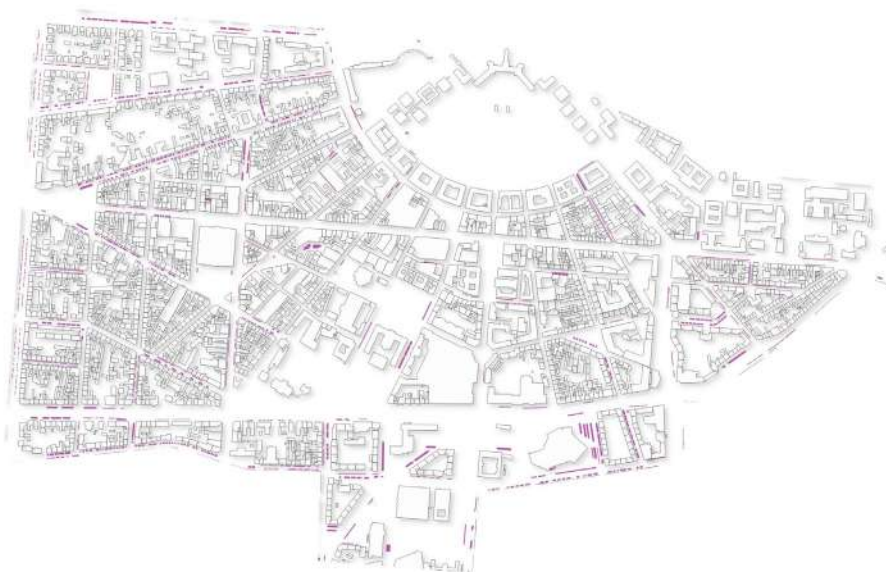
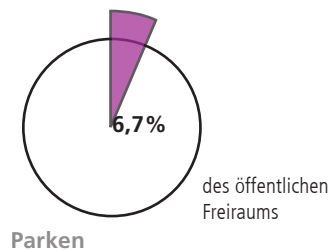
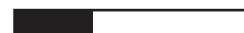


Abb. 61: Parkplätze im öffentlichen Freiraum.



Flächenwirksamkeit



Aktivierbarkeit

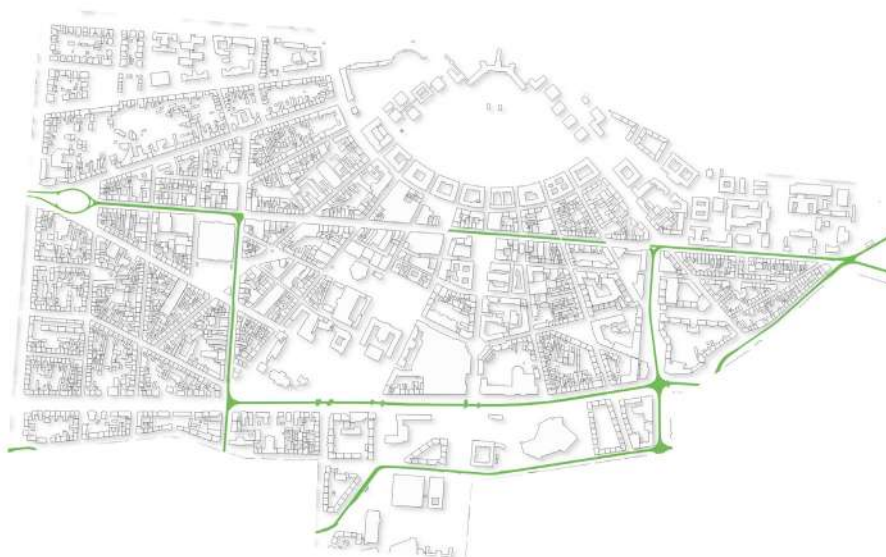
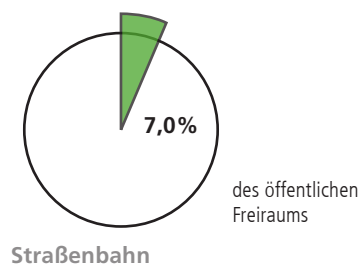


Abb. 62: Straßenbahngleise im öffentlichen Freiraum.



Flächenwirksamkeit



Aktivierbarkeit

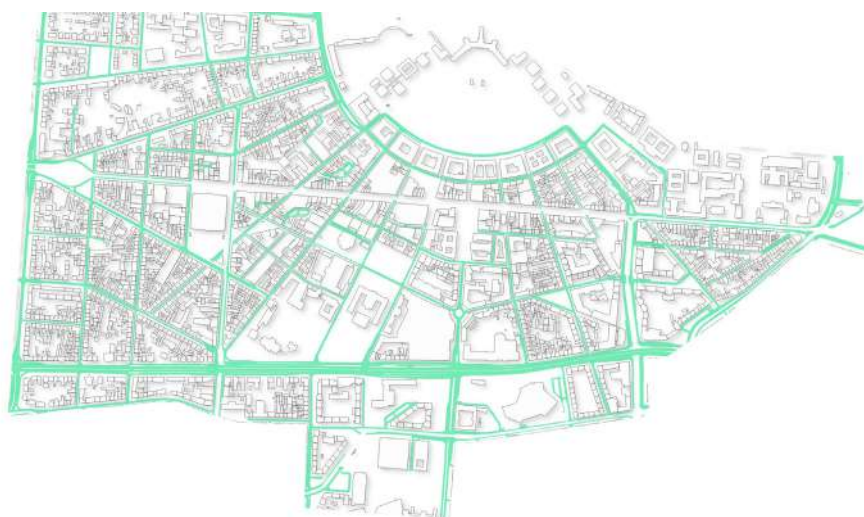
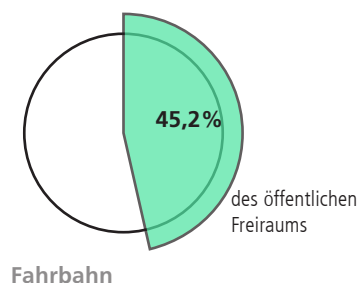


Abb. 63: Fahrbahn (inkl. Tunnel).



Flächenwirksamkeit



Aktivierbarkeit





Abb. 64: Kronenstraße - Beispiel Parkplätze im öffentlichen Freiraum als Flächenpotenzial.



Abb. 65: Kaiserstraße - Beispiel Straßenbahngleise als Flächenpotenzial.

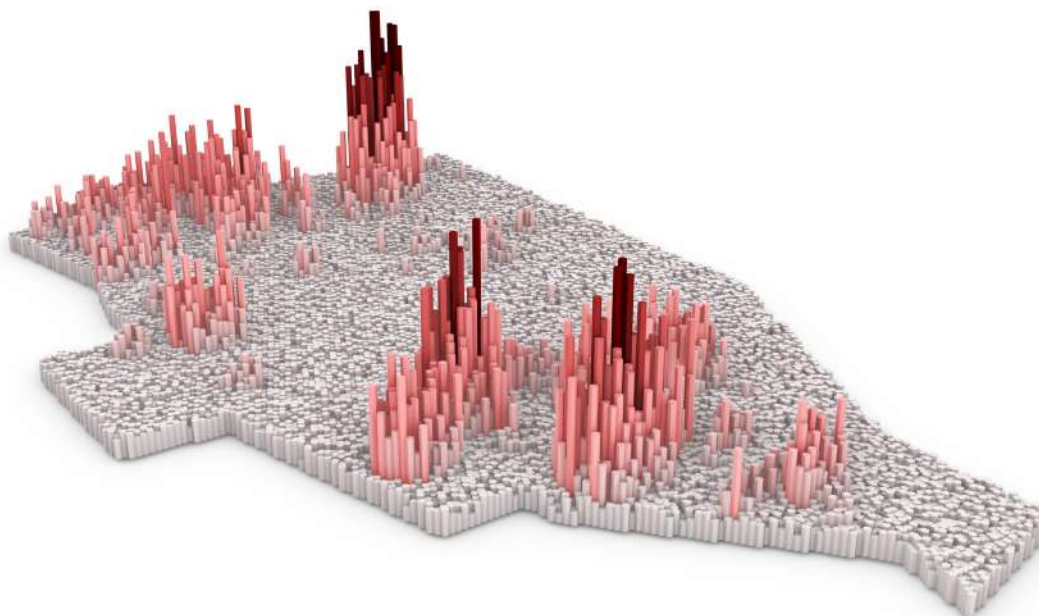
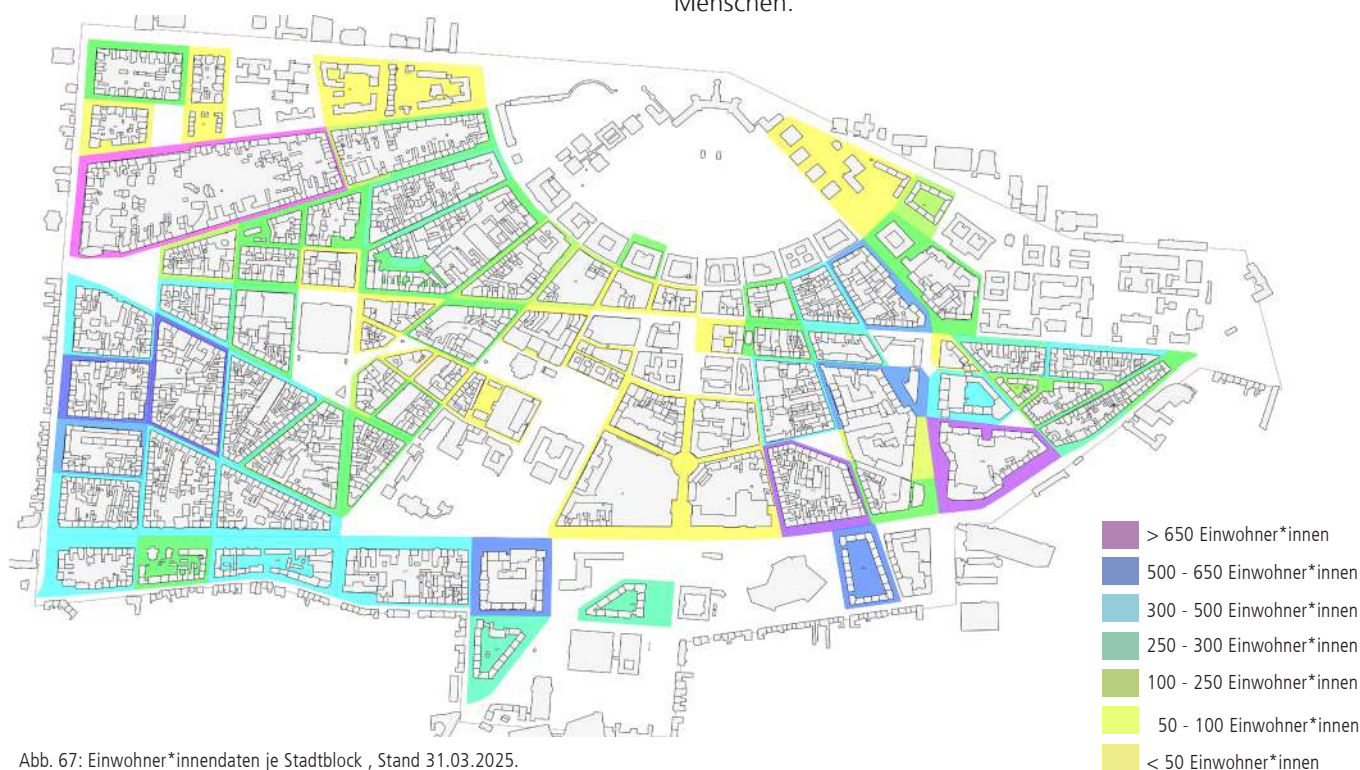


Abb. 66: Amalienstraße/Karlstraße - Fahrbahnen mit innerstädtischem Optimierungspotenzial.

Parameter 4: Bevölkerungsdichte

Ein wichtiger Parameter für die Wirkweise der Entsiegelungsmaßnahmen ist die Betroffenheitsanalyse. So wird die betroffene Bevölkerung über eine vereinfachte Bevölkerungsdichte je Stadtblock (Amt für Stadtentwicklung, Stand 03.2025) ermittelt. Aus Gründen des Datenschutzes konnten Zahlen zu vulnerablen Gruppen, wie junge und ältere Menschen oder Einwohner*innen je Gebäude nicht zur Verfügung gestellt werden. Die Bevölkerungsbetroffenheit - in diesem Fall die Anzahl der

Menschen, die von Entsiegelungsmaßnahmen als Hitzeminderungsstrategie profitieren würden - liefert einen sozialen Abwägungsparameter. Die Bevölkerungsdichte wird als Teilparameter genutzt. Den zweiten Teilparameter bildet die Frequenz des öffentlichen Freiraums (siehe Folgepunkt). Ziel dieser Parameterkombination ist die Kompensation nicht verfügbarer „Vulnerabilitätsdaten“. Daten gestaffelt hinsichtlich Altersstruktur wären maßgebend gewesen für die Berücksichtigung besonders vulnerabler Bevölkerungsgruppen wie Kinder und alte Menschen.



Parameter 5: Frequenz des öffentlichen Raums

Ein zentraler Bestandteil der Analyse war die Integration von Frequenzzählungen zu Fuß gehender Personen und OpenStreetMap-Daten zur Simulation der Bewegungsmuster innerhalb des Stadtraums. Die Daten stammen von Zählungen der Wirtschaftsförderung Karlsruhe (Zählungen aus dem Frühjahr und Herbst 2024 an repräsentativen Wochentagen) und öffentlich verfügbaren Frequenzen zu Fuß Gehender: urbano, AmenityScore 2024, basierend auf OpenStreetMap-Daten.

Die Frequenzzählungen der Wirtschaftsförderung enthalten Angaben zur durchschnittlichen Anzahl von zu Fuß Gehenden an ausgewählten Messpunkten.

Die Zählungen erfolgten am Donnerstag 13. Juni 2024 zwischen 10 und 20 Uhr und am Samstag 15. Juni 2024 zwischen 9 und 20 Uhr. Diese Daten dienten als valide Referenzpunkte für die Kalibrierung des parametrischen Modells.

Auf Basis dieser punktuellen Zählwerte wurde mithilfe eines datenbasierten Workflows ein flächendeckendes Frequenzprofil simuliert, das auch Orte ohne direkte Messdaten einschließt. OpenStreetMap-Daten bildeten dabei die Grundlage für das freiräumliche Netzwerk: Straßenkategorien, Wegverbindungen, Nutzungstypen und Points of Interest wurden extrahiert und zur Simulation räumlicher Bewegungsflüsse genutzt.

Das Modell berücksichtigt darüber hinaus die Attraktivität von Zielpunkten (z. B. Einzelhandel, Bildungseinrichtungen, Haltestellen), die Konnektivität der Wegebeziehungen sowie raumtypologische

Faktoren wie Straßenbreite, Barrierefreiheit oder Sichtachsen. So konnten potenzielle Orte mit hoher Frequenz zu Fuß Gehender identifiziert werden – entweder als bestehende Schwerpunkte oder als Orte mit bislang ungenutztem Potenzial zur Aktivierung durch gezielte Maßnahmen.

Diese Kombination aus realen Zählenden und modellbasierter Simulation stellt eine objektive Grundlage für die Priorisierung städtebaulicher Interventionen dar – mit Fokus auf Aufenthaltsqualität, Erreichbarkeit und sozialer Interaktion im öffentlichen Raum.

Dieser Datensatz ergänzt die demografischen Angaben zur Bevölkerungsdichte, da hier auch Besuchende, die ihren Wohnort nicht im Untersuchungsbereich haben, erfasst werden.



Abb. 69: Übersicht Zählstellen, Wirtschaftsförderung Karlsruhe.



Abb. 70: Frequenzzählungen von zu Fuß Gehenden (Frühjahr und Herbst 2024 an repräsentativen Wochentagen), verschnitten mit Daten von OSM (Open Street Maps).

Parameter 6: Subjektive Wahrnehmung

Eine Heatmap der subjektiven Raumwahrnehmungen wurde erstellt. Gesammelt werden dabei Orte, an denen die Bürger*innen und Mitarbeiter*innen der Stadtverwaltung als lokale Expert*innen subjektiv städtischen Handlungsbedarf erkennen, das heißt, sich Verbesserungen gegenüber dem Ist-Zustand dringlichst wünschen. Hierzu wurden Rückmeldungen und Erkenntnisse aus den Beteiligungsformaten rund um die Erstellung des ÖRMI im Juli 2021 und aus einem Verwaltungsworkshop im Zuge des Entsiegelungskonzeptes im Februar 2025 zu einer „Empfindungskarte“ zusammengetragen. In dem Workshop wurden unter anderem persönliche Eindrücke zum Sicherheitsgefühl, der Aufenthaltsqualität, der Zugänglichkeit und Identifikation in der Innenstadt abgefragt. Teilnehmende beschrieben konkrete Orte als belastend, unsicher, anonym oder konfliktbehaftet, während andere Freiräume als lebendig, durchmischungsfördernd oder besonders atmosphärisch wahrgenommen wurden. Die Meinungen wurden in 10 Stufen von positiv bis negativ eingestuft, auf einer Karte verortet und mit einem Einflussradius auf ihr Umfeld versehen.



Abb. 71: Sammlung der subjektiven Raumwahrnehmungen durch Befragung und Verortung innerhalb eines Verwaltungsworkshops im Frühjahr 2025.



Abb. 72: Workshop mit Vertreter*innen der Stadtverwaltung - Abgreifen der Assoziationen zu den öffentlichen Freiräumen der Innenstadt.

Abb. 74: Heatmap der subjektiven Raumwahrnehmungen - Karte aus Verwaltungsworkshop und ÖRMI.

Parameter 7: Bauvorhaben

Geplante öffentliche Tiefbauvorhaben (Neubauten, Ausbauten, Sanierungen, GIS-Datei mit Umsetzungszeitraum) werden als Datensatz aufbereitet und eingelesen. Hiermit soll die Basis für mögliche Synergien der Entsiegelung mit künftigen Bauvorhaben gelegt werden. Ein Fokus der Stadtentwicklung der kommenden Jahre könnte die Wiederherstellung der Oberflächen im Sinne des Entsiegelungskonzeptes sein.

Insbesondere im Anschluss bzw. als ausgeschriebener Abschluss von Sanierungsmaßnahmen, wie auch z.B. der Verlegung von Leitungstrassen. Zugleich kann die erneute Umplanung von kürzlich fertiggestellten Oberflächen in der Priorisierung zurückgestuft werden, sofern nicht andere, gewichtige Parameter für eine Sanierung sprechen.

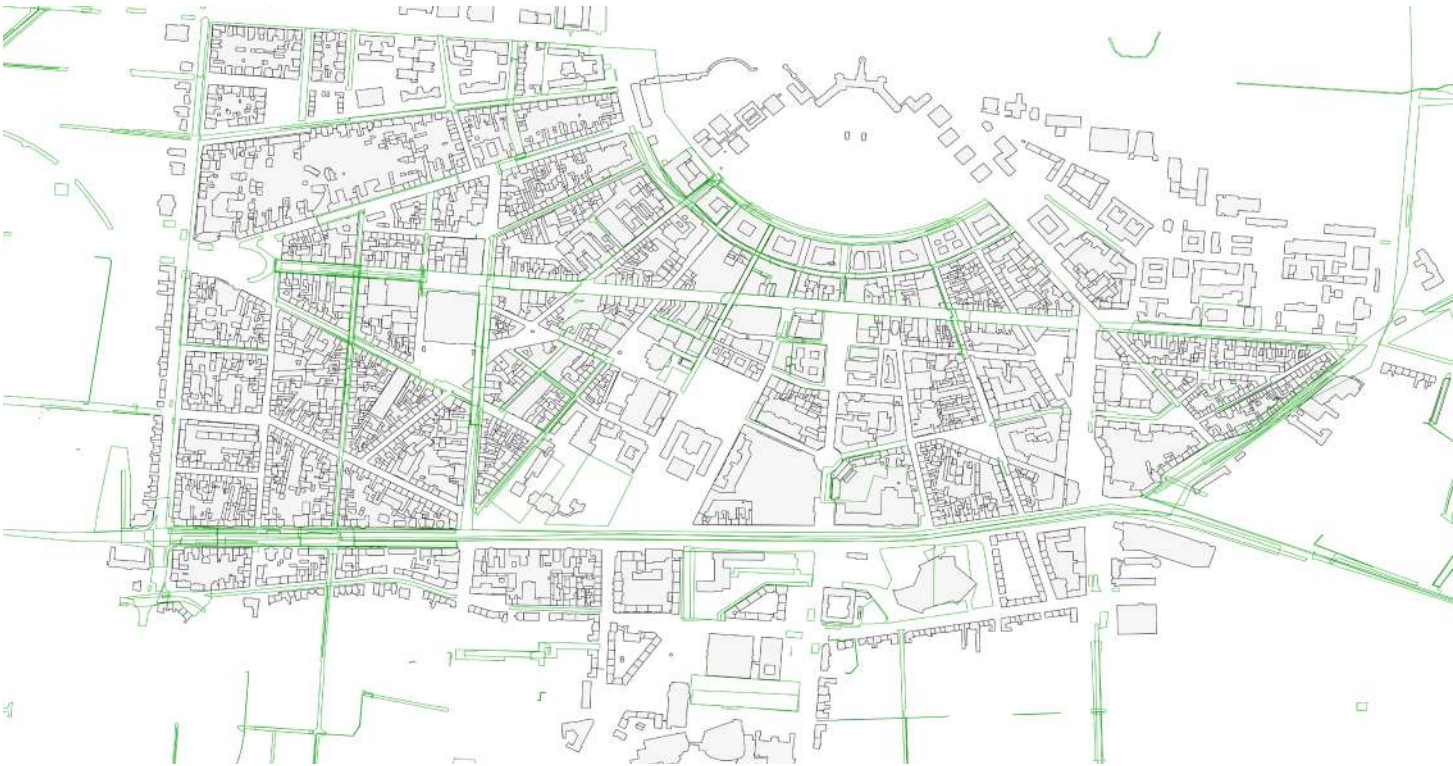
[illegible]

Abb. 75: geplante, öffentliche Tiefbauvorhaben (Neubauten, Ausbauten, Sanierungen), Auszug aus dem Datensatz und der GIS-Datei mit Umsetzungszeitraum.



Abb. 76: Offensichtlich anstehende Sanierungsarbeiten beeinflussen als Parameter neben öffentlichen wie privaten Bauvorhaben die Priorisierung von möglichen Entsiegelungsmassnahmen.



Abb. 77: Flickenteppich Stadtboden im Bereich der ehemaligen Elefantenhalle an der Kronenstraße.

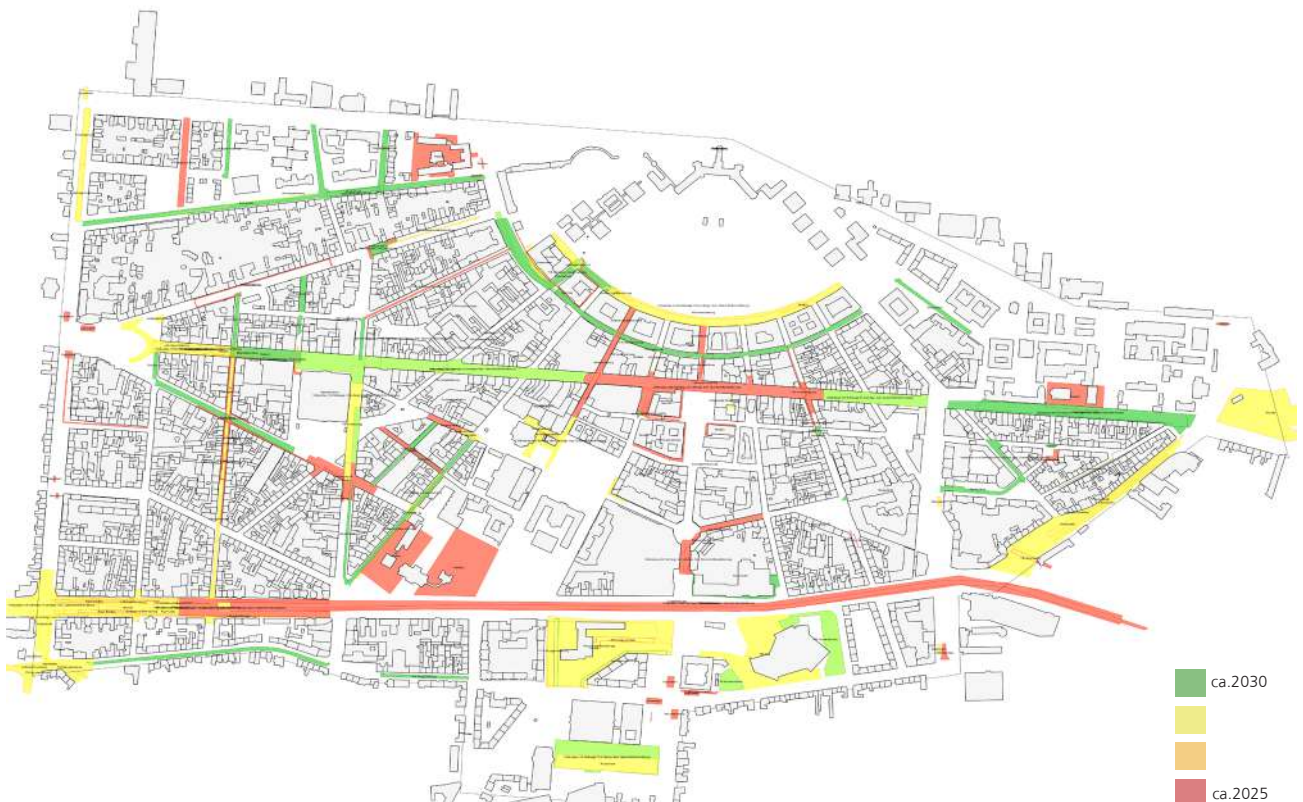


Abb. 78: Darstellung von Baumaßnahmen im öffentlichen Freiraum entsprechend ihrer geplanten Fertigstellung.

2.6 Datenwolke und Gewichtung

Vorgehensweise und Entstehung Potenzial- und Bedarfskarte

Das Zusammenspielen aller erhobenen Datensätze bringt zunächst eine große Datenwolke im Bereich der Karlsruher Innenstadt (LOD2-Modell der Stadtgeometrie) hervor.

Im nächsten Schritt muss deren Wirkweise beziehungsweise deren Einfluss auf das Gesamtmodell definiert werden. Anhand von festgelegten Schwellenwerten werden die Daten der Einzelparameter über ein 1|0-System weiterverwertbar vereinfacht: beispielsweise wird die Klimasimulation auf Basis der Wetterdaten danach ausgewertet, ob eine relativ hohe oder eine niedrige Hitzebelastung vorliegt.

Die Untersuchungsparameter werden anschließend verschnitten um spezifische Potenziale hervorzuheben. So werden beispielsweise besonders frequentierte Radwege, mikroklimatisch kritische Stellplätze oder topografisch günstige Sammelpunkte im Gehwegbereich hervorgehoben. Durch die Gewichtung der Parameter entsteht eine Potenzialkarte, die entsprechend mikroklimatische und demografische, sowie messbare und subjektiv wahrgenommene Aspekte einbezieht.

Die Potenzial- und Bedarfskarte veranschaulicht Handlungsschwerpunkte für das Entsiegelungskonzept und dient als Grundlage zur Verortung der Maßnahmen. Vernetzungspotenziale werden in dieser Darstellung bereits ersichtlich: Einzelmaßnahmen, die im Kaskadensystem miteinander verbunden werden können, werden für die Erstellung des Leitbilds prioritär berücksichtigt.



Abb. 79: Sammlung und Zusammenspielen der Datenwolke.

Stadtgeometrie: LOD2-Gebäudemodell, Oberflächen und Bäume (.shp)



lokale Wetterdaten (.epw)


 Stadtklima

Hohe Hitzebelastung UTCI
über 25° Celsius 1
niedrige Hitzebelastung 0

Baukalender (.shp)


 Bauvorhaben

Voraussichtliches Ende nach 2030 1
Voraussichtliches Ende vor 2026 0

Bevölkerungsdichte (.shp)


 Bevölkerungsdichte

Einwohner >650 1
Einwohner <50 0

Mapping Beteiligungsfeedback (.vwx)


 Wahrnehmung

Sehr negative Raumassoziation 1
positivere Raumassoziation 0

Digitales Geländemodell (.dwg)


 Topografie

Hohes Sammlungspotenzial 1
Niedriges Sammlungspotenzial 0

Zählungen der Wirtschaftsförderung Karlsruhe,
OpenStreetMap-Daten (.shp und .xls)


 Frequenzen

Hoch frequentiert 1
Normal frequentiert 0

Flächenkataster (.shp)


 Flächennutzung

Gehwege, Plätze, Parken, etc. 1
Fahrbahn 0

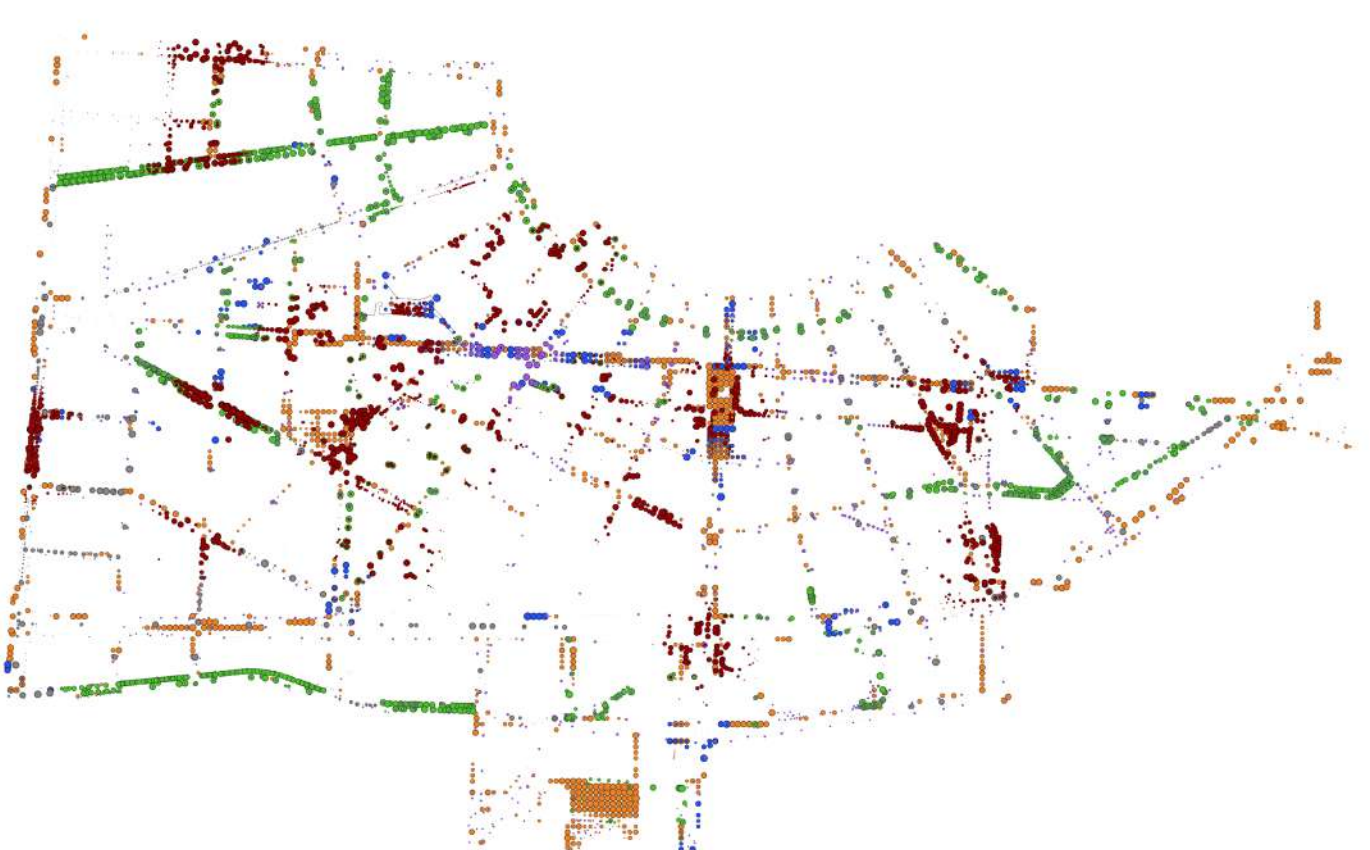
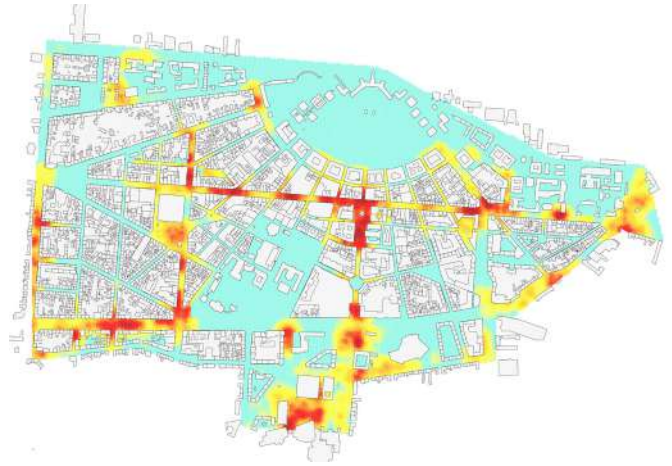


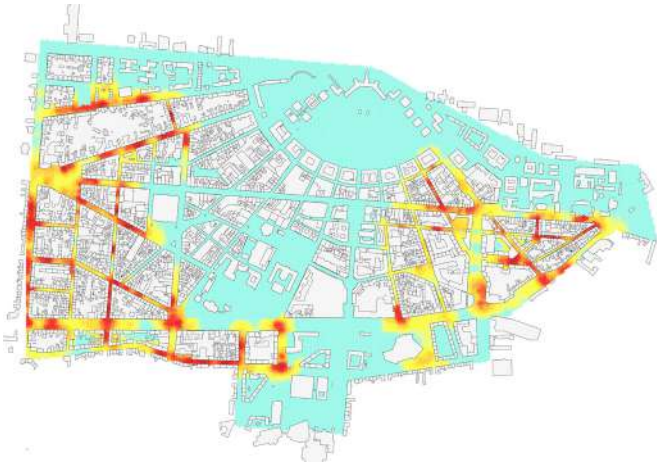
Abb. 80: Aus den 7 aufbereiteten Datensätzen wird eine Punktwolke generiert und über Schwellenwerte je Parameter in ihrer Lesbarkeit und Auswertbarkeit optimiert.



Gleichgewichtung aller Parameter



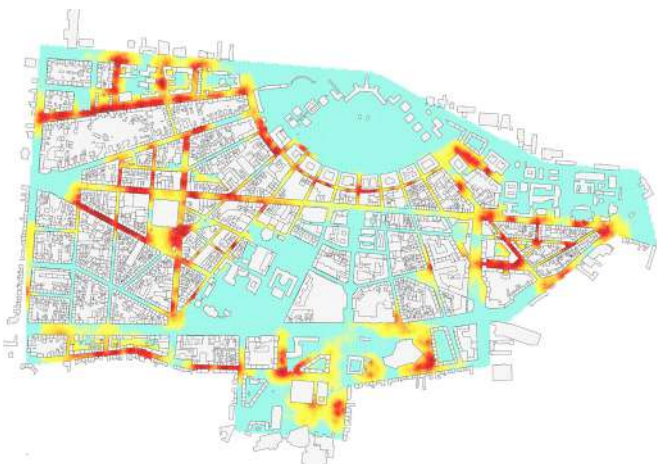
Leitparameter Stadtklima



Leitparameter Bevölkerungsdichte



Leitparameter Fußgänger*innenfrequenz



Leitparameter Synergie mit anstehenden Bauvorhaben

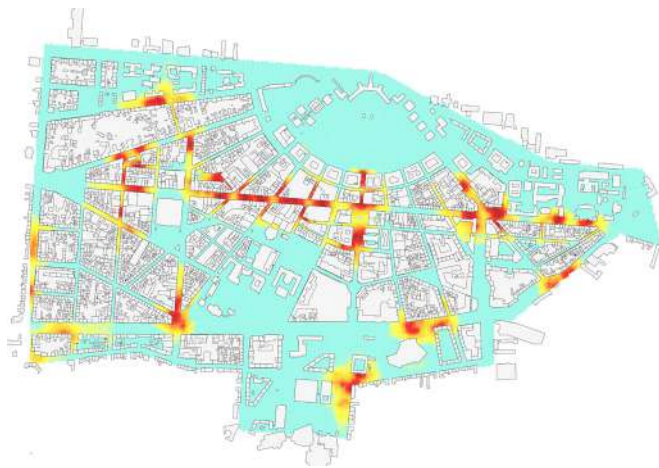


Leitparameter soziale Parameter

Verschneidung und Gewichtung

Die Verschneidung der Datensätze objektiviert die Ausgangslage und kann in Teilen vielleicht unterbewertete Mängel sichtbar machen. Zugleich wird klar, dass eine fachkundige Auswertung im Sinne einer zielführenden Priorisierung nicht erspart bleibt. Je nach Gewichtung der Parameter zueinander (in den Beispielen sind jeweils Leitparameter mit doppeltem „Gewicht“ versehen) zeigt sich ein breites Spektrum an möglichen Fokusbereichen. Die parametrisch generierte Entsiegelungskarte kann für Problemzonen sensibilisieren und die menschliche Expertise und Erfahrung unterstützen, jedoch nicht ersetzen.

Dennoch wird für die Stadtplanung ersichtlich, wo dringlicher Handlungsbedarf im Bezug auf eine resiliente Innenstadtentwicklung besteht und wo der wahrnehmbare Nutzen für die Bevölkerung maximiert werden kann.



Leitparameter Topografie



Leitparameter subjektive Wahrnehmung

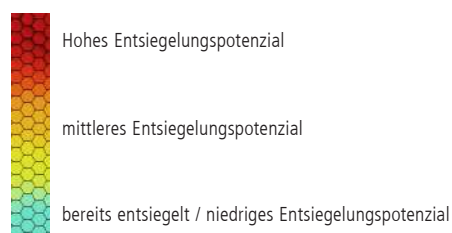


Leitparameter Klima und Topografie



Individuelle Gewichtung der Parameter:

Im Grasshopper-Plugin können die Parameter individuell gewichtet werden, so dass eine Reaktionsmöglichkeit auf lokale Schwerpunkte und Zielsetzungen, aber auch hinsichtlich bestimmter Förderprogramme (beispielsweise „soziale Integration ins Quartier, etc.) besteht.



2.7 Potenzialkarte der Innenstadtentsiegelung



Abb. 82: Potenzialkarte der Innenstadtentsiegelung.

Maximierter Bevölkerungsnutzen - Start now!

Die finale Potenzialkarte zur Innenstadtentsiegelung ist über die Gewichtung der Parameter in ihrer Zweckdienlichkeit und Lesbarkeit optimiert. Dabei sind die Datensätze für Bevölkerungsdichte und Bauabläufe doppelt gewichtet, um eine möglichst hohe Relevanz für die Bevölkerung sicherzustellen sowie die Integrationsfähigkeit in die anstehenden Stadtsanierungsprozesse aufzuzeigen.

Das Ergebnis ist eine Karte, deren dunkelrote Färbungen öffentliche Räume der Innenstadt aufzeigen, an denen Entsiegelungsmaßnahmen mit hoher Wahrscheinlichkeit größere Effekte (Wirkweise im Zusammenspiel aus Ökologie und Soziologie) erzielen werden.

Grün gefärbte Abschnitte signalisieren, sofern sie nicht bereits entsiegelt sind, eine geringere Effektivität, wobei Entsiegelung prinzipiell auch hier als sinnvoll eingestuft wird. Noch nicht berücksichtigt sind hier technische sowie ökonomische Belange, da die konkreten Leitungslagen erst in Leistungsbaustein 4 (Pilotmodule) und 5 (Piloträume) ermittelt und mit den Potenzialen abgeglichen werden.



3. Entsiegelungskonzept

3.1 Zielbild

Let it (d)rain - ein blau-grüner Fächer für die Innenstadt!

In der Bearbeitung wurde somit deutlich, dass Entsiegelung als Klimaadaptionsmaßnahme prinzipiell in der Karlsruher Innenstadt beinahe flächendeckend sinnvoll, also mit positivem Einfluss auf den Wohlfühlkomfort und damit die Gesundheit der Bevölkerung, sowie den Wasserhaushalt und das Mikroklima ist. Dabei muss nicht immer die Vollentsiegelung im Vordergrund stehen, gerade in innerstädtischen Kontexten helfen hybride, multicodierte Ansätze oft weiter, um auch stadtbild- oder denkmalpflegerisch konforme Zukunftslösungen schon heute zu ermöglichen.

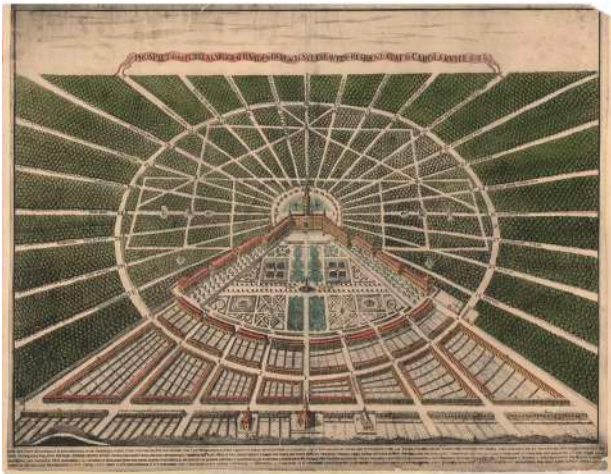
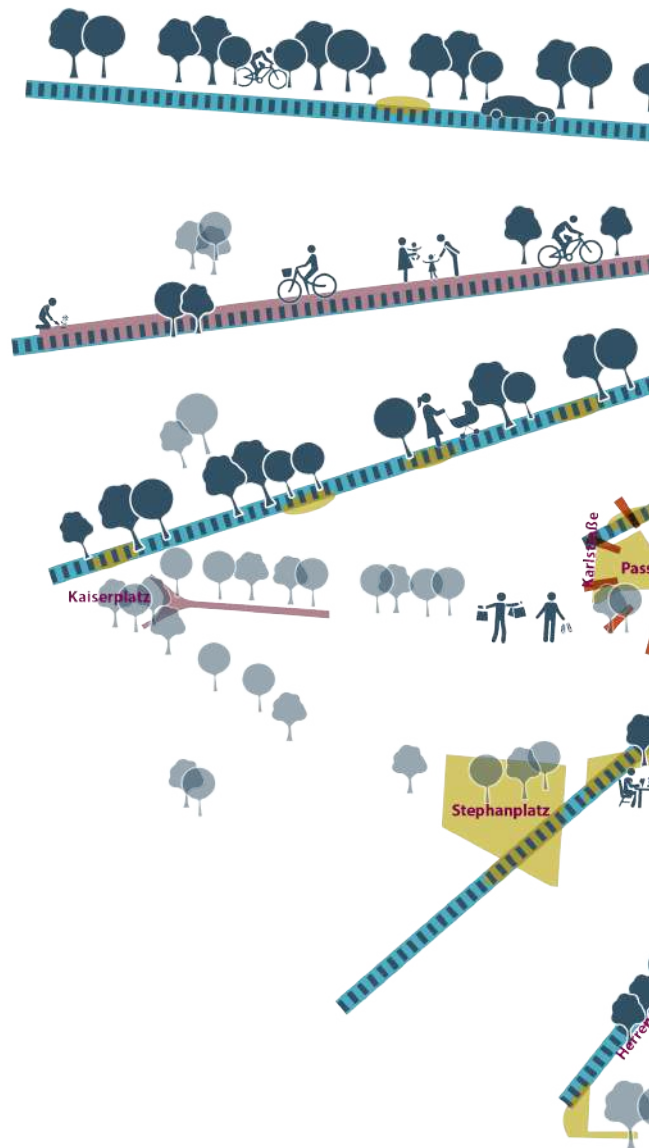


Abb. 83: Karlsruher Stadtansicht, Kupferstich von Heinrich Schwarz 1721. Stadtarchiv Karlsruhe 8/PBS XVI. 18

Vor dem Hintergrund der Karlsruher Stadtgeschichte entsteht das Zielbild des blaugrünen Fächers als resiliente, blaugrüne Infrastruktur zur Sicherung und Verbesserung des Stadtklimas sowie gesteigerter Resilienz gegenüber Starkregen- und Dürreereignissen.

Die Analyse zeigt, dass der charakteristische Fächergrundriss der Stadt Karlsruhe, der bereits historisch die Vernetzung der Stadt mit dem Umland anstrebte, durchaus auch für die Einführung zukunftsfähiger blau-grüner Stadtinfrastruktur geeignet ist. Während der Nutzungsdruck, die engen Raumverhältnisse und die Anforderungen des Denkmalschutzes die Möglichkeiten im Inneren des Fächers relativ stark einschränken und oft nur kleinkörnige Interventionen zulassen, steigt das Potenzial nach außen: mehr Raum, weniger Nutzungsdruck, potenzielle topografisch begünstigte Sammelpunkte und hohe Relevanz, da die Einwohner*innendichte hier höher ist. Entsiegelungsmaßnahmen unterschiedlicher Körnungen können entlang der Strahlenstraßen optimal vernetzt werden und mit unterschiedlichen Intensitäten und Identitäten einen vielfältigen blau-grünen Fächer ausbilden.



Der barocke Stadtgrundriss wird zum Träger einer zukunftsfähigen blaugrünen Infrastruktur. Dieses Zielbild kann der Stadtverwaltung wie - Politik künftig als Ergänzung zu vielen anderen Untersuchungen bei der Bewertung und Einschätzung öffentlicher wie privater baulicher Entwicklungen als Basis dienen.

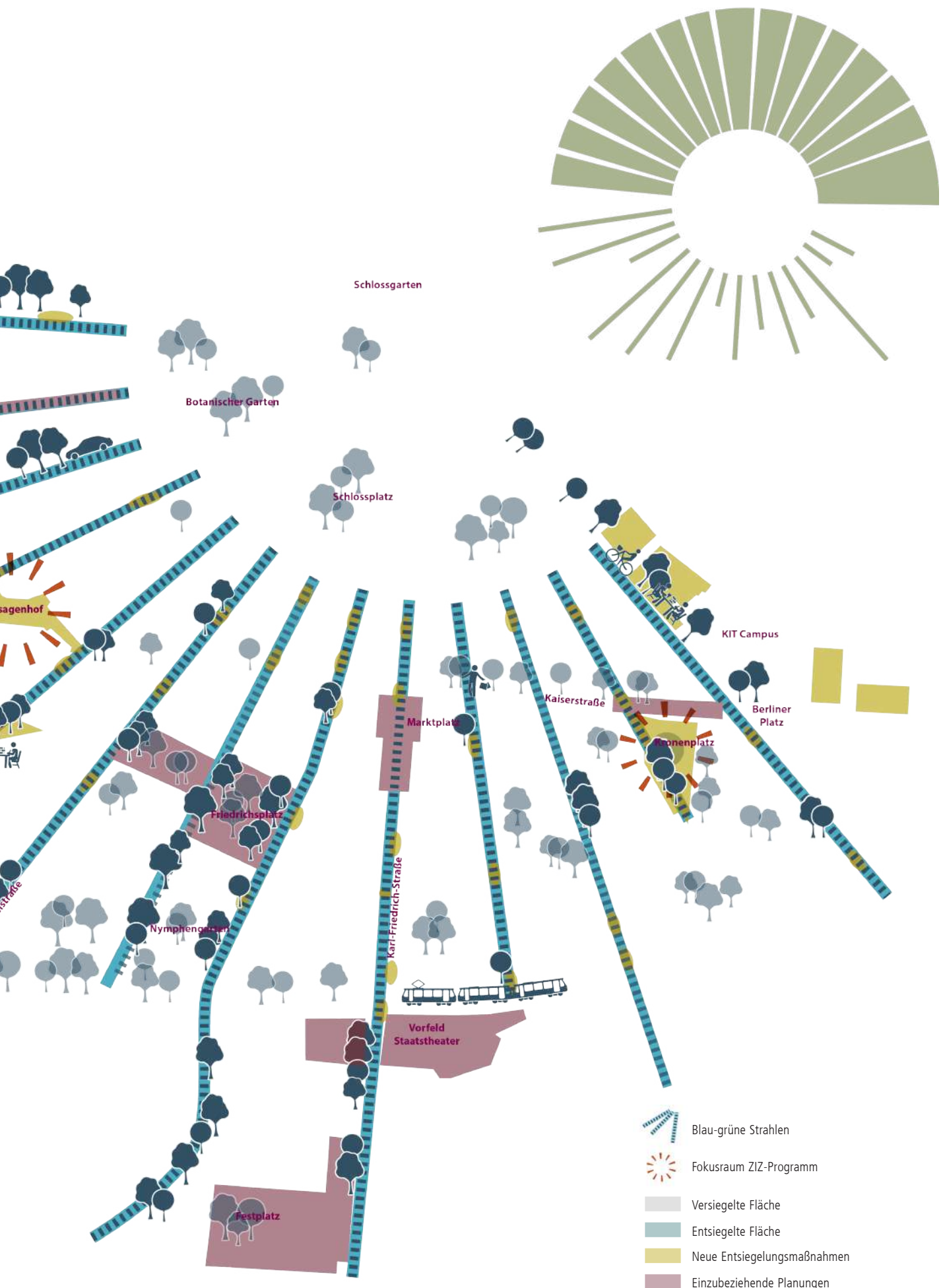


Abb. 84: Leitbild blau-grüner Fächer.

3.2 Blau-grüner Charakter der Fächerstrassen

Blau-grüne Transformation

Ziel ist die exemplarische und bewusst flexible Verortung von Pilotmodulen auch in komplexen Funktionsräumen, um den Charakter der Fächerstraßen als klimaresiliente Innenstadträume weiter zu entwickeln.

Ein in Berlin bereits erprobtes Entsiegelungsziel von 5-10% kann bis zu 100% des Jahresniederschlags im öffentlichen Freiraum versickern oder zur Verdunstung bringen. Über eine Abfolge von Modulen, ähnlich einem Barcode „S-M-M-L-S-S-XL-L-M-M-...“ kann dem Straßenfreiraum dabei nicht nur sickertechnisch sondern auch optisch ein neuer Charakter verliehen werden, so dass sich neben dem Mikroklima und dem Wasserhaushalt auch die soziale Wahrnehmung verbessern wird. Als Zielbild wird in Ergänzung zu ÖRMI der Ausbau zu blau-grünen, alltagstauglichen Wohlfühlstraßen formuliert, die so trotz Individualität in ihren Anforderungen und Funktionsweisen künftig wieder als zusammengehörige Innenstadtstraßen und damit Träger des öffentlichen Freiraums in Karlsruhe wahrgenommen und aufgesucht werden.

Modellraum mit Herausforderungen

Eine mögliche Verortung und Überprüfung der Wirkweise der Pilotmodule wird am Beispiel der Herrenstraße entwickelt, da dieser Straßenzug geeignete Voraussetzungen für einen Modellraum mitbringt:

- die Herrenstrasse ist direkter Strahl der Fächerstraßen.
- aus der Analyse ergibt sich ein durchgängiges hohes Entsiegelungspotenzial.
- Anbindung an bestehende Grün- und Freiraumstrukturen (mit Vernetzungspotenzial) vorhanden.

- topografisch bietet die Herrenstraße zwei Tiefpunkte an öffentlich verfügbaren Grundstücken.
- es existieren viele PKW-Stellplätze.
- es sind markante öffentliche Restflächen vorhanden.
- der Baukalendar zeigt Baumaßnahmen im Großteil des Straßenverlaufs (mind. Oberflächenenerneuerung).
- aktuelle, angrenzende Planungen lassen sich thematisch aufgreifen.
- temporäre Begrünungsmaßnahmen durch Geschäftstreibende bereits realisiert.
- für Pilotmodule repräsentativer Straßenzug mit vielfältigen Nutzungen (Geschäfte, öffentliche Einrichtungen, Grünflächen).
- komplexe, herausfordernde Leitungslage um best-practice-Beispiel zu werden.
- leicht ablesbarer „Aufwertungseffekt“ aus Sicht der Bevölkerung.
- hoher Komplexitätsgrad für Pilotplanung mit Pilotlösungsentwicklung.

Die Herrenstraße beginnt am Schlossplatz und endet beim ehemaligen Karlstor an der Karlstraße. Sie ist geprägt von einem heterogenen Raumgefüge (Torsituation, Sitz des Bundesgerichtshofs in historischem Palais-Park, geschlossener Blockrand mit Handel, Gastronomie und Wohnen, Kirche und Platz St. Stephan, Kreuzung Haupteinkaufsstraße). In Teilen ist sie bereits verkehrsberuhigt, im Bereich des Gerichtshofs dafür mit hohen sicherheitstechnischen Anforderungen belegt. Die Nutzungen im öffentlichen Freiraum sind durch den Verkehrs- und Bewegungsraum (MIV, Rad, Fußgänger) geprägt. Zudem gibt es Flächen für Außengastronomie, kommerzfreien Aufenthalt im Bereich des Kirchenumfeldes, sowie Parkplätze für MIV und Fahrräder.

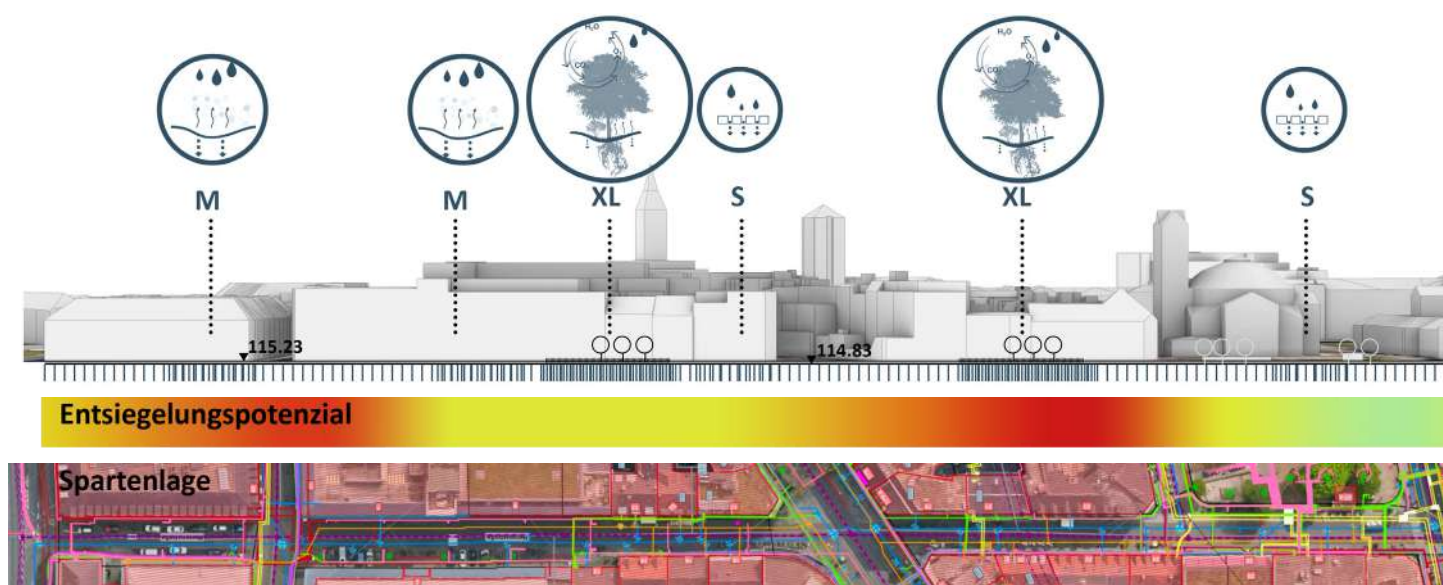


Abb. 85: Übertragung der Entsiegelungspotenziale in Schnitt Verschnidung mit Leitungen.

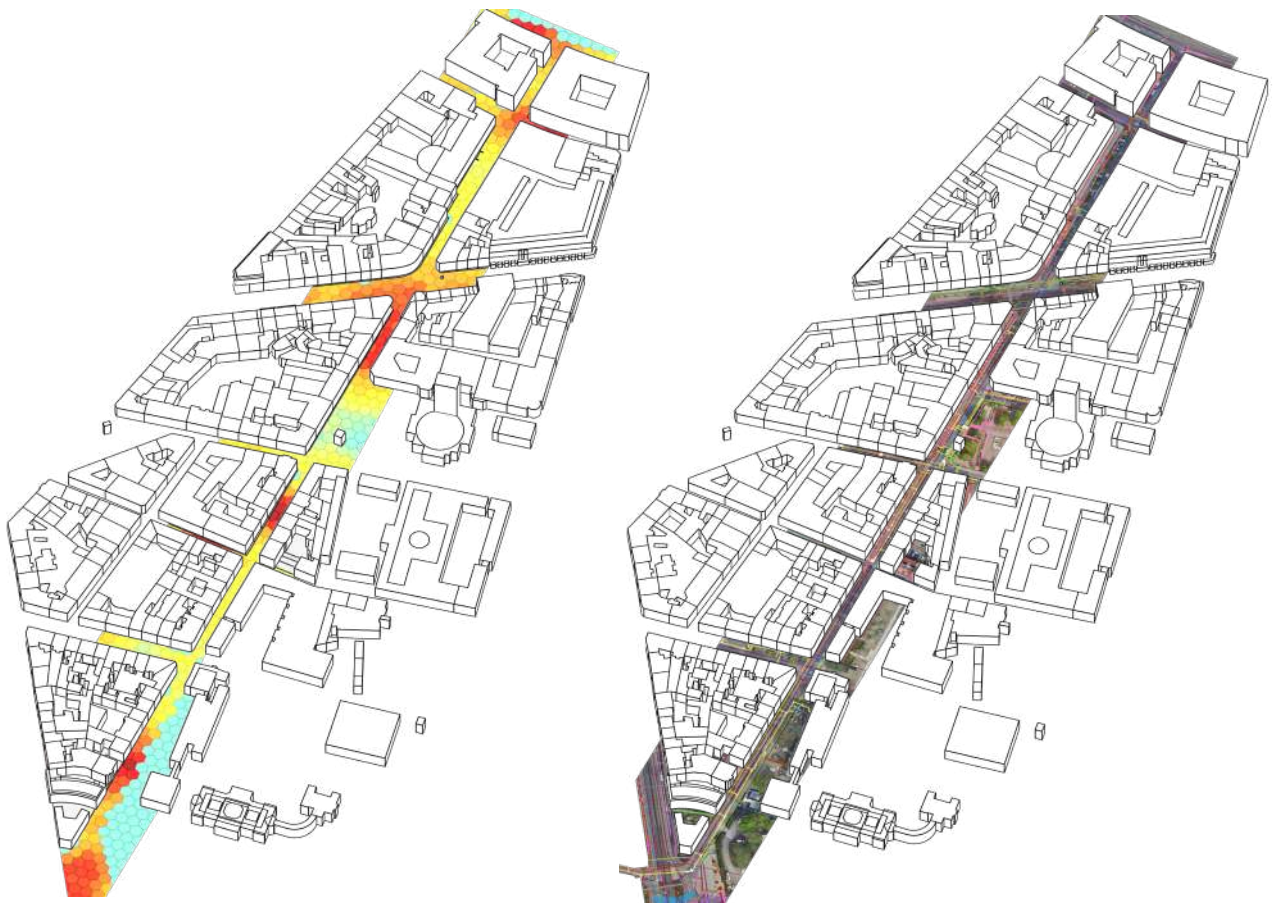


Abb. 86: Übertragung der Entsiegelungspotenziale in den dreidimensionalen Stadtraum - Verschneidung mit Leitungen und unterirdischen Einbauten, funktionalen und denkmalpflegerischen Vorgaben zur Verortung von Pilotmodulen.

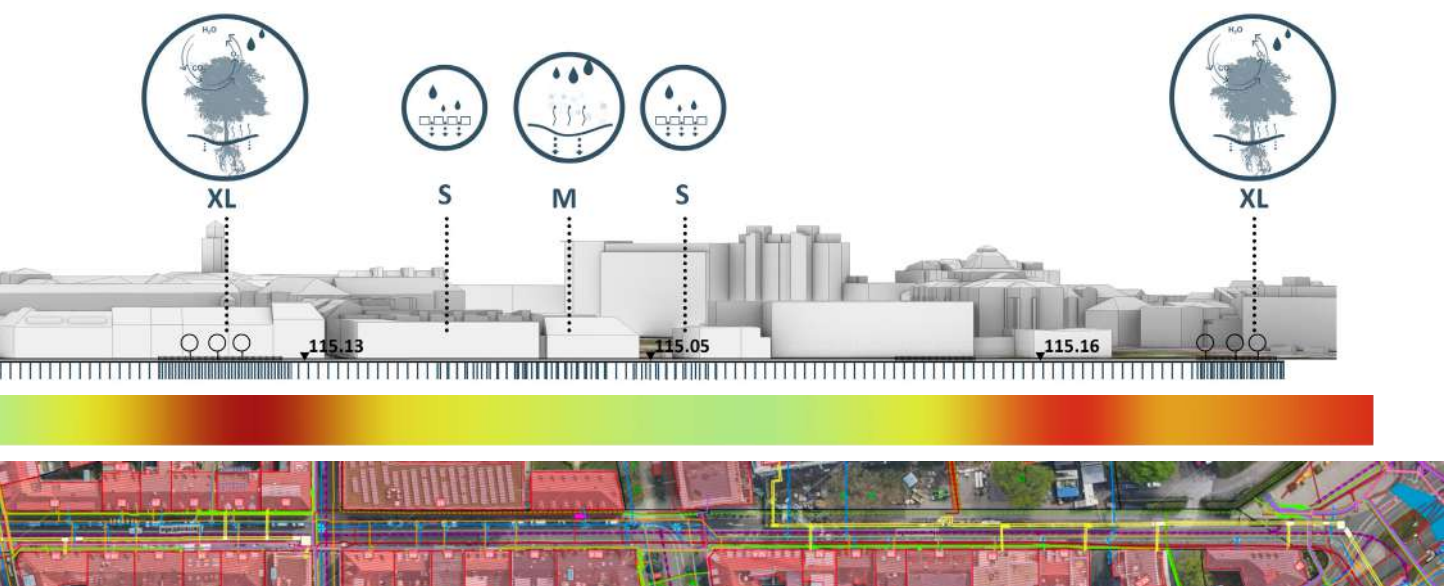


Abb. 87: Ein Zoom-In am Beispiel der Herrenstraße soll zeigen, wie sich Einzelparameter zu einem Gesamtpotenzial ergänzen.



Frequenzen öffentlicher Raum

Stadtklima

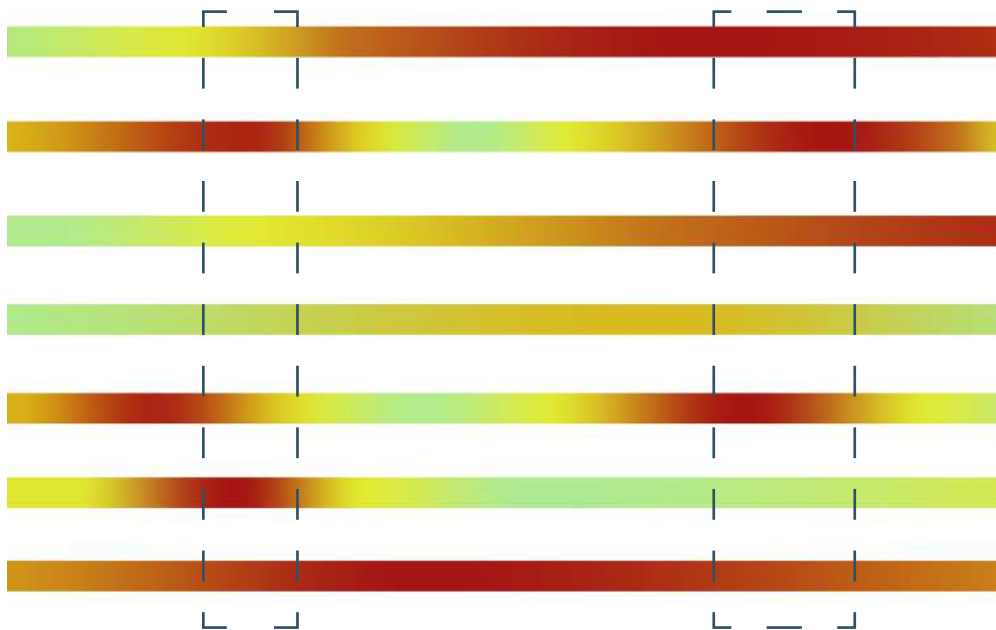
Topografie

Bevölkerungsbetroffenheit

Bauvorhaben

Subjektive Wahrnehmung

Nutzungen



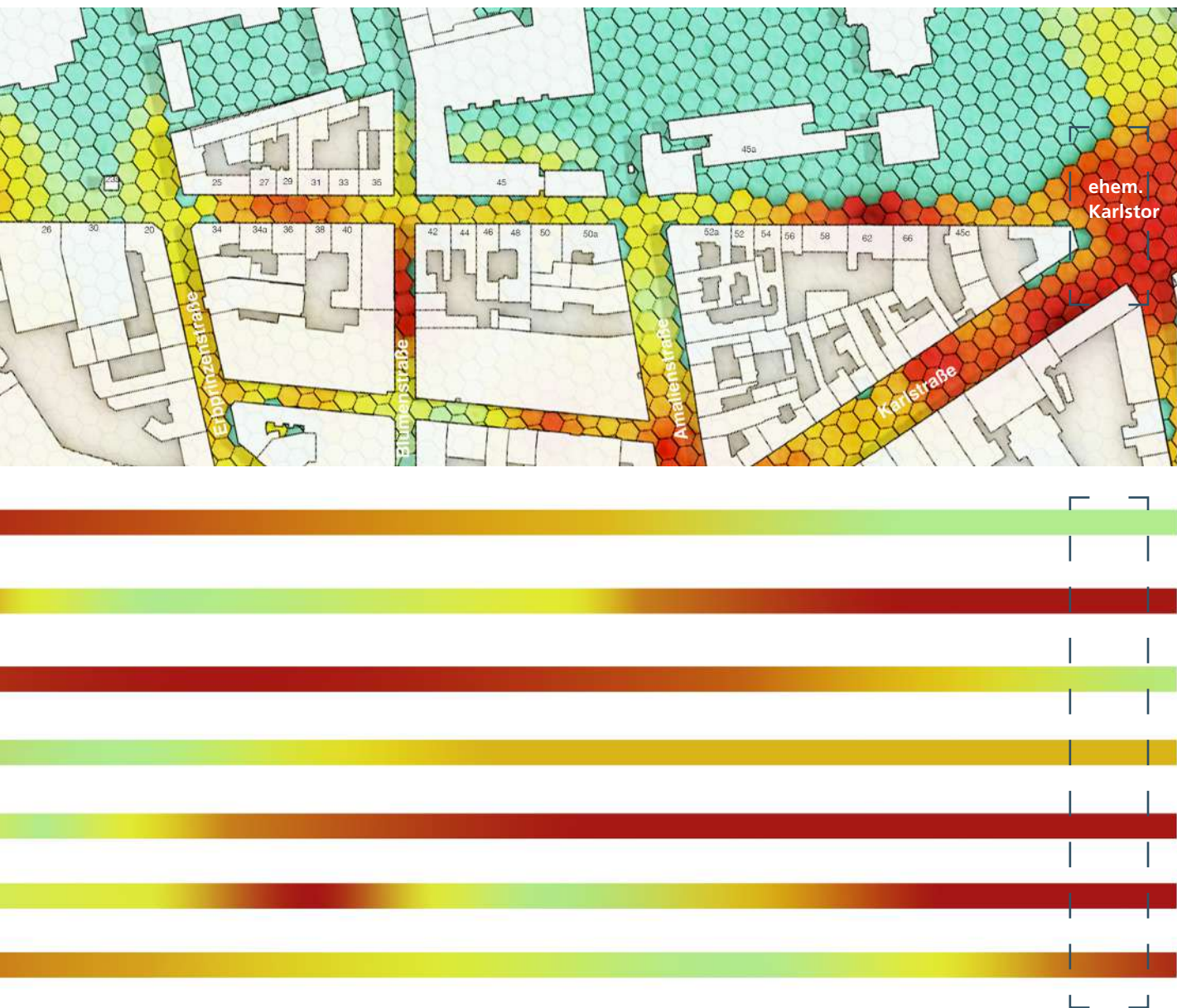
Die Abbildung zeigt die Simulationsergebnisse in Herrenstraße aufgegliedert für jeden Einzel-Parameter. Rot steht für hohes, Grün für ein niedriges Potenzial des jeweiligen Parameters. Das bedeutet im Einzelnen:

Frequenzen: Rot stellt die Bereiche mit besonders hoher Frequentierung durch zu Fuß Gehende dar. Diese Darstellung basiert auf einer Kombination der bereitgestellten Bewegungsdaten sowie ergänzenden Informationen aus den Gastronomiedaten von OpenStreetMap. Durch die Berücksichtigung beider Datenquellen konnten stark frequentierte Zonen identifiziert werden.

Stadtklima: Rot stellt die Bereiche mit hoher Hitzebelastung basierend auf der UTCI-Simulation (Universal Thermal Climate Index) dar.

Topografie: Rot stellt die potenziellen Bereiche mit hohem Regenwasser-Rückhaltevermögen dar, die einfach als Retentionsflächen zur Sammlung von Regenwasser aktiviert werden können, basierend auf dem bereitgestellten DGM-Modell und der Starkregengefahrenkarte der Stadt Karlsruhe, 2024.

Bevölkerungsdichte: Rot zeigt die Bereiche mit hoher Bevölkerungsdichte (Wohnbevölkerung) in der angrenzenden Bebauung.



Bauvorhaben: Rot stellt die geplante Baustellen innerhalb der kommenden 5 Jahre dar. Beispielsweise Fernwärme-Verteiler und Hausanschluss: Herrenstr. 42-50 bis 2027, Kaiserstraße zwischen Ritterstraße und Karlstraße bis 2028 oder Kanalbau DN 1000 bzw. DN 800 Hans-Thoma-Straße und Zirkel, zwischen Stephaniestraße und Lammstraße bis 2028.

Subjektive Wahrnehmung: Rot zeigt Bereiche, die auf Grundlage von persönlichen Passant*innenbefragungen als entwicklungsbedürftige Stadtfreiräume identifiziert wurden. Zum Beispiel „Verbesserung der Situation für zu Fuß Gehende in südl. Herrenstraße“ aus Passant*innenbefragung ÖRMI oder „Nichtnutzung der Fläche am Karlstor“ aus einer Workshopbefragung 2025.

Nutzungen: Die Oberflächennutzungen sind in ihrer Gewichtung ein Sonderparameter. Da im Zuge dieses Entsiegelungskonzeptes keine Verkehrsplanung erfolgte, wurden bestehende Straßenfreiräume als unveränderbar übernommen. Dies gilt jedoch nicht für die Flächen des ruhenden Verkehrs: Parkplätze sowie Bereiche von zu Fuß Gehenden und identifizierte Restflächen werden in Rot dargestellt, also mit hohem Entsiegelungspotenzial ausgewiesen. Flächen vor dem Gerichtshof werden aus Sicherheitsgründen als Fläche mit niedrigem Potenzial betrachtet.

3.3 Leitbild blau-grüner Fächer als Innenstadt-Vision



Abb. 88: Vogelperspektive Karlsruhe Innenstadt, eigene Bearbeitung.

Entsiegelungsmodule und Pilotplanungen ermöglichen eine schrittweise wie kontinuierliche Qualifizierung der Karlsruher Innenstadt hinsichtlich der Herausforderungen des Klimawandels im Bezug auf Entsiegelung, Wasserhaushalt und Hitzeanpassung.

Im Sinne einer bereits akuten Vorsorge-Intervention wird so über die öffentlichen Freiräume die Grundlage für eine zukunftsfähige Innenstadtentwicklung gelegt. Besonders ist dabei, dass der historische Karlsruher Stadtgrundriss eine spezifische Chance bietet, Verbesse-



rungen des direkten Lebensumfelds durch relativ einfache Entsiegelungsmaßnahmen (wie blau-grünes Parken, Wassersammlung, perforierte Oberflächen, vegetative Verdunstung) für viele Menschen ablesbar zu machen ohne prinzipiell in die städtebauliche Struktur eingreifen zu müssen.

Der barocke Stadtgrundriss wird mit der schrittweisen Transformation in einen blau-grünen Fächer weiterhin als zukunftsfähiger öffentlicher Freiraum der markante Träger der Karlsruher Innenstadt bleiben, Lebensqualität und Tourismus sowie nachhaltig den Einkaufsstandort sichern.

4. Abgleich der Möglichkeiten

4.1 Suche nach Synergien

Entsiegelung selbstverständlich und integral vorantreiben

Eine Umsetzungsanalyse ermittelt als Realitäts-Check fachliche Gegebenheiten, die Entsiegelung einschränken könnten. In einem Abgleich der Potenzialflächen mit oberirdischen Rahmenbedingungen wie Bewegungstraßen, Fahrbahnen und anderen Oberflächennutzungen sowie Stadtbild- oder denkmalpflegerischen Vorgaben mit der Leitungslage und unterirdischen Einbauten werden die ermittelten Flächenressourcen für Voll- oder Teilentsiegelung auf Basis der Pilotmodule plausibilisiert.

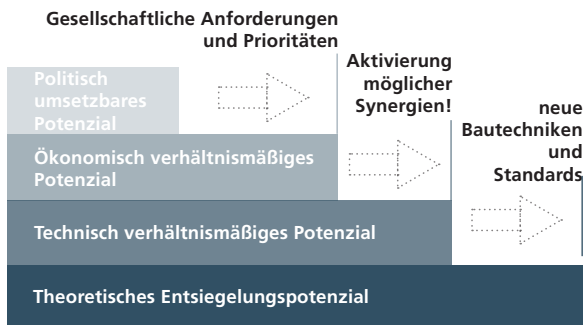


Abb. 89: Potenzialstufen der Entsiegelung (in Anlehnung an Umweltbundesamt UBA, 2021): Die Entsiegelungspotenzialflächen nehmen vom theoretischen zum politisch umsetzbaren Potenzial stufenweise ab, wobei sich die Entsiegelungspotenzialflächen insbesondere beim Übergang vom technisch zum ökonomisch verhältnismäßigen Potenzial (Finanzierungsdefizit) und beim Übergang vom ökonomisch verhältnismäßigen zum politisch umsetzbaren Potenzial (gesetzgebendes Defizit) erheblich verringern.

Durch diesen Abgleich reduzieren sich die theoretischen Potenzialflächen im Sinne einer gezielten Maßnahmenverortung auf technisch verhältnismäßige Entsiegelungspotenziale. Hier ist zu berücksichtigen, dass sich auch die Bautechniken im Hinblick auf Normen, Materialien und Produkte sowie Zielsetzungen in einem markanten Umbruch befinden. No-Gos von gestern werden die Standards von morgen werden.

Die nächste Filter-Ebene berücksichtigt die ökonomischen Voraussetzungen, wobei hier aktuelle Budgets gegen Zukunftsinvestitionen abgewogen werden müssen. Hier verfolgt das Entsiegelungskonzept der Innenstadt einen spezifischen Weg:

Ziel ist die Aktivierung möglichst zahlreicher Synergien mit anderen Planungen und Umsetzungen.

So kann das Leitbild des blau-grünen Fächers künftig vor allem auch im Bereich der Flächenwiederherstellung und -sanierung Anwendung finden. Sowohl bei der Oberflächenwiederherstellung im Zuge öffentlicher Baustellen (Fernwärmetrassen, Fahrbahnsanierungen, Radweg-Errichtungen, Ausbau öffentlicher



Abb. 90: Blau-grünes Parken: gekoppelte Entsiegelungsmodule für eine neue Charakteristik der Karlsruher Fächerstraßen.

Ladeinfrastruktur), als auch als Vorgabe für private Baustelleneinrichtungsflächen im öffentlichen Raum existiert mit dem Entsiegelungskonzept ein Leitfaden zur Flächenwiederherstellung.

Bedeutendes Potenzial könnte so in den kommenden Jahren aktiviert werden, wobei die Notwendigkeit der Flächenwiederherstellung die zusätzlichen Sonderaufwendungen für die eigentliche Entsiegelung minimiert.

Verschneidung und Gewichtung

In der letzten Filterebene für die Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen wird auf das aktuell politisch umsetzbare Potenzial reduziert. Hierzu müssen die Detailplanungen transdisziplinär und sorgfältig ausgearbeitet sein, denn gescheiterte Maßnahmen verunmöglichen ähnliche Vorhaben oft über lange Zeiträume, so dass Nicht-Umsetzungen den Investitionsdruck in der Zukunft um ein vielfaches erhöhen und damit verteuern werden.

4.2 Umgang mit Einschränkungen

Problemstellungen werden zu Entwurfparametern

Selbstverständlich gibt es im öffentlichen Raum eine Vielzahl von funktionalen oder emotionalen Restriktionen für neue Ansätze. Das Entsiegelungskonzept versteht sich als eine erste Ebene eines fachlich übergreifenden Konsens über verschiedenste Verwaltungsebenen hinweg. Es gilt weiterhin, das Handlungsbewusstsein stetig auszubauen und die konstruktive Auseinandersetzung zwischen bekannten Problemstellungen und neuen Herausforderungen im Sinne innovativer Lösungen in der fortführenden Planung zu kultivieren. Erfahrungswissen verliert mit steigendem Handlungsdruck zunehmend an Bedeutung, so dass es entscheidend sein wird, eine Atmosphäre der Offenheit gegenüber Neuerungen und Herausforderungen aufzubauen.

Entsiegelung als gesellschaftliche Aufgabe für unsere Innenstädte muss deshalb als lernender Prozess verstanden werden, in dem Vorbehalte und Einschränkungen konstruktiv vorgebracht sowie gehört werden, um als Basis spezifischer Lösungen zu dienen.

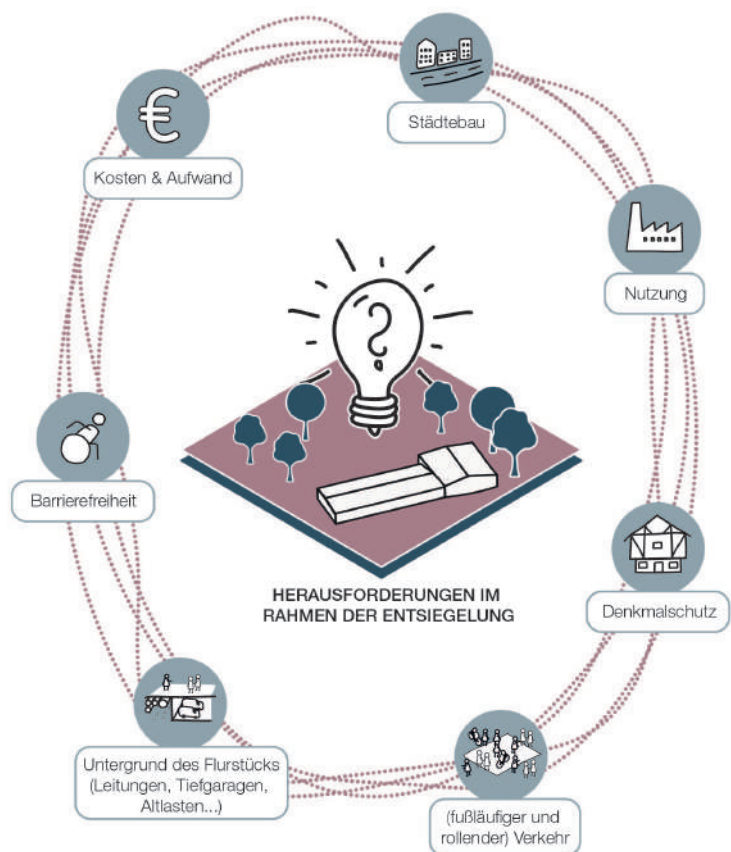


Abb. 91: Herausforderungen im Rahmen der Entsiegelung.

5. Entsiegelungsmaßnahmen

5.1 Größengestaffelte Toolbox

Pilotmodule und Piloträume für den blau-grünen Fächer

Im nächsten Vertiefungsschritt werden deshalb zwei Typologien an Testplanungen weiter verfolgt:

Zum einen werden Entsiegelungsmodule unterschiedlicher Eingriffsgröße und Wirkweise im Umgang mit erschwerenden Parametern wie Leitungen, Denkmalschutz etc. entwickelt, mit der Stadtverwaltung abgestimmt und mit Grobkosten für serielle Erstellung und Unterhalt versehen. Ein generell anwendbares Beispiel könnte hier eine neue Parkplatztypologie für die Innenstadt sein: in Karlsruhe parkt man künftig blau-grün, also klimawirksam!

Zum anderen werden in konkret verorteten Pilotplanungen der City-Transformation Vorentwürfe für Objektplanungen partizipativ erarbeitet, die Hotspots aus der Analyse testweise zu blau-grünen Innenstadträumen weiter entwickeln. Die Wirkweise dieser Planungen wird über eine integrierte, vergleichende Klimasimulation gesichert. Auch hier werden nach den Abstimmungen mit Verwaltung und Händler*innenschaft Grobkosten für die Errichtung sowie den Unterhalt zusammengestellt.

Größengestaffelte Pilotmodule als serielle Innenstadt-Entsiegelung

Das Konzept beschreibt im Bereich der Pilotmodule seriell einsetzbare Maßnahmen zu verschiedenen Entsiegelungsgraden. Die Herstellung einer naturnahen Bodenfunktionen (mit allen ihren stadtklimatischen Vorteilen) ist dabei die wesentliche Zielvorstellung.

Die vorgeschlagenen Module staffeln sich dabei hinsichtlich Raumbedarf und Wirkweise, gleichzeitig auch in Kostenintensität in der Umsetzung und im Unterhalt. Im Planungsablauf der Pilotmodule sind zudem spezifische Projektparameter wie Unterbauungen oder Bodenverunreinigungen sowie Zusammenspiel mit Leitungstrassen zumindest dem Prinzip nach zu klären, immer mit dem Ziel, einem naturnahen Wasserhaushalt so nah wie möglich zu kommen.

Pilotmodule und -räume können als Beispielprojekte für Entsiegelung der Karlsruher Innenstadt fungieren und die Prinzipien und Vorgangsweisen für kommende Projekte verankern: Durch diesen ersten Umsetzungs-Check sind die Maßnahmen in ihrer objektplanerischen Umsetzungsmöglichkeit abgesichert. Zudem werden Grobkosten je Eingriffsart sowie ein Leitfaden zur Umsetzung mit der Nennung der jeweiligen Herausforderungen und dem potenziellen Nutzen in Form einer Gegenüberstellung erarbeitet.

Übergeordnet ist die Grundidee, dass die Maßnahmen nicht eine ganzheitliche Neugestaltung der öffentlichen Freiräume, sondern vielmehr ein zielgerichtetes, bedarfsweises „Weiterbauen“ der Innenstadt im Sinne einer schrittweisen Klima-Ertüchtigung ermöglichen sollen.

Module des Karlsruher Entsiegelungskonzepts
Staffelung nach Eingriffsgröße und Wirkweise

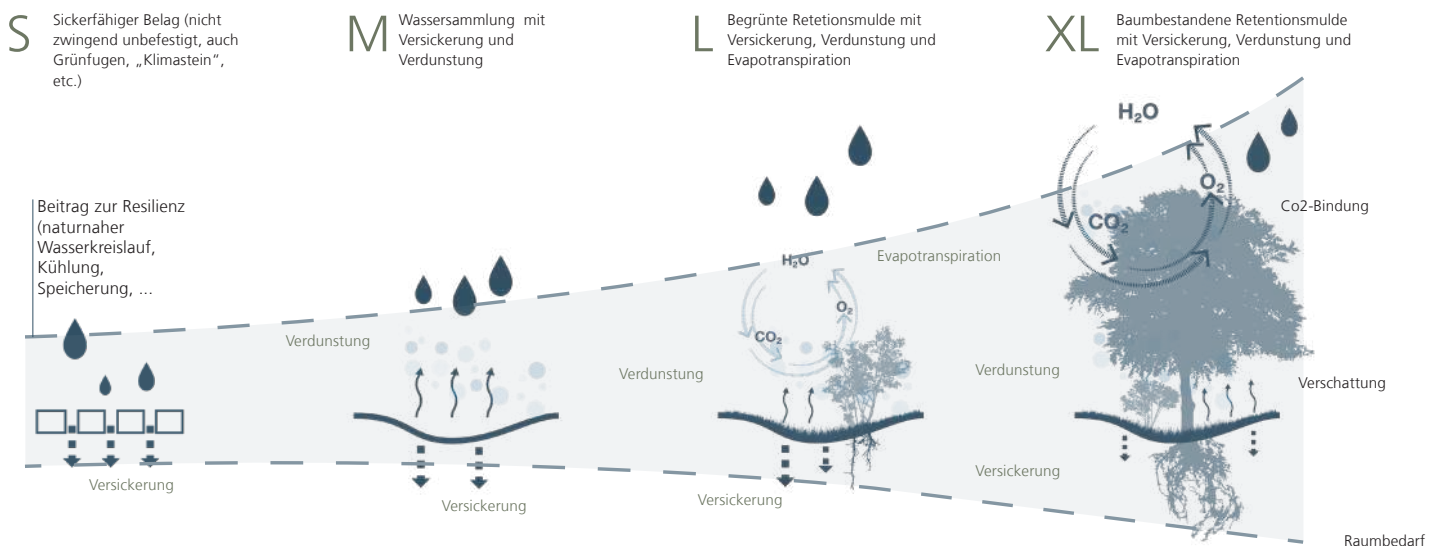


Abb. 92: Module des Karlsruher Entsiegelungskonzepts.

5.2 Pilotmodule

S, M, L und XL - Pilotmodule für verschiedenste Eingriffsarten

Ziel der Modulplanung ist es, für jede allfällige Tiefbau-Tätigkeit in der Innenstadt eine möglichst niederschwellige Entsiegelungsmaßnahme im Zuge der Oberflächenwiederherstellung anbieten zu können.

Die Kategorisierung erfolgt deshalb, abweichend vom ursprünglichen Konzept nicht hinsichtlich Sofortmaßnahmen, mittelfristigen Maßnahmen und langfristigen Konzepten, sondern als Größenstaffelung der Baumaßnahme.



Entsiegelungsmodul S - Sickerfähigkeit.

Der niederschwelligste Entsiegelungsschritt im Hinblick auf die Reduktion vollversiegelter Oberflächen ist der Ersatz durch sickerfähige Aufbauten. Die Sickerfähigkeit betrifft also nicht nur den urbanen Stadtboden an sich, sondern den gesamten Ober- und Unterbau bis hin zum anstehenden Boden. Ungebundene Bauweisen, sickerfähige Fugenausbildung und sickerfähiger Ober- und Unterbau sollen dabei als zusammenhängendes System zusammenwirken, um trotz Versickersickerungsfähigkeit z.B. urbanen Verkehrslasten dauerhaft gerecht zu werden. Im Fall von Belägen mit durchgrünter Fugen ist die Barrierefreiheit sowie die dauerhafte Sickerleistungsfähigkeit beachten.

Einschätzung Wirkweise:

Diese Entsiegelungsmaßnahme ist sehr einfach z.B. im Zuge allfälliger Oberflächenanierungen umsetzbar. Bei großflächiger Anwendung ist so ein Schritt in Richtung Wasserneutralität möglich. Ein ökologischer Mehrwert im Sinne der Biodiversität ist nur in sehr geringem Umfang, bei durchgrünter Fugensystemen erreichbar. Das Mikroklima wird ebenso nur geringfügig positiv beeinflusst, etwa durch Durchgrünung oder aktiv wasserspeichernde Baumaterialien („Klimastein“ etc.). Diese einfache, weil niederschwellig umsetzbare Maßnahme birgt allein stehend nur geringes Potenzial für einen sozialen Mehrwert wie etwa eine gesteigerte innerurbane Naturerfahrung. Beim großflächigen Einsatz dieses Moduls als Ersatz urbaner Gehweg-Oberflächen ist in der Planung und Ausführung ein spezielles Augenmerk auf die Barrierefreiheit zu richten.

Beitrag Wasserkreislauf

50%



Mikroklima



Ökologie / Diversität

1



Soziale

Adaptionsfähigkeit



Abb. 93: Beispiel Grüner Gully Berlin.



Abb. 94: Beispiel Rasenfugen Karlsruhe.



Entsiegelungsmodul M - Wassersammlung mit Versickerung und/oder Verdunstung.

Als Erweiterung von Modul S kommt hier zum ersten Mal flächige Durchgrünung, gegebenenfalls in Muldenform zum Einsatz.

Ziel ist also nicht mehr ausschließlich der naturnahe Wasserabfluss, sondern bereits der Rückhalt sowie die vegetationstechnische Nutzung gesammelten Regenwassers, wobei der Übergang zwischen den Modulen sicherlich fließend ist. Vegetative Verdunstung beeinflusst unsere Lebensumwelten immer positiv und lässt sich mit diesem Modul relativ Niderschwellig erstellen.

Hier kann Wasser erstmals auch über die Bodensättigung hinaus im urbanen Raum



Abb. 95: Beispiel Sickermulde Kopenhagen.

rückgehalten und zeitversetzt für die Durchgrünung genutzt werden, was im Hinblick auf die steigende Zahl von Starkregenereignissen und Trockenperioden als wichtiger Baustein einer städtischen Resilienz erscheint.

Einschätzung Wirkweise:

Diese Entsiegelungsmaßnahme ist bei vorhandenen geeigneten Restflächen sehr einfach umsetzbar und im Regelfall sogar günstiger als Modul S. Allerdings schränken sich mögliche Standorte bereits automatisch über den Platzbedarf ein, da es sich nicht um eine gewohnt begeht- und benutzbare städtische Oberfläche sondern vielmehr um einen neuen Stadtbaustein handelt.

Beitrag Wasserkreislauf

75%



Mikroklima

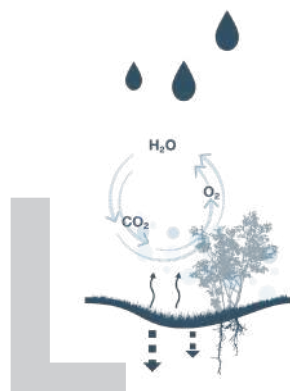
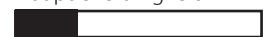


Ökologie / Diversität

3



Soziale
Adaptionsfähigkeit



Entsiegelungsmodul L - begrünte Wassersammlung mit Versickerung und Verdunstung sowie Evaporation.

Das Entsiegelungsmodul L ist intensiv begrünt, sodass auch die vegetative Verdunstung (Evapotranspiration) einen erheblichen Beitrag zum Stadtklima leisten kann und größere Mengen Regenwasser, etwa nach Starkregenereignissen nicht mehr in den Kanal verloren gehen, sondern vor Ort rückgehalten und zeitversetzt in den naturnahen Kreislauf rückgespeist werden können.



Abb. 96: Beispiel Neptunigatan, Malmö.

Einschätzung Wirkweise:

Diese Entsiegelungsmaßnahme stellt den Übergang zu intensiveren Begrünungsmaßnahmen dar. Sie hat einen deutlichen Platzbedarf und bringt erhöhte Aufwendungen in Unterhalt und Pflege mit sich. Auch die Herstellung ist kostenintensiver als die Basismaßnahmen „S“ oder „M“ und liegt etwa im Bereich hochwertiger urbaner Bodenbeläge. Zugleich erhöht sich die positive Wirkung auf Natur- und Wasserhaushalt, aber auch hinsichtlich der Wahrnehmung durch die Bevölkerung deutlich: erfahrbare Stadtgrün, eventuell bereits mit jahreszeitlichen Aspekten reduziert auch auf der psychischen Ebene urbanen Hitzestress und ermöglicht Aneignung wie Wohlbefinden, insbesondere, wenn mit der Entsiegelungsmaßnahme auch neue Aufenthaltsangebote im öffentlichen Freiraum entstehen.

Beitrag Wasserkreislauf

85%



Mikroklima



Ökologie / Diversität

4



Soziale
Adaptionsfähigkeit





Entsiegelungsmodul XL - baumbestandene Retentionsmulde mit Versickerung, Verdunstung, Verschattung, Evapotranspiration, sowie CO2-Bindung.

Diese Entsiegelungsmaßnahme bemüht sich lokal um eine nahezu vollständige Wasserneutralität. Das bedeutet, dass auch große Regenmengen von diesem Modul-Baustein vor Ort aufgenommen, zwischengespeichert und pflanzenverfügbar sowie versickerbar sind, bzw. zeitversetzt über Oberflächen und Pflanzen verdunstet werden.

Neben der Verdunstungskühlung ermöglicht die vegetative Verschattung einen erhöhten Cool-Down-Effekt in Kombination mit einer möglichen, positiv konnotierten Aufenthaltsqualität. Der Wurzelraum als Schwammstadtkörper ermöglicht maximierte Wasserrückhaltung und sichert nachhaltige, unterhaltsarme Baumstandorte, die dann auch einen aktiven Beitrag zur innerurbanen CO2-Bindung leisten können.

Sofern der Tausalz-Einsatz nicht reduziert werden kann, umliegende Bewegungsflächen jedoch in das Wassermanagement einbezogen werden sollen, müssen hier bekannte Schutzmaßnahmen wie jahreszeitlich adaptierbare Zuläufe oder Reinigungsstufen eingeplant und vorgeschaltet werden.



Abb. 97: Beispiel Bahnhofplatz Karlsruhe mit Schwammstadt.



Abb. 98: Beispiel Rathausplatz Paris.



Abb. 99: Beispiel Place Eugène Flagey Brüssel.



Abb. 100: Beispiel Promenadenring St. Pölten.

Einschätzung Wirkweise:

Die Wirkweise für das lokale Mikroklima ist mit diesem Modul-Baustein maximiert, Raum- und Flächenbedarf wachsen jedoch ebenso konkurent. Auch die Errichtungs- und Unterhaltskosten dieses Moduls sind vergleichsweise hoch. An den richtigen Stellen im urbanen Freiraum zum Einsatz gebracht ist jedoch der „Gewinn“ für das Stadtbild, das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung, wie auch für die Biodiversität optimiert.

Beitrag Wasserkreislauf

89%



Mikroklima



Ökologie / Diversität

5

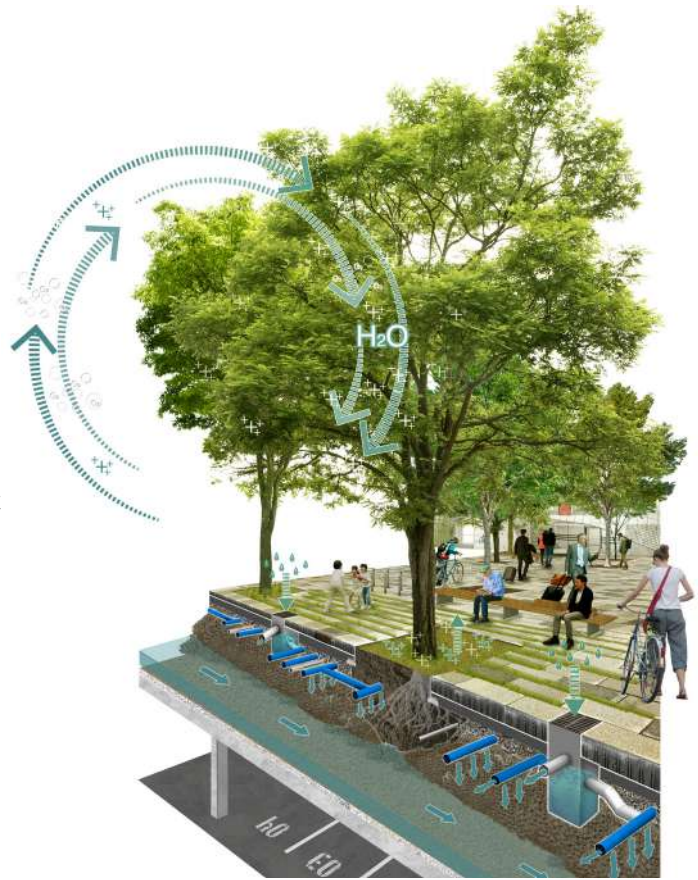


Soziale
Adaptionsfähigkeit



5.3 Kopplung und Vernetzung als Chance

Die Kopplung mehrerer Entsiegelungsmodule auch unterschiedlicher Größen optimiert deren Wirkweise und stärkt die Redundanz des Gesamtsystems sowohl gegenüber Starkregenereignissen als auch gegenüber längerer Trockenperioden. Im Optimalfall kann dabei ein kaskadenartig vernetztes Gesamtquartier mit entsiegelten Aufenthaltsbereichen, bepflanzten Retentionsmulden und Baumstandorten im Schwammstadtprinzip entstehen. Dabei stehen naturnahe Lowtech-Lösungen im Vordergrund einer flächigen Ausdehnung entsiegelter Innenstadtbereiche. Diese Orte werden eine neue Ästhetik für unsere öffentlichen Freiräume hervorbringen: naturnah, erlebnisreich und im besten Fall auch aneignbar, wahrscheinlich vielerorts „wilder“ - dies sollte als Chance auch im Sinne des urbanen Unterhalts verstanden und der Öffentlichkeit offensiv kommuniziert werden.



5-10% Entsiegelung

sichern mindestens

80% Jahresniederschlag lokal

Abb. 101: Beispiel Bahnhofplatz Karlsruhe Süd: Kopplung einzelner Baumquartiere zu einem riesigen Schwammkörper bietet sogar auf unterbauten Flächen ausreichenden Wurzelraum und liefert hervorragende Anwuchserfolge der Neupflanzungen.

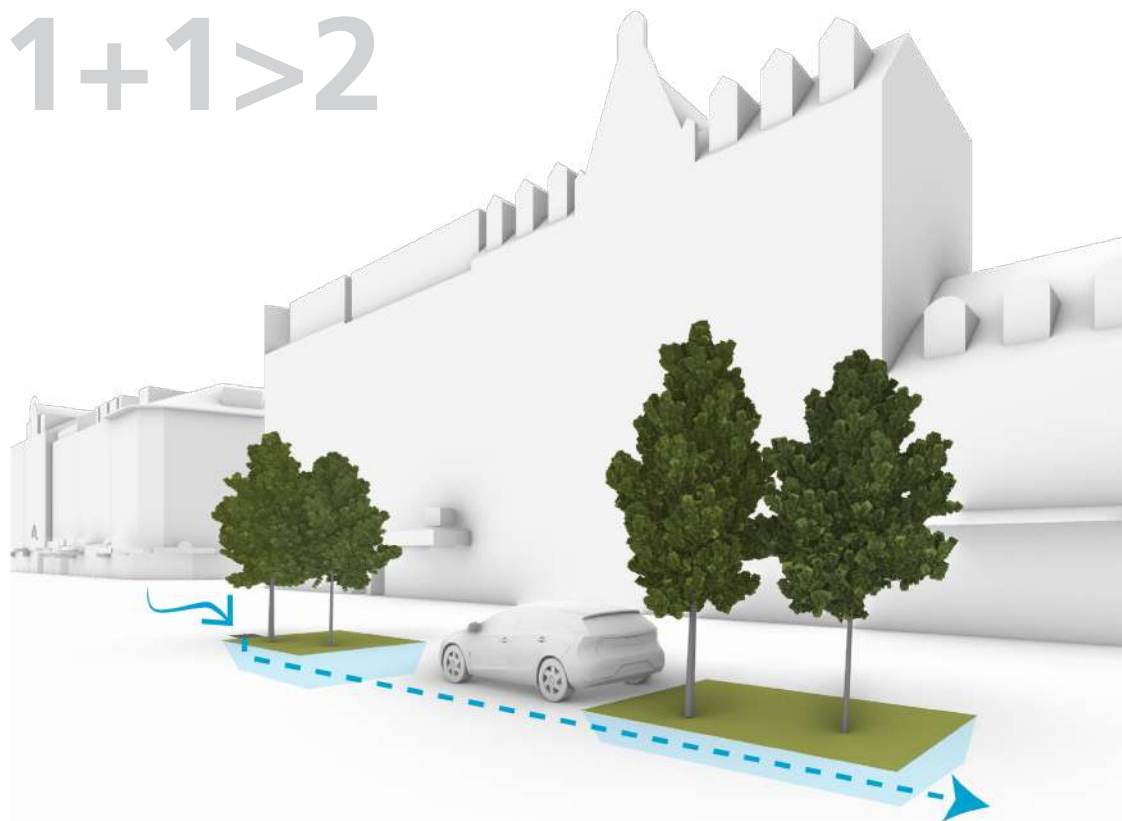


Abb. 102: Blau-grünes Innenstadt-Parken ergänzt als entsiegelte Fläche das urbane Funktionsgefüge zu einem nachhaltigen Wassermanagement aus Wasserrückhalt, Versickerung, Evapotranspiration und Verdunstung.

6. Piloträume und Initialplanungen

6.1 Initialmaßnahmen

Pilotmodule und -planungen als Initialprojekte

Die Pilotmodule werden im Zuge prototypisch in der Herrenstraße auf Plausibilität und Anwendbarkeit geprüft. Als Piloträume werden der Passagehof sowie der Kronenplatz mit Kronenstraße ausgewählt. Der Entsiegelungsbedarf ist gemäß Potenzialkarte in den drei Vertiefungsbereichen als hoch bis sehr hoch eingestuft. Zusammen bilden sie ein Spektrum an Initialmaßnahmen, das möglichst viele Innenstadt-Themen im Zuge des Modellprojektes anspricht.

Herrenstraße als herausfordernder Modellraum für Pilotmodule

Wie bereits in der Charakteristik der Fächerstraßen beschrieben dient die Herrenstraße mit ihrer Heterogenität als herausfordernde Basis für einen ersten quantitativen wie qualitativen Test der Pilotmodule.

Passagehof - Lokalen Handel und Leben in der Innenstadt stärken!

Der Passagehof ergänzt als öffentlicher Stadthof das Spektrum urbaner Räume um die Kategorie Hof. Bestandsbäume, hoher Nutzungsdruck, verkehrliche Anforderungen durch Ver- und Entsorgung, mehrere Gastronomieangebote und bislang fehlende kommerzfreie Aufenthaltsmöglichkeiten charakterisieren die Aufgabenstellung jenseits der Entsiegelungsaufgabe. Ziel ist es, mit der Entwicklung des „Typ Hof“ als Modellprojekt ausstrahlen zu können auf weitere Hofsanierungen nicht nur in der Innenstadt. Die hohe Frequenz des Ortes kann hier unterstützend wirken.

Kronenplatz und Kronenstraße - gelebter Alltagsraum

Die zweite Pilotplanung komplettiert das Spektrum der untersuchten öffentlichen Freiräume mit einem Straßen- und einem Platzraum. Die Universität, das Jugendzentrum sowie die hohe öffentliche Frequenz sind im Zusammenspiel mit der Unterbauung und zu sanierenden Oberflächen sowie Brunnenanlagen geeignete wie komplexe Vorgaben für den Pilotraum.

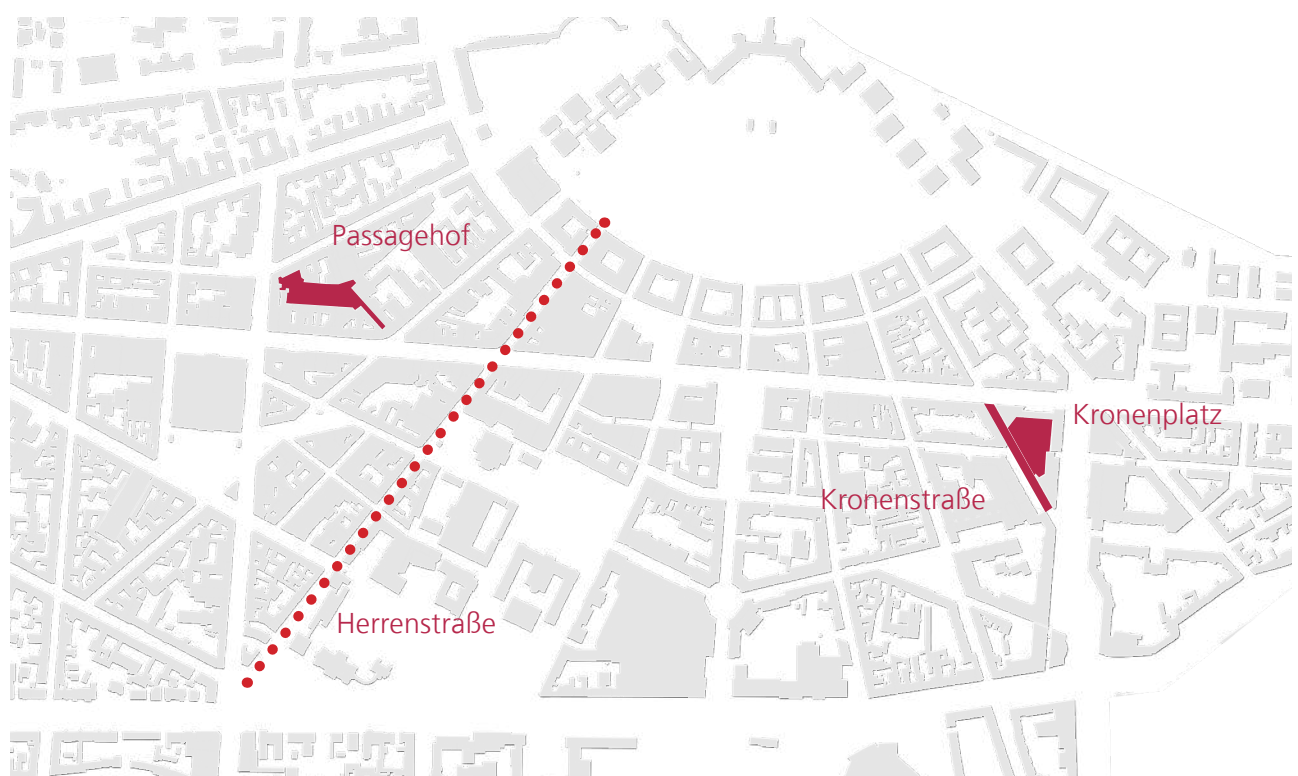


Abb. 103: Pilotplanungen in Karlsruhe.

6.2 Pilotraum Herrenstraße

Öffentlichkeit & partizipative Schwarmintelligenz

Zu Beginn der Verortung möglicher Pilotmodule in der Herrenstraße steht ein „Fresh-Mob“ als partizipative Mitmachaktion. Die Zielsetzung ist dabei zweigeteilt: zum einen wird über die spielerische Verortung der Entsiegelungsmodule die Öffentlichkeit hinsichtlich der Bemühungen der Stadt informiert und einbezogen. Zum anderen unterstützt das lokale Wissen und die Bedürfnisse der in die Gruppeneinstellung einbezogenen Passant*innen die entwerferische Schwarmintelligenz bei der experimentellen Lösung der komplexen Aufgabenstellung.

Passant*innen positionieren sich in einer Gruppeneinstellung in drei Aktionen an markanten Orten der Herrenstraße mit „let it (d)rain-Sonnen/Regenschirmen“ um künftige blau-grüne Module S, M, L und XL im Zusammenspiel zu verorten und optisch zu erproben.



Abb. 104: Einladung zum Fresh-Mob der Stadt Karlsruhe.



Abb. 105: Bildanleitung zur Simulation der Entsiegelungsmodule S,M,L und XL.



Abb. 106: Fotos des „FreshMob“ in Karlsruhe.

Entsiegelungspotenziale und ihre modulare Übersetzung

Für die erste Phase des Grobkonzeptes werden die Pilotmodule pragmatisch gemäß den Entsiegelungspotenzialen verortet. Aus der Positionierung der Modulgröße XL bei rot gefärbtem, hohem Entsiegelungspotenzial entsteht der größtmögliche Entsiegelungseffekt im Modellprojekt.

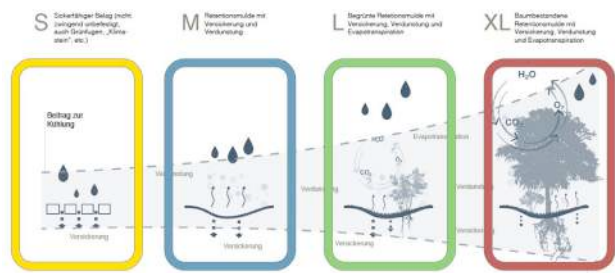


Abb. 107: Entsiegelungsmodule unterschiedlicher Größen.

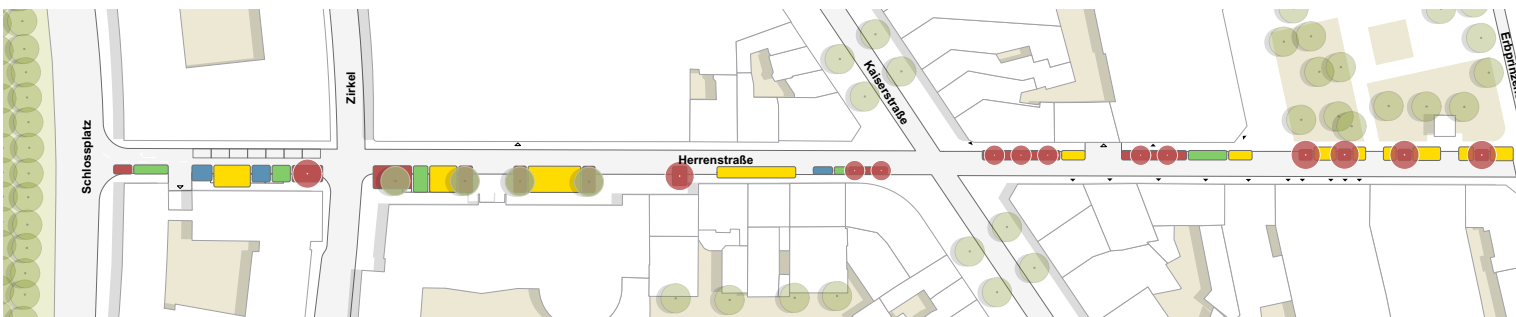
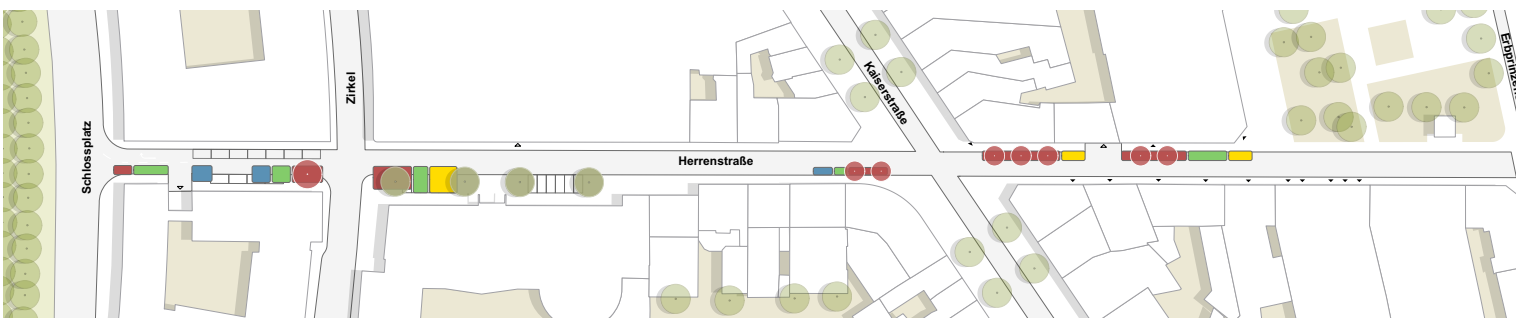
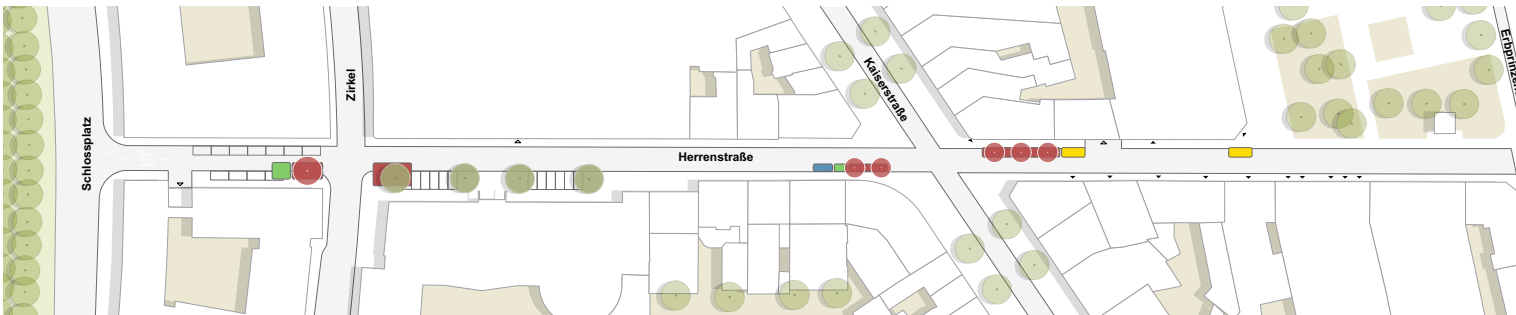
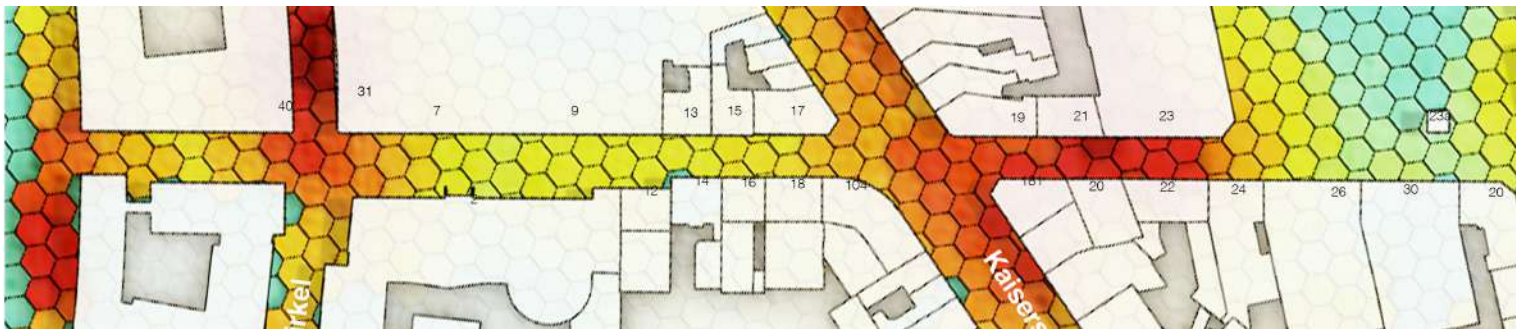
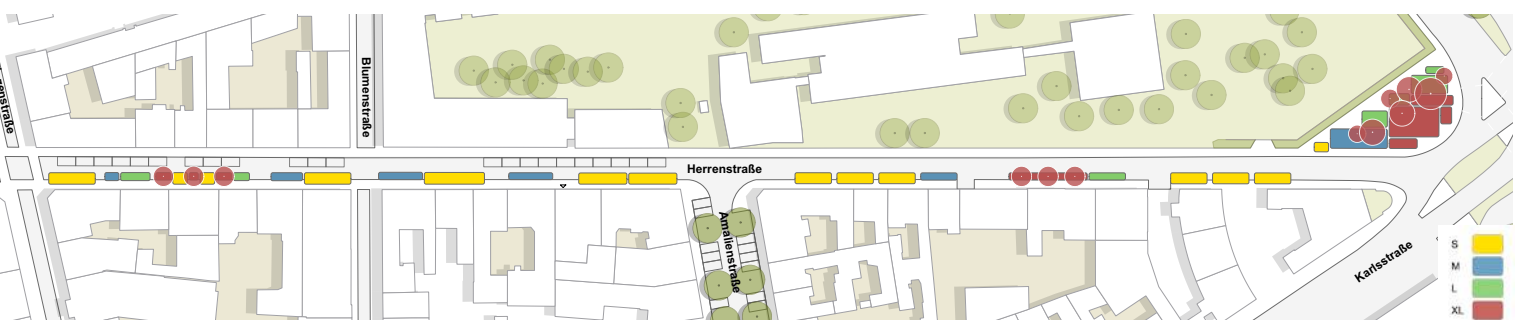


Abb. 108: Pilotmodule Herrenstraße.

Auf dieser Basis erfolgt der Abgleich mit der Leitungslage (soweit verfügbar), und Vorgaben zu Denkmalschutz, (Sonder)Nutzungen, Verkehrsführung und Sicherheit sowie gegebenenfalls unterbauten Flächen.

Ziel ist es, die Herrenstraße in bis zu drei Projektphasen schrittweise atmosphärisch wie funktional in eine blau-grüne Fächerstraße zu transformieren. Hierzu erfolgt eine katalogähnliche Detaillierung der größengestaffelten Module. Eine mögliche Priorisierung ergibt sich aus den Gegebenheiten des Baukalenders.



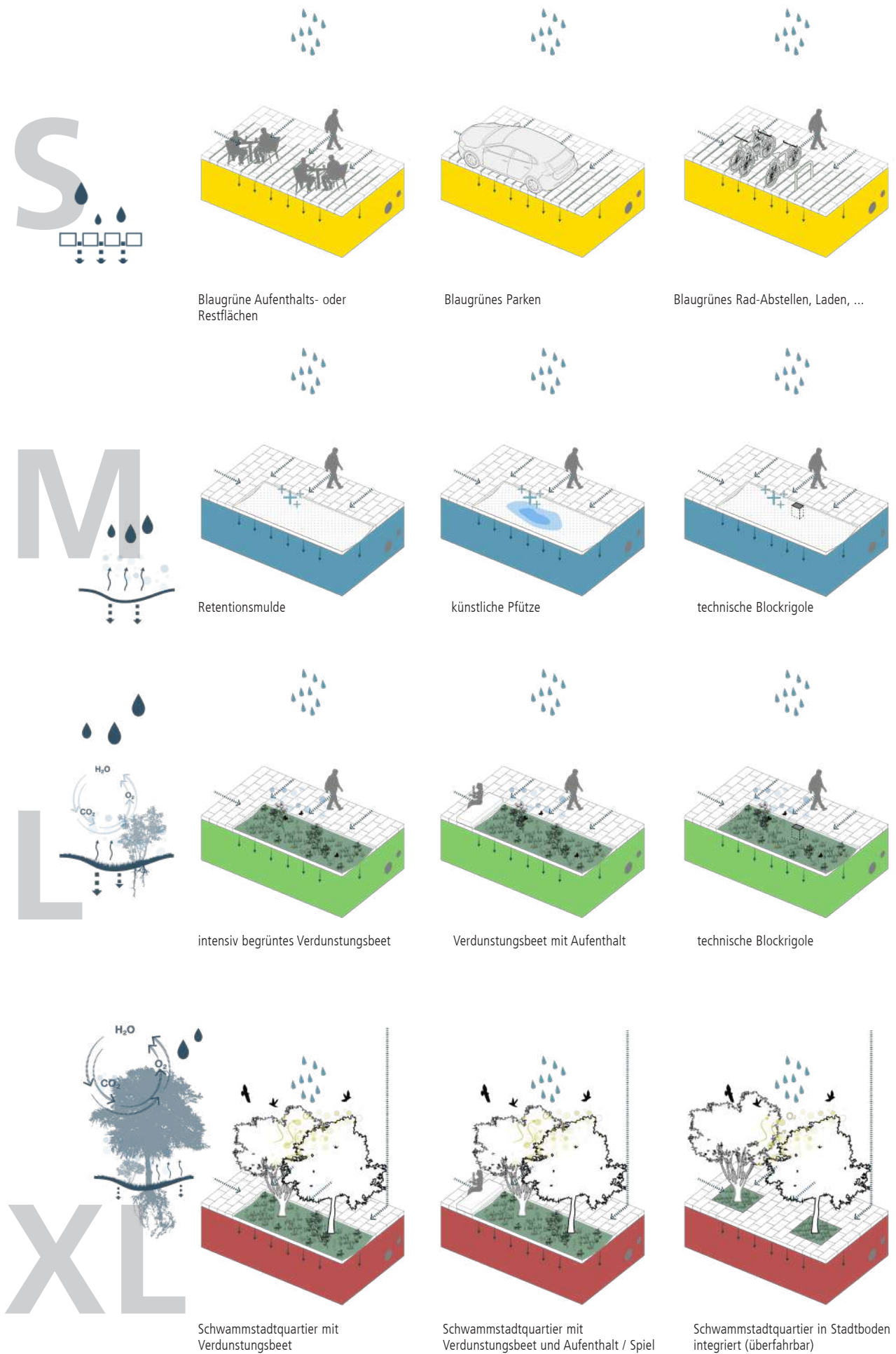


Abb. 109: Detaillierung der Entsiegelungsmodulare.

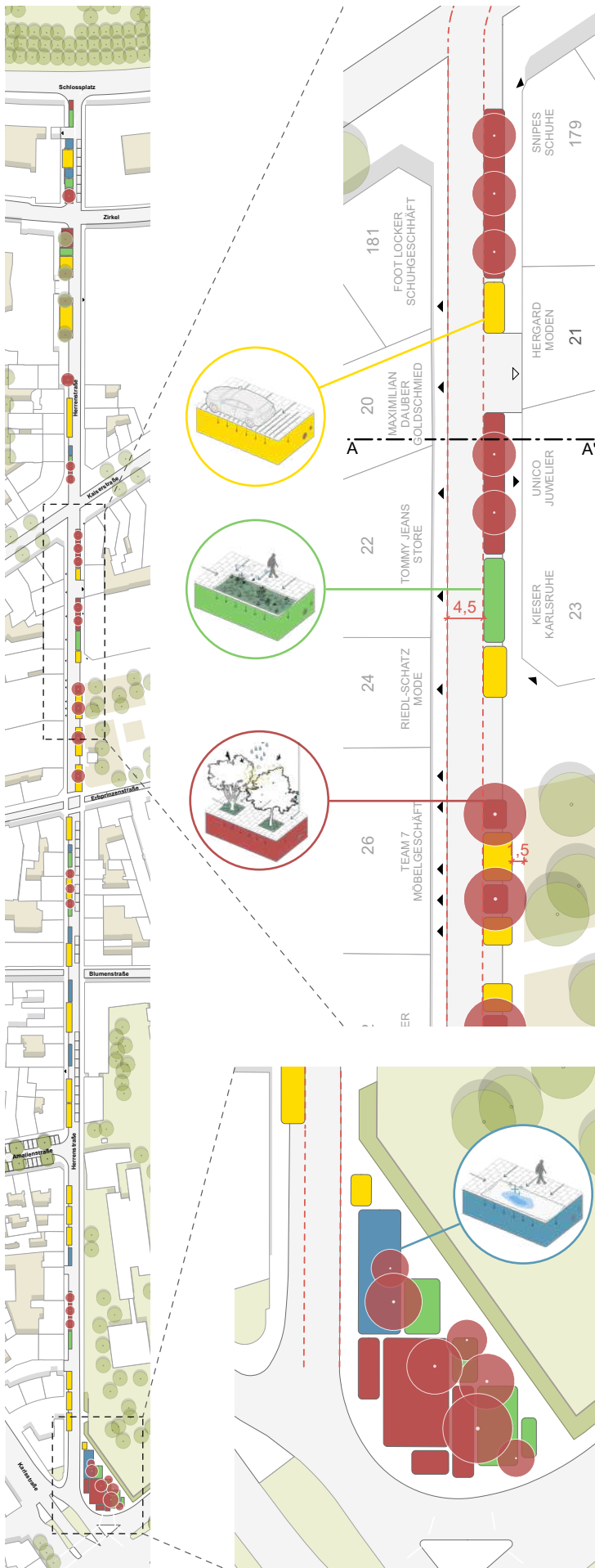


Abb. 110: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.

Fokusbereiche und systematische Anwendung der Entsiegelungsmodule

Der ausgewählte Fokusbereich umfasst die Herrenstraße zwischen der Erbprinzengasse und der Kaiserstraße sowie die stark versiegelte Fläche am Karlstor.

Zur Schaffung einer attraktiven Fahrradverbindung wurde auf Fahrbahnverswenkungen verzichtet, stattdessen reihen sich die Module entlang der östlichen Straßenseite an. Besonders im Bereich der Kaiserstraße besteht ein hoher Bedarf an Entsiegelung und Beschattung. Daher wurde dort mit dem Modul XL in Form einer baumbestandenen Grünfläche reagiert. Weitere Module berücksichtigen Nutzungen wie Aufenthalt, Anlieferung, Parken sowie zusätzliche Retentionsflächen – jeweils angepasst an die Gebäudenutzungen.

Am Karlstor steht die Entsiegelung der Flächen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Vordergrund. Diese Maßnahmen können auch als temporäre Eingriffe verstanden werden.

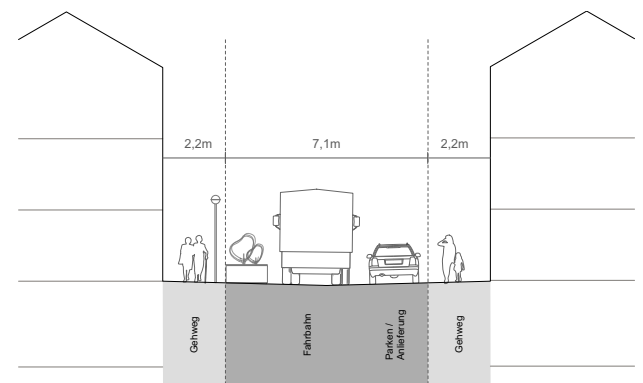


Abb. 111: Querschnitt Straßenfreiraum Ist-Zustand.

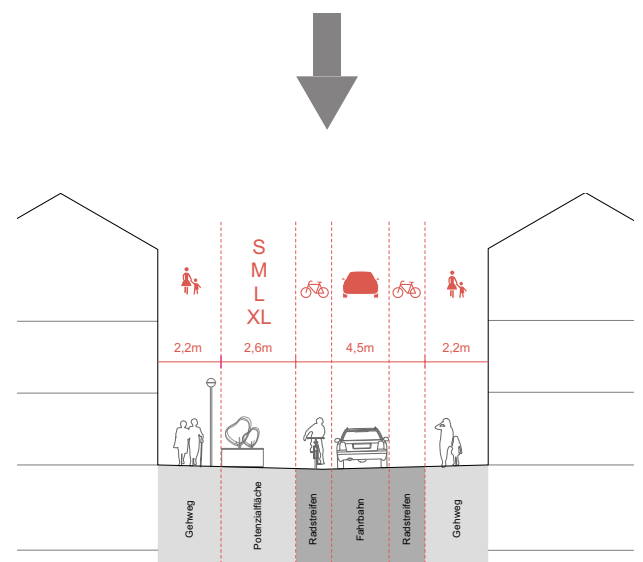


Abb. 112: Querschnitt Straßenfreiraum Klimastraße.

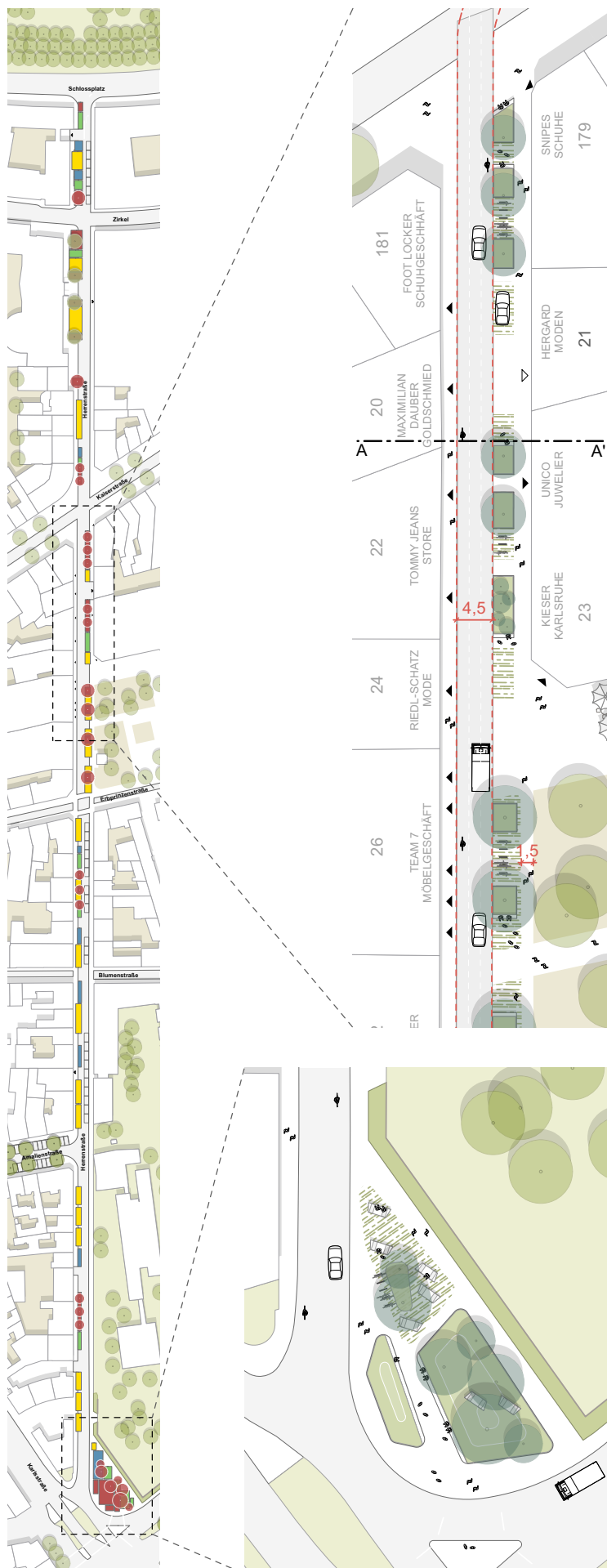


Abb. 114: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.

Fokusbereiche und Planungskonzept

Die konkrete Anwendung der Entsiegelungsmodule wurde in Form eines Planungskonzepts umgesetzt. In der Herrenstraße entsteht eine begrünte Fahrradverbindung, die ökologische und funktionale Qualitäten miteinander vereint. Östlich der Fahrbahn bildet sich ein Multifunktionales Band: entsiegelte Flächen werden zu attraktiven Aufenthaltsbereichen mit integrierten Sitzmodulen und vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten umgestaltet. Barrierefreie Gehwege und begrünte Flächen stärken die Aufenthaltsqualität und fördern das städtische Mikroklima.

Am Karlstor entstehen begrünte, teils begehbbare Retentionsflächen, die nicht nur dem Wasserrückhalt dienen, sondern auch multiple Nutzungen und eine hohe Aufenthaltsqualität ermöglichen. Das geplante Generationenwäldchen bietet Raum für Begegnung und Erholung. Alle Maßnahmen sind so konzipiert, dass sie – je nach Bedarf – auch als temporäre Interventionen umgesetzt werden können.



Abb. 115: Skizze - Transformation der Herrenstraße zur blau-grünen Fächerstraße.

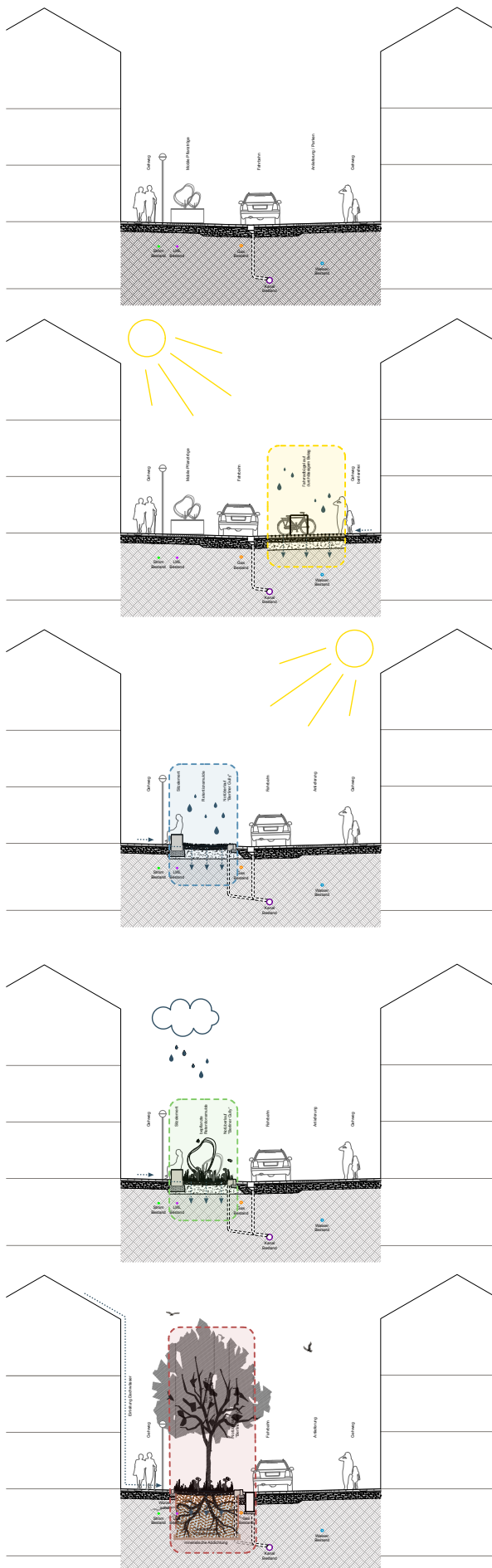


Abb. 116: Anwendung Module im Querschnitt Herrenstraße.

Regelquerschnitt Bestand

Im aktuellen Bestand erfolgt die Ableitung der Niederschlagswässer über die geneigten Pflasterflächen zu mittig angeordneten Einlaufpunkten, von wo aus sie nahezu vollständig in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet werden.

Regelquerschnitt mit Modul S

Durch den Einsatz eines S - Moduls (z. B. Pflasterbelag mit Rasenfugen) wird der Abflussbeiwert gegenüber dem Bestand reduziert. Dadurch kann ein Teil des Niederschlagswassers dezentral vor Ort versickern, ohne dass Anpassungen am bestehenden Leitungsnetz erforderlich sind.

Zudem eröffnet das Modul S zusätzliche Nutzungsmöglichkeiten, etwa als Abstellfläche für Fahrräder oder Fahrzeuge sowie als Aufenthaltsbereich.

Regelquerschnitt mit Modul M

Durch die Integration eines M-Moduls in Form einer Rasenmulde wird die temporäre Speicherung (Retention) von Niederschlagswasser ermöglicht. Über ein Überlaufsystem, etwa einen „Berliner Gully“, kann überschüssiges Wasser gedrosselt in das Kanalnetz abgeführt oder teilweise vor Ort versickert werden.

Das Modul M kann zusätzlich gestalterisch aufgewertet und mit Sitzgelegenheiten oder Spielangeboten kombiniert werden.

Regelquerschnitt mit Modul L

Im Straßenquerschnitt wird das L-Modul als bepflanzte Retentionsmulde integriert. Diese ermöglicht sowohl den temporären Rückhalt als auch die Versickerung von Niederschlagswasser und leistet damit einen Beitrag zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Gleichzeitig werden der natürliche Wasserkreislauf erlebbar gemacht, Aufenthaltsqualitäten verbessert und der ökologische Wert des Straßenraums gesteigert. Ein Notüberlauf gewährleistet den geregelten Abfluss überschüssiger Wassermengen in das Kanalnetz.

Regelquerschnitt mit Modul XL

Das XL-Modul besteht aus einer baumbestandenen Retentionsmulde. Die Retentionsmulde bewirkt eine deutliche ökologische und klimatische Aufwertung des Standorts. Gespeicherte Wassermengen können durch gezielte Versickerung und Verdunstung in den lokalen Wasserhaushalt zurückgeführt und, insbesondere in Schwammstadtquartieren, zur längerfristigen Versorgung des Vegetationsbestands genutzt werden. Für das Modul wird die dezentrale Einleitung von Dachwässern empfohlen, um den Rückhalt und die Nutzung von Niederschlagswasser vor Ort zu optimieren. Als Notüberlauf können Überlaufsysteme zur gedrosselten Ableitung bei Starkregenereignissen eingesetzt werden.

Fokusbereiche und systematische Anwendung der Entsiegelungsmodule

Abhängig von der konkreten Modulplanung ist der Umgang mit bestehenden Leitungen im Detail zu prüfen und gegebenenfalls durch Verlegung oder Schutzmaßnahmen sicherzustellen.

Die vorgeschlagenen Baumstandorte (BSO) sind im weiteren Planungsprozess im Detail zu prüfen und mit den zuständigen Fachstellen abzustimmen. Aufgrund der derzeit ungenauen Datenlage können momentan keine abschließenden Aussagen getroffen werden.

Entlang der Herrenstraße ist von einem hohen Leitungsaufkommen auszugehen. Baumpflanzungen sind hier nur eingeschränkt möglich und erfordern individuelle Lösungen. In Abstimmung mit den Leitungsträgern können komplexe Schwammstadtquartiere als Sonderlösungen entwickelt werden, um trotz der beengten Verhältnisse eine nachhaltige Entwässerung und Begrünung zu ermöglichen.

Im Bereich des Karlstors hingegen kann ein Regel-Schwammstadtquartier realisiert werden. Durch eine unversiegelte Oberfläche mit gemeinsamem Baumquartier und ausreichendem Abstand zu bestehenden Leitungen lassen sich hier optimale Voraussetzungen für gesunde Baumstandorte und eine funktionale Regenwasserrückhaltung schaffen.

Beläge des Denkmalschutzes sind ebenfalls zu berücksichtigen.

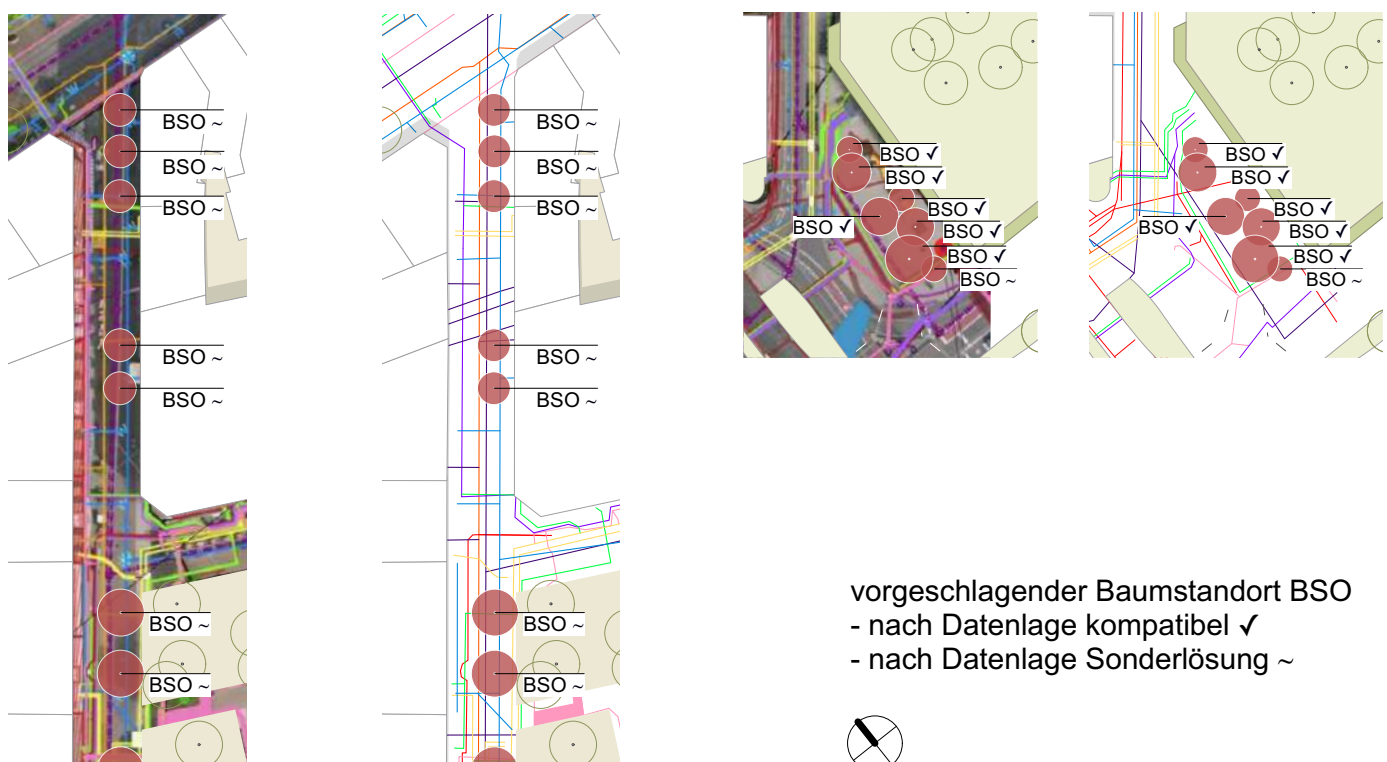


Abb. 117: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.

Baum und Leitungen - Schwerpunkte im Wandel

In Bezug auf die Leitungslage werden bewusst drei Baumstellungen unterschiedlicher Herausforderungsgrade getestet:

- I. die unproblematische Baumstellung in leitungsfreien Wurzelräumen
- II. die herausfordernde Baumstellung in Nachbarschaft zu Leitungen (mit der Abstimmung zu Wurzelschutz- und Verlegungsmaßnahmen), sowie
- III. die hochkomplexe Leitungslage, die absolute Sonderlösungen für ein notwendiges Baumquartier erfordert, um auch hier im Rahmen dieses Entsiegelungskonzeptes Lösungen anzudenken.

Bei der klimatischen Entwicklung unserer Innenstädte steht außer Diskussion, dass sich die Schwerpunkte und damit die Grundeinstellungen zur Beziehung zwischen Baum und Leitungen grundlegend ändern werden. Derzeit sind bereits einige Lösungen in Versuchsreihen mehrerer Städte in Erstanwendung, die das bislang gültige Prinzip der Abstände konterkarieren: beispielhaft seien hier moderne Boden-Rohr-Systeme als Schwammkörper im Straßenfreiraum angeführt.

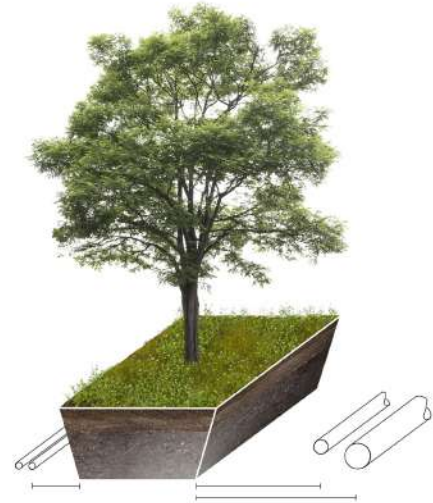


Abb. 118: Regel-Schwammstadtquartier mit ausreichend unversiegelter Oberfläche, ausreichendem Wurzelraum und Leitungslage außerhalb normierter Abstände.

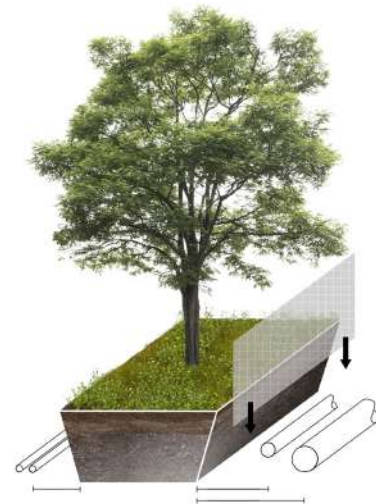


Abb. 119: Herausforderndes Schwammstadtquartier mit unzureichend unversiegelter Oberfläche, beschränktem Wurzelraum und/oder Leitungslage innerhalb normierter Abstände: Lösungsfindung über Leitungsverlegung oder geeignete Wurzelschutz-Maßnahmen.



Abb. 120: Hochkomplexes Schwammstadtquartier mit versiegelter Oberfläche, beschränktem Wurzelraum und/oder Leitungslage im direkten Kronenbereich: Lösungsfindung über beidseitiges Unterschreiten der Normen (Tiefbau und Grundplanung), Neudefinition Beziehung Baum-Leitung (z.B. Boden-Rohr-Systeme, etc.).

7. Errichtung und Unterhalt

7.1 Kosten in der Umsetzung

Neue Lösungswege für neue Herausforderungen

In keinem der Projekträume wird von einer kompletten Neugestaltung ausgegangen. Vielmehr steht gemäß den Absichten des Entsiegelungskonzeptes das „Aufbrechen“ im Sinne einer Transformation in Richtung Innenstadt-Resilienz im Vordergrund. Spezifische Gestaltungselemente werden im Zuge der Entsiegelungsmaßnahmen nur hinsichtlich der sozialen Aneignbarkeit ergänzt.

Die Kosten für die Umsetzung der Pilotmodule sind entsprechend ihrer Eingriffsgröße gestaffelt. Für die Pilotmodule, die vor allem als Mittel der sukzessiven Flächenwiederherstellung oder Oberflächensanierung gedacht sind, ist hier der Mehraufwand gegenüber einer konventionellen Flächenwiederherstellung in Asphalt aufgeführt. Zu Orientierung wird auch eine Pauschale für den vollständigen Rückbau bestehender Oberbauten angesetzt.

Als Bezugsgröße wird eine Minimal-Entsiegelungsfläche von mindestens 10 m² (referenzierend auf einen KFZ-Stellplatz) angesetzt. Generell können bei der Umsetzung kleinerer Entsiegelungsflächen die Preise stark abweichen, da innerstädtische Baustelleneinrichtungsflächen und Baustellenorganisation erheblich werden. Im Gegenzug lassen sich die Kosten bei serieller bzw. großflächiger Entsiegelung deutlich reduzieren, so dass hier finanzieller Spielraum für Ausstattungselemente oder auch die Kopplung einzelner Entsiegelungsflächen im Rahmen eines Wassermanagements zu ähnlichen Quadratmeterpreisen umsetzbar werden.

Diese Richtwerte schwanken jedoch je nach Fläche der Entsiegelungsmaßnahme, wobei kleinteilige Entsiegelung von Restflächen in der Umsetzung preislich dank händischem Einbau konkurrenzfähiger ist als der Vergleich mit großflächigen, durchgängigen Straßenfreiraumprofilen.

	O Wiederherstellung Bestand	S Sickerfähiger Belag	M Sickermulde	L begrünte Retentionsmulde	XL Baumbestandener Retentionsraum
					
ERRICHTUNG	Abriss und Entsorgung bestehender Stadtboden ca. 75 Euro	Abriss und Entsorgung bestehender Stadtboden ca. 75 Euro	sickerfähig optimierter Oberboden ca. 70 Euro	sickerfähig optimierter Oberboden ca. 70 Euro	sickerfähig optimierter Oberboden ca. 70 Euro
	Wiederherstellung Asphalt konventionell ca. 100 Euro	drainfähiger Stadtboden inkl. Oberbau ca. 165 Euro	Begrünung Wiese wechselfeucht ca. 5 Euro	Begrünung Strauch-/Gräserpflanzungen ca. 40 Euro	Begrünung Strauch-/Gräserpflanzungen ca. 40 Euro
	Einfassungen etc. ca. 40 Euro	Einfassungen etc. ca. 40 Euro	Einfassungen etc. ca. 40 Euro	Einfassungen etc. ca. 40 Euro	Einfassungen etc. ca. 40 Euro
					Baumpflanzung inkl. Quartier ca. 85 Euro optional Zuschlag überfahrbares Quartier mit Stadtboden ca. 410 Euro
Summe Errichtung	gesamt bis zu 215 Euro	ca. 270 Euro	ca. 115 Euro	ca. 150 Euro	ca. 235 Euro
UNTERHALT	Pflege und Ausbesserungsarbeiten ca. 1,50 bis 2,90 Euro für Straßen bzw. Plätze (Ansatz LHM München)	Pflege und 1-2 Mahddurchgänge ca. 3,50 Euro	Pflege und 1-2 Mahddurchgänge ca. 1,50 Euro	Pflege, Schnitt und 1 Mahddurchgang ca. 4,50 Euro	Pflege, Schnitt und 1 Mahddurchgang ca. 5,00 bis 6,00 Euro

* Errichtungs- und Unterhaltskosten je m² bezogen auf min. 10 m² große, zusammenhängende Entsiegelungsmodule. Für die zu entsiegelten Flächen wird von einem neuen Bodenaufbau von 0,60 bis 1,00 Metern, je nach Sickerfähigkeit des bestehenden Bodens ausgegangen.

Die angegebenen Preise verstehen sich als grobe Richtkosten, die beispielsweise zur Budgetfestsetzungen oder Einreichung entsprechender Förderanträge dienen können. Sie sind jedoch ohne die Kenntnis der jeweils spezifischen Ausgangslage fixiert worden, so können notwendige Leitungsverlegungen, Bodenverunreinigungen, beengte Baustelleneinrichtungsflächen oder Zeitdruck etc. die Baukosten erheblich erhöhen oder eine wirtschaftliche Sanierung verunmöglichen.

Entsiegelung ökonomisch konkurrenzfähig, jedoch mit Mehrwert

Wie der tabellarischen Kostenübersicht zu entnehmen ist, verhalten sich die Entsiegelungskosten im Vergleich zu den sowieso anfallenden Wiederherstellungskosten äußerst moderat. Die Pilotmodule M (Sickermulde) und L (begrünter Retentionsbereich) können durch eine vornehmlich vegetativ ausgeprägte Oberfläche (Wieder-) Herstellungskosten gegenüber konventionellen urbanen Oberflächen sogar senken. Prinzipiell verteuert sich die Herstellung und auch der Raumbedarf ober- wie unterirdisch mit der Modulgröße, wenn vergleichbare Oberflächenausprägungen betrachtet werden. Aber selbst inkl. Baumpflanzung in einem Retentionsbereich sind Entsiegelungsmaßnahmen in der Herstellung nicht oder nur unwesentlich kostenintensiver als die Errichtung konventioneller Stadtböden.

Preisintensiv wird es in der Errichtung immer, wenn beispielsweise Überfahrbarkeiten in Wurzelbereichen aufrecht erhalten werden müssen, oder aufwendige Leitungsschutz- bzw. Verlegemaßnahmen erforderlich werden. Deshalb sind hier neue, ämterübergreifende Festsetzungen zu treffen, wie Vegetation und Leitungen hinsichtlich neuer Bau- und Schutzstandards künftig nebeneinander existieren, oder sich im idealen Fall sogar in einer Art Symbiose begünstigen können (Schlagwort „Boden-Rohr-Systeme“ als Schwammkörper).

Lowtech-Transformation der Piloträume

Für die Piloträume Passagehof und Kronenplatz-/Straße ergeben sich inkl. Ausstattungselementen Quadratmeterpreise von 280 bzw. 380 Euro. Diese relativ hohen Kosten resultieren aus den funktionalen Anforderungen (Außengastronomie-Flächen, universitärer Versammlungsort, lokale Gegebenheiten wie der weitgehenden Unterbauung des Kronenplatzes sowie einer öffentlichkeitswirksamen Ausstattung, einzubeziehender Wasserspiele aus dem Bestand oder ein Wassermanagement der Modellprojekte, das Kreisläufe für die Bevölkerung (interaktiv) erfahrbar macht. Im Vergleich zu steinernen Platzgestaltungen sind Entsiegelungsprojekte jedoch mindestens als gleichwertig meistens günstiger einzustufen. Hohe Herstellungskosten resultieren fallweise aus extremen technischen Anforderungen etwa wegen vollflächiger Unterbauungen oder notwendiger Wasseraufbereitung. Durch die Integration von Re-Use-Materialien können Herstellungskosten weiter gesenkt, Transportwege und Bauzeiten verkürzt sowie spezifische Identitäten im Rahmen eines baulichen Klimaschutzes gefördert werden.



Abb. 122: Bahnhofplatz Karlsruhe Süd: kostenintensive Wasserneutralität aufgrund fast vollständiger Unterbauung.



Abb. 123: Kostenextensive Entsiegelung mit Wiederherstellung naturnaher Wasserkreisläufe, Place Eugène Flagey in Brüssel.

7.2 Kosten im Unterhalt

Zukunftsinvestition jetzt!

Die Dringlichkeit für Klimaanpassungsmaßnahmen wie die Entsiegelung unserer Innenstädte ist nicht mehr strittig. Eine wichtige Fragestellung ist deshalb: Was kostet es uns als Gesellschaft in den kommenden Generationen, wenn wir jetzt nicht ins Handeln kommen?

Die unterschiedlichen fachlichen Fazite sind sich auch hier einig: zeitliche Verzögerungen werden die benötigten Mittel exponentiell erhöhen, wenn auch zunächst versteckt in der Katastrophenvor- und -nachsorge, im hitzeangepassten Unterhalt bestehender Grünstrukturen bis in unser Gesundheitssystem für die Sicherstellung und Versorgung vulnerabler Gruppen. Deshalb ist nur vernünftig und notwendig, die gesellschaftliche Aufgabe der Klimawandelanpassung als Zukunftsinvestition jetzt voranzutreiben.

Allerdings tun sich Entsiegelungsmaßnahmen im Gegensatz zu den zuvor betrachteten Errichtungskosten im Unterhalt im Vergleich mit konventionellen Stadtböden schwer. Das mag daran liegen, dass alle Pilotmodule in skalierten Maße von S-XL in irgendeiner Art und Weise mit dem Medium Pflanze und offenem Boden agieren. Hier handelt es sich letztlich um Lebewesen, die gegenüber „toten“ Stein- oder Asphaltflächen einen erhöhten Pflegeaufwand mit sich bringen.

Für Pflege- wie Ausbesserungsarbeiten setzt die Landeshauptstadt München derzeit je nach Intensitätsstufe 1,50 bis 2,90 Euro/m² für Straßen und Plätze an. Bereits das kleinste Pilotmodul „S“ erhöht

einen solchen Basiswert um 1-2 Mahddurchgänge je Saison. Topografie zum Wasserrückhalt und zunehmend intensivere Bepflanzung (mit erhöhter Evaporations- und Verschattungsleistung bis hin zur aktiven CO₂-Bindung) erhöhen den Pflegebedarf schrittweise. Sinnvoll erscheint es, hier zum einen an neuen Ästhetiken zu arbeiten und Bevölkerung wie Politik die vielleicht „wildere“ und dafür belebtere Erscheinungsform von Retentionsflächen als Wert zu erklären. Dann kann eine Extensivierung der Pflege in Kombination mit entsprechend sorgfältiger Pflanzenauswahl zu einer wesentlichen Reduktion der gewöhnlichen Unterhaltskosten führen. Zum Anderen ist es besonders zu Zeiten enger Haushalte und hoher Pflegeaufwendungen sicher sinnvoll über alternative Unterhaltsmodelle nachzudenken anstatt Entsiegelungsmaßnahmen mit dem Verweis auf fehlende Mittel im Unterhalt nicht umzusetzen oder zurück zu stufen (siehe Kapitel 7.3).

Transformation statt Neubau im Sinne der Bauwende!

Auch im Sinne der Bauwende und des Klimaschutzes ist es sinnvoll, Prioritäten der Stadtentwicklung neu zu denken: Von der turnusmäßigen Neugestaltung unserer öffentlichen Freiräume sollten wir zu einer Art Weiterqualifizierung übergehen, dabei Re:Use-Materialien weitestgehend integrieren und eingesparte Gelder von der Erstellung in den Unterhalt unserer Stadtfreiräume transferieren.



Abb. 124: Die Berliner Regenwasseragentur zapft private Dachwässer mittels Regentonnen an, die es Privatpersonen ermöglichen, Entsiegelungsmaßnahmen im öffentlichen Freiraum zu gießen und zu pflegen.

7.3 Alternative Unterhaltsmodelle

Doch mit steigenden Unterhaltskosten gerade in den Grünämtern können viele Kommunen schon die Pflegemaßnahmen im Bestand kaum noch bewältigen. Hier macht auch Karlsruhe keine Ausnahme. Gleichzeitig dürfen fehlende Mittel im Unterhalt (Planung und bauliche Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung sind bzw. waren bislang vielfach gefördert) nicht die Begründung für das Unterlassen notwendiger Umsetzungsschritte sein. Besondere Zeiten erfordern deshalb neu gedachte Unterhaltskonzepte.

Positive Nebeneffekte neben der Kostenreduktion im Unterhalt sind beispielsweise ein vielfältig buntes Straßenbild und eine erhöhte Wertschätzung (reduzierter Vandalismus) von durch eine aktive Bewohner*innenschaft teils liebevoll gestalteter Grünflächen.

Besondere Zeiten - neue Unterhaltsmodelle

Auch hier gibt es erste Erfahrungswerte und (inter-) nationale Beispiele für kreative Ansätze: Die Berliner Regenwasseragentur etabliert gerade eine Art von Baumpatenschaften „Gies den Kiez“, wobei private Haushalte die Fürsorge für öffentliches Grün übernehmen können. Öffentliche Regenwassertonnen an privaten Regenfallrohren bieten hierfür die Basis. Eine Datenbank ermöglicht die Administration und macht den (Gies-)Erfolg dieses Aufrufs sichtbar. Koordiniert wird der Prozess über eine interaktive App, die zum Mitmachen anregt und verbindliche Pflege sichert. Auch in Wien sind derartige Bottom-Up-Unterhaltssysteme längst etabliert. Über die „Grätzeloasen“ können hier schon seit über zehn Jahren mit großem Erfolg Patenschaften für innerstädtische Baumscheiben übernommen werden, die dann jeweils für eine Vegetationsperiode aus der Zuständigkeit der öffentlichen Hand entfallen.

Partizipative Oasen und PPP-Modelle

Neben solchen Bottom-Up-Unterhaltsmaßnahmen sind Public-Private-Partnership-Modelle eine gerade in Bezug auf die Pilotprojekte zu prüfende Unterhaltsmethode: Raum der öffentlichen Hand, der aber maßgeblich Prägung findet über private Gastronomie- und Geschäftsflächen wie beispielsweise im Passagehof ließe sich, wie in anderen Ländern weit verbreitet, mit diesem konträren Ansatz im Unterhalt erproben: Die Händler*innenschaft betreibt die Pflege der öffentlichen Räume eigenständig und erhält dafür, stets zeitlich befristete Nutzungsrechte unter Beibehaltung des öffentlichen Charakters. Das Beispiel des Passagehofs könnte so zur gepflegten Innenstadt-Oase weiterentwickelt werden. Selbstverständlich sind auch Stiftungsmodelle in die Errichtung übertragbar, sofern sich hierfür keine neuen Förderungen finden lassen.



Abb. 125: Private Pflege öffentlicher Grünräume - in Wien ein seit vielen Jahren etabliertes Modell der Grätzeloasen.

Übertragbarkeit auf die Karlsruhe Innenstadt

Die beiden geschilderten Ansätze spannen ein mögliches Spektrum auf, das - eine passgenaue Verortung und sorgfältige Detaillierung vorausgesetzt - in der Karlsruher Innenstadt für viele Seiten potenziellen Mehrwert generierend erprobt werden könnte:

In einem klassischen Private-Public-Partnership-Modell kann eine aktivierte Händler*innenschaft für den Unterhalt ihrer grünen Shopping-Freiräume aufkommen. Als prominente Beispiele könnten hier die Hudson-Yards in Manhattan als größte private Baumaßnahme mit öffentlich zugänglichem und privat unterhaltenem Grün- und Freiraum oder auch die viel zitierte New Yorker Highline dienen.

In charakteristischen Wohnstraßen können Patenschaften nach dem Bottom-up-Kümmerer-Prinzip neben der Unterhaltsgewährleistung auch als atmosphärisches Resultat für ein zukunftsfähiges Stadtbild sorgen.



Abb. 126: Der Hudson-Yard Park gilt als der teuerste öffentliche Raum New Yorks. Er ist Teil der baulichen Überdeckung einer aktiven Gleisharfe und als Public-Private-Partnership in Erreichung und Unterhalt finanziert.

8. Abbildungsverzeichnis

Sofern im Folgenden nicht anders vermerkt, liegen die Urheberrechte aller Abbildungen bei bauchplan).(und berchtoldkrass, space&options.

Seite 04, Abb. 01:	Foto der Ortsbegehung: Entsiegelungspotenziale ausfindig machen und im Zuge von Stadtumbau- oder Sanierungsmaßnahmen aktivieren.
Seite 05, Abb. 02:	Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Stadtlandschaften.
Seite 05, Abb. 03:	Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Biodiversität.
Seite 05, Abb. 04:	Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Hochwasserschutz.
Seite 05, Abb. 05:	Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Mikroklima.
Seite 05, Abb. 06:	Entsiegelungspotenziale Maßstabsebene Mensch.
Seite 06, Abb. 07:	Foto der Ortsbegehung: Entsiegelung der Karlsruher Innenstadt als schrittweise umzusetzende Zukunftsinvestition.
Seite 08, Abb. 08:	Prognosen zur bioklimatischen Belastung für die mittelfristige Zukunft 2046-55 (links) und die langfristige Zukunft 2090-99 (rechts), GEO-NET Umweltconsulting GmbH, 2013.
Seite 08, Abb. 09:	Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung, berchtoldkrass space&options, GEO-NET Umweltconsulting. GmbH, 2015.
Seite 09, Abb. 10:	Starkregengefahrenkarte ohne Maßstab, Stadt Karlsruhe, Fachpläne, 2025.
Seite 09, Abb. 11:	Vision für die Grünvernetzung aus dem Leitprojekt ÖRMI), Gehl, ARGUS, Weeber+Partner, 2022.
Seite 10, Abb. 12:	Menschliches Wohlbefinden, naturnaher Wasserkreislauf und urbane Biodiversität als Zielsetzungen einer Resilienz-Vorsorge.
Seite 11, Abb. 13:	Abflussverhalten bei veränderten Versiegelungsanteilen im jeweiligen Einzugsgebiet (nach DYCK & PESCHKE, 1995). Deutlich wird, dass Entsiegelung die Spitzenabflüsse reduziert und die maximalen Abflussmengen zeitlich verzögert eintreten.
Seite 11, Abb. 14:	Bespielfhafte Darstellungen einer Teil- und Vollentsiegelung.
Seite 13, Abb. 15:	Entsiegelung Vorplatz Universität Delft.
Seite 14, Abb. 16:	Blaugrünes Parken Zürich (CH).
Seite 14, Abb. 17:	Sickermulden in St. Pölten (A).
Seite 15, Abb. 18:	Grüner Gully Berlin.
Seite 15, Abb. 19:	Bahnhofplatz Karlsruhe Süd.
Seite 16, Abb. 20:	Entsiegelung und Aufenthalt Place Eugène Flagey.
Seite 16, Abb. 21:	Grüner Boulevard Barcelona.
Seite 17, Abb. 22:	Entsiegelung als künstlerische Intervention in Lausanne.
Seite 17, Abb. 23:	Querschnitt B-B durch das Boden-Rohr-System mit angeschlossenem Baumstandort. BMBF, 2024.
Seite 17, Abb. 24:	Neue Verbündete: Leitungstrassen und Baumstandorte in Symbiose.
Seite 17, Abb. 25:	Boden-Rohr-System BoRSiS.
Seite 18, Abb. 26:	Methode und Vorgehen.
Seite 20, Abb. 27:	Orthophoto des Untersuchungsgebiets, eigene Darstellung nach WMS LGL-BW HIST Digitale Orthophotos in Farbe 2010-2019, Geoportal Baden-Württemberg.
Seite 21, Abb. 28:	Fotodokumentation der Ortsbegehung im November 2024.
Seite 22, Abb. 29:	Fotodokumentation der Ortsbegehung im Februar 2025.
Seite 23, Abb. 30:	Flächenbilanz Versiegelungsgrad Innenstadt Karlsruhe (öffentlicher Freiraum).
Seite 23, Abb. 31:	Versiegelung der öffentlich zugänglichen Flächen im Untersuchungsgebiet auf Grundlage der Liegenschaftskarte der Stadt Karlsruhe, Stand 03.2025 ergänzt im Bereich des KIT Campus, detailliert im Bereich des Stephanplatzes, aktualisiert um aktuelle Planungen im Bereich des Staatstheaters und des Festplatzes.

- Seite 24, Abb. 32: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI, Mittelwert heißer Sommertag, Bestand.
- Seite 24, Abb. 33: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI, Mittelwert heißer Sommertag, Utopie mit gesamten Freiraum grob baumbestanden.
- Seite 24, Abb. 34: Bildschirmaufnahme aus digitalem Modell (links) und Simulationsergebnis (rechts) des Außenraumkomforts UTCI mit Darstellung der Temperaturunterschieden an vier ausgewählten Punkten, Mittelwert heißer Sommertag, Plausibilisierung durch Entfernung offensichtlich nicht möglicher Baumstellungen.
- Seite 25, Abb. 35: Beispielhafter Ist-Zustand der öffentlichen Straßenfreiräume, Luftbild 2024, ESRI, Stadt Karlsruhe.
- Seite 25, Abb. 36: Luftbild mit Darstellung potenzieller Flächen für Aktionspool, Luftbild 2024, ESRI, Stadt Karlsruhe.
- Seite 25, Abb. 37: Exemplarische Datendarstellung als parametrisches Gebirge.
- Seite 25, Abb. 38: Darstellung der Software-Oberfläche mit parametrischem Modell.
- Seite 25, Abb. 39: Erstellung des parametrischen Modells.
- Seite 28, Abb. 40: Aufbau, Einspeisung und Nutzung des Skripts.
- Seite 30, Abb. 41: Benutzeranleitung zu Aufbau und Bedienung des Skripts.
- Seite 30, Abb. 42: Gebäudemodell der Innenstadt Karlsruhe.
- Seite 30, Abb. 43: Einbindung der grundlegenden Daten.
-
- Seite 31, Abb. 44: Flächen Denkmalschutz.
- Seite 31, Abb. 45: öffentliche Grünflächen.
- Seite 31, Abb. 46: Baumbestand.
- Seite 32, Abb. 47: Skripts der 7 Parameter des Entsiegelungskonzeptes in Gruppe 3.
- Seite 33, Abb. 48: In Echtzeit generierte Vorschau der Potenzialkarte in der 3D-Ansicht.
- Seite 34, Abb. 49: EPW-Karte mittels Ladybug-Plugin erstellt.
- Seite 34, Abb. 50: Vergleichende Klimasimulation - Der Universal Thermal Comfort Index (UTCI) - gibt Auskunft über das persönliche Komfortempfinden im Außenbereich.
- Seite 34, Abb. 51: Der Universal Thermal Comfort Index (UTCI) - Komfort-Empfinden im Außenbereich unterliegt einem komplexen Zusammenspiel einzelner Parameter.
- Seite 35, Abb. 52: Individuelles Temperaturempfinden am Beispiel eines Aufenthaltsbereichs in der Flaniermeile Böblingen.
- Seite 35, Abb. 53: Außenraumkomfort/mikroklimatische Bedeutung UTCI Index unter Berücksichtigung der Bebauung, der Oberflächenbeschaffenheit, der Schatten- sowie Evapotranspirationsleistung der Vegetation.
- Seite 36, Abb. 54: Beispiele für topografische Tiefpunkte an Staatstheater und Kronenplatz - potenzielle Orte für die Wassersammlung.
- Seite 36, Abb. 55: Starkregengefahrenkarte der Stadt Karlsruhe, 2024.
- Seite 37, Abb. 56: natürliche Fließrichtungen der öffentlichen Oberflächen.
- Seite 37, Abb. 57: Topografische Lage als Basis eines dezentralen Regenwassermanagements.
- Seite 38, Abb. 58: Nutzungsaufteilung des öffentlichen Freiraums.
- Seite 38, Abb. 59: Flächennutzung öffentlicher Freiräume mit Unterscheidung zwischen Fahrbahn, Fuß- und Radwegen, ÖPNV-Haltestellen und PKW-Stellplätzen.
- Seite 39, Abb. 60: Beispiele urbaner Flächenkonkurrenz durch überlagernde Nutzungen.
- Seite 40, Abb. 61: Parkplätze im öffentlichen Freiraum.
- Seite 40, Abb. 62: Straßenbahngleise im öffentlichen Freiraum.

Seite 40, Abb. 63:	Fahrbahn (inkl. Tunnel).
Seite 41, Abb. 64:	Kronenstraße - Beispiel Parkplätze im öffentlichen Freiraum als Flächenpotenzial.
Seite 41, Abb. 65:	Kaiserstraße - Beispiel Straßenbahngleise als Flächenpotenzial.
Seite 41, Abb. 66:	Amalienstraße/Karlstraße - Fahrbahnen mit innerstädtischem Optimierungspotenzial.
Seite 42, Abb. 67:	Einwohner*innendaten je Stadtblock , Stand 31.03.2025.
Seite 42, Abb. 68:	Freie Darstellung der Bevölkerungsdichte je Stadtblock angrenzend an die öffentlichen Freiräume als Karte und übersetzt als Bevölkerungsgebirge.
Seite 43, Abb. 69:	Übersicht Zählstellen, Wirtschaftsförderung Karlsruhe.
Seite 43, Abb. 70:	Frequenzzählungen von zu Fuß Gehenden (Frühjahr und Herbst 2024 an repräsentativen Wochentagen), verschnitten mit Daten von OSM (Open Street Maps).
Seite 44, Abb. 71:	Sammlung der subjektiven Raumwahrnehmungen durch Befragung und Verortung innerhalb eines Verwaltungsworkshops im Frühjahr 2025.
Seite 44, Abb. 72:	Workshop mit Vertreter*innen der Stadtverwaltung - Abgreifen der Assoziationen zu den öffentlichen Freiräumen der Innenstadt.
Seite 45, Abb. 73:	Einige Rückmeldungen zur subjektiven Raumwahrnehmungen aus Verwaltungsworkshop und ÖRMI-Beteiligungen.
Seite 45, Abb. 74:	Heatmap der subjektiven Raumwahrnehmungen - Karte aus Verwaltungsworkshop und ÖRMI.
Seite 46, Abb. 75:	geplante, öffentliche Tiefbauvorhaben (Neubauten, Ausbauten, Sanierungen), Auszug aus dem Datensatz und der GIS-Datei mit Umsetzungszeitraum.
Seite 47, Abb. 76:	Offensichtlich anstehende Sanierungsarbeiten beeinflussen als Parameter neben öffentlichen wie privaten Bauvorhaben die Priorisierung von möglichen Entsiegelungsmassnahmen.
Seite 47, Abb. 77:	Flickenteppich Stadtboden im Bereich der ehemaligen Elefantenhalle an der Kronenstraße.
Seite 47, Abb. 78:	Darstellung von Baumaßnahmen im öffentlichen Freiraum entsprechend ihrer geplanten Fertigstellung.
Seite 48, Abb. 79:	Sammlung und Zusammenspielen der Datenwolke.
Seite 49, Abb. 80:	Aus den 7 aufbereiteten Datensätzen wird eine Punktwolke generiert und über Schwellenwerte je Parameter in ihrer Lesbarkeit und Auswertbarkeit optimiert.
Seite 50, Abb. 81:	Verschneidung und Gewichtung.
Seite 52, Abb. 82:	Potenzialkarte der Innenstadtentsiegelung.
Seite 54, Abb. 83:	Karlsruher Stadtansicht, Kupferstich von Heinrich Schwarz 1721. Stadtarchiv Karlsruhe 8/ PBS XVI. 18
Seite 55, Abb. 84:	Leitbild blau-grüner Fächer.
Seite 56, Abb. 85:	Übertragung der Entsiegelungspotenziale in Schnitt Verschneidung mit Leitungen.
Seite 57, Abb. 86:	Übertragung der Entsiegelungspotenziale in den dreidimensionalen Stadtraum - Verschneidung mit Leitungen und unterirdischen Einbauten, funktionalen und denkmalpflegerischen Vorgaben zur Verortung von Pilotmodulen.
Seite 58, Abb. 87:	Ein Zoom-In am Beispiel der Herrenstraße soll zeigen, wie sich Einzelparameter zu einem Gesamtpotenzial ergänzen.
Seite 60, Abb. 88:	Vogelperspektive Karlsruhe Innenstadt, eigene Bearbeitung.
Seite 62, Abb. 89:	Potenzialstufen der Entsiegelung (in Anlehnung an Umweltbundesamt UBA, 2021): Die Entsiegelungspotenzialflächen nehmen vom theoretischen zum politisch umsetzbaren Potenzial stufenweise ab, wobei sich die Entsiegelungspotenzialflächen insbesondere beim Übergang vom technisch zum ökonomisch verhältnismäßigen Potenzial (Finanzierungsdefizit) und beim Übergang vom ökonomisch verhältnismäßigen zum politisch umsetzbaren Potenzial (gesetzgebendes Defizit) erheblich verringern.
Seite 62, Abb. 90:	Blau-grünes Parken: gekoppelte Entsiegelungsmodulare für eine neue Charakteristik der Karlsruher Fächerstraßen.

- Seite 63, Abb. 91: Herausforderungen im Rahmen der Entsiegelung.
- Seite 64, Abb. 92: Module des Karlsruher Entsiegelungskonzepts.
- Seite 65, Abb. 93: Beispiel Grüner Gully Berlin.
- Seite 65, Abb. 94: Beispiel Rasenfugen Karlsruhe.
- Seite 66, Abb. 95: Beispiel Sickermulde Kopenhagen.
- Seite 66, Abb. 96: Beispiel Neptunigatan, Malmö.
- Seite 67, Abb. 97: Beispiel Bahnhofplatz Karlsruhe mit Schwammstadt.
- Seite 67, Abb. 98: Beispiel Rathausplatz Paris.
- Seite 67, Abb. 99: Beispiel Place Eugène Flagey Brüssel.
- Seite 67, Abb. 100: Beispiel Promenadenring St. Pölten.
- Seite 68, Abb. 101: Beispiel Bahnhofplatz Karlsruhe Süd: Kopplung einzelner Baumquartiere zu einem riesigen Schwammkörper bietet sogar auf unterbauten Flächen ausreichenden Wurzelraum und liefert hervorragende Anwuchserfolge der Neupflanzungen.
- Seite 68, Abb. 102: Blau-grünes Innenstadt-Parken ergänzt als entsiegelte Fläche das urbane Funktionsgefüge zu einem nachhaltigen Wassermanagement aus Wasserrückhalt, Versickerung, Evapotranspiration und Verdunstung.
- Seite 69, Abb. 103: Pilotplanungen in Karlsruhe.
- Seite 70, Abb. 104: Einladung zum Fresh-Mob der Stadt Karlsruhe.
- Seite 70, Abb. 105: Bildanleitung zur Simulation der Entsiegelungsmodule S,M,L und XL.
- Seite 71, Abb. 106: Fotos des „FreshMob“ in Karlsruhe.
- Seite 72, Abb. 107: Entsiegelungsmodule unterschiedlicher Größen.
- Seite 72, Abb. 108: Pilotmodule Herrenstraße.
- Seite 74, Abb. 109: Detaillierung der Entsiegelungsmodule.
- Seite 75, Abb. 110: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.
- Seite 75, Abb. 111: Querschnitt Straßenfreiraum Ist-Zustand.
- Seite 75, Abb. 112: Querschnitt Straßenfreiraum Klimastraße.
- Seite 76, Abb. 114: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.
- Seite 76, Abb. 115: Skizze - Transformation der Herrenstraße zur blau-grünen Fächerstraße.
- Seite 77, Abb. 116: Anwendung Module im Querschnitt Herrenstraße.
- Seite 78, Abb. 117: Ausschnitt Herrenstraße inkl. Module.
- Seite 79, Abb. 118: Regel-Schwammstadtquartier mit ausreichend unversiegelter Oberfläche, ausreichendem Wurzelraum und Leitungslage außerhalb normierter Abstände.
- Seite 79, Abb. 119: Herausforderndes Schwammstadtquartier mit unzureichend unversiegelter Oberfläche, beschränktem Wurzelraum und/oder Leitungslage innerhalb normierter Abstände: Lösungsfindung über Leitungsverlegung oder geeignete Wurzelschutz-Maßnahmen.
- Seite 79, Abb. 120: Hochkomplexes Schwammstadtquartier mit versiegelter Oberfläche, beschränktem Wurzelraum und/oder Leitungslage im direkten Kronenbereich: Lösungsfindung über beidseitiges Unterschreiten der Normen (Tiefbau und Grundplanung), Neudefinition Beziehung Baum-Leitung (z.B. Boden-Rohr-Systeme, etc.).
- Seite 80, Abb. 121: Übersicht Errichtungs- und Unterhaltskosten (Grobkosten).
- Seite 81, Abb. 122: Bahnhofplatz Karlsruhe Süd: kostenintensive Wasserneutralität aufgrund fast vollständiger Unterbauung.
- Seite 81, Abb. 123: Kostenextensive Entsiegelung mit Wiederherstellung naturnaher Wasserkreisläufe, Place Eugène Flagey in Brüssel.
- Seite 82, Abb. 124: Die Berliner Regenwasseragentur zapft private Dachwässer mittels Regentonnen an, die es Privatpersonen ermöglichen, Entsiegelungsmaßnahmen im öffentlichen Freiraum zu gießen und zu pflegen.

Seite 83, Abb. 125: Private Pflege öffentlicher Grünräume - in Wien ein seit vielen Jahren etabliertes Modell der Grätzeloasen.

Seite 84, Abb. 126: Der Hudson-Yard Park gilt als der teuerste öffentliche Raum New Yorks. Er ist Teil der baulichen Überdeckung einer aktiven Gleisharfe und als Public-Private-Partnership in Erreichung und Unterhalt finanziert.

Blau-grüner Fächer für eine resiliente Innenstadt

Let it (d)rain! Entsiegelungs- konzept Innenstadt

