



# KLIMAANPASSUNGSKONZEPT

Ein Entwicklungskonzept

für das Handlungsfeld „Regenwasser“

## IMPRESSUM

Herausgeberin:



Stadt Freiburg i. Br., Stadtplanungsamt  
Ansprechpartnerin: Susanne Knospe  
Telefon: (0761) 201 - 4178  
Fehrenbachallee 12  
79106 Freiburg  
stadtplanungsamt@stadt.freiburg.de  
www.freiburg.de

Konzeption:

### berchtoldkrass space&options

Raumplaner, Stadtplaner. Partnerschaft

Prof. Dr. Martin Berchtold  
Vera Dreher  
Poliksen Qorri Dragaj  
Saskia Niklas

Schützenstraße 8a  
D - 76137 Karlsruhe  
mail@berchtoldkrass.de  
www.berchtoldkrass.de



Dr. Carlo W. Becker  
Henrike Hahmann  
Sven Hübner

Prager Platz 6  
10779 Berlin  
berlin@bgmr.de  
www.bgmr.de



Prof. Dr. Heiko Sieker  
Daniel Horst  
Rennbahndallee 109A  
15366 Hoppegarten  
info@sieker.de  
www.sieker.de

Stand: Dezember 2023

Stand Datengrundlagen: 2021



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Einführung</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Leitbild und Ziele, strategische Leitlinien für das Regenwassermanagement</b> .....	<b>14</b>
2.1 Leitbild Regenwasser	16
2.2 Definition quantifizierbarer Ziele	17
2.3 Strategische Leitlinien der wassersensiblen Stadt	18
S1. Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen	19
S2. Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen – Schwammstadt	22
S3. Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen	24
S4. Freiräume wassersensibel gestalten	26
S5. Den Landschaftswasserhaushalt stärken	29
<b>3. Analyse Regenwasserbewirtschaftung und Starkregen</b> .....	<b>30</b>
3.1 Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte	32
3.2 Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung	37
3.3 Starkregenisikoanalyse	41
3.4 Untersuchung von räumlichen Vertiefungsbereichen	44
<b>4. Konzeption</b> .....	<b>48</b>
4.1 Konzeptplan Schwammstadt	50
4.2 Konzeptplan Starkregenvorsorge	58
<b>5. Maßnahmen für die Schwammstadt und Starkregenvorsorge</b> .....	<b>70</b>
5.1 Regenwasserkaskade zur örtlichen Nutzung des Niederschlagswassers	72
5.2 Maßnahmenkatalog	77
1.1 Verdunsten	80
1.2 Versickern	96
1.3 Abfluss drosseln	100
2.1 Vorreinigen	112
2.2 Regenwasser pflanzenverfügbar speichern	118
2.3 Regenwasser zuführen	122
3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen	126
3.2 Abflüsse leiten	132
3.3 Objekte schützen	136
4.1 Grünflächen mehrfach nutzen	138
4.2 Klimakomfortplätze Anlegen	142
4.3 Wasserplätze gestalten	148
5.1 Gewässer und Ufer Qualifizieren	152
5.2 Retentionsfunktion der Wälder erhalten	158
5.3 Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten / verbessern	164
5.4 Wassergeprägte Kulturlandschaften sichern und entwickeln	170

5.3 Maßnahmenpakete für Stadtstruktur- und Freiraumtypen (SST / FRT)	174
SST 01 „Freistehende Einfamilienhäuser“	178
SST 05 „offene Blockrandbebauung“	180
SST 06 „Geschlossene Blockrandbebauung“	182
SST 08 „Heterogener Geschosswohnungsbau“	184
SST 12 „Gewerbe / Industrie“	186
SST 13 „Schulen, institutionelle Einrichtungen“	188
FRT 01 „Öffentliche Parks und Grünanlagen“	190
FRT 04 „Plätze und Straßenraum“	192
<b>6. Darstellungen und Festsetzungen .....</b>	<b>196</b>
6.1 Vorbereitende Bauleitplanung	198
6.2 Verbindliche Bauleitplanung	205
Literaturverzeichnis .....	216
Abbildungsverzeichnis .....	220
Bildquellen .....	225
Tabellenverzeichnis .....	226

# Vorwort

In Freiburg, einer der wärmsten Großstädte Deutschlands, haben die Sommer 2018, 2022 und 2023 deutlich gezeigt, dass der Klimawandel neben zunehmender Hitze auch die Menge und die Verteilung der jährlichen Niederschläge verändert, mit langen heißen Dürrezeiten einerseits sowie kurzen und heftigen Starkregen, wie am 26.8.2022 und 24.8.2023, andererseits.

In der Folge heizen sich unsere Stadtquartiere in den Sommermonaten stärker auf, es leiden unsere Fließgewässer, unser Stadtgrün, Flora und Fauna und insgesamt die Lebensqualität unserer Stadt. Starkregen wiederum können hohe Schäden oder Schlimmeres verursachen.

Auch die Stadt-, Landschafts- und Freiraumplanung ist von dieser Entwicklung herausgefordert, hat sie doch in ihren Planungsinstrumenten u.a. die Aufgabe, durch kommunale Flächenvorsorge lebenswerte und die Umwelt schützende Quartiere für die Zukunft zu planen.

Seit 2019 wird das Klimaanpassungskonzept für das Handlungsfeld Hitze in der Bauleitplanung berücksichtigt. 2023 wurde es beim „Sonderpreis Klimawandel gestalten“ des Deutschen Städtebaupreises der Deutschen Akademie für Städtebau und Landesplanung (DASL) ausgezeichnet.

Die hitzentlastenden Maßnahmen und Flächen stehen überwiegend im Zusammenhang mit Pflanzen, da ihnen eine sehr bedeutende Rolle gegen die Aufheizung der steinernen Stadt zukommt. Durch ihre Verdunstungsleistung und ihre Verschattung kühlen Pflanzen und Grünflächen die Umgebung, und insbesondere große Gehölze leisten hier Enormes. Und dazu benötigen sie auch eine gute Wasserversorgung, die zunehmend gefährdet ist.

Das Handlungsfeld Regenwasser ist Gegenstand dieses zweiten Klimaanpassungskonzepts mit Ergebnissen zu folgenden Fragestellungen:

- > Wie kann Regenwasser besser vor Ort gehalten und im Sinne einer „Schwammstadt“ für Pflanzenversorgung, Kühlung der Stadt und auch Starkregenvorsorge genutzt werden?
- > Welche Maßnahmen zu Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge eignen sich für die verschiedenen Freiburger Stadtstruktur- und Freiraumtypen und ermöglichen abflussarme Siedlungen?
- > Welche Schwerpunktbereiche sind bei der kommunalen Flächenvorsorge zur Klimaanpassung zu berücksichtigen und wie können Flächen in einer durch Flächenknappheit bestimmten Stadt mehrere Funktionen erfüllen (Multifunktionalität)?

Das Konzept der Schwammstadt begreift die gesamte Oberfläche der Stadt als Schwamm, der in seinen Poren Regenwasser aufnehmen kann. Wasser, das verdunstet und kühlt, versickert und Pflanzen versorgt, Grundwasser und Trinkwasser bildet, gespeichert und genutzt werden kann. Die gesamte Oberfläche der Stadt meint ihre Landschaften mit Wald, Acker, Grünland und Reben, ihre städtischen Grünflächen, Sportflächen, Kleingärten, aber auch die „grauen Flächen“ der Stadt. Auch Gebäude, Straßen, Plätze und Höfe können Wasser speichernd gebaut werden.

Die Schwammstadt muss frühzeitig vorsorgend und multifunktionell bereits auf gesamtstädtischer Ebene von Stadt- und Landschaftsplanung mitgeplant werden, weil auch sie Fläche beansprucht. Jedoch können Versickerungsflächen und Retentionsräume für Starkregen in besonderem Maße für eine Überlagerung mit alltäglichen Hauptnutzungen multifunktionell geplant werden. Das Konzept nennt Schwerpunktbereiche der Gesamtstadt, wo es auf wasser- und hitzesensible Stadtentwicklung besonders ankommt, und ermöglicht die Flächenbewertung, die für die Abwägung in der Bauleitplanung erforderlich ist. Geeignete Maßnahmen für die Stadt- und Freiraumstruktur unserer Stadt liefert der umfassende Katalog, ergänzt um Darstellungen und Festsetzungen für die Bauleitplanung.

Mit derlei Planungswerkzeugen gut ausgestattet, wird die kommunale Flächenvorsorge zu Hitzeentlastung, Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge in die Stadt-, Landschafts- und Freiraumplanung eingebracht.

Für die Zielsetzung, die Qualitäten Freiburgs als Lebensort für ansässige und zuziehende Menschen zu erhalten und zu verbessern, reicht die Planung neu zu bauender Quartiere jedoch nicht aus. Die größte Herausforderung der Klimaanpassung besteht im nach und nach zu vollziehenden Umbau der bestehenden Stadtquartiere mit ihrer vorhandenen Infrastruktur, die noch weitgehend nach dem überholten Prinzip der Ableitung funktioniert. Wir schauen für das neue Schwammstadt-Prinzip auch auf andere Kommunen, wie z.B. die Stadt Kopenhagen mit ihren für Starkregenfälle zu erstaunlichen Grün-Oasen umgebauten innerstädtischen Plätzen und Straßenräumen.



Roland Jerusalem  
Leiter des Stadtplanungsamts

Oktober 2023

# 1. Einführung

Der Klimawandel schreitet immer weiter voran und bringt klimatische Veränderungen mit sich, die Menschen, Tiere und deren Lebensraum nachhaltig beeinflussen. Auch die Stadt Freiburg im Breisgau zählt aufgrund ihrer geografischen Lage im Oberrheingraben zu den Orten mit den höchsten Durchschnittstemperaturen in Deutschland und spürt bereits heute die Auswirkungen des Klimawandels auf das Wohlbefinden und die Gesundheit ihrer Bewohnerinnen und Bewohner.

Aufgrund der veränderten Annahmen für eine Klimaprognose in den letzten Jahren, hat sich die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Aufgabe gemacht, die Modellierung zu den Klimawandelfolgen in Baden-Württemberg zu aktualisieren. Gemäß dem Bericht „Klimazukunft Baden-Württemberg – Was uns ohne effektiven Klimaschutz erwartet!“ (2021) und der konkreten Klimaprognose der Universität Freiburg werden folgende Klimaveränderungen für Freiburg prognostiziert:

Die prognostizierten Zeiträume zeigen, dass die durchschnittliche Jahrestemperatur deutlich ansteigt, bis 2050 um ca. 1,6 °C auf bis zu 11,4 °C und bis 2100 auf bis zu 14,1 °C. Gerade am Oberrhein wird es künftig deutlich heißere und trockenere Sommer mit starken gesundheitlichen Belastungen und Kühlbedarf geben, die auch in der Dauer zunehmen werden. Neben der hohen Trockenheit im Sommer wird es im Winter eine Zunahme von Niederschlägen geben. Diese gehen gleichzeitig mit einer Zunahme von Starkregenereignissen um bis zu +12% bis 2050 (+24% bis 2100) einher.

Es zeigt sich so in erheblichem Maße, dass auch in Freiburg das Thema „Wasser“ im Klimawandel in mehrfacher Hinsicht an grundlegender Bedeutung gewinnt und in enger Wechselwirkung zur Hitzeminderungsplanung und auch zu den verschiedenen Aufgabenfeldern der Stadt- und Freiraumplanung steht. Zum einen geht es um die Gefahrenvorsorge. Die Prognose zunehmender Starkregenereignisse bedeutet auch steigende Gefahren und Risiken für die Bevölkerung. Dazu gehören Überflutungen oder Sturzfluten, die zu immensen Schäden an Infrastruktur und Gebäuden sowie der Land- und Forstwirtschaft

führen können. Zum anderen geht es auch um die grundsätzliche Notwendigkeit, Wasser zukünftig sehr viel stärker in der Stadt zu halten, damit es u. a. zur Bewässerung der Vegetation und zur Verdunstungskühlung zur Verfügung steht. Hier spielen auch die immer weiter sinkenden Grundwasserreserven eine große Rolle.

Die Wichtigkeit, das Wasser vor Ort in der Stadt zu halten, wird immer präsenter. Dieses Modell wird als Schwammstadt-Prinzip bezeichnet und wurde entwickelt, um eine wassersensible Stadtentwicklung als notwendiges Handlungsfeld zu etablieren und zu kommunizieren. Im Schwammstadt-Prinzip kommen Regenwasserbewirtschaftung, Starkregenmanagement, Hitzeminderung, Freiraumgestaltung und Stadtentwicklung zu einem Wirk- und Handlungskomplex zusammen, der sich gegenseitig stärkt, und der im vorliegenden Klimaanpassungskonzept - Handlungsfeld „Regenwasser“ analytisch und konzeptionell bearbeitet wird.

Das Klimaanpassungskonzept Freiburg für das Handlungsfeld „Regenwasser“ (KLAK Wasser) gibt gesamtstädtisch Hinweise für Handlungsprioritäten und dient damit als Abwägungsgrundlage für den Flächennutzungsplan und Landschaftsplan und gibt darüber hinaus Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und die weitere örtliche Stadtplanung. Es ergänzt damit das bestehende Klimaanpassungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“ der Stadt Freiburg. Das KLAK Wasser bezieht sich mit seinen gesamtstädtischen, regelhaften und maßnahmenbezogenen Aussagen ganz bewusst auf die Maßstabs- und Handlungsebene der Bauleitplanung und gibt hierfür Hinweise zum zukünftigen Umgang mit Wasser in Städtebau und Freiraumplanung. Es ersetzt damit keinesfalls die Starkregen- und Hochwasserschutzmodellierungen und -konzepte anderer städtischer Stellen, die eine höhere Detaillierung aufweisen und teils bis auf Objektebene wirken.

# Gesetzgebung für Klimaschutz und Klimaanpassung

Der Bundestag hat am 16.11.2023 erstmals ein Bundes-Klimaanpassungsgesetz verabschiedet. Sobald es in Kraft tritt, verpflichtet es die Länder zur Erstellung von Klimaanpassungsstrategien und die Bestimmung der öffentlichen Stellen, die Klimaanpassungskonzepte aufstellen. Das Gesetz verpflichtet die Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen das Ziel des Gesetzes zu berücksichtigen, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu vermeiden und zu reduzieren. Auch sollen sie versiegelte Böden, deren Versiegelung dauerhaft nicht mehr notwendig ist, entsiegeln. Sowohl das KLAK Wasser als auch das Klimaanpassungskonzept für das Handlungsfeld Hitze werden bei den zu erwartenden Anforderungen des Landes an die Kommunen als bestehende Konzepte, die Aufgabenbereiche der Klimaanpassung behandeln, einfließen. Im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) wurden 2021 die nationalen Minderungsziele verschärft. Eine Herausforderung ergibt sich aus dem in § 3a KSG geforderten Beitrag des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zum Klimaschutz. Die Stärkung auch von Ökosystemen in Siedlungsgebieten wird einen Beitrag

zur Bindung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre leisten müssen, um das Ziel einer Verbesserung des Mittelwerts der jährlichen Emissionsbilanzen auf minus 40 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalent bis zum Jahre 2045 zu erreichen. Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg trat am 07.02.2023 (KlimaG BW) in Kraft. Es gibt als Sektorziel für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft -4,4 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent Senkenleistung bis 2030 vor.

Neben der Vernässung von Mooren und der Umstellung der Forstwirtschaft als wichtigste Stellschrauben in diesem Sektor wird auch die Versickerung, Retention und Verdunstung sowie die Stärkung der Ökosysteme in urbanen Räumen einen Beitrag leisten müssen und können, zumal diese nicht allein der Klimaanpassung, sondern auch dem Klimaschutz dienen. Diese Ziele müssen auf Bundes- und Landesebene weiter konkretisiert und auf kommunaler Ebene umgesetzt werden. Das KLAK Wasser liefert hierfür einen wichtigen Baustein.

## Stand der Technik zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge

Nicht nur in Deutschland, auch international ist in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel im Umgang mit Niederschlagsabflüssen aus Siedlungsgebieten zu beobachten. Während früher die „schadlose Ableitung“ im Vordergrund stand, wird heute zunehmend eine dezentrale Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse vor Ort angestrebt. Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen der Retention, der Versickerung und Verdunstung. Schon in dem Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UW BW) von 1999 wurde formuliert: „der Grundsatz für den Umgang mit Niederschlagswasser muss zukünftig „Vermeiden - Verwerten - Entsorgen“ lauten“.

Gesetzliche Grundlagen für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung finden sich dafür heute u.a. im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) §5 („Allgemeine Sorgfaltspflichten“) und §55 ff., sowie im Landeswassergesetz von Baden-Württemberg. Zahlreiche Verordnungen und Technische Regelwerke (z.B. das DWA-A 138 (2005), DIN 1986-100 etc.) konkretisieren die empfohlene Dimensionierung und technische Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen wie z.B. Mulden und Rigolen in der Entwässerungsplanung. Bisher existieren jedoch noch keine expliziten Regelwerke zur Planung von Baumrigolen, Tiefbeeten und anderen neuartigen Bewirtschaftungselementen, obwohl diese deutschlandweit schon seit einigen Jahren in vielen Kontexten zum Einsatz kommen. Empfehlungen für Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen und -re-

tention gibt eine Richtlinie der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung, Landschaftsbau e.V. bzw. der Dachgärtnerverband (FL 2018).

In den letzten Jahren ist vor dem Hintergrund zunehmender Hitzebelastung, längerer Dürreperioden und häufigen Überflutungen die Forderung nach einem möglichst naturnahen Wasserhaushalt hinzugekommen. Somit wird nun auch einer Erhöhung der Verdunstung Rechnung getragen. So wird in der Nationalen Wasserstrategie (BMUV 2023) empfohlen, das „Leitbild der „wassersensiblen Stadt“ (Schwammstadt) praxisnah und umsetzbar weiterzuentwickeln, um den nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser in Städten zu stärken (Versickerung, Verdunstung, Speicherung sowie Umgang mit Starkregen) und Anpassungsmöglichkeiten an Trockenheit und Hitze in Städten zu erschließen“. Bezüglich der Einleitung von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer wurde mit der Arbeitsblattreihe DWA-A 102 (2022) ein umfassender, novellierter Regelungsrahmen geschaffen.

Zusammen mit der Anpassung an Trockenheit und Hitze stellt die Überflutungsvorsorge die zweite große Herausforderung der Siedlungswasserwirtschaft dar, da beide Arten von Extremereignissen zukünftig verstärkt und häufiger auftreten werden. Entsprechend formuliert die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg (UW BW 2015) eine hohe Dringlichkeit für Kommunales Risikomanagement „Überflutungsschutz“ und integrierte Planungsprozesse für eine wassersensitive Stadtentwicklung zu etablieren.

## Verhältnis zum Hochwasser- und Gewässerschutz

Anders als beim Hochwasserschutz an Gewässern, wo Zuständigkeiten (Landesbehörden) und Instrumente (Hochwassergefahrenkarten bzw. -risikokarten) klar geregelt sind, gibt es für die Vorsorge vor Überflutungen durch Starkregen in Siedlungsgebieten noch keine eindeutigen Regelungen. Auch für die Verfassung von Starkregengefahrenkarten bzw. -risikokarten gibt es keine bundesweit einheitlichen Vorgaben. Im Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ der LUBW (2016) wird der Prozess der Starkregenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe definiert, was aber für die Praxis konkretisiert werden muss. Auch rechtlich sind diese beiden Arten von Überschwemmungen zu trennen. So gibt es zwar ein gesetzlich festgelegtes Bebauungsverbot in Überschwemmungsflächen von Gewässern, aber kein Äquivalent, dass die Bebauung in von Starkregen betroffenen Überflutungsgebieten einschränkt. Die Ergebnisse des KLAK-Wassers zeigen lediglich die Überflutung durch Starkregen (außergewöhnliches Ereignis). Der Einfluss von Überschwemmungen

ausgehend von Gewässern, für welche amtliche Hochwassergefahrenkarten bestehen, wurde im Modellierungsprozess entfernt. In diesen Gebieten dargestellte Wassertiefen zeigen nur die Überschwemmungstiefen ausgehend von dem Starkregenereignis.

Vor dem Hintergrund des steigenden Einflusses von Starkregenereignissen in den letzten Jahren wird momentan an der Überarbeitung des Merkblattes DWA-M 552 „Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten“ gearbeitet. Dieses soll dazu führen das zukünftige Hochwasserkarten die Einflüsse von Starkregen besser abbilden können. Welche Auswirkungen dieses auf das Verständnis des kommunalen Starkregenmanagements und die Erstellung von Starkregengefahrenkarten haben wird, ist nicht bekannt.

## Spannungsfeld Wohnraummangel

Da Klimaschutz und Klimaanpassung Aufgaben der Daseinsvorsorge sind, gilt es in der städtebaulichen Abwägung die unterschiedlichen Belange zu berücksichtigen. In der wachsenden Stadt mit der Tendenz Wohnraum zu schaffen, bewegen sich die Ziele der Regenwasserbewirtschaftung und Hitzevorsorge in einem Spannungsfeld: In vielen Diskussionen wird der soziale Anspruch an Wohnraum höher gewertet als der Bedarf an naturnaher Entwässerung. Das Ziel, möglichst viel bezahlbaren Wohnraum zu erreichen reduziert den frei finanzierten Wohnraum, so dass die Wirtschaftlichkeit in diesen Projekten meist eng gestrickt ist. Ein weiterer Zielkonflikt

ergibt sich aus der gewünschten Dichte der Bebauung. Eine hohe Dichte hat Vorteile für den Klimaschutz lässt aber in vielen Fällen wenig Fläche für naturnahe Entwässerungselemente zu. Vielmehr führt eine hohe Nachverdichtung in der Praxis i.d.R. zu unterirdischen technischen Anlagen, welche das Wasser schnellstmöglich abtransportieren sollen. Daher ist es umso wichtiger, mit dem KLAK Wasser platz- und kostensparende Systeme sowie auch die möglichen Synergien naturnaher Bewirtschaftungssysteme aufzuzeigen.

# Vorgehensweise

Das Klimaanpassungskonzept behandelt das Thema Regenwasser für die Gesamtstadt. Dabei spielen sowohl die Regenwasserbewirtschaftung im Sinne der Schwammstadt sowie der Umgang mit Starkregenereignissen eine zentrale Rolle. Ziel des KLAK Wasser ist es, gesamtstädtisch Hinweise für die Stadt- und Freiraumentwicklung zu geben, um sich für die Folgen des Klimawandels zu wappnen.

Zunächst wird für das KLAK Wasser ein Leitbild als Idealbild für den Umgang mit Regenwasser vorangestellt. Dieses wird durch strategische Leitlinien, die eine Umsetzung vorantreiben sollen, ergänzt.

Zur Abschätzung von Potenzialen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung hat sich die Erstellung einer „Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte“ (RWB-Artenkarte) bewährt. Durch Überlagerung der verschiedenen Randbedingungen wie z.B. Bodenkennwerten, Stadtstrukturtypen, Topografie, Starkregengefährdung, etc. werden besonders geeignete Bereiche, aber auch Areale mit starken Restriktionen (z.B. hohe Grundwasserstände, Wasserschutzgebiete, Altlasten) identifiziert und dargestellt. Bei der Ermittlung der Maßnahmenpotenziale werden verschiedene Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (Versickerung, Mulden-Rigolen, Baum-Rigolen, Gründächer, ...) berücksichtigt, so dass diese RWB-Artenkarte über eine reine Versickerungspotenzialkarte deutlich hinausgeht.

Um die potenziellen zentralen Gefahrenbereiche infolge eines Starkregenereignisses durch Sturzfluten und Überflutungen für den Anwendungsfall in der Bauleitplanung zu identifizieren, wird eine Gefährdungsanalyse für das außergewöhnliche Starkregenereignis durchgeführt. Das Ergebnis ist die „Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung“. Die Gefährdungsanalyse des KLAK Wasser reicht allein nicht für die konkrete gebäude- und grundstücksbezogene Bewertung der Starkregengefahren aus. So kann z. B. die Wassertiefe an den Gebäuden nicht zu 100 % benannt werden. Gebäudespezifische Aussagen müssen auf der Grundlage genauerer Betrachtungen vor Ort (z. B. Ortsbegehung und Bewertung möglicher Fließwege und Senken, Gebäude- und Freianlagenplanung) verifiziert werden. Durch die Überlagerung von Wassertiefen und Landnutzungen werden zusätzlich Bereiche mit voraussichtlich hohem Schadensrisiko in der Stadt lokalisiert, die zu den Schwerpunktbereichen der Starkregenvorsorge zählen: die sogenannten „Blue Spots“.

Da die Ursachen für eine Überflutung nach einem Starkregenereignis lokal sehr unterschiedlich und auch komplex sind, werden Teilbereiche dieser Blue Spots vertiefend untersucht. Die sogenannten räumlichen Vertiefungsbereiche. Sie werden dazu genutzt die potenziellen Gefährdungen aufzuzeigen und notwendige Maßnahmen und mögliche Handlungsempfehlungen abzuleiten. Sie sind in Kap. 3.4 S. 44 und im Anhang dargestellt.

Ausgehend aus den Erkenntnissen der Analyse und den räumlichen Vertiefungsbereichen werden für Freiburg zwei Konzeptpläne entwickelt, die einen großen Bestandteil des Klimaanpassungskonzeptes bilden. Ziel der Konzeptpläne ist es, räumlich konkret die Handlungsbedarfe in den Teilräumen Freiburgs aufzuzeigen.

Um die Stadt möglichst gut an die Folgen des Klimawandels anzupassen, trifft der Konzeptplan Schwammstadt Planungsaussagen für eine wasser- und hitzesensible Stadtentwicklung mit blau-grünen Maßnahmen. Zusätzlich gibt der Konzeptplan „Starkregenvorsorge“ gesamtstädtische Hinweise für die künftige Entwicklung der Stadt- und Freiraumstruktur und deren Funktionen bei Starkregenereignissen.

Ergänzend zu den Konzeptplänen zeigt der Maßnahmenkatalog auf, mit welchen konkreten Maßnahmen eine wassersensible Stadt- und Freiraumentwicklung und die Anforderungen an die Schwammstadt sowie an die Starkregenvorsorge umgesetzt werden können. Die Maßnahmen sind dabei den strategischen Leitlinien zugeordnet. Für die Stadt- und Freiraumtypen werden spezifische Maßnahmenpakete geschnürt, die eine möglichst konkrete Umsetzung ermöglichen sollen.

Für die Umsetzung von Maßnahmen und Planungsempfehlungen der wassersensiblen Stadtentwicklung ist die Verankerung in abwägungsrelevante und rechtsverbindliche städtebauliche und landschaftsplanerische Instrumente von Bedeutung. Das KLAK Wasser stellt daher für die Aufstellung des Flächennutzungs- und Landschaftsplans auf kommunaler Planungsebene sowie für Bebauungspläne als verbindliche Bauleitpläne auf der ortsbezogenen Ebene eine Auswahl an Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten zusammen.

An der Erarbeitung des KLAK Wasser war der projektbegleitende Fachbeirat beteiligt, der phasenweise jeweils mit Vertreter\*innen der relevanten Ämter besetzt war: Stadtplanungsamt, Umweltschutzamt, Rechtsamt, Forstamt, Gebäudemanagement, Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Garten- und Tiefbauamt.



## 2. Leitbild und Ziele, strategische Leitlinien für das Regenwassermanagement

Das KLAK Wasser formuliert als Überbau ein Leitbild als ein ideales Zielbild für den Umgang mit dem Regenwasser in der Freiburger Stadtentwicklung. Anhand von quantifizierbaren Zielen wird die Erreichung des Zielbildes messbar. Hieran knüpfen strategische Leitlinien an, die die Wege für die Umsetzung des Zielbildes aufzeigen sollen.



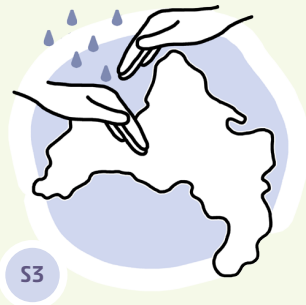
S1

DEN NATURNAHEN  
WASSERHAUSHALT MIT BLAU-  
GRÜNEN MASSNAHMEN  
HERSTELLEN



S2

REGENWASSER ALS RESSOURCE  
VOR ORT ZURÜCKHALTEN UND  
NUTZEN - SCHWAMMSTADT



S3

STARKREGENVORSORGE ALS  
GEMEINSCHAFTSAUFGABE  
ORGANISIEREN UND UMSETZEN



S4

FREIRÄUME  
WASSERSENSIBEL  
GESTALTEN



S5

DEN  
LANDSCHAFTSWASSERHAUSHALT  
STÄRKEN

Abb. 1: Strategische Leitlinien der wassersensiblen Stadt

# 2.1 Leitbild Regenwasser

Freiburg ist eine dynamisch wachsende Stadt. Teile der Stadt sind schon heute dicht bebaut, weitere kommen durch die Innen- und Außenentwicklungen hinzu. Freiburg gestaltet diese städtebaulichen Entwicklungen und stellt sich den Herausforderungen des Klimawandels offensiv.

Dieser führt zu vermehrt auftretenden Hitzetagen, geringer ausfallenden Niederschlagsmengen und damit zu längeren Trockenphasen in Vegetationsperioden mit vielfältigen Folgen u.a. für das Stadtgrün. Zugleich nehmen lokal auftretende extreme Starkregenereignisse mit hohen Abflussmengen zu. Ein sensibler Umgang mit der wertvollen Ressource Wasser ist dringend notwendig.

Aus diesen Gründen verfolgt die Stadt Freiburg als **Leitbild eine wassersensible Stadtentwicklung, die die Hitze- und Starkregenvorsorge** zusammen denkt. Das Leitbild unterscheidet zwei wesentliche Ziele:

## 1. Wasser- und hitzesensible Stadtentwicklung – Schwammstadt-Prinzip

Mit der wasser- und hitzesensiblen Stadtentwicklung soll die Stadt an vermehrt auftretende Wasserknappheit, Trockenheit und Hitze angepasst werden. Eine Schlüsselrolle spielen dabei sowohl der sorgsame Umgang mit Niederschlagswasser, als auch dessen zentrale Bewirtschaftung in den Stadtquartieren nach dem Schwammstadt-Prinzip. Dabei kommen vorrangig blau-grüne Maßnahmen zum Einsatz mit dem Ziel, das Regenwasser bei „normalen“ Niederschlagsereignissen bis hin zu seltenen Starkregen vor Ort zurückzuhalten, zu speichern und zu nutzen. Ziel ist es außerdem, blau-grüne Maßnahmen mit weiteren Nutzungen im Sinne der Multicodierung von Flächen gut zu kombinieren.

## 2. Starkregenvorsorge in der Stadtentwicklung

Blau-grüne Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung vergrößern das Speichervolumen in den Stadtquartieren und dienen daher auch der Rückhaltung von Abflüssen bei stärkeren Regenereignissen. Allerdings überfordern außergewöhnliche Starkregenereignisse sowohl rein technische als auch naturbasierte Entwässerungssysteme. Daher sorgt Freiburg durch eine Anpassung von Flächennutzungen und Infrastruktur vor, um starkregenbedingte Schäden und Gefahren zu vermeiden und zu mindern.

Dieses Leitbild verbindet die städtebauliche Entwicklung mit den Anforderungen an eine „wassersensible Stadt“. Dabei ist der sensitive Umgang mit dem Niederschlagswasser und der Hitzevorsorge aufs engste miteinander verknüpft. Beide Themen stellen integrierte Handlungsfelder des gesamten Planungshandelns der Stadt Freiburg insbesondere für Bauleitplanung, Landschaftsplanung, Baugenehmigung und Entwässerungsplanung dar.

Zu den Planungsoptionen der Klimaanpassung gehören die Vereinbarkeit mit geplanten baulichen Entwicklungen ebenso wie die Offenhaltung nicht versiegelter Flächen, die Entsiegelung oder auch Nutzungsänderungen.

Wenn auch der Klimaschutz und die Klimaanpassung an Gewicht gewinnen, ist die wassersensible Stadt dennoch ein Anspruch unter vielen, der der bauleitplanerischen Gesamtabwägung unterliegt. Geeignete Konzepte und Maßnahmen(-kombinationen) müssen auf der örtlichen Ebene konkretisiert und auf die Situation, den Ort und die unterschiedlichen Belange abgestimmt werden, damit im Städtebau, der Freiraumplanung und der Landnutzung integrierte Lösungen gefunden werden können.

## 2.2 Definition quantifizierbarer Ziele

Die Gesetzgebungen zu Klimaschutz und Klimaanpassung des Bundes (KSG) und des Landes Baden-Württemberg (KlimaG BW) haben u.a. festgelegt, dass zur Erreichung der Klimaneutralität in 2045 bzw. 2040 nun auch der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft einen konkreten Beitrag zur schrittweisen Minderung der Treibhausgasemissionen leisten muss. Die Stärkung von Versickerung, Retention und Verdunstung geht mit der Stärkung von Ökosystemen in urbanen Räumen einher und wird so nicht allein der Klimaanpassung, sondern auch dem Klimaschutz dienen (siehe Kap. 1 ab S. 8).

Daher soll die künftige Regenwasserbewirtschaftung darauf ausgerichtet werden, städtebauliche Entwicklungen trotz Bebauung und Versiegelung möglichst weitgehend von negativen Auswirkungen auf Klima, Wasser und Umwelt zu entkoppeln. Um dies zu erreichen, müssen notwendige Flächen für die Klimaanpassung gesichert und diese unter den Prämissen einer wassersensiblen Stadt geplant werden. Unter Umständen kann dazu auch gehören, dass Flächen zum Schutz vor Starkregen und zur Schadensminderung auch unversiegelt/ un bebaut bleiben bzw. gestaltet werden.

Für diese Neuausrichtung der Regenwasserbewirtschaftung im Sinne der Klimaanpassung bedarf es konkreter, messbarer Ziele, damit diese in nachfolgenden Planungsprozessen (rechtsverbindlich) eingefordert werden können.

Quantifizierbare Ziele dieser Neutralität sind:

- > **Die Erreichung der naturnahen Wasserhaushaltsbilanz (Wasserbilanz) als Planungsziel für Siedlungen.**

Eine Abweichung/Nichterreichung wird begründet. Wenn keine Verbesserung des Ist-Zustandes erreicht werden kann, darf die bestehende Wasserbilanz nicht verschlechtert werden.

- > **Ein maximaler Gebietsabfluss, der sich an dem naturnahen Zustand orientiert<sup>1</sup>.**

Ein Mindestwasserrückhalt pro Quadratmeter wird vorgegeben. Eine Abweichung/Nichterreichung wird begründet. Wenn keine Verbesserung des Ist-Zustandes erreicht werden kann, darf der bestehende Gebietsabfluss nicht vergrößert werden.

- > **Erhalt des Wasserrückhaltevermögens auch bei Flächenneuversiegelung im Städtebau.**

Dazu werden flächensparende Bauweisen gewählt und die Retentionsfunktionen vorrangig durch blau-grüne Maßnahmen<sup>2</sup> (siehe Kap. 5 ab S. 70) kompensiert und verbessert. Für die Versiegelung ist ein Ausgleich des Verlustes an Retentions- und Verdunstungsvolumen auf dem Eingriffsgrundstück vorzusehen. Ist dies nicht vollständig möglich, ist eine Kompensation anteilig auch an anderer Stelle des betroffenen Bilanzgebietes möglich.<sup>3</sup> Ein Plus an Maßnahmenwirkung kommt zustande, wenn im Voreingriffszustand die Wasserbilanz nicht der naturnahen urbanen Wasserbilanz entspricht.

Mit diesen Zielen werden die Rückhaltung des Regenwassers, die Verdunstung und Kühlung der Stadt und die Verbesserung der Wasserversorgung der Vegetation und Kleingewässer gefördert.

### *Ermittlung der Naturnahen Wasserbilanz für Siedlungen*

Das jüngst veröffentlichte Merkblatt DWA-M 102-4 „Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“ vom März 2022 liefert Grundlagen und methodische Empfehlungen zur Bewertung der Wasserhaushaltsgrößen in Siedlungsgebieten. Es schließt an die vom Arbeitsblatt DWA-A 100 (2006) formulierte übergeordnete Zielsetzung an, die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist und konkretisiert dazu, dass der Wasserhaushalt im bebauten Zustand dem des unbebauten Referenzzustands möglichst nahekommen soll. Dabei werden für die Ermittlung der Wasserbilanz für den unbebauten Zustand die Bilanzgrößen einer gebietscharakteristischen Kulturlandnutzung ohne Siedlungs- und Verkehrsflächen als Referenzgrößen festgelegt. Im KLAK Wasser wird dies mit dem Begriff der naturnahen Wasserbilanz für Siedlungen übersetzt.

- 1 Ein solcher Ansatz wird bereits in den Städten Berlin und Dresden verfolgt. Für die Stadt Dresden existiert eine Karte, die den maximalen Gebietsabfluss für Teilregionen abbildet.
- 2 Beispiele für blau-grüne Maßnahmen sind retentionswirksame Gebäudebegrünungen, Retentionsmulden oder Verdunstungsbeete in Freianlagen, verdunstungs- und beschattungseffektive Bepflanzungen wie Bäume und Fassadenbegrünung, Verbesserung der Bodenspeicherfunktionen, Entsiegelung von Nebenflächen.
- 3 Dieses Ziel entspricht dem Grundsatz der doppelten Innenentwicklung. Zugleich lassen sich viele blau-grüne Maßnahmen in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Kompensationsmaßnahmen anrechnen.

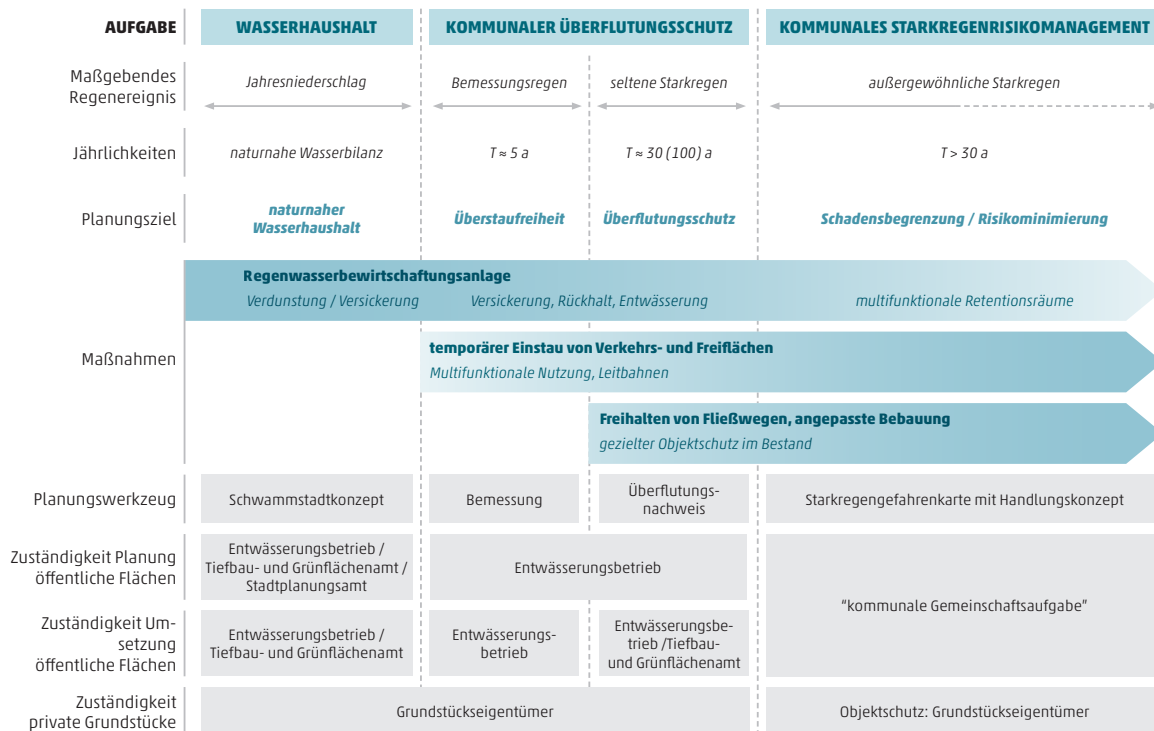


Abb. 2: Die wassersensible Stadt als Aufgabe der Stadt-, Grün- und Entwässerungsplanung und als kommunale Gemeinschaftsaufgabe entsprechend der Häufigkeit und Intensität von Regeneignissen © IPS, bkso, bgmr 2021 (Weiterentwicklung auf der Grundlage der Abb. 8 des Leitfadens „Kommunales Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg“ (LUBW 2016, S. 17)

## 2.3 Strategische Leitlinien der wassersensiblen Stadt

Der Verwirklichung des Leitbildes dienen die nachfolgend beschriebenen, übergeordneten, strategischen Leitlinien. Diese Leitlinien des KLAK Wasser bilden gemeinsam mit den Leitlinien des KLAK Hitze einen übergeordneten Rahmen, innerhalb dessen eine wasser- und hitzesensible Stadtplanung handeln soll. Sie beinhalten Regeln und Handlungsempfehlungen aus einer räumlich übergeordneten Sicht, die die (Weiter-)Entwicklung der Bebauungs- und Freiraumstruktur leiten.

Abb. 2 oben nimmt Bezug auf die Abgrenzung kommunaler Überflutungsschutz – kommunales Starkregenri-

sikomanagement im Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg“ des LUBW (2016) und ergänzt diese um das Aufgabenfeld „Wasserhaushalt“ als Vorsorge gegenüber Trockenheit und Hitze. In Abhängigkeit von den Aufgaben und Planungszielen adressiert die Grafik außerdem die wesentlichen Maßnahmen, Planungswerkzeuge und Zuständigkeiten.

Damit ist der Handlungsrahmen zum vorgenannten Leitbild und zu den drei quantifizierbaren Zielen der wassersensiblen Stadt aufgezeigt, an den die nachfolgend beschriebenen fünf strategischen Leitlinien anknüpfen.



## S1. DEN NATURNAHEN WASSER- HAUSHALT MIT BLAU-GRÜ- NEN MASSNAHMEN HER- STELLEN

### Der naturnahe Wasserhaushalt als Orientierung

Die drei Säulen des Wasserhaushalts sind Verdunstung, Versickerung (Grundwasserneubildung) und Oberflächenabfluss (Begriffsklärung siehe Textkasten S. 21). Um die höchsten Effekte für Mensch und Umwelt in Freiburg zu erzielen, wird auch für Siedlungsgebiete das Ziel verfolgt, eine annähernd naturnahe Wasserbilanz herzustellen, wie sie für den unbebauten Zustand mit den Bilanzgrößen einer gebietscharakteristischen Kulturlandnutzung ohne Siedlungs- und Verkehrsflächen existiert.

Die Grafik in Abb. 3 S. 20 zeigt die durchschnittliche qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad. Am linken Bildrand ist die Wasserbilanz für ein natürliches Gelände – und damit der angestrebte Zielzustand auch für Siedlungsgebiete – abgebildet, der durch eine naturnahe dezentrale Regenwasserbewirtschaftung erreicht bzw. erhalten werden soll. Im Gegensatz dazu bildet der rechte Bildrand die Wasserbilanz in stark versiegelten Stadtbereichen ab, in denen das anfallende Niederschlagswasser über die Kanalisation direkt abgeleitet wird.

Die Wasserbilanz für ein bebautes bzw. beplantes Gebiet lässt sich mit Wasserbilanzmodellen gut bestimmen. Einfache Werkzeuge hierfür sind das Verfahren nach Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) oder ein Webtool der Universität Freiburg. Damit lassen sich durch den Vergleich mit einer naturnahen Wasserbilanz Eingriffe in den Wasserhaushalt quantifizieren und bewerten. Die naturnahe Wasserbilanz für Freiburg wurde bereits berechnet.<sup>4</sup> Alternativ kann auch der Hydrologische Atlas von Deutschland herangezogen werden.<sup>5</sup>

Die Stadtentwässerung Freiburg setzt bereits seit längerem auf stärkeren Rückhalt in der Fläche und hat im Bereich der Versickerung durch Forcierung des naturnahen Regenwassermanagements schon sehr viel erreicht.<sup>6</sup>

Als neue hierfür relevante Planungsgrundlagen kommen nun die beiden Fachgutachten KLAK Hitze und KLAK Wasser hinzu, die Bereiche aufzeigen, die besonders von Hitze betroffen sind und wo besondere Anforderungen an die wassersensible Stadtentwicklung bestehen. Das KLAK Wasser identifiziert dazu in der Konzeptkarte Schwammstadt Schwerpunktbereiche und Maßnahmen für die Stadtstrukturtypen. Schwerpunktbereiche sind:

- > Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung
- > Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes<sup>7</sup> und zur Kühlung
- > Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort
- > Aktivierung Gewässerpotenzial

Dabei werden auch Anforderungen und Synergien zum Gewässerhaushalt berücksichtigt.

4 <http://www.hydro.uni-freiburg.de>

5 [https://www.bafg.de/DE/05\\_Wissen/01\\_InfoSys/HAD-Seite/HAD.html](https://www.bafg.de/DE/05_Wissen/01_InfoSys/HAD-Seite/HAD.html)

6 Siehe Regenwassermanagement – Stadtentwässerung Freiburg (<https://ese.freiburg.de/pb/620252.html>)

7 Im Unterschied zum Gewässerhaushalt bezieht sich der Landschaftswasserhaushalt darauf, wie viel Wasser in der Landschaft, besonders für Vegetation und Böden, vorhanden ist. Der Landschaftswasserhaushalt ist hauptsächlich abhängig von den geologischen Gegebenheiten, dem Versiegelungsgrad, Vegetationstyp und der Landnutzung. Der Gewässerhaushalt beschreibt das Wasser, welches dem Gewässer generell zur Verfügung steht. Wie viel Wasser in dem Gewässer vorhanden ist, ist abhängig von seiner Nähe zum Grundwasser, dem Zufluss aus dem Zwischenabfluss (Wasser welches versickert, aber nicht in das Grundwasser gelangt) und dem direkten Oberflächenabfluss. Je nach örtlichen Gegebenheiten sind die Gewässer also von verschiedenen Aspekten abhängig.

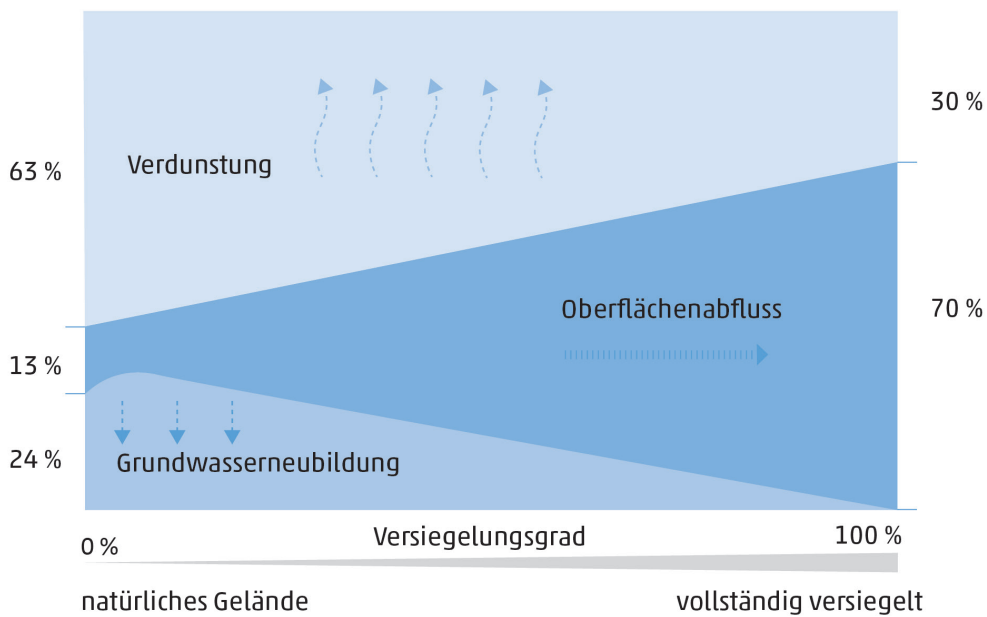


Abb. 3: Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad (nach DWA-M 153, August 2007), Grafik: Stadt Freiburg i.Br. (2016): Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung, S. 6, geändert durch [3]

### Blau-grüne Maßnahmen im Bestand und Neubau

Der Neubau, aber auch die Weiterentwicklung von Quartieren eröffnen Perspektiven für eine klimaoptimierte Bebauung, die Starkregenvorsorge und wirksame blau-grüne Maßnahmen für die Klimaanpassung. Planungsbegleitende Untersuchungen und ein Gesamtkonzept sollen prüfen und aufzeigen, ob und wie kompakte Baustrukturen und klimaangepasste Stadt am besten vereinbart werden können. Kompakte Bauweisen und Klimaanpassungsmaßnahmen lassen sich besonders im Neubau und im Stadtumbau gut miteinander verbinden. Auch die Freihaltung und Nichtbebauung kann aus Gründen der Klimaanpassung eine Option darstellen.

Um auch im Bestand die Klimaanpassung zu erreichen und Verbesserungen in belasteten Gebieten zu erzielen, sollen auch bei kleinteiligen Nachverdichtungen blau-grüne Maßnahmen - so weit wie möglich und machbar - umgesetzt werden. Sind die Handlungsspielräume auf dem Grundstück für blau-grüne Maßnahmen ausgeschöpft oder stark eingeschränkt, sollen ergänzend oder ersatzweise auch technische Maßnahmen, wie z.B. Rigolen, Substratfilterbecken oder Zisternen mit technischen Bewässerungskonzepten zum Einsatz kommen.

Neubau und Weiterbau von Stadtstrukturen werden in Freiburg als Chance begriffen, die Transformation zur klimagerechten Stadt zu bewältigen. Die Oberfläche der Stadt wird zur Potenzialfläche für die wassersensible Stadt der Zukunft. Dafür können viele Maßnahmen der hitzeangepassten und wassersensiblen Stadtentwicklung eingesetzt werden: an und auf Gebäuden, im Wohn- wie im Arbeitsumfeld, für Tag und Nacht, in multifunktionalen Räumen sowie bei Infrastrukturen. Der blau-grüne Stadtumbau und die blau-grüne Stadtentwicklung sollen dabei den Menschen in den Stadtquartieren gleichzeitig eine angenehme Aufenthaltsqualität und Erholung schaffen.

Die blau-grünen Maßnahmen helfen auch dabei, die Auswirkungen eines Starkregens abzumildern. Die Vorsorge gegenüber außergewöhnlich starken Regenergebnissen wird darüber hinaus weitere Maßnahmen zur Oberflächengestaltung sowie technische Maßnahmen zur oberirdischen Lenkung von Abflüssen und temporären Wasserretention sowie zum Schutz von Infrastrukturen erforderlich machen. Hierzu sollte ein abgestimmtes Gesamtkonzept von blau-grünen und starkregenbezogenen Maßnahmen angestrebt werden.

In vulnerablen oder stadtklimatisch besonders belasteten Bereichen kann die blau-grüne Anpassung auch städtebauliche Konzepte und Lösungen einschließen, bei denen Flächen für die Klimaanpassung freizuhalten sind oder Beschränkungen für die Nutzungen bestehen, damit etwa eine Durchlüftung, der Kaltluftabfluss oder der Abfluss oder die Rückhaltung von Niederschlagswasser gewährleistet werden kann. Zur Umsetzung solcher Lösungen können vertiefende fachliche Untersuchungen und Variantenbetrachtungen erforderlich werden.

Räumliche Schwerpunkte und Planungshinweise für blau-grüne Maßnahmen und Maßnahmen der Starkregenvorsorge enthalten die beiden Teilpläne Schwammstadt und Starkregenvorsorge des KLAK Wasser (siehe Kap. 4 ab S. 48). Vertiefungen zu einem gesamtstädtischen Entlastungskonzept und zu Maßnahmen der Hitzevorsorge in unterschiedlichen Baustrukturen finden sich darüber hinaus im KLAK Hitze.

## Die drei Säulen des Wasserhaushalts

Neben dem Niederschlag sind die drei weiteren Komponenten des Wasserhaushalts die Verdunstung, die Grundwasserneubildung und der Oberflächenabfluss, die nachfolgend erläutert werden.

### 1. Verdunstung und Kühlung

Sonneneinstrahlung und Wind lassen Wasser verdunsten. Dabei wird der Umgebung Energie in Form von Wärme entzogen, sodass sich die Luft über Bepflanzungen und feuchten Böden abkühlt. Pflanzen geben über ihre Blätter – und damit über eine sehr große Gesamfläche – Wasser an die Umgebung ab. Ihre Verdunstungsrate ist deshalb bei guter Wasserversorgung in Hitzeperioden extrem hoch.

Auf trockenen Oberflächen wie Stein oder Beton wird Sonnenenergie dagegen in Wärme umgewandelt, ein Teil davon im Material gespeichert und bei Nacht wieder abgegeben. Wasserversorgtes Grün und Wasserflächen heizen sich damit tagsüber deutlich weniger auf als trockene Flächen.

### 2. Versickerung (Grundwasserneubildung)

Versickerung im Oberboden findet auch bei der Verdunstung über Pflanzen statt (Wasserweg zu den Wurzeln). In der Unterscheidung hierzu wird in dieser Säule des Wasserhaushalts die Versickerung betrachtet, die zur Grundwasserneubildung führt.

Regenwasserversickerung im urbanen Raum meint das Einbringen von Regenwasser in den Untergrund bevorzugt mit Hilfe von naturnahen Mulden, bei Flächenknappheit auch technischen Versickerungsanlagen. Bei der dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser werden Kanalnetze und Kläranlagen entlastet.

Die Stadtentwässerung Freiburg setzt auf Konzepte der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung

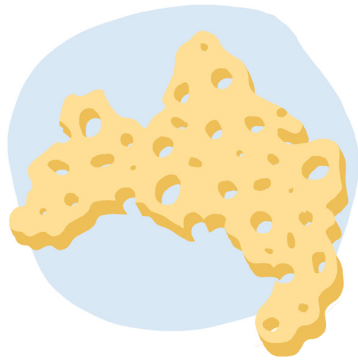
- > zentrale oder dezentrale Versickerung des Regenwassers
- > ortsnahe, gedrosselte Ableitung des Regenwassers in ein Oberflächengewässer
- > Entsiegelung von Flächen
- > Regenwassernutzung
- > Dach- und Fassadenbegrünung (als bodengebundene Systeme leisten begrünte Fassaden auch einen kleinen Beitrag zur Retention).

### 3. Oberflächenabfluss

Der Oberflächenabfluss ist der Teil des Niederschlags, der dem Vorfluter oberirdisch oder oberflächennah unmittelbar zufließt. Die Entstehung ist abhängig von Niederschlag, Interzeption, Evapotranspiration, Schneebildung, Schneeschmelze, Infiltrationsrate, Oberflächen-, Bodenfeuchte- und Grundwasserspeicherung und Geländeneigung.

Das Wasser sucht sich den Weg des größten Gefälles und erreicht den Vorfluter nur mit einer kurzen Fließzeit. Der Oberflächenabfluss setzt mit dem Niederschlag ein und klingt ebenso schnell nach dem Niederschlagsereignis ab. Oberflächenabfluss kann nur entstehen, wenn die Niederschlagsintensität größer als die Infiltrationsrate ist.<sup>8</sup> In urbanen Räumen ist der Oberflächenabfluss bei einem hohen Versiegelungsgrad und direktem Anschluss bebauter Flächen an die Kanalisation besonders hoch.

<sup>8</sup> <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/o/oberflaechenabfluss.htm>



## S2.

# REGENWASSER ALS RESOURCE VOR ORT ZURÜCKHALTEN UND NUTZEN – SCHWAMMSTADT

Wasser ist eine wertvolle Ressource in der Stadt, die zukünftig nur noch dort, wo es notwendig ist, durch das Kanalnetz abgeführt werden soll. Grundsätzlich soll das beim „Normalregen“ anfallende Wasser vor Ort zurückgehalten und genutzt werden. Die Rückhaltung erfolgt möglichst über Vegetationsflächen, in Mulden, im Boden und auf Grün- bzw. Retentionsdächern. Ergänzend kommen auch künstliche Wasserspeicher wie Rigolen oder Zisternen infrage.

Nutzungsziele für das dezentral bewirtschaftete Niederschlagswasser in den Stadtquartieren und Freiflächen sind:

- > die Abkühlung durch Verdunstung für den Klimakomfort der Stadt und gesunde Lebensverhältnisse
- > die Wasserversorgung von Pflanzen für ein vitales Stadtgrün und die Vermeidung und Abmilderung von Trockenstress
- > die Speisung des Grundwassers durch lokale Versickerung (wenn möglich) bzw. die gedrosselte und zeitlich verzögerte Einleitung in naheliegende Oberflächengewässer
- > die Sicherung und Stärkung eines intakten Landschaftswasserhaushalts der wassergeprägten Landschaftsräume wie z. B. die Mooswälder, die Matten- und Niederungslandschaften.

Mit dem Schwammstadtprinzip wird der Oberflächenabfluss reduziert und der naturnahe urbane bzw. natürliche Wasserhaushalt hergestellt. Ein solches Vorgehen leistet auch einen Beitrag zur Starkregen- und Hochwasservorsorge und entlastet die Gewässer etwa vom Eintrag von Schmutzfrachten.

Die Regenwasserbewirtschaftung wird als Kaskade einzelner Maßnahmen organisiert, die den Großteil des Wassers vor Ort zurückhält und nutzt. Ein Beispiel für eine solche Kaskade in Siedlungsräumen ist eine Abfolge aus Urban Wetlands<sup>9</sup> sowie Versickerungs- und Speicherelementen, an die Gebäude und Erschließungsflächen angeschlossen sind (siehe Kap. 5.1, S. 72).

Die Regenwasserkaskade sorgt für die Nutzung des Niederschlagswassers vor Ort und lässt sich in der Umsetzung auch mit anderen Zielen kombinieren. Beispiele sind die:

- > Kombination von Begrünung und Retention auf Flachdächern zur Drosselung des Abflusses und als Zwischenspeicher von Regenwasser; Optionen zur Steigerung der Effektivität sind z. B. durch optimale Substratauflage, Erhöhung der Attika und Drosselung des Abflusses möglich.
- > Kombination flächiger Dachbegrünungen mit PV-Anlagen (was die Effizienz von PV-Anlagen erhöht); sogar die dreifach-Kombination von PV – Sedumbegrünung und Regenwasserspeichermatte wird als System bereits auf dem Markt angeboten und im städtischen Förderprogramm „GebäudeGrün hoch<sup>3</sup>“ gefördert.

<sup>9</sup> Feuchte, bepflanzte Flächen, auf denen viel Wasser verdunstet und die deshalb besonders wirkungsvoll kühlen. Urban Wetlands unterschiedlicher Art und Größe lassen sich in Parks und Grünanlagen, auf Straßen und Plätzen und auf bebauten Grundstücken realisieren. Im engeren Sinne zählen dazu Verdunstungsbeete und Baumrigolen (mit einem speziellen Wasserspeicherelement im Wurzelraum). Aber auch begrünte Mulden sowie Dächer und Fassaden mit Wasserspeicher oder Wasserzufuhr sowie pflanzenbestandene Wasserflächen wie Schilfzonen weisen eine ähnlich hohe Verdunstung und Kühlwirkung auf.

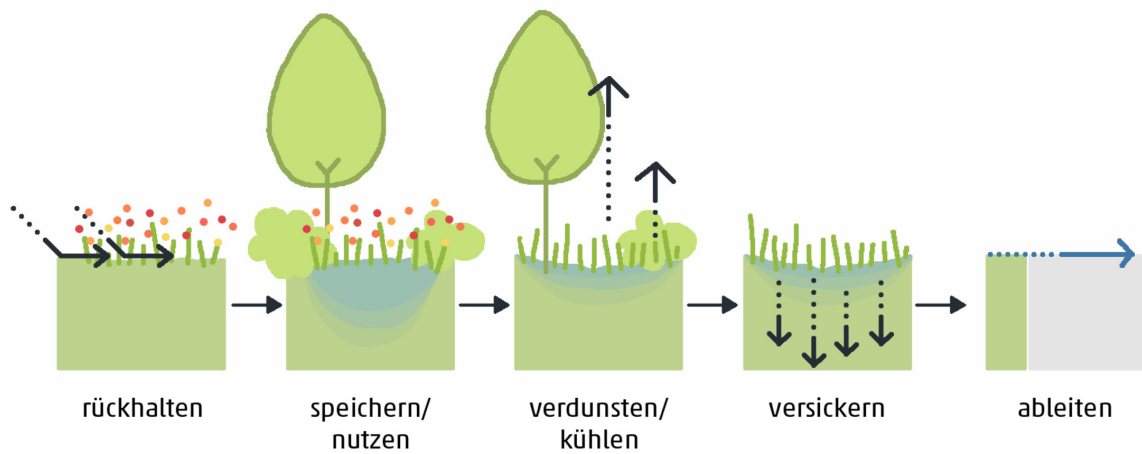


Abb. 4: Kaskade der Regenwasserbewirtschaftung, geändert nach [5]

- > Begrünung von Fassaden an Gebäuden, zum Teil kombiniert mit Bewässerungskonzepten, um die Umwelteffekte noch zu erhöhen (vitale Bepflanzungen, Minderung der Einstrahlung auf die Gebäude, Kühleffekte).
- > Optimierung der Pflanzgruben von Bäumen zur gezielten Versickerung von Regenwasser, wodurch Regenwasser zurückgehalten und später verdunstet wird; durch solche Baumrigolen wird der Baum besser mit Wasser versorgt bzw. durch die Multicodierung überhaupt erst ein Baumstandort oder die Versickerung ermöglicht.



### S3.

## STARKREGENVORSORGE ALS GEMEINSCHAFTSAUFGABE ORGANISIEREN UND UMSETZEN

Die Versiegelung von Böden und eine schnellere Ableitung von Abflüssen in hydraulisch „glatten“ Kanalnetzen oder Grabensystemen erhöhen den zum Abfluss kommenden Anteil von Niederschlägen. Insofern tragen alle dezentralen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung, die diesen Effekten entgegenwirken und Wasser vor Ort zurückhalten, grundsätzlich auch zur Reduzierung von Überflutungsrisiken bei.

Die Wirkung dieser Maßnahmen muss allerdings differenziert gesehen werden. Bei seltenen und außergewöhnlichen Starkregen (Abb. 5 S. 25) wird auch auf unbefestigten bzw. teilbefestigten Flächen ein Abfluss entstehen. Selbst begrünte Dächer sind nach längeren Niederschlägen wassergesättigt und können dann abflusswirksam werden.

Der Effekt der Abflussreduzierung hängt stark vom Aufbau der jeweiligen Maßnahme und den örtlichen Bedingungen ab. Beispielsweise können Dachgärten ggf. auch Extremniederschläge vollständig zurückhalten, während extensive Dachbegrünungen bereits bei „normalen“ Regenereignissen einen Abfluss liefern. Quantifizieren lassen sich diese Effekte durch sogenannte Niederschlags-Abfluss-Modelle (BBSR 2015).

Daher muss selbst bei sehr starken Niederschlägen und bei einem „perfekten“ Entwässerungssystem mit Oberflächenabflüssen und Überläufen aus Rückhalteräumen gerechnet werden. Letztendlich handelt es sich dabei im Grunde um einen natürlichen, landschaftsbildenden Prozess. Allerdings müssen diese Abflüsse nicht zwangsläufig Schäden anrichten. Das Risiko lässt sich durchaus minimieren, indem die Abflüsse aus Bereichen mit hohen Schadenspotenzialen herausgeleitet oder oberhalb zurückgehalten werden. (BBSR 2015)

Im Außengebiet haben mit Waldbäumen bestockte Flächen eine wichtige Schutzfunktion, da hier die Rückhaltung von Abflüssen und die Abflussregulation besonders hoch ist.

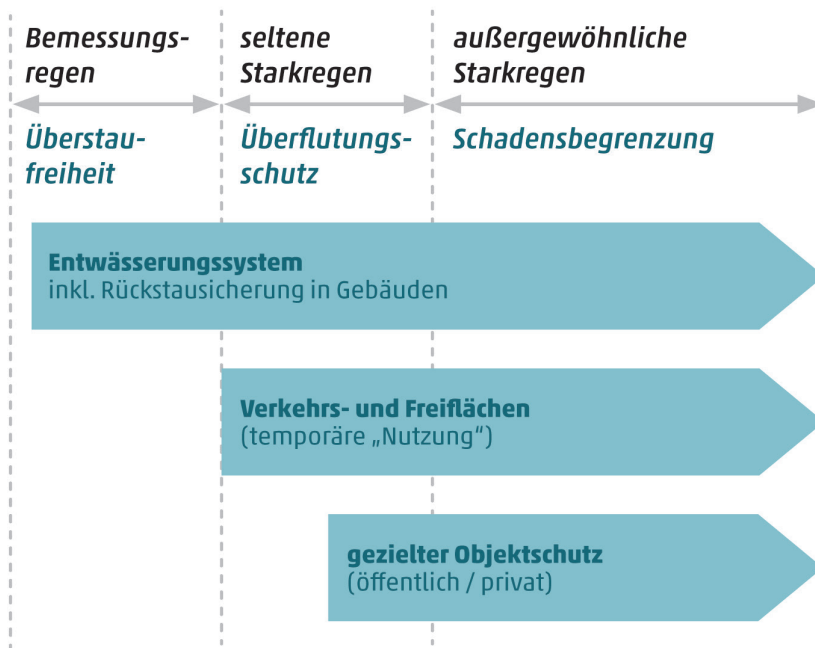


Abb. 5: Überflutungsvorsorge als wasserwirtschaftliche und als kommunale Gemeinschaftsaufgabe entsprechend der Häufigkeit und Intensität von Regenereignissen [2] auf Grundlage von © Starkregenvorsorge im Städtebau und in der Bauleitplanung. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (WM 2018, S. 11)



## S4. FREIRÄUME WASSERSENSIBEL GESTALTEN

### Potenziale und Synergien nutzen

Die Rückhaltung von Regenwasser in der Fläche, die Entsiegelung und Begrünung von Flächen sowie die Starkregenvorsorge sind auch Aufgaben für die Gestaltung öffentlicher Räume. Dabei gilt es, Gestaltung, Nutzung und Ökologie in Einklang zu bringen.

*Städtische Plätze* sollen möglichst so gestaltet werden, dass Klimakomforträume entstehen. Maßnahmen zur Rückhaltung und Speicherung von Regenwasser werden mit Maßnahmen der Hitzevorsorge kombiniert: Grün speichert das Regenwasser, das auf den befestigten Flächen anfällt und sorgt für Verdunstungskühle. Bäume liefern zusätzlich Schatten und sorgen für qualitätsvolle Aufenthaltsorte. Brunnen und Wasserspiele mit Fontänen und Sprühnebel sowie Trinkbrunnen machen Wasser in der Stadt sichtbar und erfrischen an heißen Tagen. Dieser Ansatz wurde beispielgebend beim Umbau von Rotteckring und Platz der alten Synagoge umgesetzt.

Auf intensiv genutzten Plätzen sollte eine offene Rückhaltung von Niederschlagswasser nur im außergewöhnlichen Fall eines Starkregens erfolgen. Der Normalregen sollte hier größtenteils unterirdisch gespeichert werden.

*Straßen und Parkplätze* haben ebenfalls ein hohes Anpassungspotenzial. Auch hier gilt das Ziel, möglichst die naturnahe urbane Wasserbilanz zu erreichen. Straßen und Parkplätze, die neu angelegt oder grundsaniert werden, sollten hierzu ganz oder teilweise von den Kanälen abgekoppelt werden.<sup>13</sup>

Hier sollen so weit wie möglich ausreichende Flächen bereitgestellt werden, um Niederschlagswasser vor Ort zu verdunsten und zu versickern, z. B. durch die Verwendung wasserdurchlässiger Bodenbeläge und ausreichend groß angelegten, unversiegelten und biodivers

begrünten Grünflächen. Schattenspendende Bäume gehören bereits wegen der Hitzeminderung zum Standard und werden unter Berücksichtigung von geringen Schadstoffeinträgen in den Boden mit dem Wasser der versiegelten Flächen versorgt. Neue Pflanzflächen, die für die Funktionen der Verdunstung oder Regenwasserversickerung optimiert sind (z.B. „urban wetlands“ etc.) werden angelegt. Das verbessert auch die Aufenthaltsqualität der Straßenräume und Parkplätze.

Die vollständige oder teilweise Abkoppelung von Straßen ist in bestimmten Fällen möglich und wurde u.a. im Forschungsprojekt BlueGreenStreets untersucht und geeignete Lösungsansätze in einer Toolbox dargestellt. Maßnahmen hierzu sind in Kap. 5.2, S. 77 beschrieben).

*Grünflächen*, wie Parks, Grünanlagen, Spiel- oder Sportplätze, weisen hohe Synergien mit der wassersensiblen Stadtentwicklung auf: Durch Ausbau oder Umgestaltung können hier zahlreiche hochwirksame Anpassungsmaßnahmen integriert werden, die nicht nur auf den Grünflächen, sondern auch in der Umgebung Wirkung entfalten und darüber hinaus gleichzeitig Aufenthaltsqualität und Funktionalität deutlich erhöhen. Ein großes Potenzial wird in Konzepten der Mehrfachnutzung gesehen, die z.B. die Aspekte Rückhaltung/Speicherung von Wasser, Verfügbarmachung von Wasserreserven für die Bepflanzungen in Trockenzeiten, Erhöhung der Biodiversität in der Stadt und Naturerlebnis miteinander verbinden.

10 Gestaltungsansätze zum klimaangepassten Umbau von urbanen Straßenräumen werden aktuell im Forschungsprojekt BlueGreenStreets erprobt (vgl. BlueGreenStreets (2020) und <https://www.hcu-hamburg.de/research/forschungsgruppen/reap/reap-projekte/bluegreenstreets/>).

In der kompakten, wachsenden Stadt müssen möglichst Alternativen zu flächenintensiven monofunktionalen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen gefunden werden. Auch allein der technische Ausbau der Entwässerungsmaßnahmen ist keine Lösung, weil für selten auftretende Ereignisse ein unverhältnismäßiger Aufwand betrieben werden muss. Daher ist die Mehrfachnutzung und -codierung ein zentrales Instrument für die Klimaanpassung der dicht besiedelten Stadt.

Die Mehrfachnutzung bzw. -codierung lässt sich sowohl in unterschiedlichen Siedlungsstrukturen für Gebäude- und Freiflächen als auch in öffentlichen Räumen und technischen Infrastrukturen anwenden. Hierzu gibt es bereits heute schon Beispiele. Einige sind bereits gängige Praxis, andere noch eher selten oder in der Entwicklung.

Beispiele der Mehrfachcodierung der Stadtoberfläche in öffentlichen Räumen sind die:

- > Gestaltung von naturnahen Elementen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, wie Mulden, Gräben, Teiche und Retentionsflächen, kombiniert mit Baumpflanzungen als integrierter Teil der nutz- und erlebbaren Grün- und Freiflächen auf privaten Grundstücken, Schulen, Campusgelände und in öffentlichen Freiräumen und Straßen.
- > Bodenverbesserung und Anlage von klimaangepassten, biodiversen Bepflanzungskonzepten in öffentlichen und privaten Grün- und Freiflächen zur Erhöhung der Verdunstung, Ausgleichswirkung und den damit verbundenen Kühleffekten.
- > Pflanzung von Bäumen und Optimierung des Wurzelraumes in Straßen und auf Stellplatzanlagen; dies ermöglicht das Parken unter einem Blätterdach, sorgt für Schatten in Hitzeperioden und fördert das Wohlfühlen in der Stadt.

Multicodierte Beispiele für die Starkregenvorsorge sind u.a. die:

- > Modellierung und Gestaltung der Oberflächen von Straßen, Grünflächen und ggf. auch Teilen von Baugrundstücken als Notwasserwege, um gezielt urbane Sturzfluten zu leiten.
- > Gestaltung von Freiflächen wie Grünflächen, ungedeckte Sportflächen, Spielplätze oder auch Stellplatzflächen als temporärer Einstrauraum für Regenwasser.

Bei genauerer Analyse kann festgestellt werden, dass viele Flächen in der verdichteten Stadt mehrdimensional auch für die wassersensible Stadt genutzt werden können. Gleichzeitig ergeben sich aber auch eine Reihe von Herausforderungen und Hemmnissen, die eine Mehrfachnutzung ausschließen, erschweren oder spezifische Lösungen erforderlich machen.

#### **Hemmnisse und mögliche Lösungswege für die Mehrfachnutzung**

In der wachsenden Stadt werden viele Grün- und Freiflächen durch den zunehmenden Nutzungsdruck bereits extrem beansprucht, so dass die Aufrechterhaltung der

Funktionalität der Grünräume eines nicht unerheblichen Aufwandes bedarf. Zudem ist bei der Mehrfachnutzung öffentlicher Grünflächen zu beachten, dass die Sicherung eines ausreichenden Angebots an uneingeschränkt nutzbaren Frei- und Bewegungsräumen für die Stadtgesellschaft ein wichtiger Belang der Daseinsvorsorge und für den sozialen Frieden ist.

Für solche Fälle muss die Eignung und Machbarkeit der Mehrfachnutzung genau überprüft werden. Dabei stellen sich die folgenden Fragen:

- > Wie können integrierte, naturnahe bzw. ortstypische Lösungen gefunden werden, die die Nutzbarkeit, Zugänglichkeit und Erlebbarkeit nicht erheblich einschränken?
- > Wie kann möglichst die barrierefreie Nutzung sichergestellt werden?
- > Wie sind die Verantwortlichkeiten für die Mehrfachcodierung verteilt?
- > Welche Regelungen sind notwendig, um eine ausreichende Pflege und Unterhaltung zu gewährleisten?

Die Belastbarkeit und Nutzung öffentlicher Freiflächen für den Starkregenfall ist ein weiterer Aspekt. Für vermehrt prognostizierte außergewöhnliche Starkregenereignisse werden grundstücksübergreifende Lösungen erforderlich, da sich Starkregenabflüsse oft aus größeren Einzugsgebieten speisen und Wasser teilweise unkontrolliert über öffentliche und private Grundstücksflächen abfließt. Für effektive Vorsorge- und Schutzmaßnahmen können somit auch Maßnahmen in den Entstehungsgebieten und entlang größerer Wegstrecken von Fließwegen in ober- und unterliegenden Siedlungsgebieten und Landschaftsräumen erforderlich werden. Beispiele sind die Anlage von Notwasserwegen, Retentionsräumen und Zwischenspeichern in einem räumlichen Funktionszusammenhang. Auch für sehr seltene Extremwetterereignisse sind die Verträglichkeit der Mitbenutzung sowie die Verantwortlichkeiten zu klären.

Die Begrenzung von Maßnahmen auf die eigenen Grundstücksflächen kann ebenfalls für die Umsetzung des Schwammstadt-Prinzips unter Umständen nicht zielführend sein, da so z. B. wirtschaftlichere Lösungen oder solche mit großen positiven Effekten für das Quartier ausgeschlossen werden. Beispiele sind die gemeinsame Nutzung semizentraler Anlagen oder die Schaffung von Entlastungsräumen der Hitzevorsorge.

Solche Fälle machen eine grundstücksübergreifende Planung erforderlich, die die Wirkungseffekte ausreichend berücksichtigt. Sehr kleine Zuschnitte der Betrachtungsräume von Bebauungsplänen oder Infrastrukturplanungen können ein Hemmnis darstellen. Nicht immer muss hieraus die Vergrößerung des Geltungsbereiches eines Bebauungsplans resultieren. Wichtig ist es jedoch, einen ausreichenden größeren Wirkraum zu betrachten und ggf. Maßnahmen außerhalb des Geltungsbereiches zu sichern, z.B. über einen städtebaulichen Vertrag zum Bebauungsplan.

## Schlussfolgerungen

Der Siedlungsdruck und das Gebot, knappe Grünflächen für die Erholung und einen intakten Naturhaushalt zu erhalten, erfordern ein kompaktes und flächensparendes Bauen. Dies bedingt die Ausweitung und Intensivierung der Mehrfachnutzung der Oberflächen der Stadt.

Die Herausforderungen und Hemmnisse zeigen, dass Mehrfachnutzung und Multicodierung eine anspruchsvolle Aufgabe für die Planung und Umsetzung ist. Sie erfordert eine Einzelfallbetrachtung bei den jeweiligen Bauvorhaben, Baugebieten oder anstehenden städtebaulichen Entwicklungen. Prüfkriterien sind u.a. die:

- > Festlegung eines ausreichenden Wirk- und Planungsraumes
- > Eignung der Flächen und Maßnahmen
- > Absicherung der Mehrfachgestaltung und -nutzung in der Umsetzung und im Betrieb.

Hieraus können zusätzliche Anforderungen an die Planung und den Planungsprozess, die Sicherung von Flächen und die Bereitstellung von Ressourcen resultieren. Ferner sind Regelungen zur Teilung der Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten für die Pflege und Unterhaltung erforderlich.

Wichtig sind frühzeitige und kontinuierliche Abstimmungen zwischen sektoralen Fachplanungen für eine integrierte Planung sowie die Entwicklung guter, tragfähiger Gestaltungskonzepte. Notwendig ist auch die Kooperationsbereitschaft bei unterschiedlichen Zuständigkeiten im Betrieb. Die Umsetzung dieser Leitlinie setzt somit eine aktive enge Verzahnung der Planung in der Verwaltung der Bereiche „Blau“ und „Grün“ voraus.

Letztlich kann es aber auch erforderlich sein, dass für eine erfolgreiche Klimaanpassung und Starkregenvorsorge konkret zugewiesene Flächennutzungen notwendig werden. Solche Sonderfälle können z.B. zum Schutz von Blue und Hot Spots zum Tragen kommen. So kann es zum Beispiel notwendig werden:

- > Retentionsbecken für die Starkregenvorsorge aus Sicherheitsgründen so anzulegen, dass sie nicht frei zugänglich sind
- > Flächen von der Bebauung freizuhalten, um eine ausreichende Durchlüftung von überhitzten Stadtquartieren zu gewährleisten.



## S5. DEN LANDSCHAFTS- WASSERHAUSHALT STÄRKEN

Der Landschaft fehlt vor allem nach längeren Hitze- und Trockenperioden das Wasser. Wertvolle Feuchtbiotope und grünlandgeprägte Niederungslandschaften mit den Relikten der kulturhistorischen Wässerwiesen und Runzen und die waldgeprägte Niederungslandschaft des Mooswaldes fallen teilweise trocken. Wasserstände in Kleingewässern, Bächen und Gräben sinken ab. Trockene Landschaften können kein Wasser verdunsten und somit nur eingeschränkt zur Kühlung überhitzter Stadtquartiere und zur bioklimatischen Entlastung beitragen.

Daher wird das Prinzip der Schwammstadt – Wasser halten, wenn viel da ist – auch auf die Landschaftsräume übertragen. In der Schwammlandschaft wird der Boden, entsprechend seiner natürlichen Funktion, als Wasserspeicher aufgefüllt.

Neben den Wäldern wirken die Auwälder in den Niederungen und Gehölze in der Feldflur wie Schwämme, die Regenwasser speichern und verzögert wieder in den Wasserkreislauf abgeben. Der Erhalt und die Mehrung von Waldflächen, Feldgehölzen und Gehölzen sowie Auwäldern an Bächen, Flüssen und Niederungen sind daher wichtig für einen stabilen Landschaftswasserhaushalt. Solche „Waldschwämme“ sollen auch im urbanen Raum erhalten und entwickelt werden.

Ein weiteres Potenzial für die Stärkung des Landschaftswasserhaushalts wird in der Nutzung und Aktivierung noch vorhandener Reste der Wässerwiesen, Runzen und sonstiger Grabensysteme als Wasserspeicher und Retentionsräume gesehen. Durch die Renaturierung von Gräben, die Nutzung von Gräben für die Wasserrückhaltung und die Bewässerung der Landschaft können natürliche, biodivers ausgestattete Retentionsräume und Niederungslandschaften geschaffen werden.

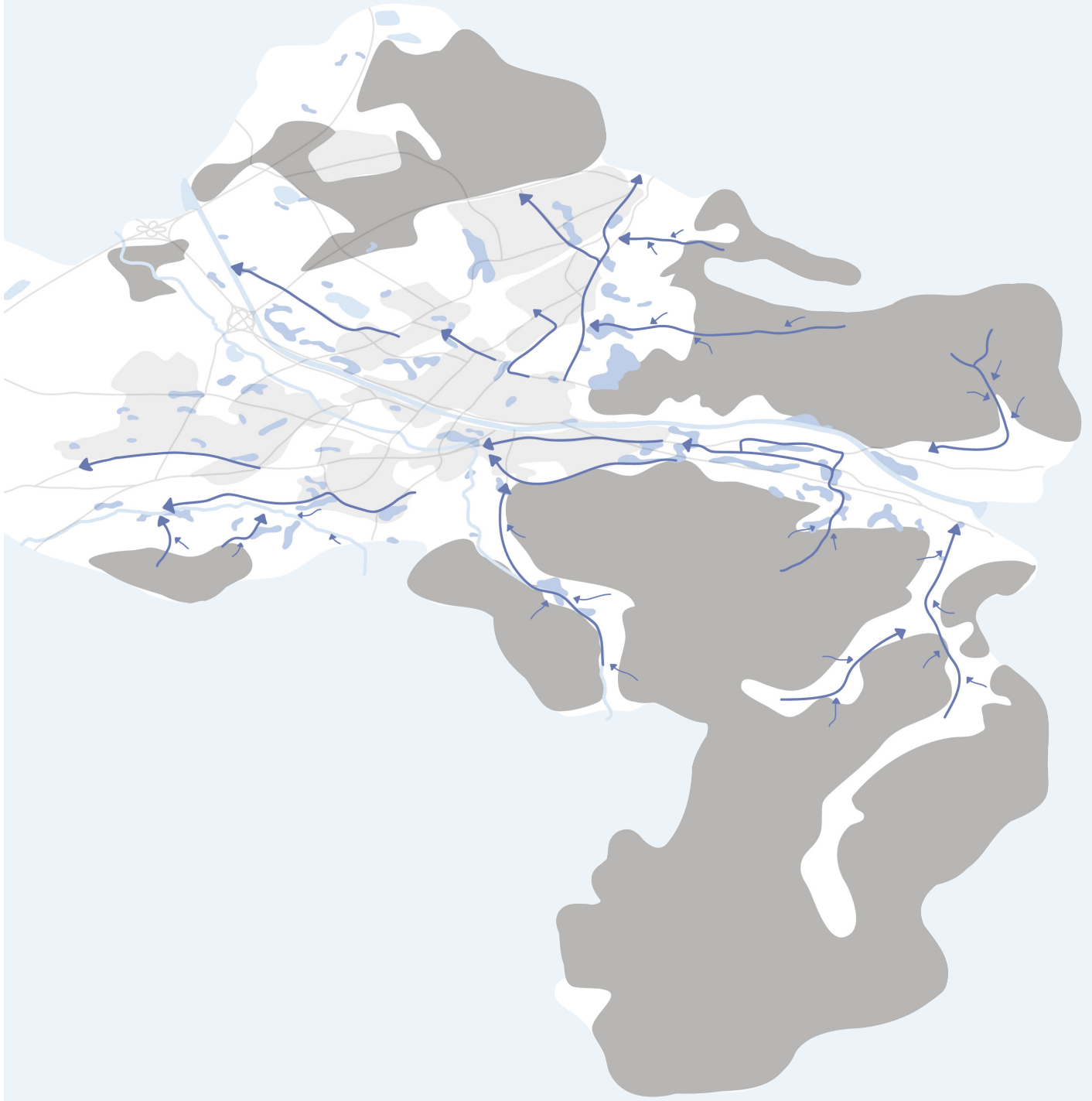
Schwammlandschaften speichern möglichst lange das Wasser und reduzieren den Oberflächenabfluss. Intensive ackerbauliche Nutzungen, wie z. B. Maisanbau oder Sonderkulturen, erhöhen insbesondere in Hanglagen aufgrund der über einen längeren Zeitraum geringen Bodenbedeckung die Oberflächenabflüsse und das Risiko der Bodenerosion. Durch eine standortangepasste Bewirtschaftung und vielfältige Fruchtfolgen können erhöhte Abflüsse und Bodenerosionen gemindert werden. Zusätzlich unterstützen Retentionsflächen und Gewässerrandstreifen die Versickerung und mindern den Zufluss in die Vorflut. Eine Belastung von Siedlungsflächen und Gewässern durch den Eintrag von Düngemitteln und Pestiziden von Landwirtschaftsflächen kann so vermieden werden.

Für die Schwammlandschaften kann auch gezielt das vorgereinigte Regenwasser aus den Siedlungsgebieten eingesetzt werden. Siedlungswasser wird als Ressource für die Stärkung des Landschaftswasserhaushalts genutzt. Hierzu sind entsprechend lokale Konzepte erforderlich, die mit den Zielen der gesamtstädtischen Landschaftsplanung abgeglichen werden sollten.



### 3. Analyse Regenwasser- bewirtschaftung und Starkregen

Um die im vorherigen Kapitel dargestellten strategischen Leitlinien effektiv in der Stadtplanung umsetzen zu können, bedarf es einer Analyse der naturgegebenen Voraussetzungen des Stadtgebietes Freiburg. Es gilt herauszuarbeiten, welche Bereiche besonders von Starkregenereignissen betroffen wären, in welchen Bereichen Maßnahmen zu Minimierung der Starkregengefährdung effektiv umgesetzt werden können und welche Maßnahmen zur Umsetzung des Schwammstadtkonzeptes und einer wasser- und hitzesensiblen Stadtplanung wo umzusetzen sind. Hierzu wird im Rahmen dieses Projektes sowohl eine Starkregengefährdungs- und Risikoanalyse auf Basis einer 2D-Oberflächenabflussmodellierung als auch eine Analyse der möglichen Regenwasserbewirtschaftungsarten in Freiburg durchgeführt. Die bei der Oberflächenabflussmodellierung generierten Ergebnisse werden dazu verwandt, priorisierte Handlungsbereiche in der Stadt, die Schwerpunktbereiche der Starkregengefahrenanalyse und der Starkregenrisikoanalyse, die sogenannten Blue Spots, zu identifizieren. Dort besteht eine hohe Priorität für die Berücksichtigung von Maßnahmen zur Starkregenvorsorge in Planungsverfahren und Fachplanungen.



ANALYSE

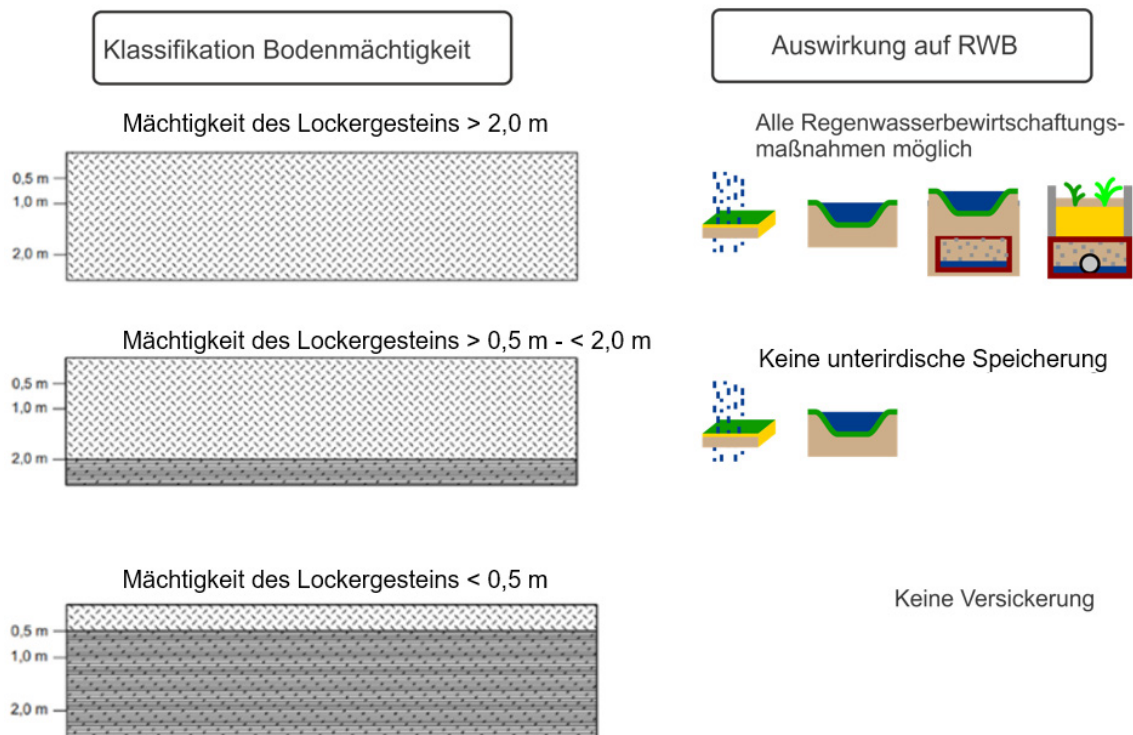


Abb. 6: Darstellung der hier verwendeten Klassifikation der Lockergesteinsmächtigkeit zur Ableitung von RWB-Maßnahmen, Methodik von AN erarbeitet

## 3.1 Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte

### 1. Veranlassung

Bestandteil des Klimaanpassungskonzeptes Regenwasser für die Stadt Freiburg sind auch gesamtstädtische Aussagen zu der Versickerungsfähigkeit des Untergrunds und dementsprechend mögliche Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen. Die Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Maßnahmen variieren auf der gesamten Gemarkung der Stadt Freiburg nach den topographischen, geologischen, bodenkundlichen und hydrologischen Einflussfaktoren. Das hat zur Folge, dass unterschiedliche technische Anforderungen an die Maßnahmen gestellt werden.

Die Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte, kurz RWB-Artenkarte, hilft Planern und Planerinnen, ihre Vorhaben nach den naturräumlichen Gegebenheiten effektiv durchzuführen und somit dem Versickerungsgebot nachzukommen. Außerdem kann diese Karte genutzt werden, um die im Kap. 5, S. 70 beschriebenen Maßnahmen zur Versickerung von Regenwasser im Stadtgebiet von Freiburg zu verorten. Die Angaben in der RWB-Artenkarte sind im Planungsverfahren mit standortbezogenen Informationen zu plausibilisieren (Bodengutachten, Grundwasserstände). Im Folgenden werden die erforderlichen Eingangsdaten, die Methodik zur Bestimmung der geeigneten Regenwasserbewirtschaftungsart sowie auch die Ergebnisse dieser Analyse dargestellt.

### 2. Eingangsdaten für die Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte

Zur Bestimmung der jeweiligen örtlichen Versickerungsverhältnisse werden mehrere Datensätze zu Landnutzung, Bodeneigenschaften und Wasserhaushalt miteinander verschnitten und anhand einer vorher festgelegten Entscheidungsmatrix die entsprechenden Bewirtschaftungsarten ausgewiesen.

#### Mächtigkeit des anstehenden Lockergesteins

Einer der wichtigsten Faktoren bei der Planung von Versickerungsanlagen ist die Mächtigkeit des anstehenden Lockergesteins. Bei einer Mächtigkeit von unter 50 cm ist eine Versickerung nicht möglich. Erreicht die Mächtigkeit 2 m, kann eine Flächen- bzw. Muldenversickerung in Betracht gezogen werden. Über einer Mächtigkeit von 2 m ist prinzipiell jede Bewirtschaftungsart anwendbar.

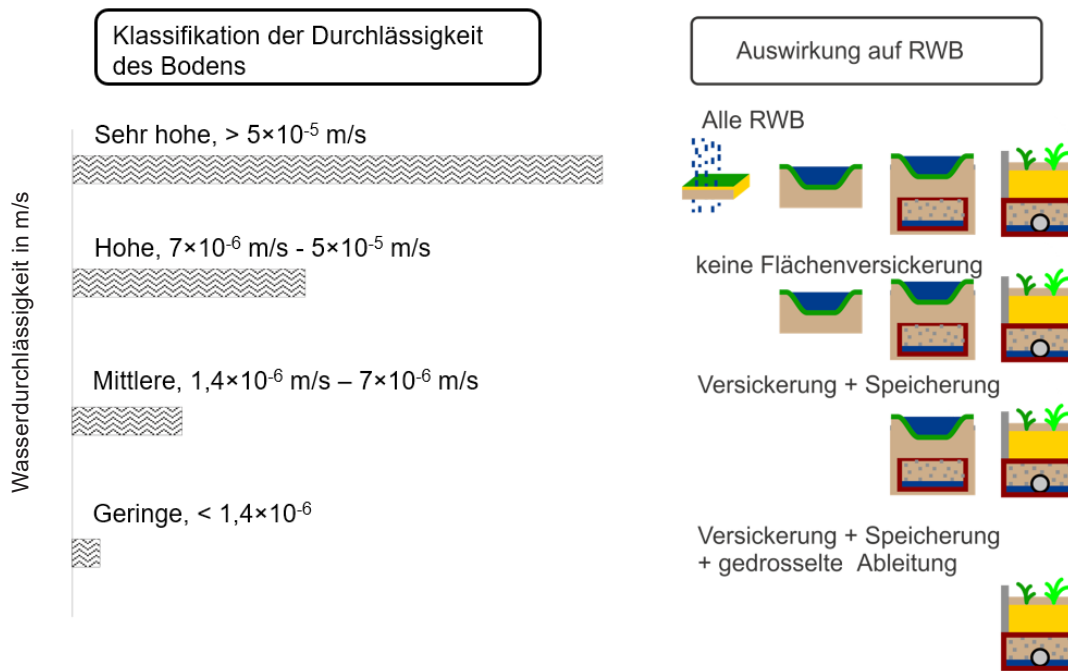


Abb. 7: Darstellung der hier verwendeten Klassifikation der Wasserdurchlässigkeit des Bodens zur Ableitung von RWB-Maßnahmen, Methodik von AN erarbeitet

### Typ des anstehenden Bodens

Handelt es sich um einen terrestrischen Boden, also einen Boden ohne nennenswerte Grundwasser- oder Schichtenwassereinflüsse, ist prinzipiell jede Versickerungsmaßnahme möglich. Handelt es sich allerdings um Gewässer, Stauwasser- oder Grundwasserböden ist jegliche Versickerung ausgeschlossen. Außerdem gibt es Bereiche, in denen aufgrund der vergangenen Nutzung bzw. momentanen Nutzung eine Versickerung von Regenwasser über technische Anlagen ausgeschlossen ist, z.B. die ehemalige Deponie Eichelbuck.

### Durchlässigkeit des Bodens

Der Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) wird meist in der Einheit mm/h oder m/s angegeben. Je geringer der kf-Wert ist, desto geringer ist die Durchlässigkeit des Boden- bzw. Gesteinskörpers. Ist die Durchlässigkeit des Bodens sehr hoch, lassen sich alle Regenwassermaßnahmen ohne Einschränkungen anwenden. Je geringer die Versickerungsfähigkeit wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine unterirdische Versickerung in Rigolen oder sogar Speicherung und Ableitung in das Kanalnetz oder Gewässer notwendig ist.

### Grundwasserflurabstand und Trinkwasserschutz zonen

Der Grundwasserflurabstand ist der Abstand zwischen Grundwasseroberfläche und Geländeoberfläche. Da zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage (Mulde normalerweise 30 cm tief) und dem Grundwasserspiegel ein Mindestabstand von 1 m eingehalten werden muss, ergibt sich der erste Schwellenwert von 1,3 m. Ist der Grundwasserflurabstand kleiner als 1,3 m, ist normalerweise nur eine Flächenversickerung möglich. Ist der Abstand größer als 1,3 m, ist sowohl Flächen- als auch Muldenversickerung möglich. Ab einem Grundwasserflurabstand von 3 m sind normalerweise alle Arten der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung anwendbar.

In die Berechnung werden Informationen zu Trinkwasserschutzgebieten aufgenommen, da in diesen Bereichen besondere Bedingungen zum Schutz des Bodens und Grundwassers bestehen und es folglich auch höhere Anforderungen an die Versickerung von Regenwasser gibt. In der Trinkwasserschutzzone I ist jegliche Versickerung laut unterer Wasserbehörde der Stadt Freiburg untersagt. Da die Trinkwasserschutz zonen II sowie II A und B hauptsächlich in unbebauten Gebieten liegen, ist dort auch keine Versickerung vorgesehen. Für die Trinkwasserschutz zonen III, III A und III B bestehen keine Restriktionen für die Versickerung von Regenwasser.

Abkürzung	Bewirtschaftungsart	Beinhaltete Bewirtschaftungsweisen
FLV	Flächenversickerung	Versickerung über belebten Oberboden
MV	Oberirdische Speicherung	Mulden, Tiefbeete, Sickerbeete, Muldengraben
SPV	Oberirdische Speicherung mit unterirdischer Speicherung	Mulden-Rigolen-System, Tiefbeet-Rigole, Baumrigole
ABLV	Oberirdische Speicherung mit unterirdischer Speicherung und gedrosselter Ableitung	Wie Bewirtschaftungsweisen SPV, mit Ableitung in Vorfluter

Tab. 1: Übersicht Regenwasserbewirtschaftungsart

### Gewässerentfernung

Aufgrund der Ausgangsbedingungen kann es vorkommen, dass das Niederschlagswasser vor Ort nicht vollständig versickert werden kann. In diesem Fall ist eine Ableitung des überschüssigen Wassers in das nächstgelegene Gewässer oder in einen Regenwasserkanal notwendig. Allerdings sollen Versickerung oder Verdunstung des Regenwassers so weit wie möglich immer bevorzugt und eine (gedrosselte) Ableitung nur bei nicht ausreichend guten natürlichen Gegebenheiten angewendet werden.

Für die Darstellung in der RWB-Artenkarte wird eine maximale Entfernung von 100 m zum Gewässer angesetzt. Innerhalb dieser Strecke kann die Möglichkeit für eine Ableitung in eine Vorflut in Betracht gezogen werden. Auch bei Entfernungen über 100 m sollte bei Bedarf eine Ableitung geprüft werden.

### Hydrologische Deckschichten

Außerdem werden die hydrologischen Deckschichten in der Ergebniskarte dargestellt. Diese oberflächennahen Gesteinseinheiten oberhalb des ersten zusammenhängenden Grundwasservorkommens haben oft eine geringe Porendurchlässigkeit und können, je nach Abstand zu der Geländeoberkante, die lokale Versickerung beeinflussen. Da sich aus den Daten der hydrogeologischen Karte weder Kf-Werte noch Mächtigkeit bzw. Entfernung zur Geländeoberkante entnehmen lassen, gehen diese Schichten nicht weiter in die Berechnung ein und werden lediglich als Hinweis in die Ergebnis-

karte eingefügt. Das Vorhandensein von Deckschichten kann je nach deren Mächtigkeit und Beschaffenheit zu erheblichen Abweichungen von Angaben der RWB-Artenkarte führen.

### 3. Methodischer Ansatz zur Erstellung einer Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte

Zur Bestimmung der Regenwasserbewirtschaftungsarten wird das Programm FLEXT genutzt. FLEXT ist ein auf einem Entscheidungsbaum basiertes Programm, mit welchem Regeln für unterschiedliche Fragestellungen definiert und automatisiert auf große Datenmengen angewendet werden können. So kann für jede Flächeneinheit ermittelt werden, welche Art der Regenwasserbewirtschaftung entsprechend der vorab beschriebenen natürlichen Standort-Kriterien, nämlich Mächtigkeit Lockergestein, Bodentyp, Kf-Wert sowie Grundwasserflurabstand, angewandt werden kann.

### Regenwasserbewirtschaftungsarten

Insgesamt werden vier Bewirtschaftungsarten definiert, welche als Oberbegriff für eine Vielzahl von Maßnahmen stehen. Für die meisten ausgewiesenen Flächen lassen sich mehrere Arten dieser vier Regenwasserbewirtschaftungsformen zur Versickerung von Niederschlagswasser kombinieren.

In der Tab. 2 S. 35 werden die in den Ergebnissen dargestellten Legendeneinträge kurz erläutert.

Legendeneintrag Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte	Erläuterung
In-situ Versickerungsgegebenheiten prüfen, ggf. semizentrale Lösungen prüfen	Eine bestimmte Art zur dezentralen Versickerung konnte auf Basis der zu Verfügung stehenden Daten nicht ermittelt werden. In-situ Prüfung der lokalen Versickerungsverhältnisse durchführen und ggf. semizentrale Lösungen wie Regenretentionsbecken etc. prüfen.
Flächenversickerung	Es ist am wahrscheinlichsten die Flächenversickerung möglich, jedoch kommen diese Flächen im besiedelten Freiburger Stadtgebiet fast nicht vor.
Muldenversickerung	Es ist am wahrscheinlichsten die oberirdische Speicherung, z.B. durch Muldenversickerung, möglich (vgl. MV Tabelle 1).
Mulden- und Flächenversickerung	Es sind am wahrscheinlichsten Flächenversickerung oder oberirdische Speicherung möglich. Vorzugsweise ist die kostengünstigere Variante, also in diesem Fall Muldenversickerung, anzuwenden (vgl. FLV und MV Tabelle 1).
Ober- und unterirdische Speicherung einschließlich gedrosselter Ableitung notwendig	Es sind am wahrscheinlichsten dezentrale Maßnahmen mit ober- und unterirdischem Speicher (auch gedichtet) möglich. Eine Ableitung in einen Vorfluter ist notwendig (vgl. ABLV Tabelle 1)
Ober- und unterirdische Speicherung notwendig; gedrosselte Ableitung möglich	Es sind dezentrale Maßnahmen mit ober- und unterirdischem Speicher (auch gedichtet) möglich. Eine Ableitung in einen Vorfluter ist möglich aber nicht unbedingt notwendig (vgl. ABLV und SPV Tabelle 1)
Alle Maßnahmen bis auf Flächenversickerung möglich	Außer der Flächenversickerung sind alle Arten möglich. Vorzugsweise ist hier die kostengünstigste Maßnahme, d.h. Muldenversickerung, umzusetzen (vgl. MV, ABLV und SPV Tabelle 1).
Alle dezentralen Maßnahmen der Versickerung möglich	Vorzugsweise ist hier die kostengünstigste Maßnahme, d.h. Flächenversickerung, umzusetzen (vgl. FLV, MV, ABLV und SPV Tabelle 1).

Tab. 2: Erläuterung der Legendenpunkte Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte

Tab. 2 S. 35 erläutert das Analyse-Ergebnis zur Bestimmung der Regenwasserbewirtschaftungs-Maßnahmen gemäß Programm FLEXT.

Hinweis: Die getroffenen Aussagen basieren auf der Auswertung von geologischen, bodenkundlichen und hydrologischen Karten. Sie dienen zur Ersteinschätzung und stellen das wahrscheinlichste Potential dar.

In der Ausführungsplanung sind vertiefende standortbezogene Untersuchungen erforderlich (Bodengutachten, Grundwasserstände u.a.)

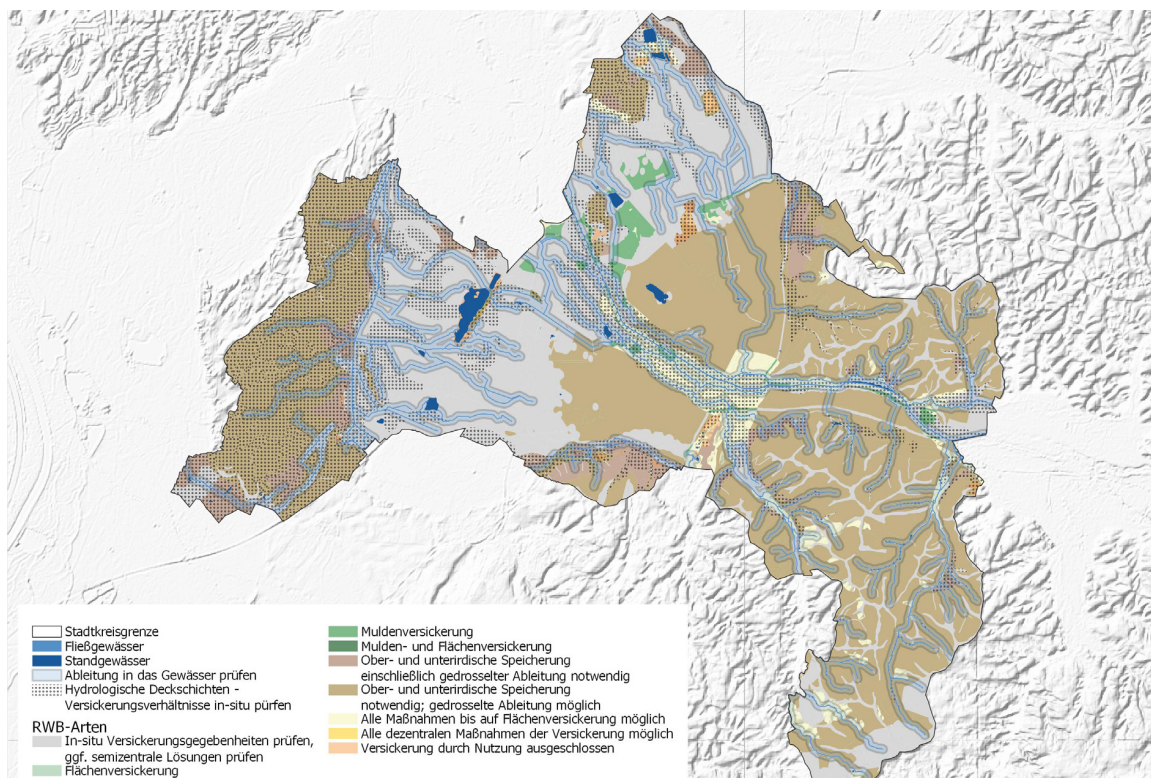


Abb. 8: Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte Freiburg

#### 4. In Freiburg anwendbare Regenwasserbewirtschaftungsarten

Generell lässt sich sagen, dass eine große Vielzahl von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zur Versickerung von Regenwasser im Stadtgebiet geeignet ist. In bebauten Gebieten ist oft eine Kombination von oberirdischer und unterirdischer Versickerung zum Beispiel durch Mulden-Rigolen-Systeme, Baumrigolen, Tiefbeete etc. notwendig. In Teilen des ehemaligen Überschwemmungsgebiets der Dreisam sind die Versickerungsverhältnisse besonders gut, sodass außer einer Flächenversickerung auch alle anderen Arten der Regenwasserbewirtschaftung angewandt werden können. Allerdings gibt es auch Gebiete, wie z.B. in Teilen des Mooswaldes, wo aufgrund der hohen Grundwasserstände und des anstehenden Bodentyps eine Versickerung in den meisten Fällen in-situ anhand von Bodenuntersuchungen zu prüfen ist. Auch in den Hanggebieten im Osten und Westen des Stadtgebietes ist eine Bewirtschaftung teilweise nur nach in-situ Prüfung oder nur mit unterirdischer Speicherung und Ableitung möglich.

Die Regenwasserbewirtschaftungskarte wird überlagert mit den zusätzlichen Planungsinformationen zu hydrologischen Deckschichten, Gebieten, in denen die Versickerung durch die Nutzung ausgeschlossen ist, sowie Gewässernähe.

## 3.2 Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung

### 1. Veranlassung

Zunehmende Wetterextreme infolge des Klimawandels stellen viele Kommunen und Gemeinden vor neue Herausforderungen. In städtisch geprägten Regionen verursachen Starkniederschläge immer häufiger enorme Schäden und stellen Gefahren für Menschenleben dar, die nicht unterschätzt werden dürfen. Um Bereiche mit potenziellen Gefahren und Risiken von Starkregenereignissen zu identifizieren und diesen entsprechend planerisch entgegenzuwirken, werden zunehmend Starkregenanalysen von Bundesländern, Kommunen, Entwässerungsbetrieben und anderen interessierten Akteur\*innen beauftragt. Diese dienen als eine Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die jeweilige Planungsebene von der Landesplanung bis zur Kanalnetzplanung.

Bis vor wenigen Jahren blieben Starkregen bei der Planung von Entwässerungssystemen weitgehend unberücksichtigt. Die Anlagen wurden auf die durch die Normen vorgegebenen Bemessungsregen ausgelegt. Niederschläge, die in ihrer Intensität über die Bemessungsregen hinausgehen, wurden als „höhere Gewalt“ eingestuft.

Dieser Ansatz wurde in den letzten Jahren – nicht zuletzt vor dem Eindruck der Schadensereignisse in Münster 2014, Braunsbach 2016, Berlin 2017 und im Ahrtal

2021 – zunehmend in Frage gestellt. Neue Leitfäden der Fachverbände (DWA-M 119, 2016), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, 2016) und andere Veröffentlichungen z. B. in BBSR (2018) definieren eine Dreiteilung der Aufgabe in

1. Bemessung
2. Überflutungsschutz und
3. Starkregen-Risikomanagement.

Nach diesem neuen Verständnis sind Regenwasseranlagen – wie bisher – auf die üblichen Jährlichkeiten (in Freiburg 5 Jahre) zu bemessen. Für die Grundstücksentwässerung ist für das 30jährige Bemessungsereignis nachzuweisen, dass die Abflüsse schadlos auf den Grundstücken zurückgehalten werden können („Überflutungsnachweis“ nach DIN 1986-100) bzw. schadlos aus den Siedlungsgebieten herausgeführt werden können (DIN EN 752).

Für seltene (T=30 Jahre) und außergewöhnliche Starkregenereignisse (T>50-100 Jahre) wird die neue Aufgabe des Starkregen-Risikomanagements definiert. Für diese Ereignisse ist eine Risiko-Betrachtung durchzuführen, d.h. Schäden sollten, so weit wie möglich, reduziert

werden. Besonders „kritische“ Infrastrukturen wie z.B. Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Feuerwehr, Versorgungseinrichtungen, etc. sollten besonders ggf. durch Objektschutzmaßnahmen geschützt werden.

Die Ermittlung der Fließwege, Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten von Oberflächenabflüssen (eventuell ergänzt mit dem Überstau aus dem Kanalnetz) ist Voraussetzung für effektive Planung von Schutz- und Vorsorgemaßnahmen. Als Instrument zur Ermittlung dieser Informationen werden Oberflächenabflussmodellierungen genutzt.

Für die vorbereitende Bauleitplanung der Stadt Freiburg, die den Flächennutzungsplan 2040 (FNP2040) mit integriertem Landschaftsplan erarbeitet, war es erforderlich, die Starkregengefährdung auf gesamtstädtischer Ebene einzuschätzen und daraus eine konzeptionelle Flächenvorsorge für den FNP2040 abzuleiten. Die Starkregengefährdungsanalyse dient auch zur Ersteinschätzung in der verbindlichen Bauleitplanung. Es war nicht beabsichtigt, mit dieser Gefährdungsanalyse ein kommunales Starkregenrisikomanagement einzuleiten.

## 2. Modellaufbau und Datengrundlagen

Die Erstellung des Oberflächenabflussmodells (OAM) orientiert sich am Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) (2016), bestehenden DIN-Normen sowie DWA-Regelwerken.

Zuerst wurde ein Oberflächenmodell aufgestellt, welches aus dem bestehenden Digitalen Geländemodell (DGM) und dem 3D-Gebäudemodell zusammengesetzt wird. Um die Abflussbildung auf dieser generierten Oberfläche möglichst realitätsgetreu abzubilden, wurden Informationen zu Landnutzung, Versiegelung und Versickerungsfähigkeit des Bodens im Modell über einen von der LUBW erstellten Datensatz Oberflächenabflusskennwerte (OAK) eingefügt. Auf Basis der Landnutzungsdaten, welche hier von den ALKIS-Flächennutzungsdaten abgeleitet wurden, wurden weiterhin Parameter für das Abflussverhalten bestimmt. Die Hochwassergefahrenkartengewässer wurden nach LUBW Leitfaden zur Erstellung von Starkregengefahrenkarten in das DGM eingebrennt und so als voll leistungsfähig im Modell angesetzt. Dies verhindert eine Überschwemmung ausgehend von Gewässern für die bereits amtliche Karten zum Hochwasser bestehen. Diese verwenden oft andere Modellansätze und lassen sich so nicht mit den hier berechneten Ergebnissen vergleichen. Des Weiteren wurden Datensätze zu Gewässern, Verdolungen von Gewässern und Brücken sowie Unterführungen genutzt, um das Abflussregime von kleineren Bächen und Flüssen sowie in Bereichen von Unterführungen o.Ä. akkurat abzubilden.

Schließlich wurde das aufgestellte Modell mit einem Regenereignis belastet. Hier wurde ein „außergewöhnliches“ Regenereignis gewählt, welches statistisch in etwa einem Jahrhundertregen entspricht. Die Berechnung erfolgte auf Basis des, von dem OAK Datensatz vorgegebenen, Nettoabflusses gleichmäßig für das gesamte Modellgebiet.

Die verwendeten Grundlagendaten enthielten das digitale Geländemodell (DGM1) aus der Befliegung 2017, den vermessenen Gebäudebestand, das amtliche Gewässernetz und das Liegenschaftskataster. Der Datensatz zu den Oberflächenabflusskennwerten stammt aus dem Jahr 2016. Es gab keine Anpassung der kleinteiligen abflussrelevanten Strukturen des gesamten Stadtgebiets, wie z.B. Bordsteine und Gartenmauern, im digitalen Geländemodell. Auch waren Vor-Ort-Begehungen zur Plausibilisierung nicht vorgesehen. Der Nutzungszweck der Ergebnisse, die vorbereitende Bauleitplanung, hätte den enormen zusätzlichen Vermessungsaufwand nicht gerechtfertigt. In der verbindlichen Bauleitplanung ist die Feinmodellierung ggf. nachzuholen.

Die Ergebnisse der Modellierung sind

- > eine Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung mit Wassertiefen, Fließwegen und Fließpfeilen mit Fließgeschwindigkeit für das außergewöhnliche Niederschlagsereignis.
- > Animationen der Überflutungsbereiche mit Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten für die Vertiefungsbereiche.

Bei der Bewertung der Modellierungsergebnisse ist zu beachten, dass es sich hierbei lediglich um eine Annäherung an die Gefährdungssituation in der Realität handelt. Obwohl Starkregen in der Regel sehr räumlich begrenzt sind, wurde für diese Modellierung eine gleichmäßige Beregnung gewählt, um das Worst-Case-Szenario abzubilden und möglichst alle potenziell betroffenen Bereiche zu identifizieren. Gleichzeitig kann es in der Realität, je nach Starkregenereignis, auch zu Überflutungen in Bereichen kommen, für die im Rahmen dieser Modellierung keine erhöhten Wassertiefen berechnet wurden.

Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise, Parameter und Erläuterung der Ergebnisse findet sich in dem technischen Bericht im Anhang.

## 3. Modellparameter

Auf der Grundlage des Oberflächenmodells und der Einbindung der abflussrelevanten Elemente an Fließgewässern, werden weitere modellrelevante Daten eingefügt und Parameter angepasst, um so das Abflussverhalten auf dem 2D-Oberflächenmodell realitätsgetreu nachzubilden:

### Oberflächenabflusskennwerte

Eine der wichtigsten Eingangsdaten sind die Oberflächenabflusskennwerte, mit denen die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg für das gesamte Bundesland den Oberflächenabfluss vorgibt, der für Starkregenereignisse zu nutzen ist. Zum Zeitpunkt der Modellierung waren die OAK 2016 der aktuellste Stand. Diese Werte geben also an, wie viel Wasser bei einem bestimmten Regenereignis auf einem Flächennutzungstyp zum Abfluss kommt. Wichtige Eingangsgrößen sind hier: Niederschlag, Bodenfeuchte, Versiegelungsgrad und Bodeneigenschaften.

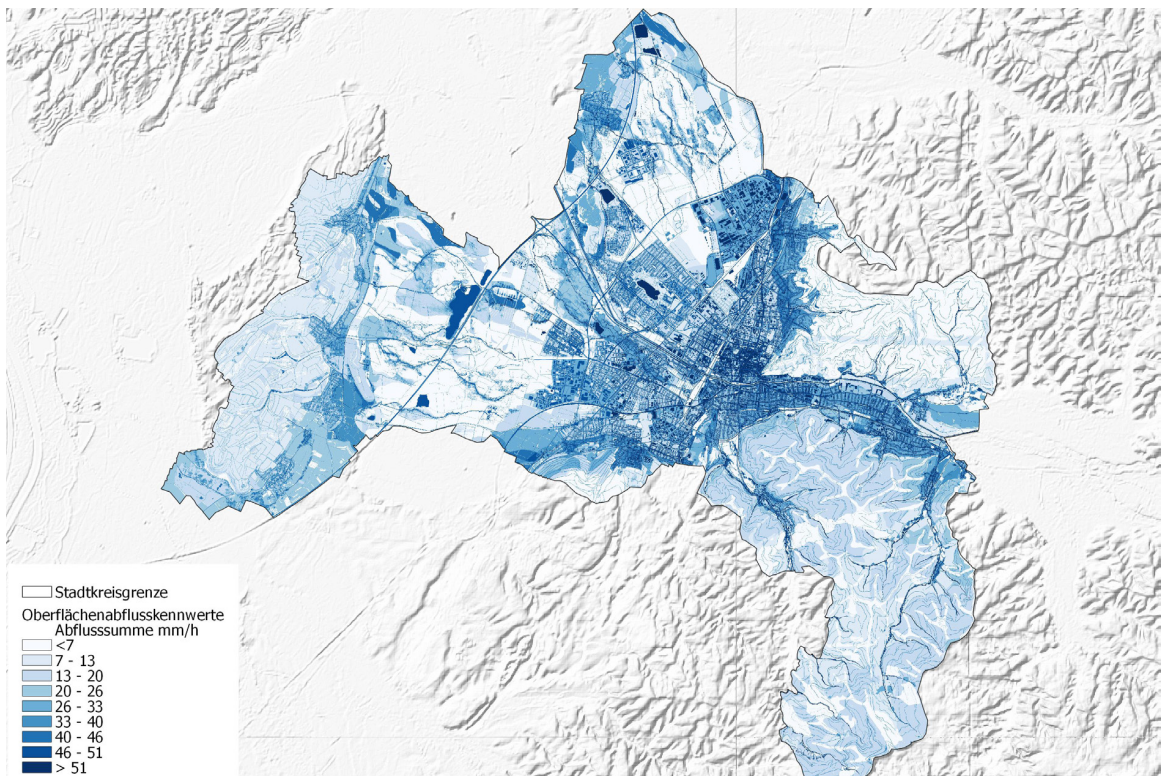


Abb. 9: Zum Zeitpunkt der Modellierung aktuelle Oberflächenabflusskennwerte der LUBW für das außergewöhnliche Regenereignis. Sie stellen dar, wieviel Abfluss auf einer Oberfläche aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften entsteht.

Die verwandten Abflusswerte des „außergewöhnlichen“ Ereignisses sind in etwa mit einem Lastfall eines 100-jährlichen Regens zu vergleichen – also ein Regen, der statistisch gesehen alle 100 Jahre vorkommt. Durch Anwendung dieses Datensatzes ist es nicht notwendig, weitere Informationen zur Versickerung oder Abflussbildung in das Modell einzufügen, da diese Aspekte bereits in den OAK-Werten berücksichtigt sind.

### Rauheit

Der Rauheitsbeiwert bestimmt, wie schnell der Oberflächenabfluss auf der jeweiligen Oberfläche stattfindet. Um die Fließgeschwindigkeit des Abflusses im Modell zu berücksichtigen, werden auf Basis der Landnutzungsdaten des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) für die Stadtbereiche sowie anhand der Open-Street-Maps (OSM) Datensätze für die Außenbereiche die Rauheiten der Oberfläche definiert. Dafür werden die Landnutzungstypen aus dem OSM Datensatz zuerst dem ALKIS Datensatz angeglichen.

Eine detaillierte Beschreibung aller verwendeten Modellparameter findet sich im technischen Bericht im Anhang.

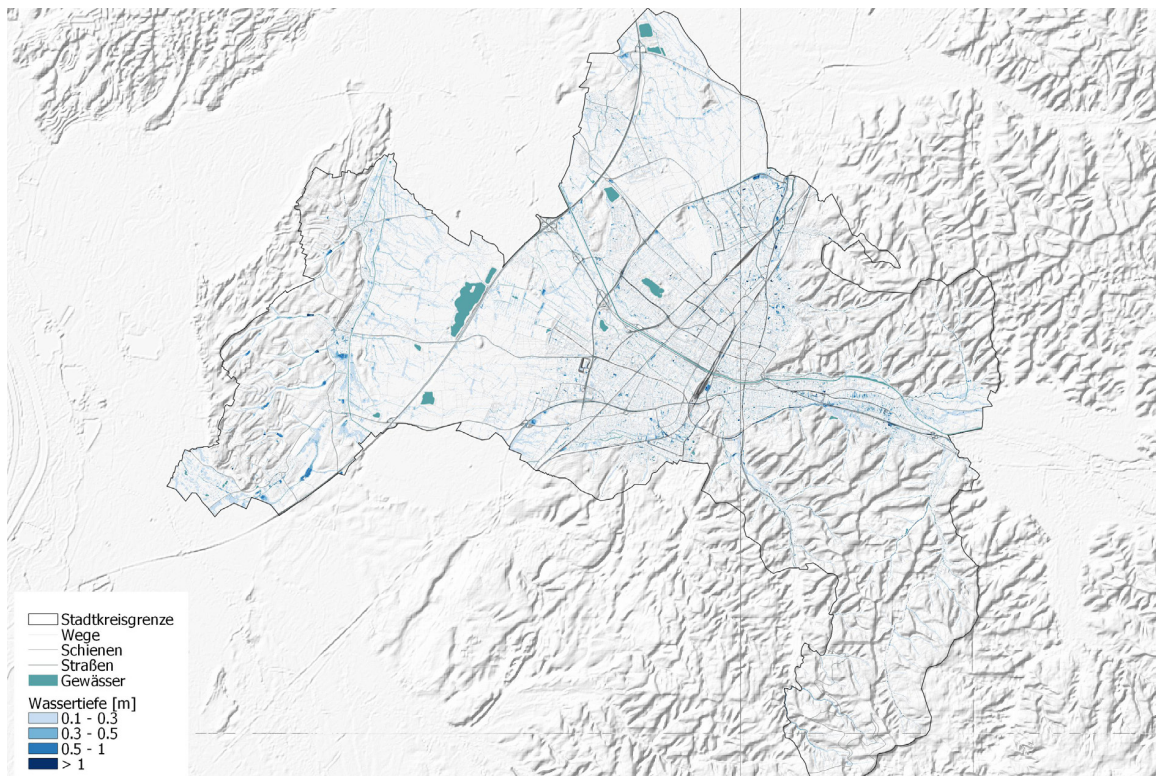


Abb. 10: Ergebnisse der Starkregengefährdungsanalyse – Wassertiefen

#### 4. Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der Oberflächenabflussmodellierung werden in einer Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung zusammengefasst. Im Rahmen der Bauleitplanung dient diese Karte zur Ersteinschätzung für die potenzielle Gefährdungslage durch Starkregen, die ggf. vertiefende Untersuchungen erfordert.

Generell zeigen sich über das gesamte Stadtgebiet verteilt Bereiche, in denen mit erhöhten Wassertiefen bei einem Starkregenereignis zu rechnen ist. Besonders in Niederungs- und Senkenbereichen in stark versiegelten Bereichen der Stadt wurden erhöhte Wassertiefen berechnet. So sind beispielsweise Unterführungen aber auch in Senkengebieten befindliche Wohn- und Gewerbegebiete betroffen. Weiterhin wurden für Bereiche, welche sich unmittelbar unterhalb von Hangbereichen befinden, z.B. angrenzend an die Tuniberge oder den Schwarzwald, erhöhte Wassertiefen und auch Fließgeschwindigkeiten berechnet. Auch in Gebieten, welche an kleine Fließgewässer und Gräben grenzen, ließen sich oftmals Gefährdungsbereiche identifizieren.

#### 5. Plausibilitätsprüfung

Anders als bei Hochwassergefahrenkarten ist die Plausibilisierung der Modellergebnisse bei Starkregengefahrenkarten nicht trivial. Bei Hochwassergefahrenkarten können historische Pegel zur Kalibrierung des Modells und Einschätzungen der berechneten Überflutungs-

flächen genutzt werden. Da für Starkregenereignisse in den allermeisten Fällen keine Messungen in-situ vorgenommen werden können, besonders für außergewöhnliche Starkregenereignisse, lassen sich die Modellergebnisse lediglich anhand von Informationen zu Feuerwehreinsätzen und Störmeldungen der Entwässerungsbetriebe punktuell verifizieren.

Im Rahmen des KLAKE Wasser wurde die Plausibilisierung der Ergebnisse anhand von Daten der Freiburger Feuerwehr durchgeführt. Aus einem Datensatz zu Starkregen und Unwetterereignissen wurden punktuelle Abgleiche zu den berechneten Wassertiefen durchgeführt. Insgesamt zeigt sich eine gute Übereinstimmung der identifizierten Problemstellen mit den Feuerwehreinsatzorten.

Da für die Einsätze keine genaue Dauer und Intensität des Starkregenereignisses dokumentiert ist, konnte kein direkter Abgleich der beobachteten mit den berechneten Wasserhöhen erfolgen. Weiterhin kann es je nach Niederschlagsereignis zu einer stärkeren oder weniger starken räumlichen Konzentration des Niederschlags kommen. Dieses kann im Vergleich mit den berechneten Ergebnissen, welche auf einer gleichmäßigen Beregnung basieren, zu Unterschieden in den Wassertiefen führen.

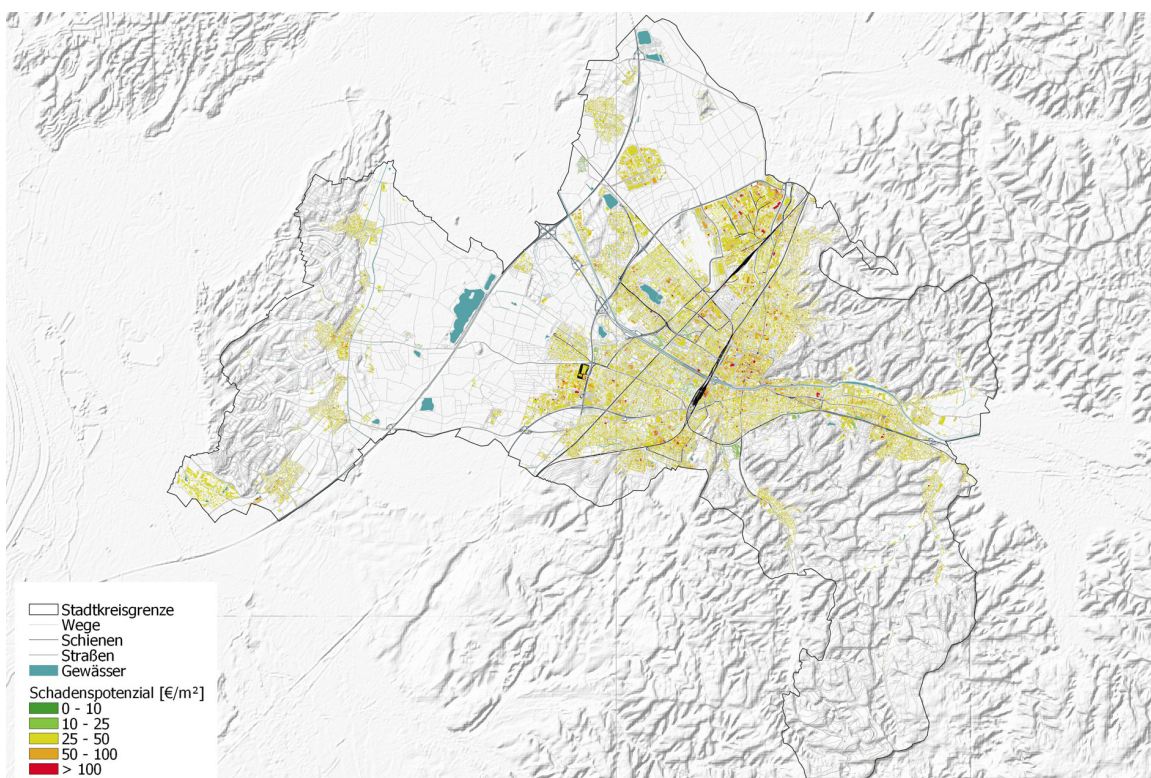


Abb. 11: Ergebnisse Starkregenrisikoanalyse – Schadenspotenzial

## 3.3 Starkregenrisikoanalyse

### 1. Veranlassung

Die Ergebnisse der modellbasierten Starkregengefährdungsanalyse zeigen für das gesamte Freiburger Stadtgebiet mögliche Wassertiefen von Überstaubereichen und mögliche Fließgeschwindigkeiten des Oberflächenabflusses, die für ein außergewöhnliches Starkregeneignis modelltechnisch ermittelt wurden.

Es lassen sich aus diesen Ergebnissen, nach Weiterverarbeitung der Daten, Handlungsbereiche in der Stadt identifizieren, in denen die Umsetzung von Maßnahmen zur Starkregenvorsorge prioritär ist. Diese Handlungsbereiche sind besonders wertvoll für Entscheidungsträger\*innen und Planer\*innen, um städtebauliche und freiraumplanerische Konzepte zum Umgang mit Starkregen zu entwickeln.

Um die Basis für diese Analyse zu schaffen, wird im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts Freiburg vorerst das Starkregenrisiko angelehnt an die Vorgehensweise zur Evaluierung von Hochwasserschäden der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR 2015, Meyer et al. 2015) bestimmt. Hierzu werden die im Oberflächenabflussmodell generierten Wassertiefen mit der Flächennutzung verschnitten und damit ein flächenspezifisches Schadenspotenzial ermittelt.

### 2. Methodischer Ansatz zur Bestimmung des Schadenspotenzials

Auf Basis von ALKIS-Daten wird die Landnutzung von Freiburg in folgende Kategorien eingeteilt: Forst; Gewässer, Gewerbe und Industrie; Kleingärten; Landwirtschaft; Siedlungsflächen; Sport- und Grünflächen, Friedhöfe, Parkanlagen; Verkehrsflächen. Gebäudeflächen wurden ebenfalls als Siedlungsfläche definiert.

Nach der Kategorisierung wurde jeder Flächennutzungskategorie eine Schadensfunktion zugewiesen, um damit einen Schadenswert in €/m<sup>2</sup> auszurechnen. Für einige Nutzungskategorien wie z.B. Landwirtschafts- oder Grünflächen werden feste Schadenswerte pro m<sup>2</sup> angenommen, da mit keiner exponentiellen Erhöhung des Schadens anhand der Wassertiefe gerechnet wird. Für intensiver genutzte Flächen wie z.B. Siedlungsflächen sowie Gewerbe- und Industrieflächen wurde der Schadensgrad anhand der jeweiligen Überflutungstiefe berechnet. Das gesamte Schadenspotenzial wurde bei diesen Kategorien aus zwei verschiedenen Arten von Gütern berechnet: Immobile Güter (Gebäude) und mobile Güter (Hausrat, Möbel, Ausrüstung, Vorräte), welche durch gemittelte Vermögenswerte repräsentiert werden. Für eine ausführlichere Beschreibung der verwendeten Werte kann der Rheinatlas 2001 vom IKSR (2001) herangezogen werden.

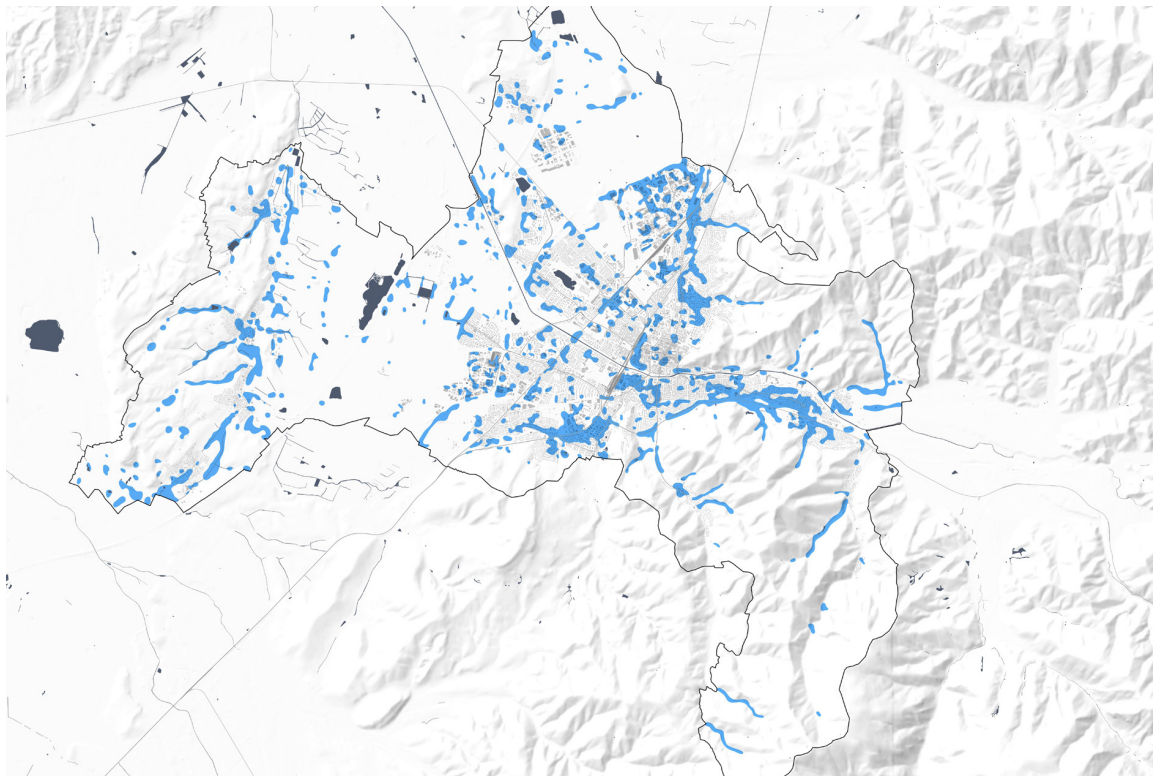


Abb. 12: Schwerpunktbereiche der Starkregengefährdungsanalyse – Gefährdungsbereiche durch Überflutung

Um nun die Informationen der Wassertiefe mit den Landnutzungsinformationen zu kombinieren, wurden die Rasterergebnisse der Modellierung mit der Flächennutzung verschritten und schließlich mithilfe der relevanten Formeln das Schadenspotenzial berechnet.

### 3. Bestimmung von Gefährdungsbereichen durch Überflutung und Blue Spots ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ für die strategische Planung

Die für das KLAK Wasser vorgenommene Starkregengefährdungsanalyse (Kap. 3.2, S. 37) und die Starkregenrisikoanalyse (Kap. 3.3, S. 41) sind methodisch auf eine gesamtstädtische Analyse zugeschnitten. Die Ergebnisse sind jedoch für die räumliche Abgrenzung strategischer Planungsbereiche für ein stadtweites Konzept vielfach noch zu kleinteilig. Um gesamtstädtische Schwerpunktbereiche identifizieren zu können, wie sie z.B. für den FNP, den Landschaftsplan oder auch die Vertretung der Förderung und Umsetzung prioritärer Maßnahmen erforderlich sind, werden zusätzlich besonders relevante Bereiche der Gefährdung und des Schadensrisikos durch Starkregen in Freiburg abgegrenzt.

Für die Identifikation der Schwerpunktbereiche werden die Ergebnisse der Starkregengefährdungsanalyse sowie die Ergebnisse der Starkregenrisikoanalyse zugrunde gelegt. Dabei ist die Unterscheidung zwischen den beiden Analysen relevant: Die Gefährdung von starkregenbedingten Überflutungen wird mit der Starkregen-

gefahrenkarte und den dort ermittelten Wasserhöhen ausgewiesen. Das Risiko für kostenintensive Schäden wird durch die Verschneidung von Wasserhöhen und betroffener Landnutzung ermittelt und zeigt, welche Gebiete besonders risikobehaftet sein können.

### Gefährdungsbereiche durch Überflutung

Um diejenigen Bereiche in der Stadt und in der Landschaft zu identifizieren, welche besonders von Überflutungen durch Starkregen betroffen wären, wird die Starkregengefährdungsanalyse als Ausgangsbasis genutzt (Abb. 10 S. 40).

Für die Ermittlung der Schwerpunktbereiche werden die Wasserhöhen zugrunde gelegt und die Orte mit höherem Wassereinstau mit Hilfe einer Dichteberechnung vergrößert. Die Wasserhöhen innerhalb der stehenden und fließenden Gewässer werden hierbei nicht miteinbezogen. In die Dichteberechnung gehen die Bereiche mit Wasserhöhen ab 10 cm Einstau ein. Dabei werden die Wasserhöhen entsprechend der Einstauhöhe gewichtet. Diese Schwerpunktbereiche werden bei der grafischen Nachbearbeitung manuell nochmals auf ihre Plausibilität geprüft und relevante Bereiche mit entsprechenden Einstauhöhen zusätzlich mit in die Schwerpunktbildung integriert.

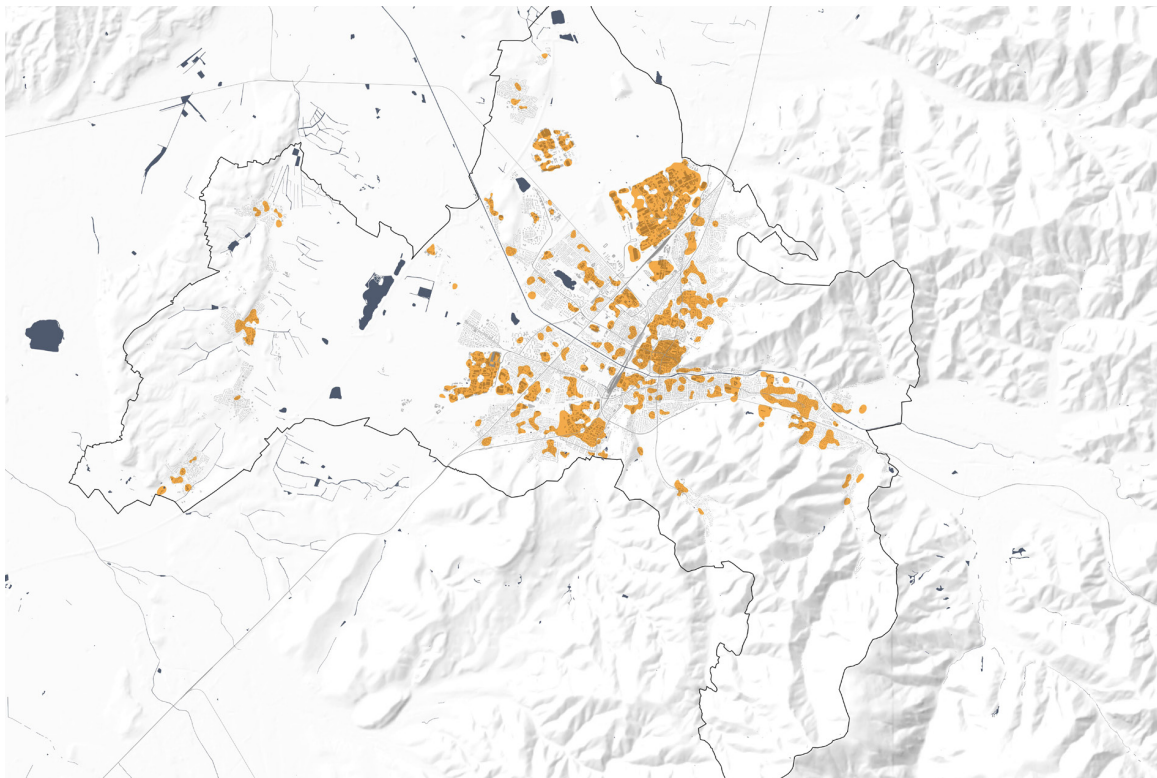


Abb. 13: Schwerpunktgebiete der Starkregenrisikoanalyse – Blue Spots ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘

### Blue Spots ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘

Neben den Überflutungen sind die Bereiche mit hohem Schadenspotenzial ein wichtiger Parameter für die Schwerpunktsetzung. So ist es für die Stadtentwicklung nicht nur von Bedeutung, wo es einen Einstau durch das anfallende Regenwasser gibt, sondern auch welchen Schaden dieser zur Folge haben kann. Das Schadensrisiko bei einer Überflutung auf einer Grünfläche oder Landwirtschaftsfläche ist bspw. nicht so groß wie bei Wohn- und Gewerbeflächen. Folglich werden zur weiteren Schwerpunktsetzung Bereiche definiert, die sich aus der Starkregenrisikoanalyse ableiten (Abb. 11 S. 41).

Ebenso wie bei der Schwerpunktsetzung der Starkregengefährdungsanalyse wird auch hier eine Dichtebeurteilung der Ergebnisse der Starkregenrisikoanalyse durchgeführt, um die detaillierten Ergebnisse für eine gesamtstädtische Betrachtung handhabbar zu machen. Hierzu werden alle Bereiche ab einem Schadenspotenzial von 25 €/m<sup>2</sup> miteinbezogen und in den definierten Kategorien gewichtet. So wird die Kategorie >100 €/m<sup>2</sup> höher gewertet als die Kategorien 50-100 €/m<sup>2</sup> und 25-50 €/m<sup>2</sup>. Aus dieser Gewichtung ergeben sich in der gesamtstädtischen Betrachtung die Bereiche mit der höchsten Dichte des Schadenspotenzials.

Für die Betrachtung auf gesamtstädtischer Ebene entstehen somit die Schwerpunktgebiete aus der Starkregenrisikoanalyse. Als Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ zählen allerdings nur Bereiche mit einer Flächengröße von über 1 ha.

Die Blue Spots ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ umfassen teilweise auch Bereiche, die keine Schwerpunktgebiete der Starkregengefährdungsanalyse sind. Dies liegt zum einen an der vorliegenden Nutzung mit hohem Schadensrisiko und zum anderen an den Wasserhöhen in der näheren Umgebung, die lokal zu erheblichen Schäden führen können, wie z.B. in der Altstadt. Auch wenn die Wassermengen in diesen Bereichen vergleichbar weniger hoch sind, entsteht aufgrund der vorhandenen (Land-)Nutzung trotz alledem ein hohes Risiko.

In diesem Zusammenhang ist sehr wichtig, dass auch außerhalb der Blue Spots und der Schwerpunktgebiete der Gefährdungsanalyse Bereiche von Starkregen betroffen sein können, da kleine und punktuelle Gefährdungen und Risiken aufgrund der gesamtstädtischen Betrachtung für die Ebene der Bauleitplanung nicht in voller Gänze aufgezeigt werden können. Deshalb sind bei stärker ortsbezogenen Planungen die Ergebnisse der Starkregengefährdungsanalyse heranzuziehen. Für grundstücksbezogene Planungen können darüber hinaus genauere örtliche Untersuchungen erforderlich werden.

Die Schwerpunktgebiete zeigen für das KLAK Wasser die Bereiche auf, in denen in Planungsverfahren Starkregenvorsorge frühzeitig und vorrangig zu berücksichtigen ist. In allen anderen sind entsprechende Konzepte, Planungen und Maßnahmen ebenso sinnvoll und erforderlich.

## 3.4 Untersuchung von räumlichen Vertiefungsbereichen

Bereiche in Freiburg, die bei einem Starkregenereignis das größte Schadenspotenzial haben, werden als Blue Spots bezeichnet. Sie bilden Stadtbereiche ab, bei denen aufgrund der analysierten Wassertiefen und den vorliegenden Nutzungen ein vergleichsweise großer Schaden entstehen kann (Kap. 3.3, S. 41).

Die Zusammenhänge bei einem Starkregenereignis sind sehr komplex und die Ursachen für eine potenzielle Überflutung sind lokal unterschiedlich. Um die Systeme zu verstehen, die zu den Blue Spots führen und wie darauf reagiert werden kann, werden einzelne Vertiefungsbereiche im Folgenden genauer dargestellt.

Die Vertiefungsbereiche stellen dabei die Ausgangssituation in den einzelnen Regenwassereinzugsgebieten dar. Des Weiteren werden potenzielle Betroffenheiten in den Gebieten aufgezeigt sowie Maßnahmenpotenziale und Handlungsempfehlungen abgeleitet, die sowohl die lokale Gefährdungssituation mindern, als auch zu einer Entlastung auf Quartiersebene führen sollen.

Die Untersuchung der Vertiefungsbereiche und deren Handlungsempfehlungen fokussieren sich hierbei auf die Starkregenvorsorge und nur ergänzend auf die Hitzevorsorge.

Die Vertiefungsbereiche bilden unterschiedliche Problemstellungen und Bereiche in der Stadt ab, die sich auf andere Gebiete in der Stadt übertragen lassen.

Bei den ausgewählten räumlichen Vertiefungsbereichen handelt es sich um „Littenweiler“, „Opfingen“, „St. Georgen / Unterwiehre-Süd“, „Zähringen“, „Stühlinger“ und „Industriegebiet Nord“.

Die Bereiche decken sich jedoch nicht mit den gleichnamigen Stadtteilen.

Nachfolgend werden exemplarisch für einen Vertiefungsbereich die potenzielle Betroffenheit bei Starkregen- und Hitzeereignissen sowie mögliche Maßnahmenpotenziale und Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Eine kurzgefasste Erläuterung zu den weiteren Vertiefungsbereichen findet sich im Anhang dieses Berichts.

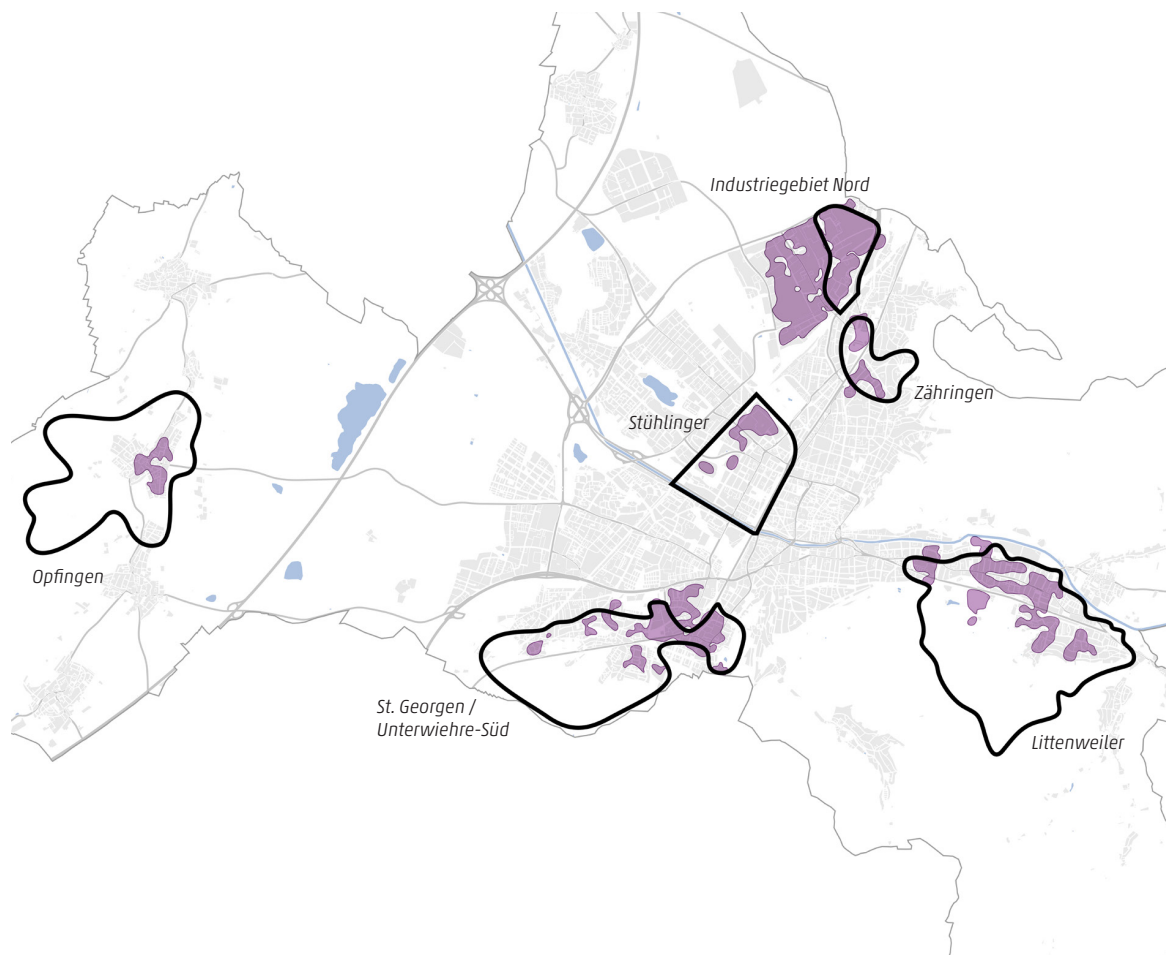


Abb. 14: Räumliche Vertiefungsbereiche - Starkregenvorsorge

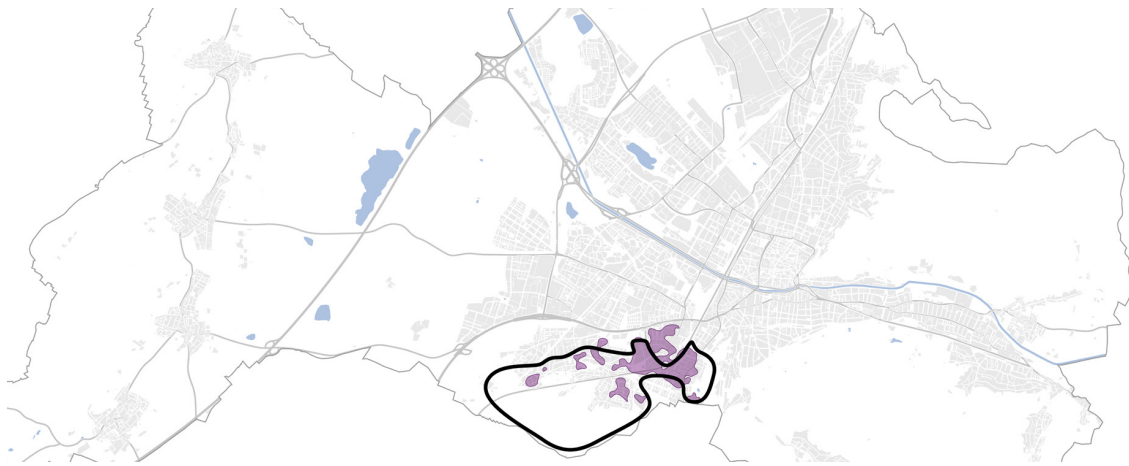


Abb. 15: Räumliche Verortung Vertiefungsbereich St. Georgen / Unterwihre-Süd

## VERTIEFUNGSBEREICH „ST. GEORGEN / UNTER- WIEHRE-SÜD“

### Ausgangssituation im Regenwassereinzugsgebiet

Der Vertiefungsbereich wird im Süden vom Schönberg und im Osten vom Lorettoberg begrenzt. An diesen Hängen befinden sich überwiegend Reb-, Acker- und Grünlandflächen. Unterwihre-Süd ist stark geprägt von den Gewerbeflächen, die eine hohe Versiegelung aufweisen. In St. Georgen dagegen sind überwiegend Wohnbebauungen aus Einfamilien- und Reihenhäusern vorhanden. Zwischen diesen Bauungstypen liegt ein großer Sportpark. Das Regenwassereinzugsgebiet des Vertiefungsbereichs erstreckt sich über Lorettoberg, Unterwihre-Süd, Teile St. Georgens und des Schönbergs. Regenwasser aus diesen Bereichen kann bei Starkregenereignissen bis nach Unterwihre-Süd und St. Georgen abfließen.

### Potenzielle Starkregen- und Hitzebetroffenheit

Der Vertiefungsbereich weist sowohl einen Hitze Hot Spot (KIAK Hitze – Hot Spot „Haslach-Schildacker“) als auch einen Blue Spot auf, in denen die Maßnahmen zur Hitzeminderung und der Starkregenvorsorge prioritär umgesetzt werden sollen. Durch die Hanglagen von Schönberg und Lorettoberg und den dort vorrangigen landwirtschaftlichen Nutzungen kann es zu einem erhöhten Abfluss beim Starkregenereignis kommen, welcher in die Siedlung fließt. Beginnend in der Merzhauser Straße, über die Wiesentalstraße, Lörracher Straße und Andreas-Hofer-Straße in St. Georgen zieht sich ein großer Hauptfließweg, der unterwegs von kleinen Zuflüssen gespeist wird. Eine starke Überflutungsgefahr ist für die versiegelten Gewerbeflächen bei einem Starkregenereignis gegeben. Gleiches gilt für Teile der Sportanlagen, in denen sich die Wassermengen einstauen. Die Modellierung zeigt, dass zusätzlich Oberflächenabflüsse auch durch den Lorettoberg-Tunnel der Höllentalbahn nach Unterwihre-Süd führen können.

Die großen Acker- und Grünlandflächen in St. Georgen werden von vielen Fließwegen durchquert und weisen Geländesenken auf, welche einen Retentionsraum darstellen. In der FNP2020-Reservefläche für Wohnbau können diese Rahmenbedingungen zu Problemen führen, wenn Fließwege und Senken nicht beachtet und die Abflüsse verstärkt werden. Die Umleitung von Fließwegen durch Bebauung oder Verbauung von Geländesenken sind im Neubau besonders zu verhindern, um örtliche Gefährdungssituationen nicht zu verschärfen. Der Zielkonflikt zwischen der Starkregenvorsorge für den Siedlungsbestand und der Flächenversiegelung für Neubau zur Wohnraumversorgung, könnte auch bei einer weiteren Bebauung am Lorettoberg entstehen (FNP2020-Reserveflächen). Hier besteht auch die Gefahr zunehmender Bodenerosionen.

### Maßnahmenpotenziale und Handlungsempfehlungen

Gerade über die landwirtschaftlichen Nutzungen in Hanglage wird ein hoher Abfluss generiert und in die Siedlung gelenkt. Hier gilt es, diese Abflüsse weitgehend auch außerhalb der Siedlung zurückzuhalten (M 5.3). Des Weiteren sollte geprüft werden, inwieweit die Sportflächen multifunktional auch temporär als Retentionsräume genutzt werden können (M 3.1), um die Überflutungsgefährdung für unterliegende sensible Nutzungen zu reduzieren. Damit wäre es möglich, den großen Hauptfließweg durch Unterwihre-Süd zu drosseln, sodass weniger Regenwasser nach St. Georgen weiterfließen kann. Die geplanten Umstrukturierungen im Gewerbegebiet Unterwihre-Süd (Oltmannstraße) sind Möglichkeitsfenster, um blau-grüne Maßnahmen (u. A. Entsiegelung, Dach- und Fassadenbegrünung, Retentionsdächer, Versickerungsmöglichkeiten) umzusetzen, die sowohl zur Hitzeminderung im Sinne der Schwammstadt als auch zur Starkregenvorsorge beitragen. Auch für die bestehende Wohnbebauung gilt es Retentionspotenziale zu prüfen und umzusetzen, da die Abflüsse weitgehend vor Ort zurückgehalten werden sollten. Ein weiteres mögliches Potenzial ist die Gewässergestaltung, um Retentionsraum für Starkregen zu schaffen. Hier sollte geprüft werden, inwieweit dem Dorfbach mehr Raum gegeben und der Bach naturnaher gestaltet werden kann.

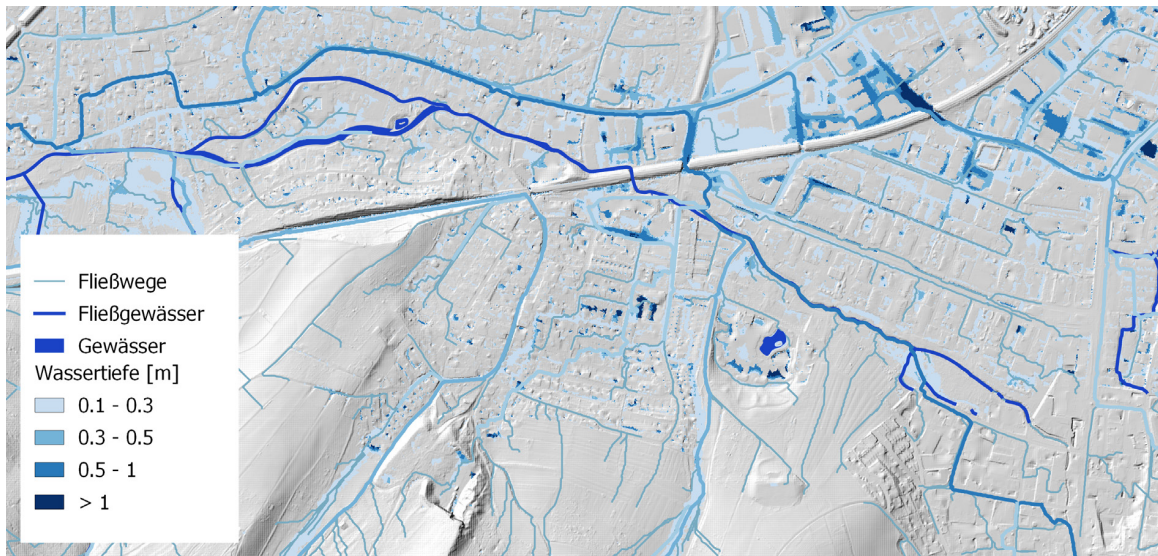


Abb. 16: Ausschnitt Fließwege und Überflutungstiefen (außergewöhnliches Niederschlagsereignis) im Vertiefungsbereich

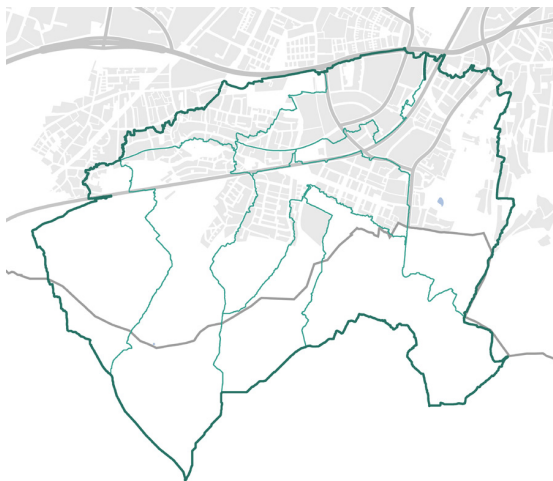


Abb. 17: Regenwassereinzugsgebiet

- Hauptfließwege und Fließwege  
Abfluss verzögern, fassen und leiten
- Retentionspotenziale auf privaten  
Grundstücken aktivieren
- Entwicklung wassersensibles Siedlungsgebiet
- Siedlungspotenzial mit Zielkonflikt
- Dachpotenzial blau-grün aktivieren
- Schulstandorte wassersensibel gestalten
- Blue-Green-Streets  
(Retention/Kühlung im Straßenraum)
- Retention auf öffentlichen Parkanlagen
- Retention auf Acker- und Grünlandflächen
- Retention auf Sport- und Freizeitflächen
- Retention auf technischer Infrastruktur
- Retention auf Waldflächen
- Rückhaltung in der Landschaft
- Bach/Graben Raum geben

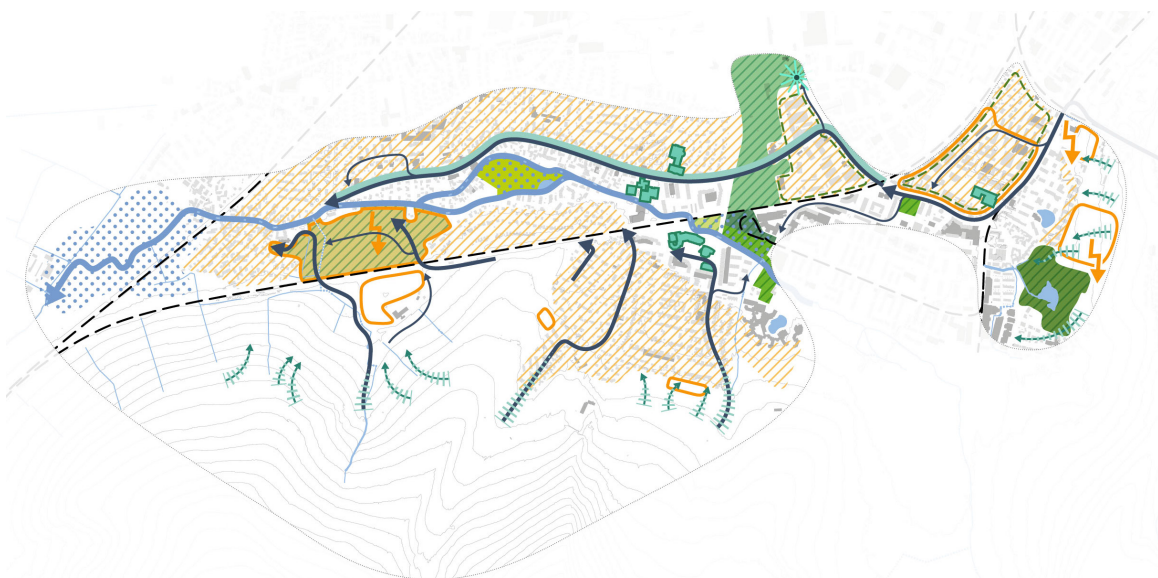
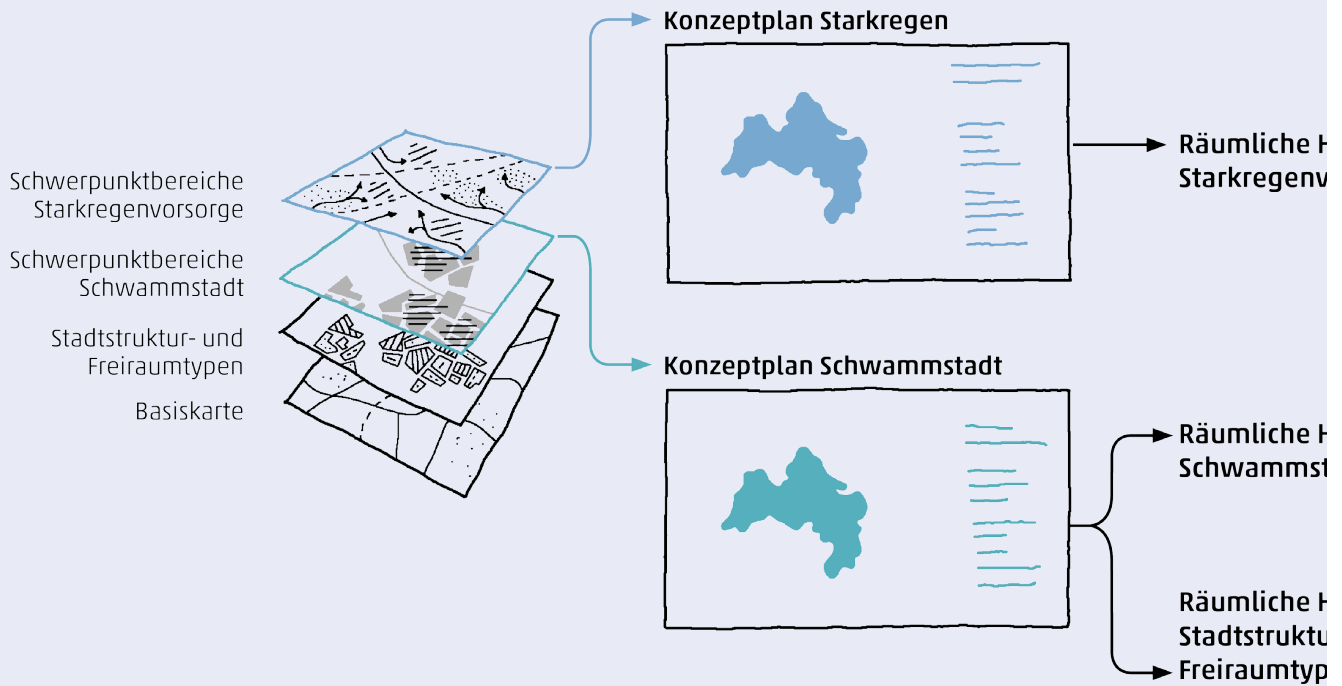


Abb. 18: Handlungsempfehlungen



## 4. Konzeption

Das Planwerk zum KLAK führt die konzeptionellen Aussagen zum Handlungsfeld Regenwasser in den zwei Konzeptplänen Schwammstadt und Starkregenvorsorge in Form von räumlichen Aussagen auf der gesamtstädtischen Ebene zusammen.

Beide Pläne beziehen sich auf das gesamte Stadtgebiet und enthalten Planungshinweise sowohl für bebaute als auch unbebaute Stadtgebiete. Sie ergänzen sich und sind gemeinsam bei Planungen zu lesen.

Mit diesen strategischen Plänen können die Aspekte der Schwammstadt und Starkregenvorsorge frühzeitig in alle übergeordneten stadt- und freiraumplanerischen Planungen einbezogen und in die Abwägung eingestellt werden.

Welche Maßnahmen priorisiert werden und in der konkreten Situation und Anwendung geeignet sind, wird im Einzelfall auf der örtlichen Ebene und in weiterführenden Planungen zu entscheiden sein. Besonders in Bezug auf die Starkregenvorsorge

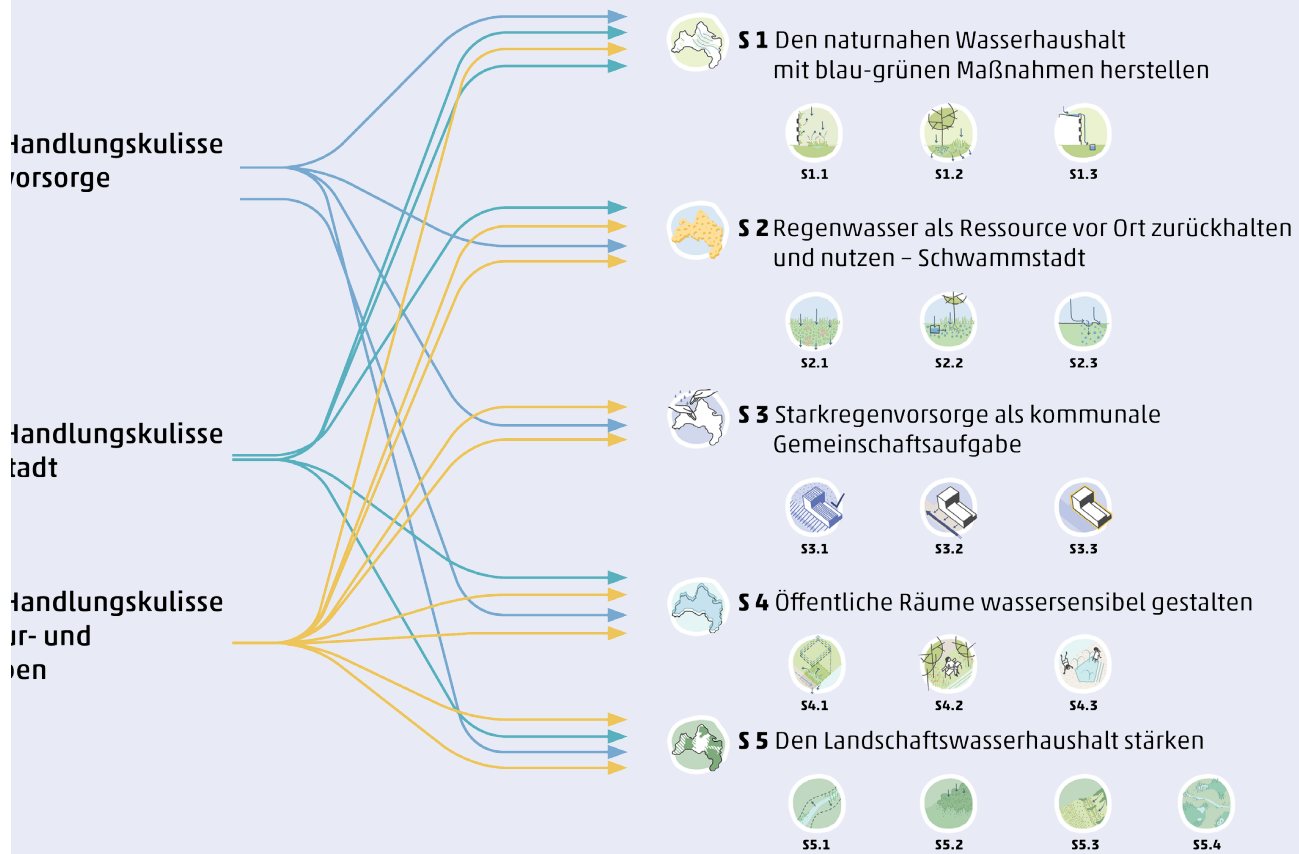


Abb. 19: Zusammenhänge der einzelnen Bausteine des KLAK Wasser

und die Minimierung von Schäden ist zu beachten, dass für ortsbezogene Planungen immer auch die detaillierten Aussagen der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung heranzuziehen und ggf. vertiefende Untersuchungen auf der Grundlage genauer lokaler Analysen zur Starkregengefährdung notwendig sind.

Die Abb. 19 oben veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Analysen, Konzeptplänen, Maßnahmenkatalog und Maßnahmenpaketen für die Stadtstruktur- und Freiraumtypen.

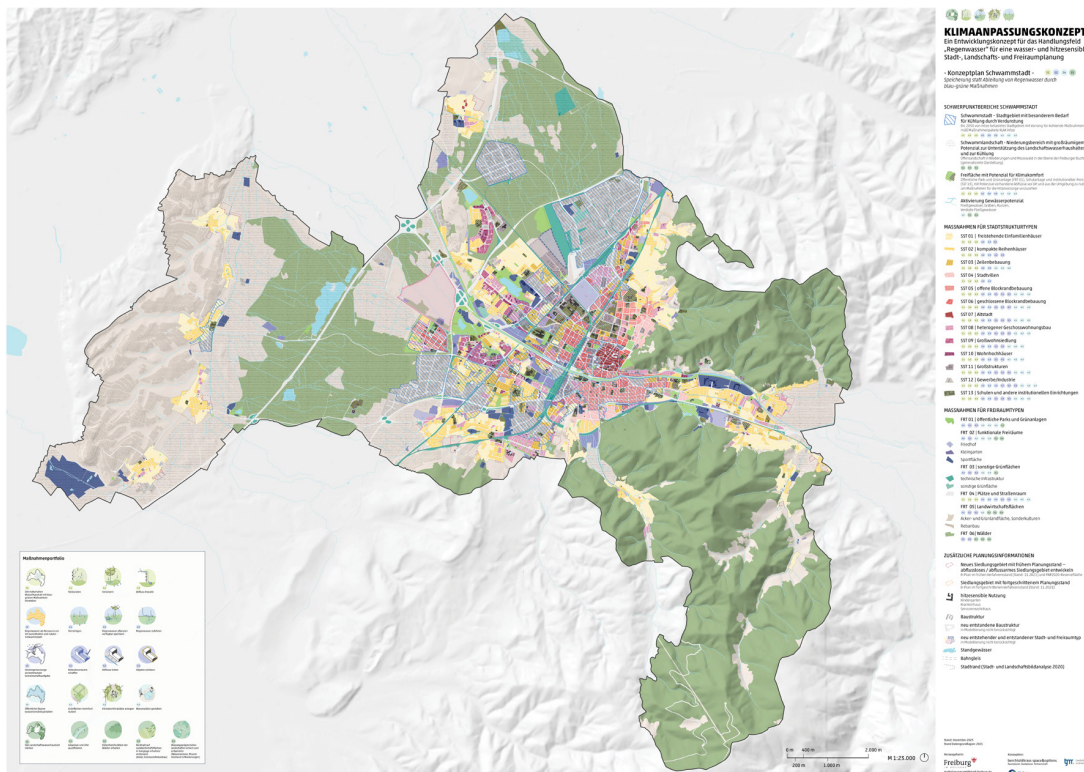


Abb. 20: Konzeptplan Schwammstadt

## 4.1 Konzeptplan Schwammstadt

### SPEICHERUNG STATT ABLEITUNG VON REGENWASSER DURCH „BLAU-GRÜNE“ MASSNAHMEN S1 S2 S4 S5

Der Konzeptplan Schwammstadt hat v.a. die Bewirtschaftung von „normalen“ Niederschlägen im Fokus, also Regenereignissen mit Intensitäten bis zum Bemessungsregen und damit kleiner als außergewöhnliche Starkregen. In den konzeptionellen Aussagen werden blau-grüne Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wo möglich mit Maßnahmen der Hitze- und Trockenheitsvorsorge für einen wassersensiblen Stadtumbau sowie die klimaangepasste Stadterneuerung und Landschaftsentwicklung kombiniert gedacht. Die im Konzeptplan Schwammstadt abgebildeten Stadtstruktur- und Freiraumtypen übernehmen zwei wichtige Funktionen: Zum einen wird hierdurch die räumliche Verknüpfung zum KLAK Hitze hergestellt, in dem der Aspekt der Hitzevorsorge planerisch vertieft wird. Zum anderen werden in der Legende des Konzeptplans Schwammstadt die unterschiedlichen Typen mit Maßnahmenpaketen aus dem Maßnahmenkatalog (Kapitel 5 S. 70) und den Maßnahmenanwendungen in den jeweiligen Stadtstrukturen verknüpft.

Im Fokus des Konzeptplans Schwammstadt steht die Entlastung von Hitze und Trockenheit betroffener Stadträume durch die Umsetzung blau-grüner Maßnahmen in Freiräumen, an Gebäuden und auf privaten und öffentlichen Grundstücken. Dazu enthält der Konzeptplan

Schwammstadt raumbezogene Aussagen zur Umsetzung der strategischen Leitlinien (Kap. 2.3, S. 18):

- S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen
- S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen – Schwammstadt
- S4 Öffentliche Räume wassersensibel gestalten
- S5 Den Landschaftswasserhaushalt stärken

Diese Leitlinien adressieren Maßnahmen der naturnahen Bewirtschaftung des anfallenden Niederschlagswassers im Bemessungsregenfall und für seltene Starkregen. Zugleich leisten solche Maßnahmen durch den dezentralen Ansatz der Regenwasserbewirtschaftung auch einen Teilbeitrag zur Starkregenvorsorge (> S3 Starkregenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe und Konzeptkarte Starkregenvorsorge).

#### Schwerpunktbereiche Schwammstadt

In den Schwerpunktbereichen sind Maßnahmen der wassersensiblen Stadt nach dem Schwammstadt-Prinzip mit hoher Priorität erforderlich. Für konkrete Vorhaben und Planungen sollen hier Klimaanpassungsbelange einen hohen Stellenwert bekommen, Entwicklungspro-







Abb. 21: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Schwammstadt: Kernstadtbereich

tenziale möglichst maximal ausgenutzt und wenn Maßnahmen auf den jeweiligen Grundstücken nicht oder nur eingeschränkt möglich sind, ausgleichende Maßnahmen im nahen Umfeld umgesetzt werden.

Die ausgewiesenen Schwerpunktbereiche umfassen zum einen große Teile des Stadtgebietes, die einen besonderen Handlungsbedarf für Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und Kühlung aufgrund der hohen städtebaulichen Dichte und potenziellen thermischen Belastung an Hitzetagen haben. Zum anderen werden vorrangig zu prüfende/erschließende Entlastungspotenziale in Form von Niederungsbereichen, Freiflächen und Gewässerräumen ausgewiesen. Hier gilt es mit Vorrang Rückhalte- und Wasserspeicherefunktionen und Klimakomfortleistungen zu sichern und zu entwickeln.

#### SCHWERPUNKTBEREICHE SCHWAMMSTADT

-  Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung
-  Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung
-  Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort
-  Aktivierung Gewässerpotenzial

Legende „Schwerpunktbereiche Schwammstadt“

#### Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

In thermisch belasteten Stadtgebieten sind die Bewohner\*innen besonders von Hitze betroffen. Mit dem Schwerpunktbereich sind besonders von Hitze belastete Stadtgebiete gekennzeichnet, in denen die Maßnahmenumsetzung zur Hitzeminderung vorrangig ist. (Handlungskulisse: Bis 2050 von Hitze belastete Stadtstrukturtypen mit Vorrang für kühlende Maßnahmen gemäß Stadtstrukturtyp (KLAK Hitze).) Die Maßnahmen aus dem KLAK Hitze werden im KLAK Wasser durch Maßnahmen des Handlungsfelds Regenwasser nach dem Schwammstadtprinzip untersetzt und ergänzt.

Nur gesunde und gut mit Wasser versorgte Pflanzen verdunsten viel und können damit wirkungsvoll kühlen. Daher nehmen – neben der Beschattung – die Begrünung, Rückhaltung und örtliche Nutzung des Regenwassers eine strategische Schlüsselstellung ein. Ein wichtiger Parameter für eine hohe Verdunstungsleistung und Stärkung des lokalen Wasserkreislaufs ist die Erreichung einer naturnahen Wasserbilanz auch auf baulich geprägten bzw. geplanten Grundstücken. Die Erreichung einer naturnahen Wasserbilanz durch Konzepte und Maßnahmen der Speicherung und Bewässerung, Verdunstung und Versickerung unter Anwendung der Regenwasserkaskade (Kap. 5.1, S. 72) haben in den Schwerpunktbereichen Schwammstadt höchste Priorität. Ziel ist es dabei, die wassersensible Stadtentwicklung und den Stadtbau vorrangig mit naturbasierten blau-grünen

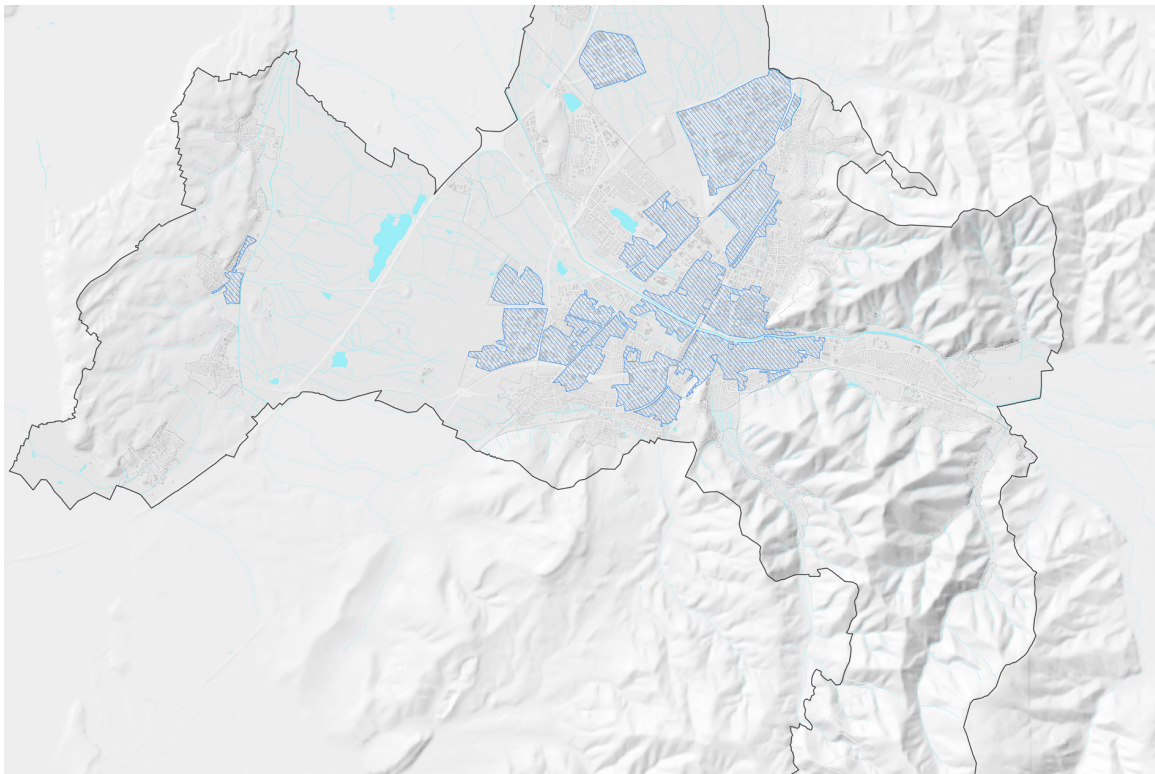


Abb. 22: Schwerpunktbereiche Schwammstadt - Stadtgebiete mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

Maßnahmen zu erreichen, die Niederschlagswasser in Zeiten des Überschusses, z.B. nach Starkregen, zurückhalten und vor Ort speichern, um es später in Hitze- und Trockenzeiten den Pflanzen, Böden und dem lokalen Wasserhaushalt zur Verfügung zu stellen. Durch ein dezentrales Regenwassermanagement soll das Niederschlagswasser vor Ort bewirtschaftet werden und der Abfluss in das Kanalnetz gedrosselt werden. Diese weitgehende Abkoppelung vom Kanal ist auch aus Gründen der Starkregenvorsorge und Wirtschaftlichkeit geboten.

Um die Stadt zu kühlen, sollen die Verdunstung und Verschattung gefördert werden. An sonnigen heißen Tagen tragen die Begrünung von Flächen mit standortgerechten Bäumen, Sträuchern und Pflanzflächen und die Fassadenbegrünung sowie die Anlage von ausreichend mit Grün übershirmten Plätzen, Wegen und Straßen zur Beschattung und Verdunstungskühlung bei. Zu den potenziellen Entlastungs- und Klimakomfortflächen zählen in Schwerpunkträumen Schwammstadt öffentliche und halböffentliche Grünflächen, Pocketparks, Plätze sowie Höfe, Vorgärten und sonstige private Grünflächen. Auch Straßen, Hauptwege und Stellplatzflächen müssen durch blau-grüne Maßnahmen einen Klimakomfort bieten und zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung beitragen.

Das Entlastungssystem (KIAK Hitze) vernetzt klimaoptimierte öffentliche und öffentlich zugängliche Räume. Die Klimaoptimierung von Stadtgebieten beinhaltet

sowohl eine Anpassung an die Hitzebelastung am Tag als auch in der Nacht und sichert die Durchlüftung und den nächtlichen Luftaustausch. Mit der Begrünung von gebäudenahen Freiflächen, Fassaden, Dächern und unterbauten Gebäudeteilen kann die Erwärmung der Gebäudeoberflächen reduziert und die Kühlung durch Beschattung und Verdunstung gefördert werden. Zusätzlich kann durch ein erhöhtes Rückhaltepotenzial Niederschlagswasser zurückgehalten, gespeichert und zur Bewässerung genutzt werden.

Die (Teil-)Entsiegelung und Begrünung von Flächen trägt zur Reduzierung städtischer Wärmeinseln bei und verringert den Abfluss von Niederschlagswasser. Als Retentionsraum kann zusätzlich Wasser gespeichert und verdunstet werden.

Im Bestand sollte bei Sanierung, Um- und Ausbau eine blau-grüne Qualifizierung geplant und umgesetzt werden. Bei Neu- und Umbau sollten frühzeitig blau-grüne Anpassungsmaßnahmen in eine städtebauliche Gesamtplanung integriert werden (> Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses/ abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln). Sowohl beim Neu- wie auch beim Umbau von Quartieren sollten zudem die urbanen Grün- und Freiräume qualifiziert werden.

Maßnahmen (Kapitel 5 S. 70), die im Schwammstadtgebiet im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 4.1
- 4.2
- 4.3

### Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung

Niederungsbereiche in der Landschaft sind natürliche Wasserspeicher und wirken als Schwämme. Analog zum Prinzip der Schwammstadt können besonders die Niederungsbereiche gut Wasser in der Landschaft speichern, wenn viel da ist, und in den Wasserkreislauf verzögert abgeben.

Als Schwammlandschaften sind das Offenland in den Niederungen der Freiburger Bucht und der Mooswald in der Ebene der Freiburger Bucht und die Auen entlang der Gewässer zusammengefasst. Die Potenziale fokussieren sich auf die Speicherung, den Rückhalt und den verzögerten Abfluss. Auch Offenlandflächen in den Schwarzwaldtälern im Übergang zur Freiburger Bucht wirken als Schwämme. Ihnen kommt eine besondere Bedeutung für den Rückhalt und die Verzögerung von Abflüssen aus dem Schwarzwald auch als Starkregenvorsorge zu.

Maßnahmen, die in der Schwammlandschaft vorrangig umgesetzt werden sollen, sind z.B.:

- 5.1
- 5.2
- 5.4

#### Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort

An heißen Tagen finden Bewohner\*innen aufgeheizter Quartiere bioklimatische Entlastung v.a. in kühlenden und beschatteten Grün- und Freiflächen. Damit in den dargestellten Freiflächen die Potenziale für diesen Klimakomfort ausgeschöpft werden können, sind hier mit hoher Priorität eine hitzeangepasste und -mindernde Gestaltung, wie z.B. die Schaffung beschatteter Aufenthalts- und Bewegungsräume sowie die Sicherung bzw. Herstellung eines hohen Anteils verdunstender Oberflächen für die Kühlung durch Verdunstung und Beschattung erforderlich. Die Wasserversorgung des urbanen Grüns ist für die Vitalität und die Sicherung der Verdunstung grundlegend und sollte auch in Hitze- und Trockenperioden sichergestellt werden.

Ggf. sollte die Wirksamkeit von Maßnahmen(-kombinationen) für das Stadtklima und die Regenwasserbewirtschaftung im Rahmen vertiefender, planungsbegleitender Untersuchungen festgestellt werden.

Zahlreiche Grün- und Freiflächen leisten bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Speicherung von Regenwasserabflüssen. In natürlichen Senkenbereichen sammeln sich Regenwasserabflüsse aus der Umgebung solange keine Fließhindernisse wie Rampen, Hochborde, Mauern o.Ä. den Zufluss verhindern.

Durch ein gezieltes Regenwassermanagement und eine gezielte Freiraumgestaltung kann das Retentionsvermögen für die Erhöhung des Klimakomforts genutzt werden. Niederschlagswasser wird zurückgehalten und gespeichert und steht dem lokalen Wasserhaushalt und der Bewässerung der Bepflanzung zur Verfügung. Insbesondere öffentlich zugängliche aber auch eingeschränkt zugängliche Grün- und Freiflächen haben ein Potenzial, Regenwassermanagement und die Erhöhung des Klimakomforts zu koppeln (siehe Flächenkulisse unten).

Die konkrete Eignung der dargestellten Flächen für die Zuleitung und Nutzung von Niederschlagswasserzuflüssen erfordert eine Einzelfallprüfung der Nutzungsverträglich- und Machbarkeit.

Folgende Stadt- und Freiraumtypen sind dargestellt: Öffentliche Parks (FRT 01), Institutionell zugangsbeschränkt (SST 13), Institutionell nicht zugangsbeschränkt (SST 13), Schulanlagen (SST 13).

Als geeignete Maßnahmen in Freiflächen mit Potenzial für Klimakomfort kommen v.a. infrage:

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 4.1
- 4.2
- 4.3

#### Aktivierung Gewässerpotenzial

Das Stadtgebiet sowie die Landschaft des Schwarzwaldes und der Freiburger Bucht werden von einem System an Fließgewässern, Gräben und Runzen durchzogen und sind ein wichtiges ökologisches Verbundsystem für Arten- und Lebensgemeinschaften, die Erholungs- und Freizeitnutzung, die Wasserwirtschaft und den Gewässerschutz. Die Effekte der Gewässer für die Schwammstadt und -landschaft hängen stark vom Grad des Ausbaustands und der Bewirtschaftung(-ziele) der Gewässer ab. Besonders bei einem naturnahen Zustand bilden sie mit ihren Uferbereichen, angrenzenden Auen und Niederungen, Wäldern und teilweise ehemaligen Wasserwiesen bedeutsame Retentions- und Kühlräume für Stadt und Landschaft.

Durch eine Renaturierung, naturnähere Gestaltung der Gewässerkörper und Ufer und wo möglich Offenlegung verrohrter Fließgewässer und Gräben sollen die großen ökologischen und kulturellen Potenziale, die in mehrfacher Weise die klimagerechte Stadtentwicklung unterstützen, gesichert und entwickelt werden. Solche Gewässerräume sorgen in überhitzten Stadtquartieren für Kühlung, Wasserrückhaltung und sorgen für stadtklimatische Entlastung und ein Natur- und Erholungsangebot für die Bewohner\*innen. Ein weiterer Baustein der Aktivierung der Gewässerpotenziale ist die Sicherung des noch vorhandenen Runzensystems und – wo und soweit es möglich ist – die integrierte Gestaltung ehemaliger Wasserwiesen als Schwammlandschaft und städtischer Freiraum. Mit diesen Zielen und Maßnahmen können zusätzliche Retentionsräume geschaffen und der Landschaftswasserhaushalt gestärkt werden. Gleichzeitig werden durch die Verzögerung der Abflüsse Synergien mit der Starkregenvorsorge (Teilplan Starkregenvorsorge) erreicht.

Für die drei Natura 2000 Gebiete auf Freiburger Gemarkung liegen bei der LUBW Managementpläne vor. Der Managementplan für die „Mooswälder bei Freiburg“ (FFH-Gebiet 7912-311 und Vogelschutzgebiet 7912-441) fördert z.B. mit seinen folgenden Zielen für den Lebensraumtyp Fließgewässer auch das Schwammstadt-Konzept des KLAK Wasser: Erhaltung, Wiederherstellung und Förderung einer natürlichen oder naturnahen Gewässermorphologie (natur-naher Ufer-/Sohlenverlauf), Fließgewässerdynamik (Durchgängigkeit, Retention) und eines naturnahen Wasserregimes .

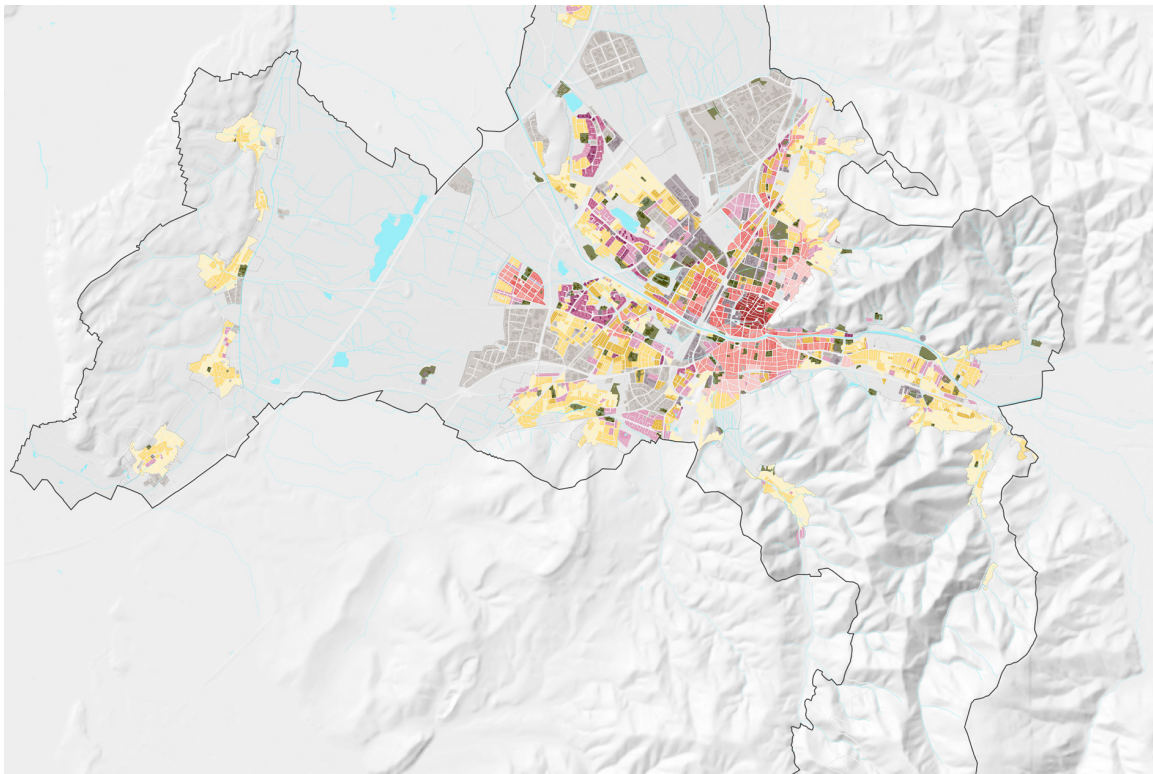


Abb. 23: Stadtstrukturtypen

Bei der Aktivierung von Fließgewässern für das Schwammstadt-Konzept, die innerhalb der Schutzgebietskulisse Naturschutz liegen, sind die Ziele und Maßnahmen der Managementpläne zwingend zu beachten.

An den Freiburger Bächle in der Altstadt kann man die kühlende, atmosphärische und stadtraumbelebende Wirkung von fließendem Wasser erfahren. Der Erhalt und die Schaffung von Grünflächen, Zugängen, Wegen und Plätzen entlang der zahlreichen weiteren Bäche und Gräben in der Stadt tragen ebenfalls zur klimaangepassten und wassersensiblen Stadtentwicklung bei.

Maßnahmen, die bei der Aktivierung des Gewässerpotenzials im Fokus stehen, sind z.B.:

4.2 5.1 5.4

#### Stadt- und Freiraumstruktur

Die im Konzeptplan Schwammstadt dargestellten Schwerpunkt- und Maßnahmenräume beziehen sich auf die charakteristischen Freiburger Stadtstruktur- und Freiraumtypen. Die Kategorisierung in 13 Stadtstrukturtypen korrespondiert mit den Kategorien für Stadtstrukturen im Klimaanpassungskonzept Hitze (KLAK Hitze). Für das KLAK Wasser wurden zusätzlich Typen für die nicht oder wenig bebauten Freiflächen ausdifferenziert (öffentliche Park- und Grünanlagen, funktionale Freiräume und sonstige Grünflächen sowie Plätze und Straßenräume). Freiflächen an institutionellen Einrichtungen sind dem SST 13 Schulen, institutionelle Einrichtungen zugeordnet.

Die Landwirtschaftsflächen (Acker, Grünland, Sonderkulturen und Rebanbau) und Waldflächen bilden die Freiraumtypen der Freiburger Kulturlandschaft. Die Freiraumtypen werden auf Grundlage des Freiraumsystems (KLAK Hitze) erstellt und teils neu aggregiert. Dargestellt sind sowohl der Bestand als auch bereits realisierte oder geplante Neubaustandorte.

Jeder Stadtstruktur- und Freiraumtyp bietet aufgrund der spezifischen Baustruktur und Nutzung andere Voraussetzungen, die Anforderungen der wassersensiblen Stadt umzusetzen. Daher werden jedem Stadtstruktur- und Freiraumtyp spezifische Maßnahmenpakete zugeordnet, die hier besonders infrage kommen. Eine ausführliche und anschauliche Erläuterung der Maßnahmenanwendung auf die Stadtstruktur- und Freiraumtypen findet sich in Kap. 5.3, S. 174.

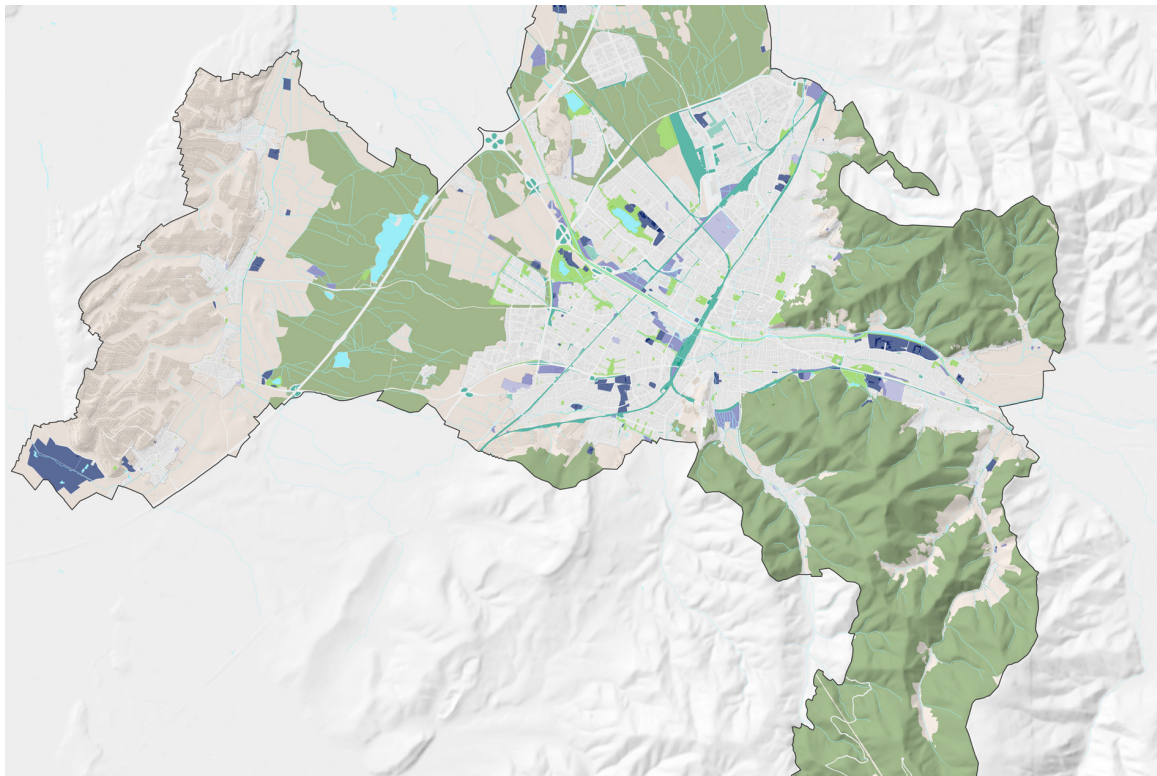
















Abb. 24: Freiraumtypen

### MASSNAHMEN FÜR STADTSTRUKTURTYPEN

-  SST 01 | freistehende Einfamilienhäuser  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.2
-  SST 02 | kompakte Reihenhäuser  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.3
-  SST 03 | Zeilenbebauung  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 04 | Stadtvillen  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3
-  SST 05 | offene Blockrandbebauung  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 06 | geschlossene Blockrandbebauung  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 07 | Altstadt  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 08 | heterogener Geschosswohnungsbau  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 09 | Großwohnsiedlung  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 10 | Wohnhochhäuser  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 11 | Großstrukturen  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3
-  SST 12 | Gewerbe/Industrie  
1.1 1.2 1.3 2.1 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3  
4.1 4.2 4.3

-  SST 13 | Schulen und andere institutionellen Einrichtungen  
1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.2 4.3

### MASSNAHMEN FÜR FREIRAUMTYPEN

-  FRT 01 | öffentliche Parks und Grünanlagen  
2.2 3.1 3.2 4.1 4.2 4.3 5.1
-  FRT 02 | funktionale Freiräume  
2.2 3.1 4.1 4.2 4.3 5.1 5.4
-  Friedhof
-  Kleingarten
-  Sportfläche
-  FRT 03 | sonstige Grünflächen  
2.2 3.1 3.2 4.1 4.3 5.1
-  technische Infrastruktur
-  sonstige Grünfläche
-  FRT 04 | Plätze und Straßenraum  
1.1 1.2 1.3 2.1 2.2 2.3 3.1 3.2 4.1 4.2 4.3
-  FRT 05 | Landwirtschaftsflächen  
2.2 3.1 3.2 4.2 5.1 5.3 5.4
-  Acker- und Grünlandfläche, Sonderkulturen
-  Rebanbau
-  FRT 06 | Wälder  
3.1 3.2 5.1 5.2 5.4

Legende „Maßnahmen für Stadtstruktur-/Freiraumtypen“

### Zusätzliche Planungsinformationen

Im Konzeptplan Schwammstadt werden Planungsinformationen nachrichtlich übernommen, für die besondere Rahmenbedingungen bzw. Anforderungen an die Umsetzung des Schwammstadt-Konzeptes und der Starkregenvorsorge gelten.

#### **Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses/ abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln**

In einigen geplanten Siedlungsgebieten besteht unter Umständen noch die Möglichkeit die Planungsziele zu erweitern und Aspekte des Schwammstadt-Konzeptes und die Konzeptaussagen des KLAK Wasser weitgehend zu berücksichtigen. Hierunter fallen Bebauungsplangebiete und Reserveflächen des FNP 2020 mit einem frühen Planungsstand. Hier sollte im Einzelfall geprüft werden, inwieweit das Ziel eines abflusslosen bzw. abflussarmen Siedlungsgebietes noch in die Planung implementiert und blau-grüne Anpassungsmaßnahmen in der städtebaulichen Gesamtplanung integriert werden können. Mit der Entwicklung zum abflusslosen bzw. abflussarmen Siedlungsgebiet soll eine weitgehende Abkopplung vom Kanalnetz verfolgt und das Gebiet wassersensibel, stadtklimatisch und ökologisch gestaltet werden.

#### **Siedlungsgebiet mit fortgeschrittenem Planungsstand**

Dagegen sind in einigen neuen Siedlungsgebieten die Planungen bereits weiter fortgeschritten. Zumeist lassen sich hier aber noch Maßnahmen(-pakete) aus dem Kap. 5 ab S. 77ff aufnehmen. Auch hier sollte eine Einzelfallprüfung erfolgen.

#### **Hitzesensible Nutzung**

Als Hinweis für die Planung werden Kindergärten, Krankenhäuser und Seniorenwohnhäuser dargestellt. Diese Infrastrukturen sind für Hitzebelastungen besonders sensibel und daher sollte ein besonderes Augenmerk auf Maßnahmen der stadtklimatischen Verbesserung und Entlastung im Nahbereich gelegt werden. In Überlagerung mit dem "Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung" wird deutlich, welche Standorte einen besonderen Bedarf an Kühlung durch Verdunstung haben.

#### **Neu entstehender und entstandener Stadt- und Freiraumtyp**

Im Verlauf der Bearbeitung des KLAK befanden sich einige im Konzeptplan gekennzeichnete Stadträume in Transformation. Hier beruhen die durchgeführten Analysen auf dem vormaligen vorhandenen Stadtstruktur- bzw. Freiraumtyp. Die Maßnahmenpakete für den neu entstandenen Stadtstruktur- oder Freiraumtyp sind analog anzuwenden.

### ZUSÄTZLICHE PLANUNGSINFORMATIONEN



Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses / abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln



Siedlungsgebiet mit fortgeschrittenem Planungsstand



hitzesensible Nutzung



neu entstehender und entstandener Stadt- und Freiraumtyp

Legende „Zusätzliche Planungsinformationen“

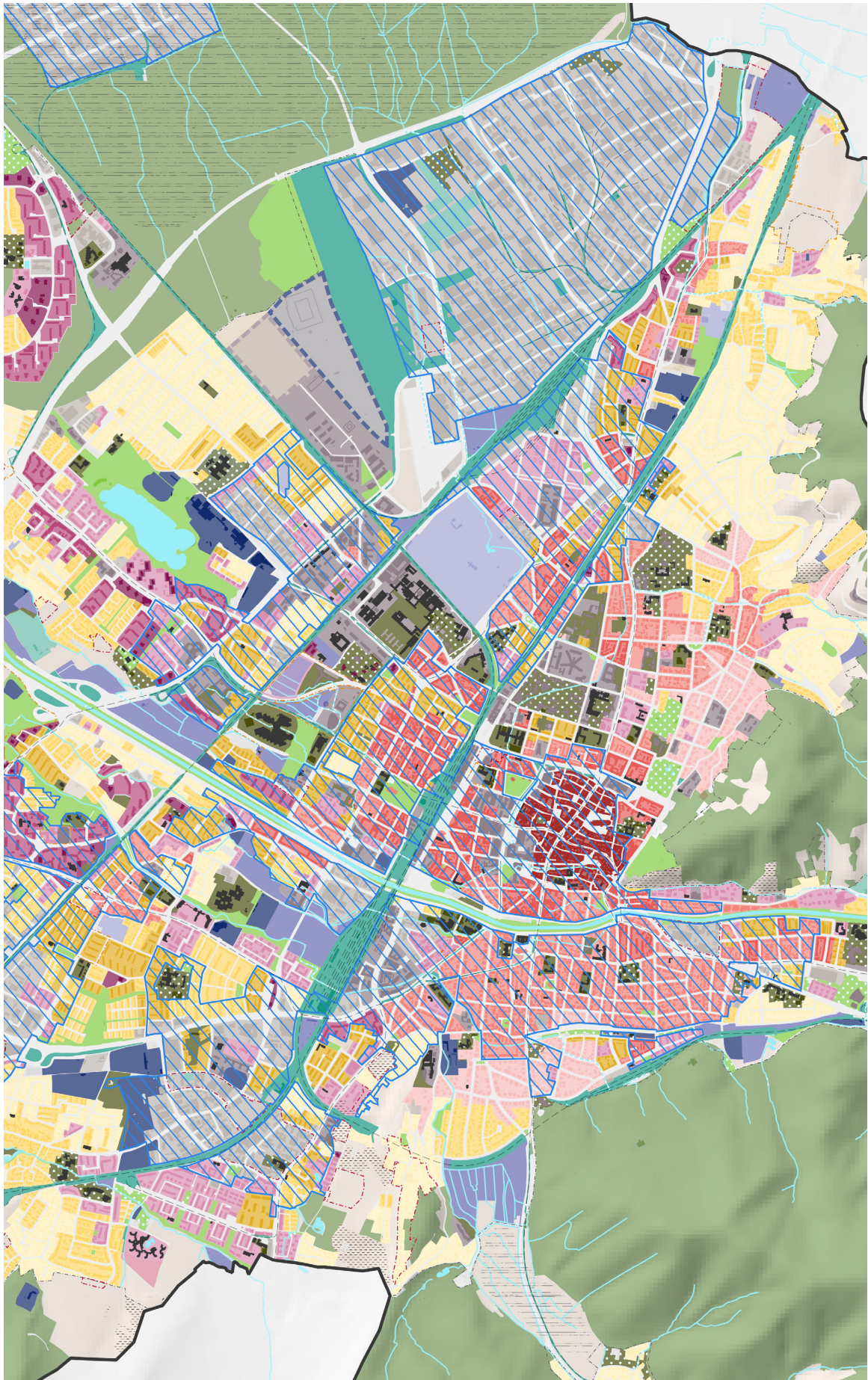


Abb. 25: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Schwammstadt: Kernstadtbereiche

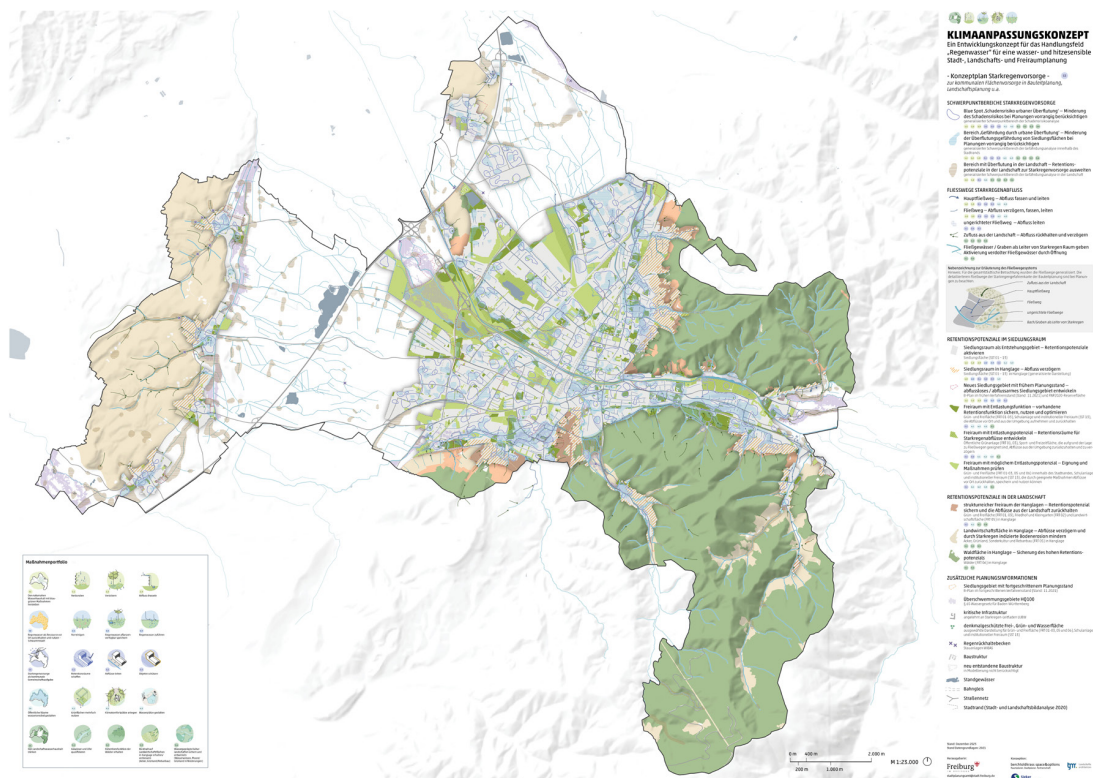


Abb. 26: Konzeptplan Starkregenvorsorge

## 4.2 Konzeptplan Starkregenvorsorge

### ZUR KOMMUNALEN FLÄCHENVORSORGE IN BAULEITPLANUNG, LANDSCHAFTSPLANUNG U.A. S3

Im Konzeptplan Starkregenvorsorge werden auf Basis der analytischen Aussagen der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung (Kap. 3.2, S. 37) räumliche Schwerpunkt- und Maßnahmenbereiche für die strategische Vorsorge gegen Schäden und Gefährdung im Freiburger Stadtgebiet identifiziert. Für diese Handlungskulisse werden stadt- und freiraumplanerische Maßnahmen und Handlungsempfehlungen formuliert.

Der Konzeptplan Starkregenvorsorge bezieht sich auf die planerische Vorsorge für selten - aber aufgrund des Klimawandels vermehrt - auftretende Starkregenereignisse (außergewöhnliche Starkregen  $T > 50-100$  Jahre). Gleichzeitig zielen die formulierten Handlungsempfehlungen und Maßnahmenhinweise darauf ab, die Kanalisation zu entlasten und Synergien zu den Themen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung bzw. des Schwammstadt-Prinzips zu erzeugen.

Er enthält raumbezogene Aussagen zur Umsetzung der strategischen Leitlinie S3 Starkregenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe (Kap. 2.3, S. 18).

Da die Starkregenvorsorge eine Gemeinschaftsaufgabe ist, kann es nur zu einer Verbesserung kommen, wenn sowohl die privaten Eigentümer als auch die öffentliche Hand geeignete Maßnahmen in ihrem Zuständigkeitsbereich und für ihre Grundstücke ergreifen.

#### Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge

Auf der Basis einer modellbasierten Starkregenanalyse können detaillierte räumliche Aussagen zu Fließwegen, Senken und Überflutungen in der gesamtstädtischen Starkregengefahrenkarte abgebildet werden (Kap. 3.2, S. 37). Um aus dieser differenzierten Analyse Planungsaussagen für die strategische Planung ableiten zu können, ist im Rahmen des KLAK Wasser eine eigene Methodik entwickelt worden, mit der sich Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge in generalisierter Form darstellen lassen (Kap. 3.3, S. 41). Aufgrund der notwendigen Generalisierung kann es auch außerhalb der dargestellten Schwerpunktbereiche lokale Überflutungen, Fließwege und Senken geben. Für örtliche Planungen sollte zusätzlich ein Abgleich mit der gesamtstädtischen Starkregengefahrenkarte und ggf. vertiefende Untersuchungen erfolgen.

Die im Konzeptplan dargestellten Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge umfassen die Bereiche mit potenziellen Überflutungen sowohl in der Stadt als auch in der Landschaft. Hier sind Maßnahmen der Starkregenvorsorge und vertiefende Untersuchungen mit hoher Priorität erforderlich.




Da das anfallende Regenwasser einen Weg innerhalb der Stadt zurücklegt, ist es besonders wichtig, nicht nur



Abb. 27: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Starkregenvorsorge: Kernstadtbereich

Maßnahmen in den Bereichen umzusetzen, die betroffen sind, sondern auch das Einzugsgebiet mit zu betrachten und einzubeziehen. Oftmals können die gefährdeten und risikobehafteten Bereiche verbessert werden, wenn im Oberlauf bereits Retentionsmaßnahmen durchgeführt werden.

#### SCHWERPUNKTBEREICHE DER STARKREGENVORSORGE

-  Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenziale in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten

Legende „Schwerpunktereiche der Starkregenvorsorge“

#### **Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen**

Die Blue Spots bilden einen der drei Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge. Die identifizierten Stadtbereiche leiten sich aus der Starkregenrisikoanalyse ab (Kap. 3.3, S. 41). In diesen generalisierten Schwer-

punktbereichen ist das Schadensrisiko durch ein Starkregeneignis besonders hoch, wodurch Maßnahmen zum Schutz und zur Minderung des potenziellen Schadens hier mit höchster Priorität zu berücksichtigen sind.

Für die Minderung des Schadensrisikos bzw. für den Schutz von Gebäuden und Infrastrukturen kommen unterschiedliche Handlungsempfehlungen in Frage. Besonders relevant ist die Aktivierung von Retentionspotenzialen, sowohl auf Dachflächen als auch auf Grundstücksfreiflächen.

Um geeignete Objektschutzmaßnahmen zu ermitteln, sind eine örtliche Prüfung und ggf. eine vertiefende Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes erforderlich.

Befindet sich ein Bauvorhaben in einem Bereich mit erhöhtem Schadensrisiko oder von erhöhten modellierten Anstauflächen wird geraten, von privaten Grundstückseigentümer\*innen einen Überflutungsnachweis zu fordern, sodass nachgewiesen werden kann, dass stärkere Regeneignisse schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten werden können (DIN 1986-100). Kommt jedoch nur eine grundstücksübergreifende Lösung infrage, müssen mögliche Notwasserwege zur Ableitung geprüft und sichergestellt werden. Gleichmaßen sollte auch der öffentliche Raum, wie öffentliche Grünflächen, Plätze oder Straßen, nach Retentionspotenzialen und -bedarfen untersucht werden. Wo möglich, sollten diese Flächen für eine Retention gesichert und aktiviert werden.

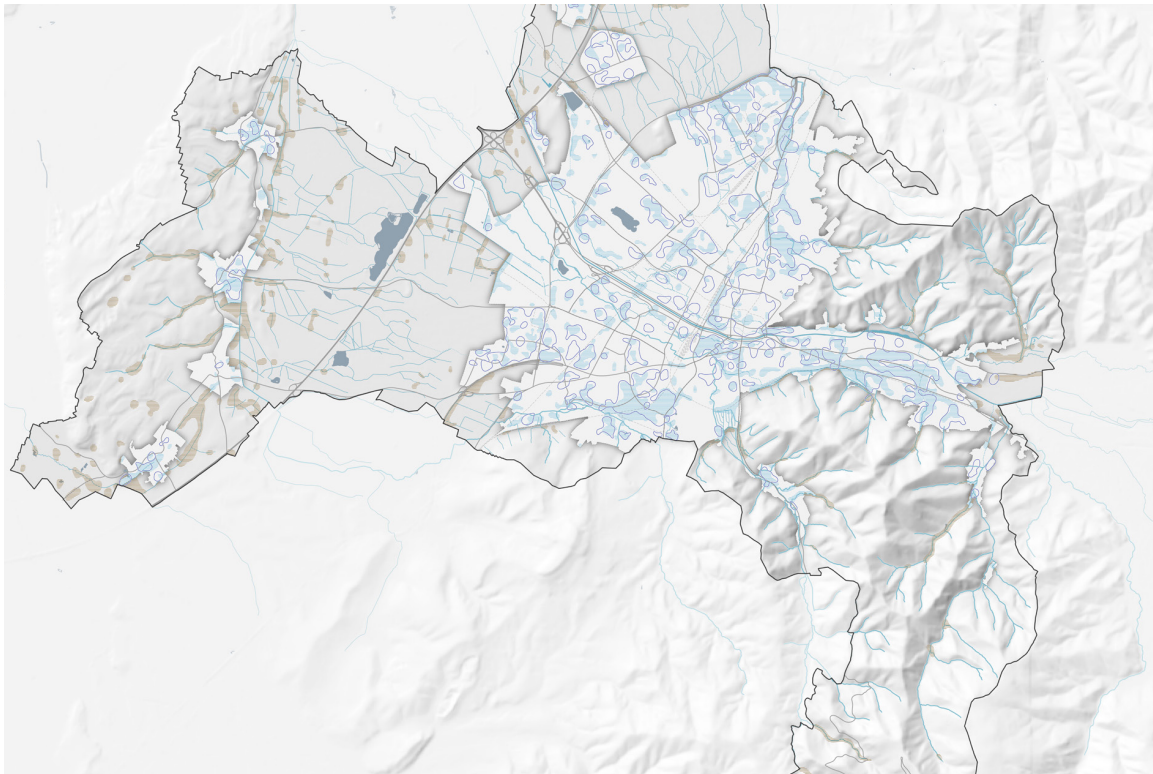


Abb. 28: Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge

Neben den bereits genannten Retentionspotenzialen auf den privaten Grundstücken, sollte auch der öffentliche Raum, wie öffentliche Grünflächen, Plätze oder Straßen, nach Retentionspotenzialen und -bedarfen untersucht werden. Wo möglich sollten diese Flächen für eine Retention gesichert und aktiviert werden.

Maßnahmen (Kap. 5, S. 70), die im Blue Spot im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.1 1.2 1.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.3 5.1 5.2 5.3 5.4

**Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘  
– Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsfläche bei Planungen vorrangig berücksichtigen**

Die potenziell von einer urbanen Überflutung betroffenen Bereiche in der Stadt bilden den zweiten Schwerpunkt der Starkregenvorsorge. Sie stellen die generalisierten Schwerpunkte der Starkregengefahrenanalyse innerhalb des Stadtrandes dar. In diesen Bereichen kann es zu einer erhöhten Gefährdung durch den Einstau von Starkregenabflüssen kommen. Ob damit auch ein erhöhtes Schadensrisiko verbunden ist, hängt von den in diesem Bereich vorhandenen Nutzungen ab. Handelt es sich z.B. um wenig bebaute Flächen ohne höherwertige Nutzung, ist das Schadensrisiko eher gering einzustufen.

Liegen vorhandene Siedlungsflächen in einem Bereich „Gefährdung durch urbane Überflutung“ ergeben sich folgende Handlungsbedarfe sowie Prüfaufträge: Lokal gilt es, das Wasser auf den Grundstücken zurückzuhalten und zu versickern bzw. gedrosselt abzuleiten. Für

höherwertige Nutzungen und kritische Infrastrukturen sollte eine örtliche Überprüfung der Notwendigkeit von Objektschutzmaßnahmen erfolgen. Für extreme Regenereignisse sollten auch grundstücksübergreifende Retentionspotenziale geprüft und bei Möglichkeit aktiviert werden. Dies gilt nicht nur für die Freiflächen auf den Grundstücken, sondern auch für die Möglichkeit, Starkregen temporär in Straßen oder auf Stellplatzanlagen einzustauen und die Prüfung von Notwasserwegen, die den Abfluss in Verkehrsflächen und Freiräumen lenken sollen.

Beim Neu- oder Umbau von Siedlungsflächen in diesen Bereichen ist es das oberste Ziel, diese möglichst abflusslos zu gestalten. Ebenso wie beim Bestand sollten Retentionspotenziale auf öffentlichen Freiflächen genutzt werden, die zu einer Entlastung des Gefährdungsbereiches führen können. Außerdem sollte die Stadt bei Bauanträgen für Neubau und Nachverdichtung Vorsorgemaßnahmen einfordern, um die derzeitige Situation durch einen Neu- oder Umbau nicht zu verschlechtern, sondern möglichst zu verbessern.

Neben den Eingriffsmöglichkeiten in den Schwerpunktbereichen selbst sollte auch das Einzugsgebiet der gefährdeten Bereiche dahingehend überprüft und miteinbezogen werden. Retentionsmaßnahmen im betroffenen Entstehungsgebiet vermindern den Abfluss und können somit die Situationen sowohl auf dem Weg als auch direkt in den gefährdeten Bereichen verbessern.

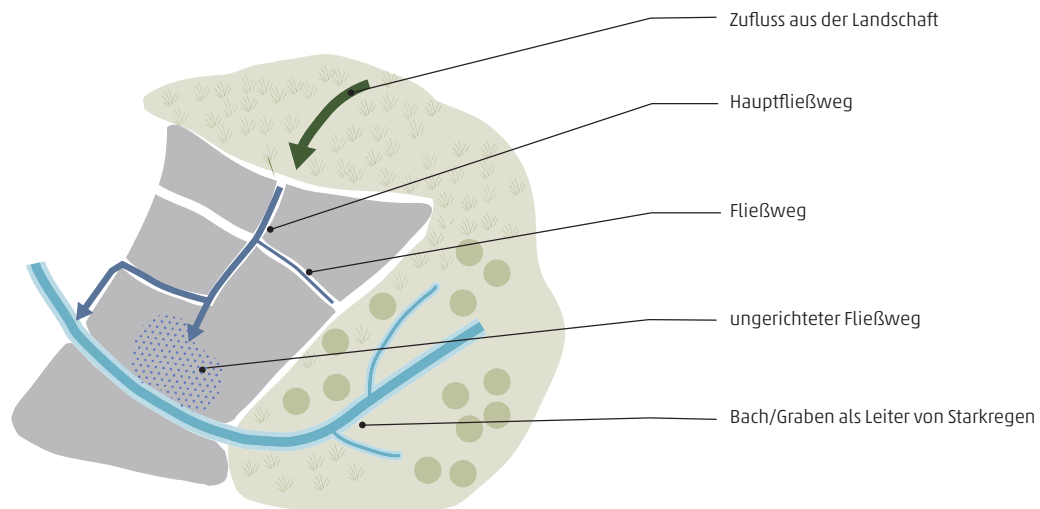


Abb. 29: Erläuterung Fließwegesystem

Maßnahmen, die im Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 3.1
- 3.2
- 3.3
- 4.1
- 4.3
- 5.1
- 5.2
- 5.3
- 5.4

**Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenzial in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten**

Neben den überfluteten Bereichen in der Stadt werden auch Bereiche in der Landschaft durch Starkregen überflutet. Im Gegensatz zu den überfluteten Bereichen innerhalb des Stadtrandes ist die Überflutung in der Landschaft nicht als Gefährdung, sondern als Potenzial zu sehen, dass außergewöhnliche Starkregen in der Landschaft zurückgehalten werden.

In Ergänzung zur „Schwammlandschaft“ (Schwerpunktbereich Konzeptplan Schwammstadt) sind überflutete Bereiche in der Landschaft Wasserspeicher. Starkregenabflüsse sammeln sich in Geländesenken, werden dort gefahrenlos zurückgehalten bzw. verzögert. Die überfluteten Bereiche in der Landschaft sind in die Schwammlandschaft eingebunden und können zur Stabilisierung und Stärkung des Landschaftswasserhaushalts beitragen. Eine angepasste Bewirtschaftung und Nutzung der Flächen wirkt Ertragsausfällen auf landwirtschaftlichen Flächen entgegen und kann die Retentionspotenziale optimieren.

Gleichzeitig kann das Regenwasser, welches sich in der Landschaft vermehrt staut, andere Stellen im Stadtgebiet entlasten und die Schäden und Gefährdungen in

diesen Bereichen minimieren. Folglich gilt es auch, Maßnahmen umzusetzen, welche die Oberflächenabflüsse bewusst lenken, um das Retentionspotenzial ausschöpfen zu können. Dabei sind die Belange des Naturschutzes zu berücksichtigen.

Maßnahmen, die im Bereich mit Überflutung in der Landschaft im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.1
- 1.2
- 3.1
- 4.1
- 5.1
- 5.2
- 5.3
- 5.4

**Fließwege Starkregenabfluss**

Die Starkregengefahrenanalyse identifiziert neben den überfluteten Bereichen in der Stadt auch Fließwege, welche den Verlauf des anfallenden Regenwassers, unabhängig von der Intensität des Regenereignisses, darstellt. Um diese kleinteiligen und kleinräumigen Fließwege gesamtstädtisch betrachten zu können, werden diese generalisiert und in einem Fließwegesystem die Zusammenhänge der verschiedenen Fließwegetypen dargestellt. (Hinweis: Die detaillierteren Fließwege der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung sind bei Planungen zu beachten.)

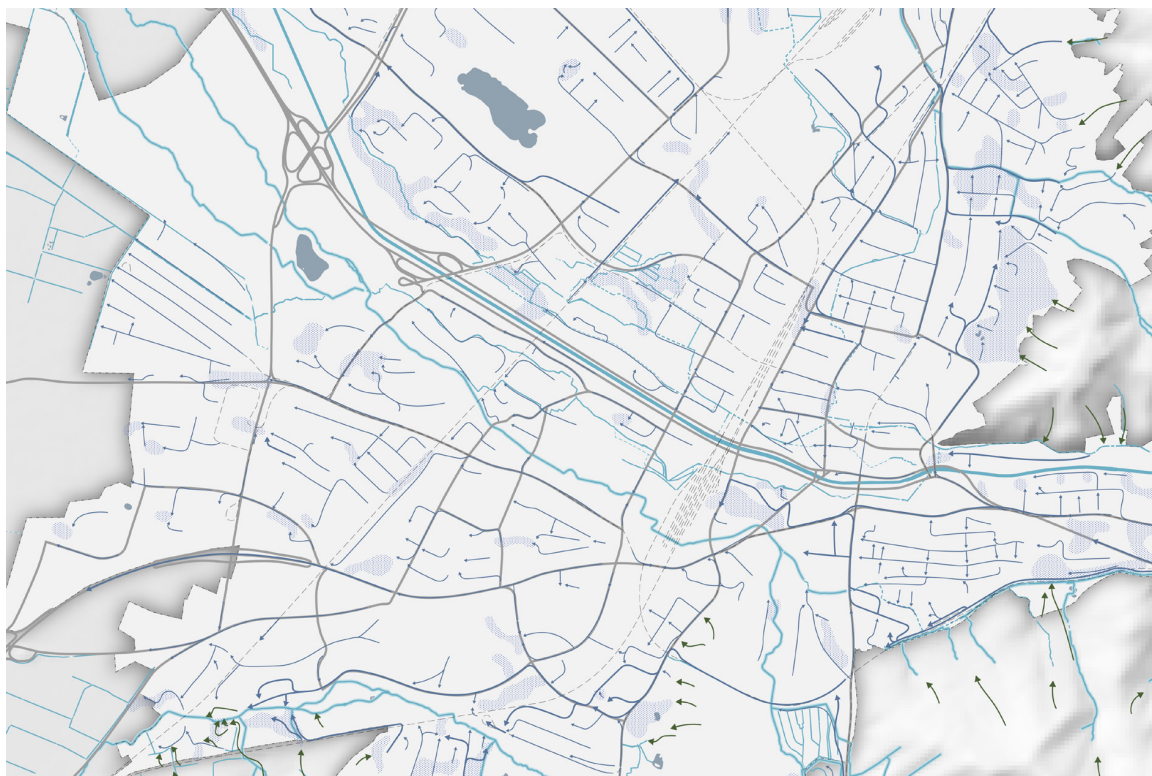







Abb. 30: Fließwege Starkregenabfluss, Ausschnitt Kernstadtbereich

### FLIESSWEGE STARKREGENABFLUSS

-  Hauptfließweg – Abfluss fassen und leiten
-  Fließweg – Abfluss verzögern, fassen, leiten
-  ungerichteter Fließweg – Abfluss leiten
-  Zufluss aus der Landschaft – Abfluss rückhalten und verzögern
-  Fließgewässer / Graben als Leiter von Starkregen  
Raum geben  
Aktivierung verdolter Fließgewässer durch Öffnung

Legende „Fließwege Starkregenabfluss“

#### Hauptfließweg beachten – Abfluss fassen und leiten

Die Hauptfließwege sammeln das anfallende Niederschlagswasser, welches z.B. durch Versiegelungen nicht versickern kann, und transportieren es im Stadtgebiet weiter. Dabei fließt das Regenwasser immer geländeabwärts zum tiefsten Punkt und kann unterwegs immer wieder zu Problemen und Überflutungen führen. Hauptfließwege werden auf dem Weg zum Geländetiefpunkt immer wieder durch weiteres Regenwasser aus anderen Fließwegen gespeist. Daher müssen insbesondere die Hauptfließwege aber auch die Zuläufe aus anderen Fließwegen zwingend beachtet werden.

Um die Schäden und Gefahren möglichst gering zu halten, sollte der Abfluss des anfallenden Regenwassers möglichst schadlos im Straßenraum gefasst und geleitet

werden (siehe Maßnahmenvariante > Multifunktionale Gestaltung von Verkehrsräumen, S. 128). Hierbei ist eine Prüfung und Sicherstellung möglicher > Notwasserwege (S. 133) zur Ableitung im Straßenraum empfehlenswert. Zusätzlich kann so das anfallende Regenwasser zu (temporären) Rückhalteräumen geleitet werden. Dabei gilt es, diese Retentionspotenziale und auch Notüberläufe auf öffentlichen Flächen zu prüfen, zu sichern und zu aktivieren. Hierfür bieten sich unter anderem Straßen, Wege, Grünflächen oder Geländesenken an, da diese ein geringeres Gefährdungs- und Schadensrisiko aufweisen können.

Maßnahmen, die für die Hauptfließwege im Fokus stehen, sind z.B.:

1.2 1.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.3

#### Fließweg – Abfluss verzögern, fassen, leiten

Die Fließwege sind den Hauptfließwegen teils vorgeschaltet und speisen diese auf dem Weg zusätzlich mit Regenwasser. Damit nicht das gesamte Regenwasser des Fließweges auch in einen Hauptfließweg mündet und im Unterlauf zu Gefahren führt, muss der Abfluss der Fließwege etwa durch eine Kaskade von Zwischenspeichern verringert und zeitlich weitgehend verzögert werden.

Dabei gilt es, auf öffentlichen, aber auch gleichermaßen auf privaten Flächen das anfallende Regenwasser zurückzuhalten, im Idealfall schon im Entstehungsgebiet, sodass weniger Wasser in die Hauptfließwege gelangt.

Diese Rückhaltung kann unter anderem auf Dachflächen, auf dem Grundstück in unter- oder oberirdischen Speichern erfolgen.

Ebenso wie bei den Hauptfließwegen sollten zwingend Barrieren vermieden werden und der Abfluss möglichst schadlos gefasst und über Notwasserwege und Überläufe geleitet werden.

Maßnahmen, die für die Fließwege im Fokus stehen, sind z.B.:

1.2 1.3 3.1 3.2 3.3 4.1 4.3

### Ungerichteter Fließweg – Abfluss leiten

Neben den Hauptfließwegen und Fließwegen gibt es Fließwege, die ungerichtet und ungeordnet auf und über Grundstücke fließen. Diese können vermehrt zu Überflutungen führen. Um die Gefährdung der Überflutung durch diese unkontrollierten Fließwege zu verringern, ist es wichtig, diese Fließwege schadlos zu leiten. Damit diese keine Schäden an Gebäuden verursachen, sollte den Fließwegen möglichst mehr Raum gegeben und Barrieren, die den Fließweg unkontrolliert stoppen, vermieden werden.

Maßnahmen, die für die ungerichteten Fließwege im Fokus stehen, sind z.B.:

3.1 3.2 3.3

### Zufluss aus der Landschaft – Abfluss rückhalten und verzögern

Außerhalb des Siedlungsraumes entstehen Abflüsse, die bei entsprechender Lage und Gefälle das Regenwasser von der Landschaft, z.B. aus den Bergen und von Hängen und angrenzenden Landwirtschaftsflächen in die Siedlung transportieren. Diese Abflüsse können die Haupt- und Fließwege mit Regenwasser speisen, was wiederum im Unterlauf zu Problemen führen kann. Je nach Nutzung bzw. Bodenart sowie Gefälle der Landschaft können zu den Regenwassermassen auch bspw. Schlamm und Gehölz mit in die Siedlung transportiert werden.

Um die Gefährdung in der Siedlung nicht noch zusätzlich zu erhöhen, ist es daher wichtig, die Abflüsse möglichst im Entstehungsgebiet, also in der Landschaft, zu verzögern. Hierzu muss gezielt der Rückhalt in der Landschaft optimiert werden. Als besonders kritisch können sich in diesem Zusammenhang neue Baugebiete oder andere Baumaßnahmen wie z.B. Straßen in den Entstehungsgebieten erweisen, die sich negativ auf das Abflussverhalten in der Landschaft auswirken.

Maßnahmen, die für den Zufluss aus der Landschaft im Fokus stehen, sind z.B.:

5.1 5.2 5.3 5.4

### Fließgewässer / Gräben als Leiter von Starkregen Raum geben

Bäche und Gräben in Freiburg sind aufgrund der topografischen Lage am Tiefpunkt der Gelände oftmals Senken für das anfallende Regenwasser. Gleichzeitig fällt auch Regenwasser außerhalb der Stadtgrenzen an, wel-

ches in den Fließgewässern durch das Stadtgebiet transportiert wird. Da der Raum dieser Gräben und Bäche begrenzt ist, tritt das Regenwasser über die Ufer, sodass diese Leiter von Starkregen werden können. Um diese Risiken zu reduzieren, sollte unter anderem der Abfluss im Oberlauf zurückgehalten und durch Maßnahmen im Einzugsgebiet und am Gewässerlauf verzögert werden. Des Weiteren gilt es, Raum zu schaffen durch Renaturierung dieser Gewässer und deren Säume. Gleichzeitig kann damit eine Vergrößerung der gewässerbegleitenden Retentionsräume erreicht werden.

Maßnahmen, die für die Bäche und Gräben als Leiter von Starkregen im Fokus stehen, sind z.B.:

5.1 5.4

### Aktivierung verdolter Fließgewässer durch Öffnung

Fließgewässer, welche verdolt sind, können im Einlauf der Verdolung zu großen Schäden und Überflutungen führen. Oftmals können die Rohre die großen Wassermengen aufgrund des begrenzten Durchmessers der Röhren nicht aufnehmen. Zusätzlich sind diese auch oft durch mitgeschwemmtes Gehölz oder anderen Schmutz blockiert, sodass das Wasser nicht mehr ungehindert weiterfließen kann und an den Stellen zu Überflutungen führt.

Folglich sollte an diesen Stellen geprüft werden, ob eine Öffnung dieser Fließgewässer, auch abschnittsweise, möglich ist. Eine entsprechende Öffnung würde auch positive Effekte hinsichtlich der Gewässerökologie, der Aufenthaltsqualität, des lokalen Bioklimas sowie der Biodiversität mit sich bringen.

Maßnahmen, die für die verdolten Fließgewässer im Fokus stehen, sind z.B.:

5.1 5.4









Abb. 31: Retentionspotenziale im Siedlungsraum, Ausschnitt Innenstadtbereich

### Retentionspotenziale im Siedlungsraum

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrads im Siedlungsgebiet sind Retentionsräume beim Starkregenfall von zentraler Bedeutung. Aus diesem Grund sind die Retentionspotenziale im Stadtgebiet entscheidende Elemente für die Starkregenvorsorge, die es wo möglich zu aktivieren gilt.

#### RETENTIONSPOENZIALE IM SIEDLUNGSRAUM

-  Siedlungsraum als Entstehungsgebiet – Retentionspotenziale aktivieren
-  Siedlungsraum in Hanglage – Abfluss verzögern
-  Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses / abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln
-  Freiraum mit Entlastungsfunktion – vorhandene Retentionsfunktion sichern, nutzen und optimieren
-  Freiraum mit Entlastungspotenzial – Retentionsräume für Starkregenabflüsse entwickeln
-  Freiraum mit möglichem Entlastungspotenzial – Eignung und Maßnahmen prüfen

Legende „Retentionspotenziale im Siedlungsraum“

#### Siedlungsraum als Entstehungsgebiet – Retentionspotenziale aktivieren

Versiegelte Flächen führen zu erhöhtem Oberflächenabfluss, da das anfallende Regenwasser nicht oder nur

kaum versickern kann. Dieser Abfluss ist einer der zentralen Gründe für Überflutungen im Stadtgebiet, die es zu reduzieren gilt. Somit ist es die Aufgabe, dass im Siedlungsgebiet alle Potenziale für blau-grüne Maßnahmen sowohl auf öffentlichen Flächen als auch auf privaten Grundstücken aktiviert werden. Hierfür kommen unterschiedliche Möglichkeiten in Frage. Diese reichen von Entsiegelungen und Grün- oder Retentionsdächern bis hin zu Rigolensystemen oder Tiefbeeten. Dabei leistet jede Maßnahme einen entsprechenden Beitrag zur Reduzierung des Oberflächenabflusses im Siedlungsgebiet. Gleichzeitig kann dadurch das Regenwasser auch bei einem Normalregen versickern und gespeichert werden und zu einem naturnahen Wasserhaushalt beigetragen werden (siehe Schwammstadt).

Maßnahmen, die für den Siedlungsraum als Entstehungsgebiet im Fokus stehen, sind z.B.:

1.1 1.2 1.3 2.2 2.3 3.1 4.1 4.3

#### Siedlungsraum in Hanglage - Abfluss verzögern

In Hanglagen kommt es aufgrund des Gefälles zusätzlich zu hohen Geschwindigkeiten der Abflüsse, die aufgrund der fehlenden Versickerungs- und Speichermöglichkeiten im Siedlungsgebiet anfallen. Bei Starkregen fließt das Regenwasser oftmals in hohen Geschwindigkeiten über die Straßen oder ungerichtet über Grundstücke der Ebene bzw. Senke zu. Oftmals werden Abflüsse, die aus oberhalb gelegenen Wald- oder Landwirtschaftsflächen kommen, zusätzlich durch Abflüsse aus der Siedlung

verstärkt. Teile der Abflüsse gelangen in die Bäche, die bei Starkregen rasch anschwellen können. Hauptaufgabe wird es hier sein, die Abflüsse zu reduzieren, auf den Grundstücken zurückzuhalten und zeitlich zu verzögern. Dies entlastet Überflutungsbereiche am Fuß des Hanges und der Gewässer. Hierbei spielen Retentionsräume auf privaten und öffentlichen Grundstücken eine Rolle. Eine geringe Versiegelung, Rückhalt auf den Dächern und in den Gärten können die Abflüsse auf dem Grundstück zurückhalten. Im Straßenraum können beispielsweise Tiefbeete die Abflüsse verzögern.

Maßnahmen, die für den Siedlungsraum in Hanglage im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.3
- 2.2
- 3.1
- 3.2
- 3.3
- 4.3

**Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses/abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln**

Gerade im Neubau können blau-grüne Maßnahmen von Beginn an berücksichtigt und in die Planung integriert werden. Geplante Neubaugebiete sollten daher von vornherein möglichst abflusslos bzw. -arm entwickelt werden, um Belastungen für unterliegende Gebiete zu vermeiden und Gewässer zu entlasten. Gleichzeitig gilt es bei der Planung in überflutungsgefährdeten Bereichen effektive Lösungen und dezentrale Schutzmaßnahmen mitzudenken. Hierbei kann das folgende Grundprinzip herangezogen werden:

1. Vermeiden (Baugebietsausweisungen, besonders von kritischen Infrastrukturen)
2. Ausweichen (Aufständigung, Errichtung in höher gelegenen Bereichen)
3. Widerstehen (technischer Objektschutz, Schutz vor eindringendem Wasser)
4. Anpassen (planmäßige Flutung)

Maßnahmen, die für die neuen Siedlungsgebiete mit frühem Planungsstand im Fokus stehen, sind z.B.:

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 3.1

**Freiraum mit Entlastungsfunktion – vorhandene Retentionsfunktion sichern, nutzen und optimieren**

Grün- und Freiräume spielen bei der Starkregenvorsorge eine entscheidende Rolle. Zu den Freiräumen mit Entlastungsfunktion bei Starkregenfällen gehören Grün- und Freiflächen (FRT 01-04), Schulanlagen und institutionelle Freiräume (SST 13), die potenziell für die temporäre Aufnahme von Abflüssen vor Ort und aus der Umgebung geeignet sind.

Sie leisten bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Speicherung von Regenwasser bei einem Starkregenereignis, weshalb diese gesichert und weiterhin als Retentionsräume genutzt werden sollen. Es gilt allerdings zu prüfen, inwieweit diese in ihrer Funktion noch gestärkt und optimiert werden können. Beispielsweise kann ein übermäßiger Einstau von Starkregen auf sensiblen öffentlichen Flächen durch Einrichtung eines Notüberlaufs und Notwasserwegs in Grünflächen zu einer Entlastung führen. Wenn eine Grünfläche hierfür geeignet ist, sind

ggf. Nutzungsvereinbarungen zwischen dem Träger der Straßenbaulast und der Grünfläche erforderlich.

Neben der Erhaltung und Freihaltung von natürlichen Geländesenken spielt der Objektschutz insbesondere bei den Schulen und institutionellen Freiräumen eine große Rolle. Diese gilt es neben der Nutzung der Fläche als Retentionsraum zu schützen.

Einige Freiräume sind derzeit mit Nutzungen belegt, die nur im Einzelfall eine Schaffung von Retentionsräumen zulassen. Dies sind beispielsweise Sportanlagen oder Kleingärten. Um die Retentionsfunktion an diesen Stellen optimal und auch schadfrei zu nutzen, sollte geprüft werden, inwieweit eine multifunktionale Gestaltung der Freiflächen oder Bereiche umgesetzt werden kann (>Maßnahmenvariante „Multifunktionale Gestaltung von Sportplätzen“ S. 129).

Maßnahmen, die für Freiräume mit Entlastungsfunktion im Fokus stehen, sind z.B.:

- 3.1
- 4.1
- 4.2
- 4.3
- 5.1

**Freiraum mit Entlastungspotenzial – Retentionsräume für Starkregenabflüsse entwickeln**

Nicht bei allen Grün- und Freiräumen besteht heute schon eine Entlastungsfunktion im Starkregenfall. Allerdings sind einige öffentlichen Grünanlagen (FRT 01, 03, 04) oder Sport- und Freizeitflächen aufgrund der Lage zu Fließwegen potenziell geeignet, Abflüsse aus der Umgebung zurückzuhalten und zu verzögern.

Zum einen kann es daran liegen, dass das Wasser über die Freiflächen hinwegfließt, ohne dass das Wasser dort zurückgehalten wird. Hier sollte geprüft werden, inwieweit diese Freiflächen als Retentionsfläche ausgestaltet werden kann. Dies können bspw. Anpassungen am Gelände sein, um topografische Senken zu modellieren. Zum anderen gibt es Freiflächen, bei denen die Fließwege lediglich daran vorbeifließen. In diesem Fall könnten ebenso Geländemodellierungen oder das Entfernen von Barrieren, wie beispielsweise Bordsteinkanten oder Mauern dazu führen, die Fließwege auf die Freiflächen zu leiten, um dort das Regenwasser zurückzuhalten und temporär einzustauen (Maßnahmenvarianten >Erhaltung und Freihaltung natürlicher Geländesenken S. 128; >Rückhaltung durch Geländemodellierung auf der Grundstücksebene S. 127)

Maßnahmen, die für Freiräume mit Entlastungspotenzial im Fokus stehen, sind z.B.:

- 3.1
- 3.2
- 4.1
- 4.2
- 4.3
- 5.1

**Freiraum mit möglichem Entlastungspotenzial – Eignung und Maßnahmen prüfen**

Bei einem Starkregenereignis fällt so viel Regenwasser in kürzester Zeit an, dass jede einzelne Freifläche wichtig ist und wenn möglich als Retentionsraum genutzt werden sollte. Aus diesem Grund sind für Freiburg die Eignung aller Grün- und Freiflächen, Schulanlagen sowie institutioneller Freiräume (FRT 01-04 und SST 13) innerhalb des Stadtrandes zu prüfen. Ziel soll es sein, alle Grünräume zu aktivieren, die durch geeignete Maßnahmen Abflüsse vor Ort zurückhalten, speichern und nutzen können.

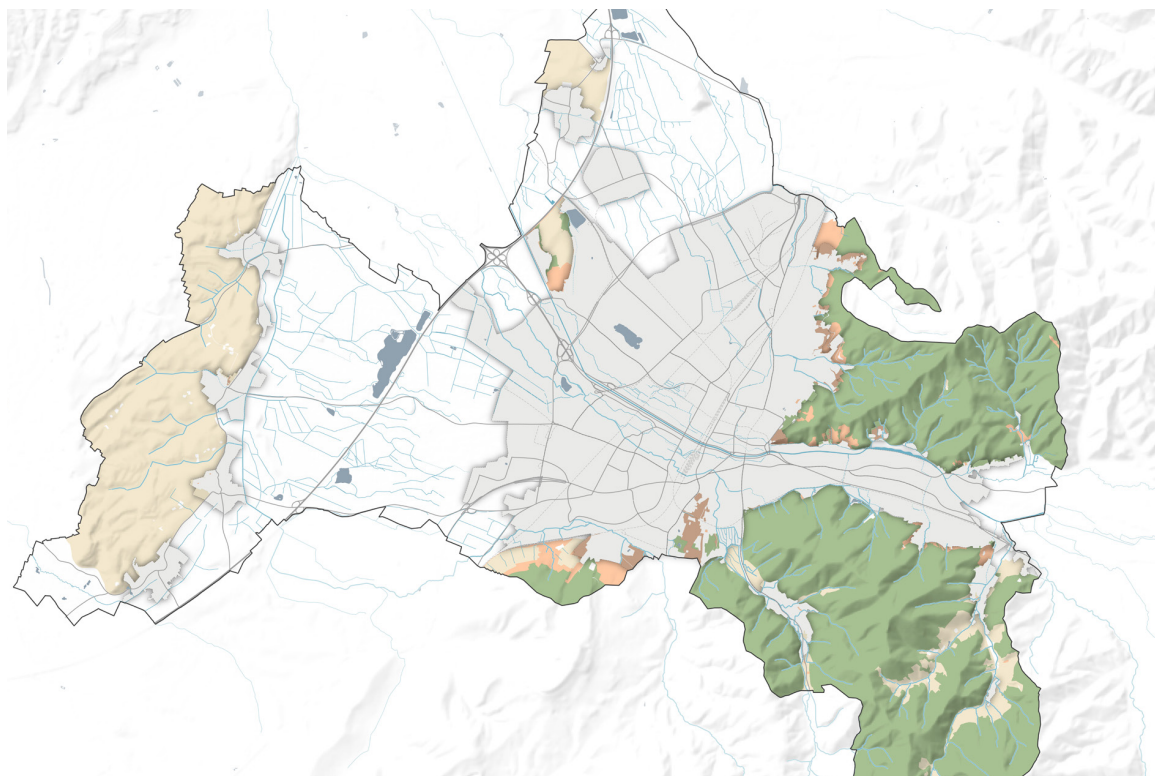


Abb. 32: Retentionspotenziale in der Landschaft




Maßnahmen, die für Freiräume mit möglichem Entlastungspotenzial im Fokus stehen, sind z.B.:

3.1 4.1 4.2 4.3 5.1

### Retentionspotenziale in der Landschaft

Ungebremste Zuflüsse aus der Landschaft in das Stadtgebiet können zu Überflutungen führen. Insbesondere bei hoher Geländeneigung übernehmen Wälder, Grün- und Freiflächen, kleinräumige Feldgärten, Grünland und Obstwiesen im Übergang zur Bebauung für die Verzögerung und den Rückhalt eine wichtige Funktion. Der Rückhalt und der verzögerte Abfluss auf den Hängen trägt dazu bei, die Böden vor Erosion und großflächigem Bodenabtrag durch Starkregen zu schützen.

### RETENTIONSPOENZIALE IN DER LANDSCHAFT

-  strukturreicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern und Abflüsse in der Landschaft zurückhalten
-  Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern und durch Starkregen indizierte Bodenerosion mindern
-  Waldfläche in Hanglage – Sicherung des hohen Retentionspotenzials

Legende „Retentionspotenziale in der Landschaft“

### Strukturreicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern und Abflüsse in der Landschaft zurückhalten

Die vielfältigen Hanglandschaften Freiburgs im Übergang vom Stadtrand zum Rosskopf, Schauinsland und Schönberg, sind geprägt durch einen Wechsel an Wald und ein offenes reiches Nutzungsmosaik aus Weingärten, Obstwiesen, Grünland und Grünanlagen, durch welches auch der Lehener Berg geprägt ist. Diese Hanglandschaften liegen in Entstehungsgebieten der von Überflutung gefährdeten Bereiche der Stadt. Sie sind für den Rückhalt des anfallenden Regenwassers auf der Fläche und das Verzögern der Abflüsse von großer Bedeutung.

In der Kulisse des Strukturreichen Freiraums der Hanglagen sind öffentliche Grün- und Freiflächen sowie strukturreiches Grünland, Obst- und Weingärten (FRT 01, 02, 03 und 05) im unmittelbaren Übergang von Waldhängen zur Bebauung (Stadtrand) zusammengefasst. Der Strukturreichtum und die meist eher extensive Nutzung dieser Freiräume und damit das vorhandene Retentionsvermögen der Hangbereiche ist zu erhalten und sollte wenn möglich vergrößert werden, um gefährdete Stadtbereiche zu entlasten. Besonders entlang von Fließwegen sollten eine abflussmindernde Bewirtschaftung und Pflege und die Herstellung von kleinteiligen Retentionsräumen überprüft werden.

Maßnahmen, die für die den strukturreichen Freiraum in Hanglagen im Fokus stehen, sind z.B.:

3.1 4.1 5.1 5.3

### **Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern und durch Starkregen indizierte Bodenerosion mindern**

Von landwirtschaftlichen Flächen in Hanglagen können bei Starkregenereignissen unkontrollierte Abflüsse zu Sturzfluten und Bodenerosion führen. In der Kulisse dargestellt sind alle Landwirtschaftsflächen (FRT 05 Acker- und Grünlandflächen, Sonderkulturen und Rebanbau) in Hanglagen (DGM, Hangneigung Starkregenanalyse).

Der Rückhalt und die Verzögerung des Oberflächenabflusses auf landwirtschaftlichen Flächen trägt dazu bei, wertvollen Boden vor Erosion zu schützen, Sturzfluten und Schlammablagerungen zu vermeiden und Siedlungsgebiete in überfluteten Bereichen zu schützen. Eine geringe Bodenbedeckung begünstigt die Abflüsse und den Bodenabtrag. Eine angepasste Bewirtschaftung im Ackerbau wie z.B. konservierende Bodenbearbeitung, hangparallele Bewirtschaftung, begrünte Säume sowie eine vielfältige Fruchtfolge fördern den Rückhalt und wirken Schäden durch Bodenabtrag wie Erosionsrinnen und Auskolkungen entgegen. Auf Rebflächen fördert ein Begrünungs- und Regenwassermanagement die Vorsorge gegen Starkregen.

Eine dauerhafte Bodenbedeckung kann vor Bodenerosion durch Starkregen schützen. Ein hoher Anteil an Grünland trägt zur Starkregenvorsorge bei, so auch eine Umwandlung von Acker in Dauergrünland bzw. das Auslassen der Bewirtschaftung von stark erosionsgefährdenden Bereichen z.B. in Tiefenlinien oder bei starker Hangneigung.

Maßnahmen, die für die Landwirtschaftsflächen in Hanglage im Fokus stehen, sind z.B.:

5.1 5.2 5.3

Zur Maßnahme **5.3** werden als Maßnahmenvarianten beschrieben:

- > Konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat und Fruchtfolgewirtschaft
- > Tiefen-Lockerung
- > Umwandlung von Ackerland zu Grünland
- > Begrünung von Tiefenlinien
- > Rand- und Saumstrukturen
- > Hangparallelen Bewirtschaftung
- > Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände
- > Schaffung von Kleinstspeicher
- > Retentionsräume an Bergbächen schaffen

### **Waldfläche in Hanglage – Sicherung des hohen Retentionspotenzials**

Oberhalb von Freiburg erstrecken sich auf dem Schauinsland, dem Rosskopf und Schönberg die ausgedehnten Wälder des Schwarzwaldes. Insbesondere die Wälder an den Hängen haben eine herausragende Bedeutung für die Speicherung des Regenwassers und die Verzögerung der Abflüsse von den Berghängen. Der Schutz und die Verbesserung der Potenziale für die Rückhaltung sowie die Verzögerung von Abflüssen sind wichtige Voraussetzung, den Schäden durch Starkregen vorzubeugen. Hierzu eignen sich z.B. eine angepasste Waldwirtschaft, der Walddumbau sowie die Unterhaltung der Waldwege zur Vermeidung von potenziellen Abflussbahnen.

Maßnahmen, die für die Waldflächen in Hanglage im Fokus stehen, sind z.B.:

5.1 5.2





Als Maßnahmenvarianten werden dazu beschrieben:

- > Waldmehrung (in Freiburg eher kleinflächig)
- > die Beibehaltung der Naturgemäßen Waldwirtschaft
- > Erhalt und Entwicklung der wassergeprägten Waldlandschaft
- > Retentionsräume an Bergbächen schaffen
- > Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände

### Zusätzliche Planungsinformationen

Ergänzend zu den Hinweisen zu den Schwerpunktbereichen, Fließwegen und Retentionspotenzialen werden weitere Planungsinformationen nachrichtlich dargestellt. Sie geben weiterführende Hinweise, die es bei Entwicklungen und Planungen zu berücksichtigen gilt.

### ZUSÄTZLICHE PLANUNGSINFORMATIONEN

-  Siedlungsgebiet mit fortgeschrittenem Planungsstand
-  Überschwemmungsgebiete HQ100
-  denkmalgeschützte Frei-, Grün- und Wasserfläche
-  Regenwasserrückhaltebecken

Legende „Zusätzliche Planungsinformationen“

#### Siedlungsgebiet mit fortgeschrittenem Planungsstand

Bebauungsplangebiete, in denen sich aufgrund des fortgeschrittenen Planungsstands die Umsetzung punktueller blau-grüner Anpassungsmaßnahmen in Bezug auf die Starkregenvorsorge beschränkt. Die Berücksichtigung der Ergebnisse des Handlungsfelds Wasser ist im Einzelnen zu prüfen.

#### Überschwemmungsgebiet HQ100

Rechtlich gesehen werden Überflutungen durch Starkregen und Überschwemmungen durch Gewässer (Hochwasser) getrennt voneinander betrachtet. Nichtsdestotrotz gibt es starke Überschneidungen und Zusammenhänge, weshalb nachrichtlich die Überschwemmungsgebiete HQ100 nach § 65 Wassergesetz Baden-Württemberg dargestellt werden.

#### Denkmalgeschützte Frei-, Grün- und Wasserfläche

Freiburger Bau- und Kulturdenkmäler (ausgewählte denkmalgeschützte Frei-, Grün- und Wasserflächen), welche sich mit den Freiräumen mit möglichen Entlastungspotenzialen überlagern.

#### Regenwasserrückhaltebecken

Regenrückhaltebecken werden zur Abflusssdämpfung von Niederschlagswasser für die vorübergehende Speicherung eingesetzt. Sie dienen dem Schutz vor hydraulischem Stress bei Gewässern oder Kanalnetzen und können so auch dafür sorgen, dass die Starkregengefährdung in umliegenden bebauten Bereichen verringert wird.



Abb. 33: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Starkregenvorsorge: Kernstadtbereiche

# 5.

## Maßnahmen für die Schwammstadt und Starkregenvorsorge

Der Klimawandel wirkt sich auf die gesamte Stadt Freiburg aus, weshalb alle Bereiche – öffentlich und privat- gefordert sind, Anpassungsmaßnahmen umzusetzen. Hierfür zeigt das KLAK Wasser ein Portfolio an Maßnahmen im Handlungsfeld Regenwasser auf. Ziel soll es sein, Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung vorrangig mit naturnahen blau-grünen Elementen als Teil einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsstrategie zu erreichen. Damit werden auch die Ziele für eine hitzesensible Stadt und die Starkregenvorsorge unterstützt und es lassen sich vielfältige positive Effekte für weitere Handlungsfelder, wie die Aufenthalts-, Nutzungs- und Lebensqualität, Biodiversität und den Klimaschutz, erzeugen.

### *Blau-grüne Maßnahmen...*

sind Bepflanzungen aus Gräsern, Stauden, Sträuchern oder Bäumen, deren Pflanzflächen wasserwirtschaftlich optimiert und die meist Teil eines dezentralen Regenwasserbewirtschaftungssystems sind. Zu diesem, größtenteils naturbasierten, Regenwassersystem können ergänzend technische Anlagen (graue Infrastruktur), wie Zu- und Überläufe, unterirdische Speicher oder Steuersysteme zur Entleerung dazugehören. Ziel der blau-grünen Maßnahmen ist die Optimierung des Standorts in Hinsicht auf wasserwirtschaftliche, stadtklimatische und ökologische Faktoren. Auch die Stadtgestaltung und Aufenthaltsqualität soll mit beachtet und wenn möglich verbessert werden.

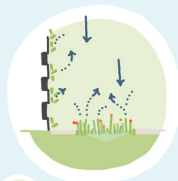
Zuerst wird das Zusammenspiel der Maßnahmen in der Regenwasserkaskade zur örtlichen Nutzung des Niederschlagswassers aufgezeigt und anschließend im Maßnahmenkatalog umfassend aufgezeigt, mit welchen konkreten Maßnahmen eine wassersensible Stadt- und Freiraumentwicklung sowie die Anforderungen an die Schwammstadt und die Starkregenvorsorge umgesetzt werden können.

Die Wirkungen und Spielräume für den Einsatz und die Kombination von Maßnahmen hängen von den örtlichen Rahmenbedingungen, Flächenverfügbarkeiten und baulichen Gegebenheiten ab. Kapitel 5.3 S. 174 illustriert und erläutert dazu beispielhaft Maßnahmenanwendungen und -kombinationen anhand ausgewählter Stadtstruktur- und Freiraumtypen.



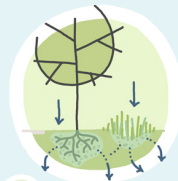
S1

Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen



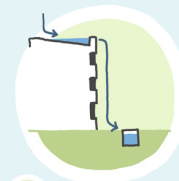
1.1

Verdunsten



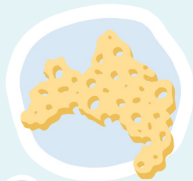
1.2

Versickern



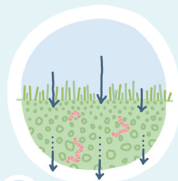
1.3

Abfluss drosseln



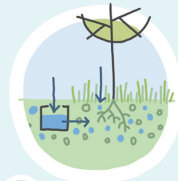
S2

Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen - Schwammstadt



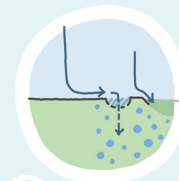
2.1

Vorreinigen



2.2

Regenwasser pflanzenverfügbar speichern



2.3

Regenwasser zuführen



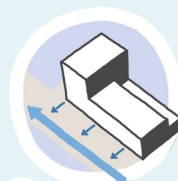
S3

Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen



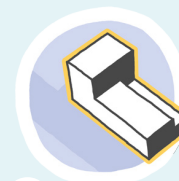
3.1

Retentionsräume erhalten / schaffen



3.2

Abflüsse leiten



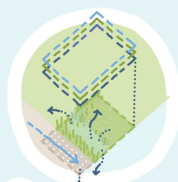
3.3

Objekte schützen



S4

Freiräume wassersensibel gestalten



4.1

Grünflächen mehrfach nutzen



4.2

Klimakomfortplätze anlegen



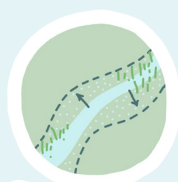
4.3

Wasserplätze gestalten



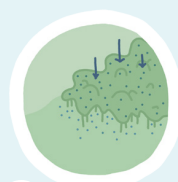
S5

Den Landschaftswasserhaushalt stärken



5.1

Gewässer und Ufer qualifizieren



5.2

Retentionsfunktion der Wälder erhalten



5.3

Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten/verbessern (Acker, Grünland/ Rebanbau)



5.4

Wassergeprägte Kulturlandschaften sichern und entwickeln (Wässersien, Moore/ Grünland in Niederungen)

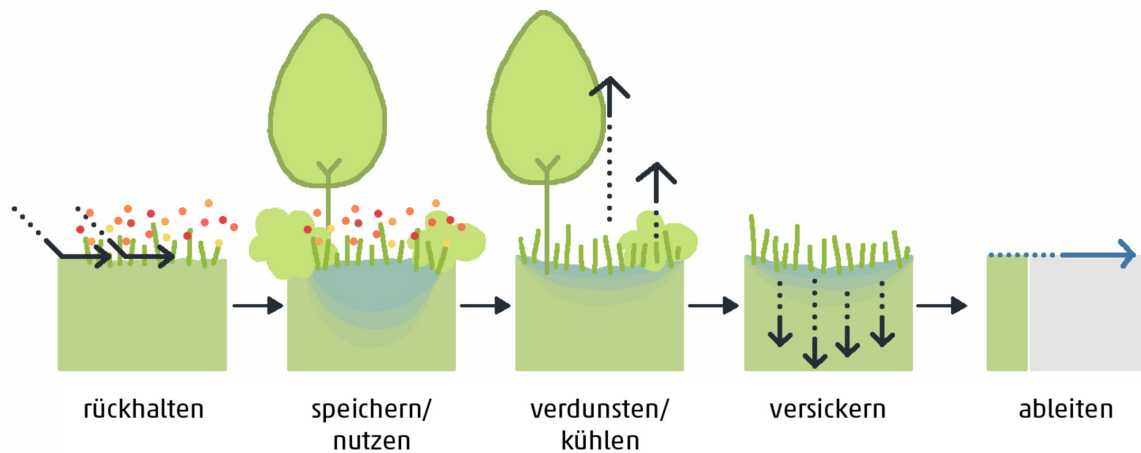


Abb. 34: Regenwasserkaskade zur lokalen Bewirtschaftung und Nutzung der Ressource Wasser, geändert nach [5]

## 5.1 Regenwasserkaskade zur örtlichen Nutzung des Niederschlagswassers

Das Prinzip der Regenwasserkaskade dient der Umsetzung multifunktional ausgerichteter Ziele des KLAK Wasser. Die strategischen Leitlinien S1 und S2 sehen für Bestand und Neubau die Anwendung blau-grüner Maßnahmen vor mit den Zielen, die Regenwasserbewirtschaftung für ein bebautes bzw. beplantes Gebiet an der naturnahen Wasserbilanz zu orientieren sowie die Ressource Regenwasser vor Ort zurückzuhalten und zu nutzen. Im Sinne der Schwammstadt soll das Wasser lokal für die Versorgung von Pflanzen, Abkühlung durch Verdunstung, Speisung des Grundwassers und einen intakten Landschaftswasserhaushalt genutzt werden. Auch für die wassersensible Gestaltung öffentlicher und halböffentlicher Räume (Leitlinie S4) lässt sich die Regenwasserkaskade anwenden (siehe Kap. 2.3, S. 18).

Damit in der bebauten Siedlung eine naturnahe Wasserbilanz in den Größenordnungen von ca. 60 % Verdunstung, 30 % Versickerung und 10 % Ableitung erreicht werden kann, muss ein kaskadenartig aufgebautes Regenwasserbewirtschaftungskonzept aus Rückhaltung, Speicherung, Verdunstung und Versickerung zur Anwendung kommen, um das anfallende Regenwasser für die Nutzung vor Ort zurückzuhalten und abfließende Regenwassermengen im Vorhinein zu reduzieren. Nur noch dort, wo es notwendig ist, soll Niederschlagswasser gedrosselt über das Kanalnetz abgeführt werden (Abb. 34 oben).

Das Konzept der Regenwasserkaskade kommt normalerweise auf Grundstücksebene zur Anwendung. Wenn die Konzeption eine zusammenhängende Bewirtschaftung des Regenwassers für mehrere Grundstücke oder für ein Quartier vorsieht, kann es aber auch grundstücksübergreifend eingesetzt werden.

Mit Ausnahme von Dachretentionselementen, die oft auf ein 100-jähriges Niederschlagsereignis ausgelegt sind, um den Abfluss von Dachflächen möglichst stark zu verzögern, werden die Elemente der Regenwasserkaskade für den Bemessungsregenfall dimensioniert. Sie setzt grundsätzlich die oberflächennahe Planung der Bewirtschaftungsmaßnahmen und Leitungen für das Niederschlagswasser voraus, da nur so die Voraussetzungen geschaffen werden, die Bepflanzung nahe der Oberfläche mit Regenwasser zu versorgen und die Anlage tiefer Mulden, Gräben und Becken zu vermeiden. Nicht zuletzt dient dieser Grundsatz auch dazu, den Aufwand für die Rückförderung von Wasser aus Speichern und Zisternen und die notwendige Ableitung von Überschusswasser gering zu halten.

Der im nächsten Kapitel nachfolgende Maßnahmenkatalog, der zahlreiche Maßnahmenvarianten für unterschiedliche Anwendungsbereiche enthält, stellt blau-grüne Elemente für die Anwendung der Regenwasserkaskade zur Verfügung.

Am Beispiel der vereinfachten Darstellung einer Wohnbebauung bzw. gemischten Bebauung in urbanen Quartieren und einer tabellarischen Zuordnung von Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen (Gebäude, Freiraum, Wege und Stellplätze) veranschaulicht die Abb. 35 S. 75, wie blau-grüne Maßnahmen im Sinne der Regenwasserkaskade zum Einsatz gebracht werden können.

Zunächst müssen je Ebene (Dachfläche, Fassade, unterbauter Freiraum, Freiraum mit Bodenanschluss sowie Wege und Stellplätze) die Bewirtschaftungsziele formuliert werden. Dabei sollen sich die Maßnahmen ergänzen, um das übergeordnete Bewirtschaftungsziel „Orientierung an der naturnahen Wasserbilanz“ für das Regenwasserkonzept erreichen zu können.

#### **Beispiele:**

Die *Verdunstung* hat den größten Anteil an der Wasserbilanz und ist besonders in verdichteten Stadtquartieren für die Menschen (Hitzevorsorge) bedeutsam. Um Wasser für Trockenzeiten zu bevorraten, müssen in der Regel Maßnahmenvarianten der *Rückhaltung, Speicherung und Verdunstung gezielt miteinander kombiniert* werden. Diese kommen auf allen Grundstücksebenen in Frage: Das grüne Retentionsdach hält abfließendes Regenwasser zurück. Zugleich dient es als Speicher für das Grün auf dem Dach und im Hof.

*Innovation: SmartFlowControl kann verwendet werden, um Retentionsvolumen auf Gründächern maximal auszunutzen und um Starkregenvorsorge zu betreiben.*

Auf der Dachebene werden Kühlungseffekte besonders dann benötigt, wenn das Dach und/oder die oberen Etagen nutzbare Terrassen aufweisen. Ansonsten wirken sich Kühleffekte von Gründächern höherer Gebäude zumeist nicht bis auf die Hof- und Vorgartenebene aus. Auf der Bodenebene wird die Verdunstungskühlung vor allem in den Höfen und Vorgärten sowie im Bereich von Aufenthalts-, Spielflächen, Wegen und Terrassen benötigt. Besonders wirksame Maßnahmenvarianten sind hier u.a. die Flächenentsiegelung und Begrünung, Baum-, Strauchpflanzungen sowie Fassadenbegrünungen (möglichst hydrologisch optimiert), die Anlage von Verdunstungsbeeten sowie begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche. Neben Retentionsanlagen auf Dachflächen kommen als Speicher für die Bewässerung v.a. Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. als Baumrigolen oder Verdunstungsbeete) sowie der Einsatz von Bodensubstraten mit hoher nutzbarer Wasserspeicherkapazität infrage. Regenwasserzisternen können sowohl oberirdisch als auch in Kellern oder unter Freiflächen eingebaut werden. Sie dienen als künstliche Speicher für die Bewässerung der Bepflanzungen.

*Innovation: automatische Bewässerung und/oder Entleerung vor Starkregen durch intelligente Zisternen.*

Ergänzend kann in größeren Wohnanlagen eine Verdunstungskühlung durch Wasserspiele oder Brunnen mit Fontänen oder Sprüh-Nebel erreicht werden (für die Regenwasserbewirtschaftung nur relevant, wenn sie mit Regenwasser aus Zisternen gespeist werden können).

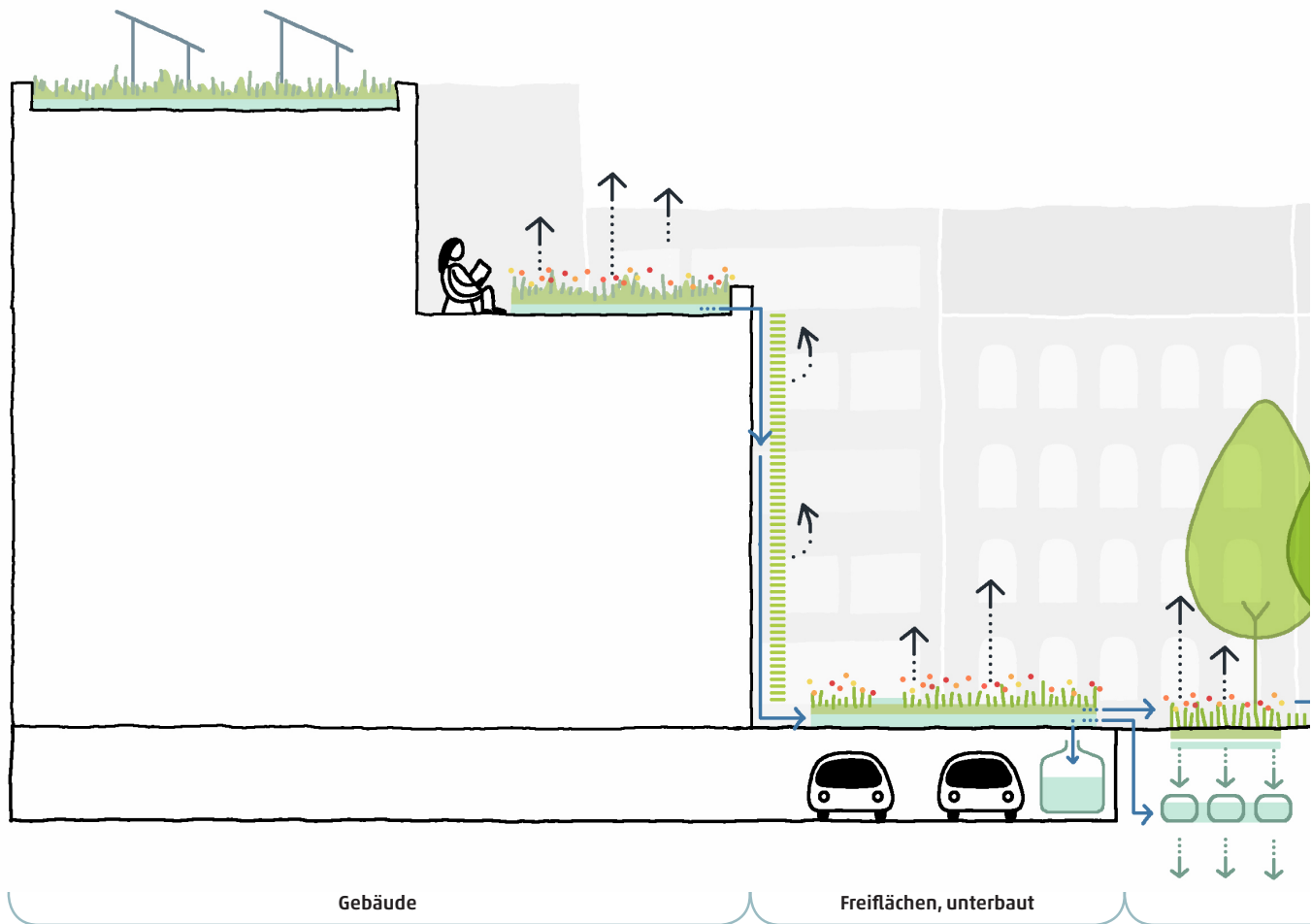
Da Gebäude- und unterbaute Flächen keine Versicke-

rung zulassen, sollten diese Oberflächen vorrangig der Rückhaltung, Speicherung und Verdunstung dienen.

*Potenzialflächen für die Versickerung* sind allein die *Freiflächen mit Bodenanschluss* und Grünflächen an Wegen und Straßen. Daher muss beim Typus der Wohnbebauung sowie bei gemischt oder gewerblich bebauten Grundstücken in urbanen Quartieren auf einen ausreichenden Anteil von Freiflächen mit Bodenanschluss geachtet werden. Je nach Versickerungsbedingungen muss ein Flächenanteil von 10 % bis 20 % der angeschlossenen Flächen für die Versickerung z.B. durch Flächenversickerung, Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme oder Tiefbeete (mit/ohne Rigole) vorgesehen werden. Teilversiegelte und wasserdurchlässige Bodenbeläge, etwa für Wege und Platzflächen, verzögern den Abfluss und tragen zur Versickerung des auf ihnen anfallenden Niederschlagswassers bei. Sie sind daher als ergänzende Maßnahmen wichtig; zusätzliche Flächen können jedoch i.d.R. nicht angeschlossen werden.

In bestimmten Situationen kann auch eine *semizentrale Versickerung* auf benachbarten Freiflächen etwa in Form größerer Versickerungsmulden/Mulden-Rigolen, Retentionsbecken, als Teich oder Sicker-/Verdunstungsbecken infrage kommen.

Bei *ungünstigen Versickerungsbedingungen* kann generell festgestellt werden, dass eine vollständige Umbauung von Höfen und Blöcken einer oberflächennahen Bewirtschaftung des Regenwassers entgegensteht. Auch aus Sicht der Starkregenvorsorge sollten vollständig geschlossene Blöcke und umbaute Grundstücke in Bereichen mit ungünstigen Versickerungsbedingungen vermieden werden.



### Anwendung der Regenwasserkaskade am Beispiel einer Wohnbebauung/gemischte Bebauung in urbanen Quartieren

Ebene Element Kaskade	Strategische Leitlinie/ Maßnahme	potenzielle Maßnahmengruppe		
		Gebäude	Freifläche, unterbaut	
Rückhalten	S1: 1.3 S2: 2.2	Dachbegrünung/ Retentionsdach	Retentionsgründach auf Tiefgaragen oder Terrassen Bepflanzte Regenwassersysteme	
Speichern	S2: 2.2, 2.3	Verdunstungs- oder Retentionsdach Regenwasserzisternen	Verdunstungs- oder Retentionsdach Regenwasserzisternen	
Verdunsten/ Kühlen	S1: 1.1 S2: 2.2, 2.3 S4: 4.1, 4.2	Dachbegrünung/ Retentionsdach Verdunstungsdach Fassadenbegrünung, bodengebunden / fassadengebunden	Dachbegrünung/ Retentionsdach Gedichtetes Verdunstungsbeet / Verdunstungsbecken Vertikalbegrünung sonstiger baulicher Anlagen  Begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche	
Versickern	S1: 1.3			
Gedrosselt ableiten				
<b>Stoffe rückhalten</b> Alle Maßnahmen mit belebten Systemen (Boden, Substrate, Bepflanzung) sind gut für den Rückhalt von Schmutz- und Schadstoffen. In Ergänzung dazu				
	S2: 2.1			

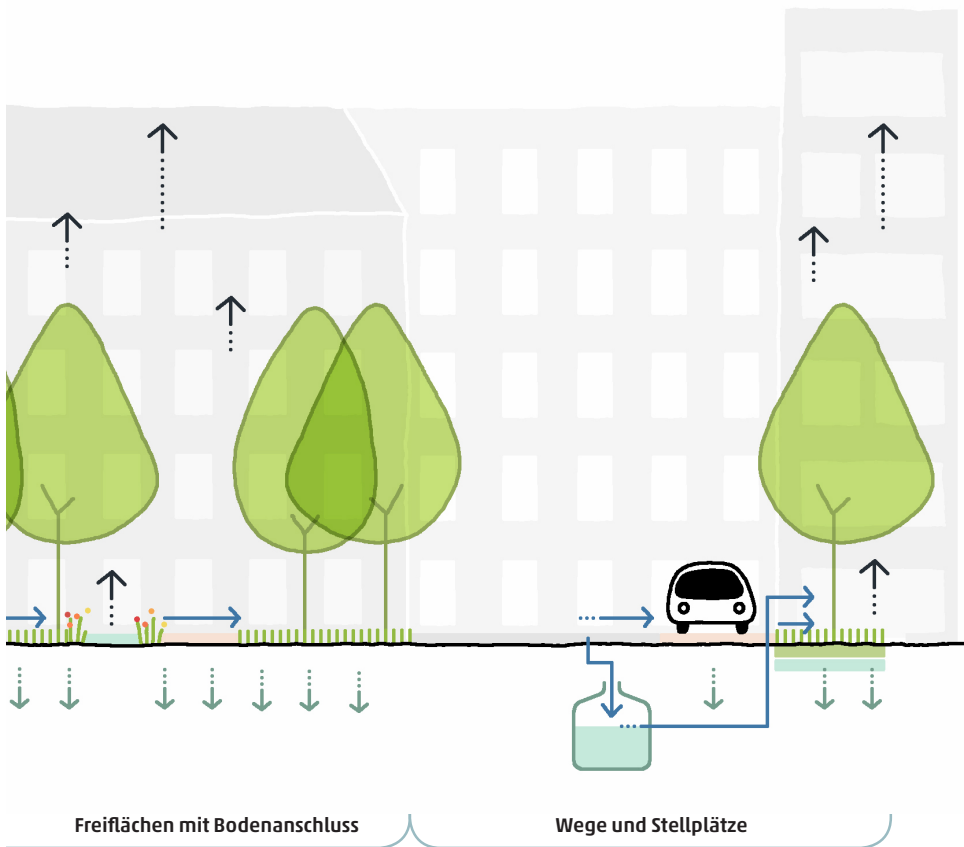


Abb. 35: vereinfachte Darstellung einer Regenwasserkaskade am Beispiel einer Wohnbebauung / gemischten Bebauung in urbanen Quartieren

potenzielle Maßnahmengruppe		
	Freifläche mit Bodenanschluss	Wege und Stellplätze
	Retentionsrigolen	Retentionsrigolen Semizentrale Anlagen Grüne Gleise
	Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. Baumrigolen und Verdunstungsbeete) Erhalt/Schaffung von Böden mit hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazitäten Regenwasserzisternen	Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. Baumrigolen und Verdunstungsbeete) Regenwasserzisternen
	Flächenentsiegelung und Begrünung Hydrologisch optimierte Baumstandorte Gedichtetes Verdunstungsbeet / Verdunstungsbecken Mit Gräsern/ Stauden bepflanzte Beete als Flächenversickerung Ergänzend: Wasserspiele oder Brunnen mit Fontänen oder Sprüh-Nebel Begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche Plätze und Wege an Gewässern Multikodierung: Semizentrale Versickerungsmulde/ Mulde-Rigole, Teich Sicker-/Verdunstungsbecken	Flächenentsiegelung und Begrünung Hydrologisch optimierte Baumstandorte Gedichtetes Verdunstungsbeet / Verdunstungsbecken
	Flächenversickerung Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme Tiefbeet (mit/ ohne Rigole) (Teil-)Entsiegelung/ Wasserdurchlässige Bodenbeläge	Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme Tiefbeet (mit/ ohne Rigole) (Teil-)Entsiegelung/ Wasserdurchlässige Bodenbeläge Sonderlösung Schachtversickerung
	Flache Gräben	Muldensteine und Rinnensysteme Randsteine mit/ohne Lücken
u können auf allen Ebenen zusätzliche Behandlungsanlagen verortet werden.		
	Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen (≥ 30cm Oberboden), Substrat-Filterbecken Filterrinnen Retentionsbodenfilter	Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen (≥ 30cm Oberboden) Straßenwasserfilter und Substrat-Filterbecken Filterrinnen Retentionsbodenfilter






MASSNAHMEN












## 5.2 Maßnahmenkatalog

Im folgenden Maßnahmenkatalog werden alle Maßnahmen umfassend dargestellt und beschrieben. Es werden Maßnahmenkategorien gebildet, die den strategischen Leitlinien zugeordnet werden. In jeder Maßnahmenkategorie werden jeweils Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche beschrieben, Beispiele benannt und freiburgspezifische Potenziale aufgezeigt. Zu Beginn werden auf der folgenden Seite alle Strategischen Leitlinien, Maßnahmenkategorien und Maßnahmenvarianten dargestellt.

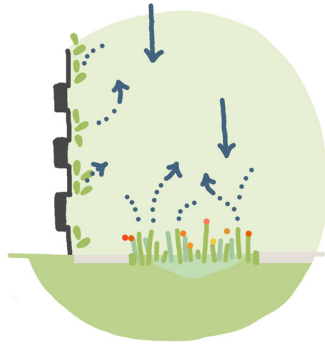
Zahlreiche Maßnahmenvarianten gehören bereits zum Werkzeugkasten der „Naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung“ in Freiburg (2016) und es existieren bereits technische Ausführungen, die in einschlägigen technischen Regelwerken beschrieben sind. Ausgewählte, neue oder weniger gängige Maßnahmen werden im Maßnahmenkatalog des KLAK Wasser ausführlicher in den sogenannten Maßnahmenvertiefungen erläutert.

<b>S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen</b> 	
<b>1.1 Verdunsten</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Flächenentsiegelung und Begrünung</li> <li>&gt; <i>Hydrologisch optimierter Baumstandort</i></li> <li>&gt; <i>Baumrigole mit Speicher / ohne Speicher</i></li> <li>&gt; <i>Verdunstungsbeet</i></li> <li>&gt; <i>Verdunstungsbecken</i></li> <li>&gt; Fassadenbegrünung</li> <li>&gt; Vertikalbegrünung sonstiger baulicher Anlagen</li> <li>&gt; Mit Gräsern/ Stauden bepflanzte Beete als Flächenversickerung</li> <li>&gt; Versickerungsmulden (Oberbodenschicht <math>\geq 30</math> cm)</li> <li>&gt; <i>Verdunstungsdach - Retentionsgründach und Intensivbegrünung / Dachgarten</i></li> <li>&gt; Wasserelemente im öffentlichen Raum</li> </ul>
<b>1.2 Versickern</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Flächenversickerung</li> <li>&gt; Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme</li> <li>&gt; Tiefbeet mit / ohne Rigole</li> <li>&gt; (Teil-)Entsiegelung / Wasserdurchlässige Bodenbeläge</li> <li>&gt; Sonderlösung Schachtversickerung</li> </ul>
<b>1.3 Abfluss drosseln</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Extensives Gründach oder Solar-Gründach kombiniert mit Retentionssystemen</li> <li>&gt; Retentionsgründach und Intensivbegrünung (Dachgarten) <i>Multifunktionale Dachnutzung: Extensives Gründach kombiniert mit Solar- und Retentionsnutzung</i></li> <li>&gt; Sonderlösung: Retentionsdach ohne Begrünung</li> <li>&gt; Retentionsgründach auf Tiefgaragen oder Terrassen</li> <li>&gt; Retentionsrigolen</li> <li>&gt; Semizentrale Anlagen</li> <li>&gt; Grüne Gleise</li> </ul>
<b>S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen – Schwammstadt</b> 	
<b>2.1 Vorreinigen</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen (<math>\geq 30</math> cm Oberboden)</li> <li>&gt; Straßenwasserfilter und Substrat-Filterbecken</li> <li>&gt; Filterrinnen</li> <li>&gt; Retentionsbodenfilter</li> </ul>
<b>2.2 Regenwasser pflanzenverfügbar speichern</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Erhalt von Böden mit hoher nutzbarer Wasserspeicherkapazitäten und von Böden mit Grundwasseranschluss</li> <li>&gt; Langzeitspeicher in Pflanzgruben</li> <li>&gt; Regenwasserzisternen</li> <li>&gt; Verdunstungs- oder Retentionsdach</li> </ul>
<b>2.3 Regenwasser zuführen</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Flache Gräben</li> <li>&gt; Muldensteine und Rinnensysteme</li> <li>&gt; Randsteine mit / ohne Lücken</li> </ul>
<b>S3 Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen</b> 	
<b>3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen und Retentionsdächern</li> <li>&gt; Rückhaltung durch Geländemodellierung auf der Grundstücksebene</li> <li>&gt; Erhaltung und Freihaltung natürlicher Geländesenken / Speicher schaffen</li> <li>&gt; Multifunktionale Gestaltung von Verkehrsräumen</li> <li>&gt; Multifunktionale Gestaltung von Sportplätzen</li> </ul>

3.2	 Abflüsse leiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Notwasserwege</li> <li>&gt; Überlauf (mit Verbindung zu Retentionsräumen)</li> </ul>
3.3	 Objekte schützen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Aufkantungen</li> <li>&gt; Permanente Schutzeinrichtungen</li> <li>&gt; Mobile Schutzeinrichtungen</li> <li>&gt; Präventive Planung</li> </ul>
S4 Freiräume wassersensibel gestalten		
4.1	 Grünflächen mehrfach nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Semizentrale Versickerungsmulde / Mulde-Rigole</li> <li>&gt; Teich</li> <li>&gt; Sicker-/Verdunstungsbecken</li> <li>&gt; Retentionsraum für Starkregen</li> </ul>
4.2	 Klimakomfortplätze anlegen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche mit Sitzgelegenheiten</li> <li>&gt; Plätze und Wege an Gewässern</li> <li>&gt; Wasserspiele oder Brunnen mit Fontänen oder Sprüh-Nebel</li> </ul>
4.3	 Wasserplätze gestalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Gestaltung von Wasserplätzen</li> </ul>
S5 Den Landschaftswasserhaushalt stärken		
5.1	 Gewässer und Ufer qualifizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Gewässerrenaturierung</li> <li>&gt; Entwicklung naturnaher Uferbereiche</li> <li>&gt; Retention an Bergbächen schaffen</li> <li>&gt; Kleinstspeicher „Biberdamm“</li> </ul>
5.2	 Retentionsfunktion der Wälder erhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Waldmehrung (kleinflächig)</li> <li>&gt; Beibehaltung der Naturgemäßen Waldwirtschaft</li> <li>&gt; Erhalt und Entwicklung der wassergeprägten Waldlandschaft</li> <li>&gt; Retention an Bergbächen schaffen</li> <li>&gt; Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände</li> </ul>
5.3	 Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten / verbessern (Acker, Grünland/ Rebanbau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat und Fruchtfolgewirtschaft</li> <li>&gt; Tiefen-Lockerung</li> <li>&gt; Umwandlung von Ackerland zu Grünland</li> <li>&gt; Begrünung von Tiefenlinien</li> <li>&gt; Rand- und Saumstrukturen</li> <li>&gt; Schaffung einer hangparallelen Flurgestaltung</li> <li>&gt; Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände</li> <li>&gt; Schaffung von Kleinstspeichern</li> <li>&gt; Retention an Bergbächen schaffen</li> </ul>
5.4	 Wassergeprägte Kulturlandschaften sichern und entwickeln (Wässerviesen, Moore/ Grünland in Niederungen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Nutzungsextensivierung und Vernässung von Niederungen und Moorböden</li> <li>&gt; Auwaldentwicklung und -renaturierung</li> </ul>

*kursiv = Maßnahmenvertiefungen (umfassen detailliertere Maßnahmenbeschreibungen z.B. mit Hinweisen zur Planung der Anlage, zur Pflege und Unterhaltung, Kombination von Maßnahmen)*

Tab. 3: Übersicht der Maßnahmenkategorien und Maßnahmenvarianten



## 1.1

# VERDUNSTEN

### Was ist damit gemeint?

Pflanzen geben über ihre Blätter Wasser an die Umgebung ab. Sonneneinstrahlung und Wind lassen Wasser verdunsten. Dabei wird der Umgebung Energie in Form von Wärme entzogen, sodass sich die Luft über Bepflanzungen, feuchten Böden und Wasserflächen abkühlt. In städtischen Räumen ist die Verdunstungsrate deshalb an heißen, sonnigen Tagen über gut wasserversorgten Bepflanzungen besonders hoch. Auf trockenen Oberflächen wie Stein oder Beton wird Sonnenenergie dagegen in Wärme umgewandelt, ein Teil davon im Material gespeichert und bei Nacht wieder abgegeben (Städtischer Wärmeinseleffekt). Wasserversorgtes Grün sowie Wasserflächen heizen sich damit tagsüber deutlich weniger auf als trockene Flächen. Aus diesen Gründen weisen ebene begrünte Flächen mit Bodenanschluss in der naturnahen Wasserbilanz einen vergleichsweise hohen Verdunstungsanteil und damit eine erhöhte Kühlwirkung auf. Versiegelte Flächen ohne Grün verstärken hingegen den städtischen Wärmeinseleffekt und beschleunigen den Oberflächenabfluss des Regenwassers (vgl. S1, Kap. 2.3, S. 18).

In der dichten Stadt mit einem hohen Anteil an baulich und verkehrlich genutzten Flächen ist die Begrünung von Freianlagen, Gebäuden und baulichen Anlagen eine Schlüsselstrategie, da grundsätzlich alle Bepflanzungen eine Kühlleistung in Form von Transpirationsverdunstung erbringen können. Die Verdunstungsleistung lässt sich beeinflussen:

### Optimierung der Wasserversorgung und -speicherfähigkeit für die Kühlwirkung von Vegetationsflächen

Wesentliche Merkmale der besonders auf die Verdunstungsleistung ausgelegten blau-grünen Maßnahmen sind die optimierte Wasserversorgung und -speicherfähigkeit der Pflanzstandorte und die geeigneten Bepflanzungen. Dazu wird den Vegetationsflächen von Verdunstungsanlagen gezielt Regenwasser von versiegelten Flächen zugeführt und die Pflanzstandorte so angelegt, dass sie besonders gut Wasser pflanzenverfügbar speichern können. Hiermit soll die Verdunstungs- und Kühlwirkung über einen längeren Zeitraum hinweg gewährleistet werden. In der kompakten bzw. kompakter werdenden Stadt kann hierdurch ein gewisser Ausgleich für die Herstellung bzw. die Erhaltung einer naturnahen Wasserbilanz erreicht werden (Kap. 2.2, S. 17 „Erhalt des Wasserrückhaltevermögens auch bei Flächenneuversiegelung im Städtebau“).

Niedrig bepflanzte Verdunstungsbeete können in einem Straßenraum im direkten Umfeld eine Verminderung der Wärmebelastung um bis zu rund 3 K (1 Kelvin entspricht 1 ° Grad Celsius) und dichte Baumbepflanzungen lokal sogar eine Verminderung der Wärmebelastung um 20,5 K bewirken. Neben der Verdunstungswirkung kommt bei Maßnahmen mit Bäumen die Beschattung der überschirmten Stadtoberflächen als ein wesentlicher Parameter der Abkühlung hinzu (BGS 2022).

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Zu den blau-grünen Maßnahmen mit signifikanter Verdunstungswirkung zählen vor allem:

- Flächenentsiegelung und Begrünung
- Hydrologisch optimierter Baumstandort
- Baumrigole mit Speicher / ohne Speicher
- Verdunstungsbeet
- Verdunstungsbecken
- Fassadenbegrünung
- Vertikalbegrünung sonstiger baulicher Anlagen (z.B. berankte Wartehäuschen, Pergolen, Masten)
- Mit Gräsern und Stauden bepflanzte Beete als Flächenversickerung
- Versickerungsmulden (Oberbodenschicht  $\geq 30$  cm)
- Verdunstungsdach - Retentionsgründach und Intensivbegrünung / Dachgarten
- Wasserelemente im öffentlichen Raum (> Klimakomfortplätze)

#### > Flächenentsiegelung und Begrünung

Versiegelnde Beläge und Bepflanzungen werden einschließlich Unterbau ganz oder teilweise entfernt, Verdichtungen des Unterbodens beseitigt, belastetes (Boden-)Material entfernt und die Flächen anschließend fachgerecht begrünt. Hierdurch können Flächen nach der Entsiegelung und Begrünung wieder eine naturnahen Wasserbilanz mit einem hohen Verdunstungsanteil aufweisen. Auch die Teilentsiegelung und wasser- und



Abb. 36: Bäume in Versickerungsmulden [3]



Abb. 37: vielfältig bepflanztes Verdunstungsbeet zur Aufnahme von Regenwasser [3]

luftdurchlässige Beläge haben eine – wenn auch deutlich geringere - Verdunstungsleistung. Begrünte Fugen erhöhen die Verdunstungswirkung und verzögern zusätzlich den Wasserabfluss und nehmen selber Wasser auf (> Versickern). Grüne Gleise sind ein Beispiel für die sehr effektive Teilentsiegelung und Begrünung von Verkehrsflächen, die hauptsächlich der Rückhaltung von Abflüssen dient (> Abfluss drosseln), aber auch Bedeutung für die Verdunstung hat.

> Hydrologisch optimierter Baumstandort / Baumrigole / Verdunstungsbeet und -becken

Hydrologisch optimierte Baumstandorte, Baumrigolen und Verdunstungsbeete bzw. -becken sind neuere Elemente, die eine kombinierte Wirkung v.a. für die Verdunstung, aber zusätzlich auch für die Rückhaltung und Speicherung von Regenwasser haben. Diese Elemente werden auf der Grundlage aktueller Ergebnisse des Forschungsprojekts BlueGreenStreets (BGS 2022) ab S. 91 vertiefend erläutert.

> Fassadenbegrünung (BGS 2022)

Unterschieden werden boden- und fassadengebundene Bepflanzungssysteme. Bei bodengebundenen Systemen wächst die Vegetation aus dem anstehenden Boden entweder direkt an der Fassade oder an vorgelagerten Wuchshilfen. Für die Begrünung mit Kletterpflanzen kommen Direktklimmer wie Efeu oder Wilder Wein und Fremdklimmer zum Einsatz. Letztere benötigen

vor der Fassade vorgelagerte Kletterhilfen wie Seile, Spalier, Gittermatten etc. an der Gebäudefassade. Für fassadengebundene Systeme, sogenannte Living Walls, werden Pflanzgefäße an der Hausfassade befestigt und begrünt. Aufgrund des fehlenden Bodenanschlusses benötigen diese Fassadenbegrünungen automatische Bewässerungssysteme. Beide Systeme wirken positiv auf die Verdunstung und die Beschattung der Fassade. Eine regelmäßige fachgerechte Pflege ist notwendig. Für die Bewässerung kann das Niederschlagswasser von Dächern und Balkonen zum Einsatz kommen, wenn keine Herbizide in den Dachabdichtungen vorhanden sind. Mit dem Förderprogramm GebäudeGrün hoch<sup>3</sup> fördert die Stadt Freiburg freiwillige Nachrüstungen von Fassadenbegrünungen an bereits vorhandenen Gebäuden und Wänden sowie die Neuanlage bei Neubauten, wenn die Begrünungsmaßnahmen über die Anforderung aus bau- oder naturschutzrechtlichen Verpflichtungen oder städtebaulichen Verträgen hinausgehen. Die genauen Förderhöhen und Förderbedingungen sind in der Förderrichtlinie zusammengestellt.



Abb. 38: Fassadenbegrünung im Bestand [3]



Abb. 39: berankte Pergola [3]

#### > Vertikalbegrünung sonstiger baulicher Anlagen

Die Begrünung vertikaler Flächen, wie Wände, Mauern oder Pergolen, tragen durch ihren Bewuchs und die damit verbundene Verdunstungs- und Beschattungsleistung zur Kühlung des Straßenraums bei. In Kombination mit Sitzelementen entstehen kühle, grüne „Oasen“ in der Stadt, besonders dort, wo kein Platz für Bäume ist. Nebenbei können dicht bepflanzte, grüne Wände auch als Lärm- oder Sichtschutz dienen.

#### > Mit Gräsern und Stauden bepflanzte Beete als Flächenversickerung / Versickerungsmulden

Flächenversickerung und Versickerungsmulden ohne Rigolen sind von der Verdunstungsleistung ähnlich zu bewerten wie Begrünungen nach der > Entsiegelung und Begrünung. Da die Bepflanzung und der Bodenaufbau auf eine zeitnahe Entleerung von Versickerungsanlagen ausgerichtet sind, werden diese Elemente unter der Maßnahme > Versickern erläutert. Rigolen mit (gedrossetem) Abfluss unter Versickerungsmulden mindern die Verdunstungswirkung solcher Anlagen.

#### > Verdunstungsdach - Retentions Gründach und Intensivbegrünung / Dachgarten

Gründächer weisen durch die Retention von Regenwasser eine Verdunstungsleistung auf, solange sie nicht austrocknen. Für eine Optimierung der Verdunstungsleistung begrünter Dächer kann eine passend ausgelegte Wasserversorgung integriert werden.

Die Tab. 4 S. 86 *Dachbegrünungsarten mit ihren Klimaanpassungsleistungen* beschreibt für unterschiedliche Dachbegrünungstypen die charakteristischen Ziele, Nutzungen, den Aufbau und Begrünungsarten und zeigt deren Effekte für die Klimaanpassungsleistungen Verdunstung, Wasserrückhalt und Abflussverzögerung sowie für weitere Leistungen wie Ökologie und Wirtschaftlichkeit auf. Außerdem verknüpft die Tabelle die Rahmenbedingungen für die Fördermöglichkeiten durch das Programm GebäudeGrün hoch<sup>3</sup> Dachbegrünung | Fassadenbegrünung | Entsiegelung der Stadt Freiburg im Breisgau (2016).

Als Verdunstungsdach werden Dachbegrünungstypen bezeichnet, die eine hohe Verdunstungsleistung aufweisen. Hierzu zählen vor allem die Typen Retentionsgründach und Intensivbegrünung/Dachgarten, die eine Substrathöhe von mind. 15 cm sowie zusätzlich eine auf die Pflanzengemeinschaft abgestimmte Wasserversorgung, idealerweise aus gespeichertem Niederschlagswasser, vorweisen. Die Bewässerung kann entweder über einen Dauereinstau der unterliegenden Retentionselemente mit Kapillarsystem oder über eine Zisterne mit Tropfschlauch erfolgen. Generell gilt, dass bei einer intensiveren/höheren Bepflanzung der Dachfläche die Verdunstungsleistung steigt.

Verdunstungsdächer können neben der verminderten Wärmeabstrahlung im Vergleich zu einem Kies- oder Bitumendach einen kühlenden Effekt auf die Umgebung haben. Der Effekt wird stärker, je intensiver die Begrünung ist. Für eine wasserversorgte, intensive Dachbegrünung eines 6 m hohen Gebäudes wurde eine Re-

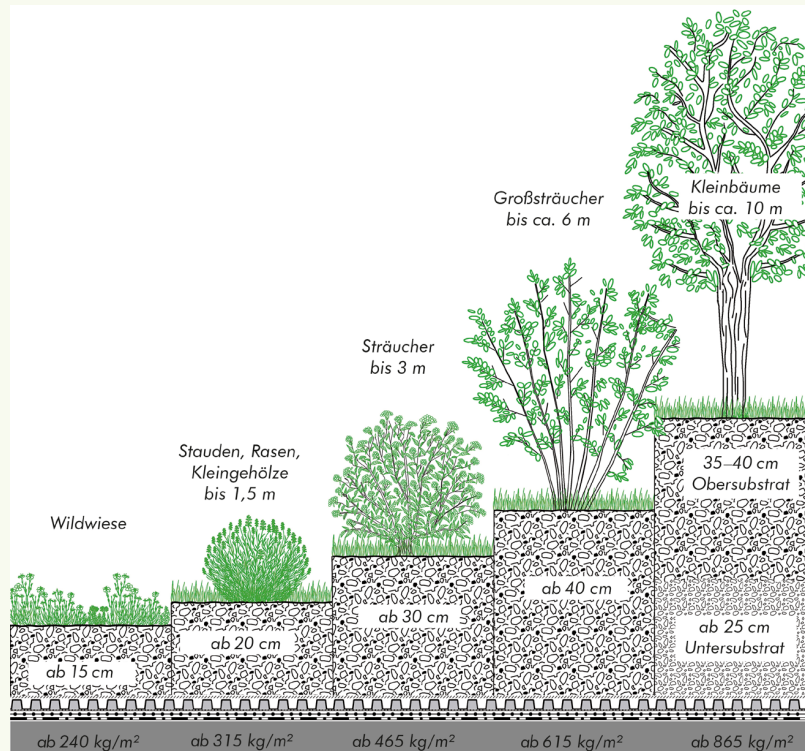


Abb. 40: Vegetationshöhe nach Substrathöhe und Belastung  $\text{kg/m}^2$  (Grafik: ZinCo GmbH)

#### Begrünungsarten in Abhängigkeit von der Substrathöhe

Die Begrünung von Dächern und unterbauten Flächen kann in verschiedenen Ausführungen erfolgen. Grundsätzlich gilt: Je größer/stärker die Boden-/Substrataufgabe auf Dächern und baulichen Anlagen ist, desto struktureicher kann die Begrünung ausfallen und desto größer sind die Verdunstung und damit die Kühlwirkung solcher Bepflanzungen sowie das Wasserrückhaltevermögen von Regenwasser (> Abfluss drosseln).

Ab einer Substrathöhe von 6 cm kann normalerweise eine extensive Dachbegrünung mit Sedumarten und Kräutern erfolgen. Diese Vegetation lässt sich z.B. mit einer Solarnutzung auf dem Dach kombinieren > Multifunktionale Dachnutzung: Retentionsdach kombiniert mit Solar- und Grünnutzung & Retentionsdach mit extensiver Begrünung.

Ab einer Substrathöhe von 20 cm spricht man von einer intensiven Dachbegrünung bei der auch die Bepflanzung mit anspruchsvolleren Vegetationselementen möglich ist > Retentionsdach mit intensiver Begrünung.

Ab dieser Substrathöhe ist die Bepflanzung mit Stauden, Kleingehölzen und Sträuchern möglich.

Ab einer Substrathöhe von rund 40 cm ist die Bepflanzung mit Großsträuchern und Kleinbäumen möglich. Gleichzeitig steigen durch das Gewicht von Pflanzung und Substrat die statischen Belastungen für die Dächer zunehmend (Abb. 400 oben). Systeme mit solch großen Substrathöhen sind oft als begehbare Dachgärten oder als Bepflanzung für Tiefgaragen und Terrassenbereiche ausgestaltet.

Dachbegrünungstyp, Beschreibung (Stadt Freiburg (o.Jg.), BuGG 2020, Optigrün 2022, Gößner et al. 2021)		Klimaanpassungsleistungen	
		Verdunstung (Gößner et al. 2021)	Wasserrückhalt / Abflussverzögerung
<b>Extensives Gründach (Spar-Gründach)</b>  <p>Grafik: Optigrün international AG</p>	<p>Mit geringem Aufwand verbundenes, pflegeleichtes Gründach mit Potenzial für Artenvielfalt.</p> <p>Substrathöhe: 5-15 cm (ab 8 bzw. 12 cm förderfähig).</p> <p>Begrünungsart: extensiv (Moose, Sedum, Gräser und Kräuter)</p>	Gering – mittel	<p>Mittel<sup>11</sup></p> <p>(bei 6 cm Substrathöhe 5 l/m<sup>2</sup> Wasserspeicher) (Gößner et al. 2021)</p> <p>Regenwasserrückhalt bis zu 90 % (BuGG 2020)</p> <p>Retention durch Drainschicht von bis zu 100 l/m<sup>2</sup> je nach möglicher statischer Belastung</p>
<b>Solar-Gründach</b>  <p>Grafik: Bundesverband GebäudeGrün e.V.</p>	<p>Kombination von solarer Energiegewinnung mit einer dafür geeigneten vollflächigen, extensiven Begrünung unter aufgeständerten PV-Modulen aus niedrig wachsenden Pflanzen.</p> <p>Substrathöhe: 5-15 cm (Höhenmodellierung möglich, max. 10 cm an der Unterkante des PV-Moduls; ab 8 bzw. 12 cm förderfähig)</p> <p>Begrünungsart: extensiv (Moose, Sedum, niedrigwachsende Kräuter)</p>	Gering – mittel	<p>Mittel<sup>11</sup></p> <p>(bei 6 cm Substrathöhe 5 l/m<sup>2</sup> Wasserspeicher) (Gößner et al. 2021)</p> <p>Regenwasserrückhalt bis zu 90 % (BuGG 2020)</p> <p>Retention durch Drainschicht von bis zu 100 l/m<sup>2</sup> je nach möglicher statischer Belastung</p>
<b>Biodiversitätsgründach</b>  <p>Foto: Bundesverband GebäudeGrün e.V.</p>	<p>Gründach mit biodiversitätssteigernden Maßnahmen wie kleine Anhögelungen, Totholz, Steinhaufen, Sandlinsen, und besonders artenreiche, gebietsheimische Saatgutmischung für artenreiche Wiesen.</p> <p>Substrathöhe: 12 – 30 cm</p> <p>Begrünungsart: biodivers</p>	Mittel	<p>Mittel bis hoch<sup>11</sup></p> <p>(bei 10 cm Substrathöhe 8,7 l/m<sup>2</sup> Wasserspeicher) (Gößner et al. 2021)</p> <p>Regenwasserrückhalt bis zu 90 % (BuGG 2020)</p> <p>Retention durch Drainschicht von bis zu 100 l/m<sup>2</sup> je nach möglicher statischer Belastung</p>

	Weitere Kriterien (Stadt Freiburg o.Jg.) <sup>11</sup>	Fördermöglichkeit durch das Programm GebäudeGrün hoch <sup>3</sup> (GG <sup>3</sup> ) (Stadt Freiburg o.Jg.)
	<p>Geringer Investitions- und Pflegeaufwand (1-2 Pflegeeinsätze pro Jahr).</p> <p>Steigerung der Artenvielfalt durch biodiversitätsförderndes Saatgut.</p> <p>Dämmwirkung gegeben.</p>	<p><i>Grundförderung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Max. Förderung: 25 €/m<sup>2</sup></li> <li>· Max. 50 % der förderfähigen Kosten, max. 5.000 € pro Liegenschaft</li> </ul> <p><i>Fördervoraussetzungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· mind. 18 m<sup>2</sup> zusammenhängende Dachfläche</li> <li>· min. 8 cm Substratdicke bei Dachbegrünung auf Bestandsgebäuden</li> <li>· min. 12 cm Substratdicke bei Dachbegrünung auf Neubauten ohne verpflichtende Dachbegrünung</li> <li>· artenreiche Bepflanzung, bestehend aus min. 15 verschiedenen biodiversitätsfördernden, klimaangepassten und bevorzugt gebietsheimischen Pflanzenarten</li> </ul>
	<p>Geringer Investitions- und Pflegeaufwand 1-2 Pflegeeinsätze pro Jahr für die Begrünung (ohne Technik).</p> <p>Bei stärkerem Substrataufbau (ab 12 cm Substrathöhe) ist mit einem höheren Pflegeaufwand zu rechnen.</p> <p>Dämmwirkung gegeben.</p>	<p><i>Zusatzförderung (Modul 2):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 5 €/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche/ -modulfläche</li> <li>· Max.-Förderung 1.000 € pro Liegenschaft</li> <li>· Förderung ist mit dem PV-Förderprogramm Klimafreundliches Wohnen kombinierbar</li> </ul> <p><i>Fördervoraussetzungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Auflastgehaltene Solar-Gründachsystem (ohne Durchdringung der Dachhaut)</li> <li>· vollflächige Begrünung auch unter den PV-Modulen</li> <li>· Abstand zwischen Solarmodulen und Substratoberfläche von min. 20 cm</li> <li>· Abstand zwischen den Solarmodulreihen bzw. Solarmoduldoppelreihen von min. 50 cm (für Wege)</li> </ul>
	<p>Mittlerer Investitions- und Pflegeaufwand.</p> <p>Dämmwirkung gegeben.</p>	<p><i>Zusatzförderung (Modul 3):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 10 €/m<sup>2</sup> Grünfläche</li> <li>· max. 2.000 € pro Liegenschaft</li> </ul> <p><i>Fördervoraussetzungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Min. 12 cm Substratdicke</li> <li>· min. 25 verschiedene biodiversitätsfördernde, klimaangepasste und bevorzugt gebietsheimische Pflanzenarten</li> <li>· punktuelle Substratanhügelungen zur Erhöhung der Standortvielfalt mit min. 30 cm Substratdicke auf min. 20 % der Dachfläche</li> <li>· Aufwertung durch weitere „Biodiversitätsstrukturen“, wie Totholz, Steine, Steinhäufchen und Sandlinsen als Versteck- und Nistmöglichkeiten sowie Mulden für temporäre Wasserflächen als Vogel- und Insekentränke, auf ca. 30 % der Dachfläche</li> </ul>

<p><b>Retentionsgründach</b></p>  <p>Grafik: Bundesverband GebäudeGrün e.V.</p>	<p>Gründachsysteme, die besonders viel Wasser rückhalten und speichern mit dem Ziel, durch Verdunstung der Überhitzung der Stadt entgegenzuwirken, die städtischen Entwässerungseinrichtungen bei starken Niederschlägen zu entlasten und eine naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung zu unterstützen.</p> <p>Die Systeme für die Retentionsfunktion sind mit allen aufgeführten Dachbegrünungsarten kombinierbar (auch fördertechnisch).</p> <p>Die nach Nutzung der Anstaureserve verbleibende Überlaufmenge kann den Bepflanzungen am Erdboden zur Verdunstung und Versickerung zugeführt werden.</p> <p>Substrathöhe und Begrünungsart: abhängig von der Art der Dachbegrünung.</p>	<p>Hoch (Verdunstungsdach)</p>	<p>Hoch<sup>11</sup> (bei 10 cm Substrathöhe 28,5 l/m<sup>2</sup> Wasserspeicher) (Gößner et al. 2021)</p> <p>Regenwasserrückhalt bis zu 99 % (BuGG 2020)</p> <p>Retention durch Drainschicht von bis zu 100 l/m<sup>2</sup> je nach möglicher statischer Belastung</p>	
<p><b>Intensivbegrünung (Dachgarten)</b></p>  <p>Grafik: Bundesverband GebäudeGrün e.V.</p>	<p>Vielseitige Form der Intensivbegrünung, die sowohl die Nutzung des Dachs als Freiraum und/oder die Möglichkeit der gärtnerischen Nutzung bzw. Urban-Gardening einschließt.</p> <p>Substrathöhe: ab 20 cm bis &gt;80 cm</p> <p>Begrünungsart: intensiv</p> <p>Bepflanzungsmöglichkeiten und Dachlasten in Abhängigkeit der Höhe der Substratauflage d):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ab 15 cm: Wildwiese (ab 240 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>ab 20 cm: Stauden, Kleingehölze bis 1,5 m (ab 315 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>ab 30 cm: Sträucher bis 3 m (ab 465 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>ab 40 cm: Großsträucher bis ca. 6 m (ab 615 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>ab 25 cm Untersubstrat und 35-40 cm Obersubstrat: Kleinbäume bis ca. 10 m (ab 865 kg/m<sup>2</sup>)</li> </ul>	<p>Hoch (Verdunstungsdach)</p>	<p>Mittel bis hoch<sup>11</sup> (bei 15 cm Substrathöhe 23 l/m<sup>2</sup> Wasserspeicher) (Stadt Freiburg (o.Jg.))</p> <p>Regenwasserrückhalt bis zu 99 % (BuGG 2020)</p> <p>Retention durch Drainschicht von bis zu 100 l/m<sup>2</sup> je nach möglicher statischer Belastung</p>	

Tab. 4: Dachbegrünungsarten mit ihren Klimaanpassungsleistungen

11 Bewertung in Anlehnung an: Pfoser, N. et al (2013)

	<p>Mittlerer bis hoher Investitions- und Pflegeaufwand. Dämmwirkung gegeben. Reduzierung der Hochwassergefährdung. Ist eine Begrünung nicht möglich, lässt sich diese Dachnutzung auch als unbegrünte Variante ausführen (Retentionsdach). Diese ist dann aber nicht förderfähig im Förderprogramm GG<sup>3</sup>.</p>	<p><i>Zusatzförderung (Modul 4):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 10 €/m<sup>2</sup></li> <li>· maximal 1.000 € pro Liegenschaft</li> </ul> <p><i>Fördervoraussetzungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Erhöhung der Abflussverzögerung und Wasserspeicherung durch technisch-konstruktive Elemente (z. B. Retentionselemente, Abflussdrossel usw.), für deren Wirksamkeit ein Nachweis zu erbringen ist</li> <li>· Zusätzlicher Retentionsraum von min. 60 l/m<sup>2</sup> über der Dachabdichtung und unterhalb des Begrünungsaufbaus</li> <li>· Vollflächige Begrünung über dem Retentionsdach zur Steigerung der Verdunstung</li> </ul>
	<p>Mittlerer bis hoher Investitions- und Pflegeaufwand Dämmwirkung gegeben. Erhöhung der Aufenthaltsqualität.</p>	<p><i>Zusatzförderung (Modul 1):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 20 €/m<sup>2</sup> (ab 30 cm Substratdicke)</li> <li>· Max. 2.000 € pro Liegenschaft</li> </ul> <p><i>Fördervoraussetzungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Min. 30 cm Substratdicke</li> <li>· Vielfältige Bepflanzung mit Stauden und Gehölzen (wie ein ebenerdiger Garten)</li> <li>· Falls eine Freiraumnutzung oder Möglichkeit zum Urban-Gardening vorgesehen ist, muss diese gemeinschaftlich (durch Hausbewohner*innen, Mitarbeiter*innen etc.) oder öffentlich zugänglich sein (Ausnahme: durch eine Hausgemeinschaft genutztes, privates Einfamilienhaus)</li> <li>· Anteil nicht begrünter Dachfläche max. 20 % (Terrassen, Wege etc.)</li> </ul>



Abb. 41: Spektakuläres Gründach der Clara-Grundwald-Turnhalle im Rieselfeld reduziert sommerliche Gebäudeaufheizung [1]



Abb. 42: Dachbegrünung auf einem Garagendach [3]

duktion der bodennahen Lufttemperatur von ca. 1 K im Umfeld von 40 m vom Gebäude ermittelt. Untersuchungen in Heidelberg ergaben für extensive Dachbegrünungen zwar keine bodennahe Wirkung in direkter Gebäudenähe, für ein blau-grünes Dach ergab sich jedoch eine Abkühlung um 1 K in der direkten Nähe des Gebäudes mit einer Fernwirkung von bis zu 100 m (0,4 K) (Simulation mit Asmus; LUBW 2017). Für den Gebäudeinnenraum wirkt v.a. die intensive Dachbegrünung durch die geringere Aufheizung der Dachoberfläche und die isolierende Wirkung abkühlend. (Umweltbundesamt 2019, KURAS 2016)

Somit ist die mikroklimatisch kühlende Wirkung der Dachbegrünung auf das direkte, bodennahe Außenklima begrenzt und wirkt z.B. auf Hofflächen nur bei der Begrünung relativ niedriger Gebäude. Die Dachbegrünung hat jedoch kühlende Wirkung auf das Stadtklima insgesamt - als Maßnahme gegen den städtischen Wärmeinseleffekt. Durch die erheblich geringere Wärmeabstrahlung eines begrünten Daches und die Verdunstungsleistung im Gegensatz zu einem Kies- oder Bitumendach wirkt eine Dachbegrünung dem städtischen Wärmeinseleffekt entgegen und trägt so mesoklimatisch zur Anpassung an die steigende Hitzebelastung in der Stadt bei.

Ein Retentions Gründach erreicht aufgrund des besonders großen Wasserspeichers ähnlich hohe Verdunstungswerte wie das intensiv begrünte Dach. (Optigrün 2022)

#### > Wasserelemente im öffentlichen Raum

Ruhendes, aber vor allem auch bewegtes Wasser, wie Teiche, Wasserläufe, Brunnen und Wasserspiele/Sprühnebel, tragen durch die Verdunstung an sonnigen und heißen Tagen zu einer Belebung und Kühlung öffentlicher Stadträume bei. Diese und andere Maßnahmen auf Plätzen, in Promenaden und Grünflächen können in der Stadt im Klimawandel > Klimakomfortplätze schaffen.

#### Synergien

Die Maßnahmenbeschreibungen in Tab. 4 S. 86 *Dachbegrünungsarten mit ihren Klimaanpassungsleistungen* zeigen beispielgebend, dass vorgenannte Verdunstungsmaßnahmen zur Verbesserung der ästhetischen Vielfalt, Aufenthaltsqualität und Biodiversität in der Stadt beitragen und dadurch positive Effekte für die Lebensqualität der Stadtbewohner\*innen sowie die Lebensräume der städtischen Flora und Fauna erzeugen können. Dazu sind standortgerechte Bepflanzungen mit einer aufeinander abgestimmten Artenauswahl und möglichst hoher Strukturvielfalt (unterschiedliche Wuchsformen, -höhen und jahreszeitliche Aspekte) vorzusehen. Im Übergang zur freien Landschaft soll gebietseigenes Saat- und Pflanzgut zum Einsatz kommen. Generell wird der Erhalt von Alt- und Biotopbäumen sowie der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel und chemische Dünger empfohlen. (BMUV 2021) Weiterführende Hinweise zur Pflanzenverwendung und Artenauswahl finden sich im Textkasten unten.



Abb. 43: Klimaangepasste Platzoberfläche am Zollhallenplatz [3]



Abb. 44: Begrüntes Gleisbett [1]

Für Fassadenbegrünungen sind auch die isolierende Wirkung, die damit auch das Klima schützt und der Grafitenschutz für Gebäudeoberflächen als positive Effekte relevant.

#### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung über bepflanzte Flächen, Mulden und Tiefbeete ist bereits Praxis in Freiburg.

Dagegen zählen Baumrigolen, Tiefbeete und Verdunstungsbeete und -becken, die einen besonders ausgebildeten Speicher für Regenwasser aufweisen, zu den neueren Elementen. Erprobt werden diese Elemente u.a. in Pilotprojekten des Forschungsprojekts BlueGreenStreets.

Fassaden und Dächer machen einen erheblichen Anteil der Stadtoberfläche aus und bergen daher ein hohes Potenzial für die wassersensible und hitzeangepasste Stadt, das bisher vielfach noch ungenutzt ist. Ersten Schätzungen zufolge gibt es bereits 2.900 begrünte Dächer in der Stadt und weitere 12.000 Flachdächer ohne Begrünung. Von diesen kann potenziell ein unbekannter Anteil als statisch für eine Dachbegrünung geeignet angenommen werden. Die Stadt Freiburg bietet Beratung für Dachbegrünung an. Insbesondere innerhalb der von Hitzebelastung betroffenen Stadtbereiche würden begrünte Dächer helfen, die Hitzebelastung der Bewohnerschaft zu reduzieren, vor allem, wenn sie wasserversorgt sind.

Die Möglichkeiten für die Gebäudebegrünung sind besonders beim Neubau groß. In der Planung können Art und Intensität der Begrünung auf die klimatische Belastung des Wohnstandorts oder der Arbeitsstätten abgestimmt werden. Statik, Fassaden und die Dachlandschaft können von vornherein auf Begrünungen unterschiedlicher Intensität ausgerichtet werden. Das ebnet zum Beispiel den Weg zu einem höheren Bodenauftrag auf Dächern und für grüne Fassaden an den besonders sonnenexponierten und hitzebelasteten Süd- und Westseiten. Aber auch beim Bestandsumbau lassen sich Dach- und Fassadenbegrünungen gut realisieren, auch ohne weitere klimafreundliche Nutzungen - wie die Erzeugung erneuerbarer Energien - einzuschränken. Die Stadt Freiburg bietet dazu die beiden Förderprogramme GebäudeGrün hoch<sup>3</sup> und Klimafreundlich Wohnen.

So lassen sich die Begrünung des Daches mit der Nutzung als Retentionsraum (Retentionsgründach) und/oder zur Energiegewinnung (Solar-Gründach) kombinieren. Das Solar-Gründach lässt sich wiederum auch mit Systemen für die Retentionsfunktion kombinieren. Konflikte auf dem Dach lassen sich lösen, wenn dies von vornherein geplant wird (BUKEA 2021).



Abb. 45: teilversiegelte Oberfläche [3]



Abb. 46: Gut entwickelte Fassadenbegrünung, begrenzt durch Kletterhilfen, im Vauban [1]

Fassadenbegrünungen und die energetische Nutzung der Fassade lassen sich ebenfalls gut vereinbaren – eine Photovoltaik-Anlage an der Fassade ist meist erst ab dem 2. Obergeschoss energetisch sinnvoll, und lässt sich daher gut mit einer Fassadenbegrünung im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss kombinieren, wo die Begrünung insbesondere kleinklimatische, kühlende Wirkung erzeugt. Eine Kombination ist daher nicht nur möglich, sondern fachlich sehr sinnvoll.

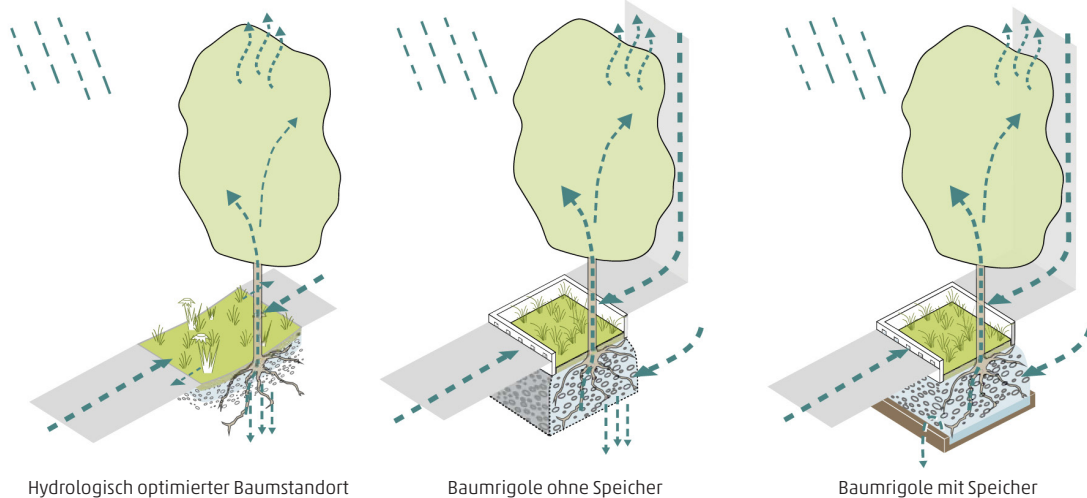


Abb. 47: Baumstandorte BGS [3]

### BAUMRIGOLEN MIT / OHNE SPEICHER / HYDROLOGISCH OPTIMIERTE BAUMSTANDORT (BGS 2022)

Im Forschungsprojekt BlueGreenStreets werden drei unterschiedliche Typen von Baumstandorten betrachtet, die für die Bewirtschaftung von Regenwasser genutzt bzw. ausgelegt werden:

Bei **hydrologisch optimierten Baumstandorten** wird Niederschlagswasser von anliegenden Flächen in den Baumstandort geleitet oder Bäume werden gezielt in Mulden gepflanzt, um die Wasserversorgung zu verbessern. Bei der **Neuanlage** hydrologisch optimierter Baumstandorte wird zusätzlich eine Verbesserung der Substrate vorgenommen, um die Wasser- und Luftverfügbarkeit zu verbessern. Bei Bestandsbäumen wird keine Anpassung der Substrate im Wurzelraum für die verbesserte Wasser- und Luftverfügbarkeit vorgenommen, da dies einen zu großen Eingriff darstellt. Hier kommt es nur zu oberflächennahen Veränderungen, um die Zuleitung von Niederschlagswasser zu gewährleisten. Zur Vermeidung einer grundlegenden Änderung des Bodenwasserhaushalts ist der Anschluss von Niederschlagswasser an Bestandsbäume nur bei gut sickerfähigem Untergrund und gut durchlässigen Baumscheiben vorzunehmen.

Bei der **Baumrigole** wird Niederschlagswasser von anliegenden Flächen in den Baumstandort geleitet. Die Pflanzgrube ist mit einem strukturreichen, den Wasser- und Lufthaushalt optimierenden Substrat gefüllt. Infrage kommen im Wurzelraum Baumschubstrat z.B. nach FLL sowie für den Rigolenbereich z.B. Kies oder andere mineralische Substrate, Skelettschubstrat (hohlraumreiche Substrate) oder Zellen-/Wurzelkammersysteme. Diese

gewährleisten die Sickerfähigkeit, verhindern Verdichtung, speichern Regenwasser und verbessern die Wasserverfügbarkeit für die Bäume.

Bei der **Baumrigole mit Speicher** wird das System auf der Unterseite des Wurzelraums abgedichtet, um dem Baum so viel Wasser wie möglich zur Verfügung zu stellen. Eine Versickerung kann dabei nur über die Seiten erfolgen, so dass ein Wasserreservoir für den Baum entsteht. Die unterirdische Abdichtung der Baumrigole kann erfolgen durch mineralisches Material (z.-B. Lehm, Ton), Kunststoff (z.B. Teichfolie, EPDM) oder eine Kombination (z.B. Bentonitmatte).

Möglichkeiten des Niederschlagswasserzulaufs für Baumrigolen:

- Oberirdisch z.B. über geöffnete/abgesenkte Borde, Dränrinnen, Niveaugleichung mit angrenzenden Flächen; optionale Ausbildung einer Mulde mit kurzfristigem Wassereinstau
- Unterirdisch z.B. über Verlängerung von Fallrohren in den unteren Bereich der Baumgrube, Einleitung über Hof- bzw. Straßenabläufe
- Kombination beider Optionen
- Oberirdischer Einlauf ist die Vorzugsvariante, da meist mit der Versickerung über die belebte Oberbodenzone eine Reinigung des Regenwassers erfolgt.



Abb. 48: Gut gelöst - Versickerungsmulde mit auf Lücke gesetzten Hochborden und integrierter Baumpflanzung auf einem Parkplatz im Freiburger Industriegebiet Nord [1]

### **MULDEN UND TIEFBEETE FÜR VERDUNSTUNG ODER VERSICKERUNG UND RÜCKHALTUNG AUF ENGEM RAUM** **SYNONYME: VERDUNSTUNGSBEET, VERDUNSTUNGSBECKEN, VERSICKERUNGSMULDE (BGS 2022)**

Dezentrale Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung können als kleinflächige Mulden oder baulich gefasste Becken, die als Tiefbeete bezeichnet werden, ausgeführt sein. In beiden Fällen sind die Anlagen bodendeckend bepflanzt. Pflege- oder Wartungsaufgaben fallen sowohl bei Mulden als auch bei Tiefbeeten an. Die Unterhaltung der öffentlichen Versickerungsanlagen wird z.B. in Berlin durch Gebühren aus der gesplitteten Abwassergebühr finanziert, die von den Berliner Wasserbetrieben an die Grünflächenämter übertragen werden. (IPS 2018)

#### **Multicodierung**

Die Anlagen erfüllen vielfältige Aufgaben: Die Rückhaltung von Niederschlagswasser über den belebten Oberboden unterstützt den lokalen Wasserhaushalt. Retention und Verzögerung der Abflüsse leisten zudem einen Beitrag zum Überflutungsschutz bei Starkregen. Gleichzeitig tragen diese je nach gewähltem Anlagentyp und dementsprechender Vegetation zur Verdunstung und damit zu Kühlung und Hitzevorsorge ihrer Umgebung oder vorwiegend zur Versickerung bei.

#### **Verdunstung oder Versickerung?**

Der Zweck der Mulden oder Tiefbeete kann schwerpunktmäßig auf Verdunstung oder Versickerung liegen. Dieser richtet sich nach den naturräumlichen Verhältnissen und dem Bedarf vor Ort. Steht primär eine Stärkung der örtlichen Verdunstungskühlung im Vordergrund, sollten die Anlagen so ausgestaltet werden, dass ein temporärer oder permanenter Anstau die vorhandene

Vegetation mit ausreichend Wasser für die Transpiration und somit zur Verdunstungskühlung versorgt. Ist hauptsächlich eine Versickerung des auf den umliegenden Flächen anfallenden Regenwassers gewünscht, sollte das Wasser so effizient wie möglich über die Oberbodenschicht in den Unterboden geführt werden.

Ein Überlauf in naheliegende Grünflächen oder in Baumquartiere zur Bewässerung ist auch anwendbar.

#### **Versickerungsmulde**

Das Niederschlagswasser wird in begrünte Mulden geleitet und dort über sickerfähiges Bodensubstrat versickert. Die Muldenversickerung wird angewendet, wenn der Boden einen ausreichend guten Infiltrationswert aufweist und genügend (oberirdische) Fläche zur kurzzeitigen Speicherung zur Verfügung steht.

Bei sehr guten Versickerungsverhältnissen oder einer kleinen angeschlossenen Fläche können Mulden und Tiefbeete ohne ein unterliegendes Rigolelement ausgeführt werden. Bei mittlerer Versickerungsfähigkeit der Böden kann eine unterirdische Rigole ergänzt werden. Die Rigole ist mit Kies oder Kunststofffüllkörpern gefüllt. Das eingeleitete Niederschlagswasser wird in der Regel nach der Zwischenspeicherung aus der Rigole versickert oder ggf. gedrosselt an die Kanalisation angeschlossen. (IPS 2018, Riechel et al. 2017)

#### **Tiefbeet**

Als begrünte und tiefergelegte Versickerungsanlage ist das Tiefbeet meist von einem senkrechten Betonrah-



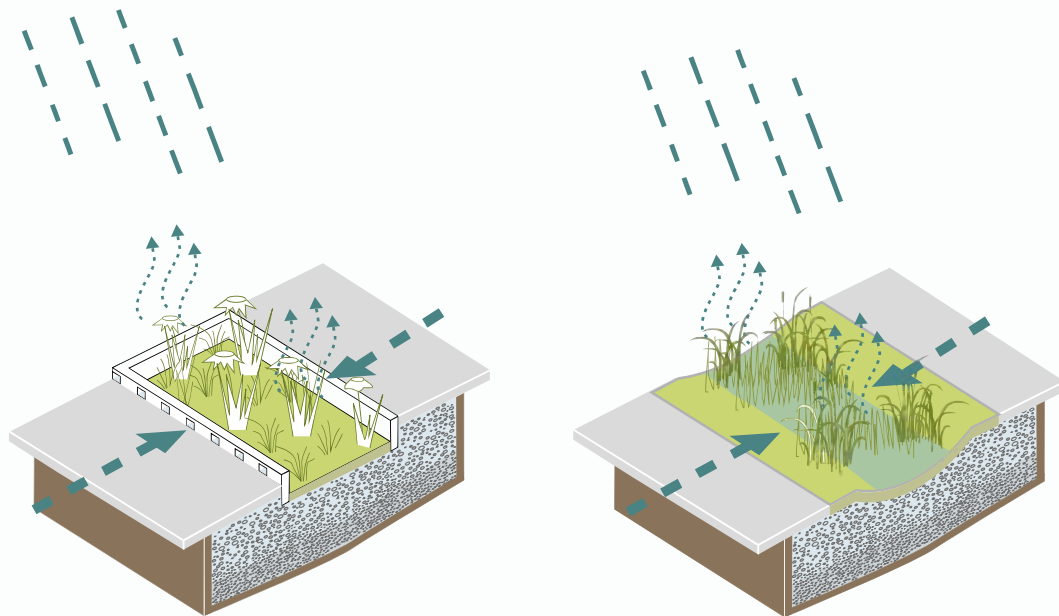
Abb. 49: Tiefbeete mit oberirdischem Zulauf im Gewerbepark Taylorpark-Barracks in Mannheim [4]

men eingefasst, der den Einstau eines größeren Niederschlagswasservolumens erlaubt. Die Sammlung und der Zulauf aus den angeschlossenen Flächen erfolgt – je nach Situation – ober- oder unterirdisch.

Durch die Fassung und die höhere Speicherkapazität halbiert sich bei Tiefbeeten der Flächenbedarf im Gegensatz zur Versickerungsmulde und beträgt in etwa 3-5% der angeschlossenen versiegelten Fläche. Daher eignen sich Tiefbeete besonders bei beengten Raumsituationen, wie beispielsweise in schmalen Straßen oder auch als verkehrsberuhigende Maßnahme. Eine Anwendung wird in kleinräumigeren Parkplatzbereichen, Spielstraßen und ähnlichen öffentlichen Flächen mit einem Überlauf in naheliegende Grünflächen empfohlen. (IPS 2018, Riechel et al. 2017)



Abb. 50: Tiefbeet im Straßenbereich von Birkenstein mit unterirdischem Zulauf, nahe Berlin [4]



Gedichtetes Verdunstungsbecken  
(baulich eingefasst)

Gedichtetes Verdunstungsbeet  
(natürlich eingefasst)

Abb. 51: Verdunstungsbeet BGS [3]

### Verdunstungsbeete

Verdunstungsbeete sind gezielt für eine effektive Verdunstungsleistung angelegte Beete mit einem ausreichend großen, unterirdischen Speicherraum. Zugeführtes Niederschlagswasser wird darin zurückgehalten und der Bepflanzung für gewisse Zeit, auch in trockenen Phasen, zur Versorgung und Verdunstung bereitgestellt. Der Einstau wird mittels Abdichtung durch natürliche Baustoffe (Lehm, Ton) oder Kunststoff herbeigeführt. Verdunstungsbeete können je nach Platzangebot naturnah als Mulde oder baulich gefasst als Becken/ Tiefbeet angelegt werden.

Eine geeignete Bepflanzung, die hohe Bodenfeuchte und Staunässe toleriert und eine große Blattfläche aufweist, sorgt für eine maximale Verdunstungsleistung. In der Bepflanzung überwiegen niedrige Vegetationsstrukturen aus Gräsern und Stauden. Ein zweischichtiger Aufbau, aus einem leicht verfügbaren Wasserspeicher

im oberen und einem schwer verfügbaren Speicher im unteren Bereich, sorgt für eine Durchwurzelung bis in die Tiefe und schützt vor dem Austrocknen bei Wassermangel. Die gute Durchwurzelung sorgt gleichzeitig für eine hohe Reinigungsleistung des Elements.

Neben Gräsern und Stauden sind in größeren Verdunstungsbeeten auch staunässetolerante Strauch- und Baumpflanzungen denkbar. Als Beispiel könnten hier Sträucher und Bäume der Auenwälder verwendet werden wie z.B. verschiedene Weidenarten in kleineren Strauchformen wie *Salix aurita* oder *Salix caprea*.

Eine ausführliche Beschreibung und Bewertung der Funktionen von Verdunstungsbeeten und -becken findet sich in Form von Maßnahmen-Steckbriefen in Teil B der BGS-Toolbox (BGS 2022, Kap. 1.2 ab S.28).

**Einsatz:** > Verdunsten, > Versickern

### Quellen und weiterführende Literatur

> [BMUV \(2021\)](#): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt vom 20. Juli 2021

*Bepflanzungen in wasserwirtschaftlichen Anlagen, Gärten und stark beanspruchten Verkehrsräumen:*

> [Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau \(Hrsg.\) \(2019\)](#): Pflanzen für Versickerung und Retention. Veitshöchheim.

> [Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Abteilung Landespflege \(Hrsg.\) \(2014\)](#): Begrünung von Mittelstreifen an 2-bahnigen Bundesfernstraßen. Veitshöchheim.

> [Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Abteilung Landespflege \(Hrsg.\) \(2012\)](#): Grüner Schmuck im Straßenraum. Bewährte Pflanzen für Lärmschutzsysteme. Veitshöchheim.

- > Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.) (2004): Versickerung mit Pflanzen. Versickerungsmulden standortgerecht bepflanzen. Würzburg.
- > [Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau \(Hrsg.\) \(2016\)](#): Verwendung von ein- und mehrjährigen Ansaatmischungen für artenreiche und pflegereduzierte Pflanzenbestände: Fachartikel „Farbe für Stadt und Land – Ansaaten für öffentliches und privates Grün“ In: Landespflanze aktuell / 2016. Veitshöchheim
- > Grüngleis Netzwerk (Hrsg.) (2014): Handbuch Gleisbegrünung – Planung - Ausführung - Pflege.
- > [IPS \(2018\)](#): Planungshilfe für eine dezentrale Straßentwässerung. Hoppegarten.
- > [KURAS \(2016\)](#): Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme.
- > [Riechel, M. et al. \(2017\)](#): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.

#### *Verdunstungswirkung blau-grüner Maßnahmen:*

- > [BGS \(Hrsg.\) \(2020\)](#): BlueGreenStreets als multicodeierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissenstand 2020, April 2020, Hamburg. Statusbericht im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\)](#): BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere. Hamburg.
- > DWA (2022): DWA Merkblatt 102-4/BWK-M 3-4 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers. DWA: Hennef.
- > [Umweltbundesamt \(2019\)](#): Untersuchung der Potenziale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten. UBA-Texte UBA-FB-00. Dessau-Roßlau.

#### *Verdunstungsbeete:*

- > [Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau \(2010\)](#): Merkblatt LWG 2010: Mit Pflanzen versickern. Versickerungsmulden standortgerecht bepflanzt. Veitshöchheim
- > Verdunstungsbeete sind noch nicht Gegenstand technischer Richtlinien oder Standardisierungen (Stand 01/2022). Dimensionierungsansätze können jedoch aus der DWA-A 117 oder DWA-A 138-1 (Entwurf) abgeleitet werden.

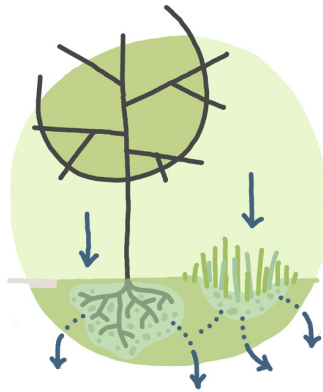
*Baumrigolen:* Eine explizite Richtlinie für Baumrigolen existiert bisher nicht, vereinzelte Hinweise finden sich in den folgenden Regelwerken:

- > DWA (2020): DWA-Arbeitsblatt 138-1 (Entwurf): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA: Hennef.

- > DWA (2013): DWA-Merkblatt 162. Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle. DWA: Hennef.
- > FLL (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen. Bonn.
- > FLL (2005): Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung. Bonn.

#### *Fassaden- und Dachbegrünung:*

- > [Berliner Regenwasseragentur](#): Dachbegrünung, Stand April 2022
- > [BuGG \(2020\)](#): Gutachten zur fachlichen und wirtschaftlich sinnvollen Ausgestaltung eines städtischen Förderprogramms zur Umsetzung von Maßnahmen der Dach- und Fassadenbegrünung sowie der Entsiegelung für die Stadt Freiburg i. Br.. Freiburg i. Br.
- > [BUKEA \(2021\)](#): Wegweiser „Clever kombiniert“. Wie erneuerbare Energien und Grünplanung einen Beitrag für das Klima und zur effizienten Flächennutzung leisten. Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (Hrsg.). Hamburg.
- > FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. Bonn.
- > [Freie und Hansestadt Hamburg \(2020\)](#): Handbuch Grüne Wände. Hamburg
- > [Gößner, D. et al \(2021\)](#): Evapotranspiration Measurements and Assessment of Driving Factors: A Comparison of Different Green Roof Systems during Summer in Germany. Land 2021, 10, 1334.
- > [LUBW \(Hrsg.\) \(2017\)](#): Planungsempfehlungen für die (stadt-) klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg, KLIMOPASS. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Karlsruhe.
- > [Optigrün \(2022\)](#): Gründach ist nicht gleich Gründach!
- > [Pfoser, N. et al. \(2013\)](#): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld. Abschlussbericht August 2013. Darmstadt.
- > [Stadt Freiburg im Breisgau \(o. Jg.\)](#): Förderprogramm GebäudeGrün hoch<sup>3</sup> Dachbegrünung | Fassadenbegrünung | Entsiegelung. Stadt Freiburg im Breisgau, Umweltschutzamt.
- > [Stadt Freiburg im Breisgau \(2022\)](#): Photovoltaik-Gründach - Ein Leitfaden für Freiburger\*innen. Freiburg i. Br.
- > [Green City e.V. \(2015\)](#): Praxisratgeber Gebäudebegrünung, München.



## 1.2

# VERSICKERN

### Was ist damit gemeint?

Mit der Versickerung gehen die Abflussreduzierung, die Förderung der Pflanzenvitalität und Verdunstung sowie die Anreicherung von Grundwasser einher. Viele Maßnahmen der Rückhaltung begünstigen die Versickerung und umgekehrt. Die natürlichste Lösung ist die Zuleitung von Regenwasser in Flächen und Mulden mit Oberböden, die belebt, bepflanzt und ausreichend durchlässig sind. Zusätzliche Rigolen im Untergrund können die Versickerung in Bereichen mit weniger gut durchlässigen Böden (z.B. Lehmboden) ermöglichen. Auch auf Verkehrsflächen kann eine anteilige Versickerung und Abflussverzögerung dadurch erreicht werden, dass Verkehrsflächen mit Bodenanteil und besonders wasser-durchlässigen Belägen befestigt werden.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Überwiegend naturnahe Maßnahmenvarianten für das Versickern sind:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme
- Tiefbeet mit / ohne Rigole (> *Verdunsten - Vertiefung Mulden und Tiefbeete*)
- (Teil-)Entsiegelung / Wasserdurchlässige Bodenbeläge
- Sonderlösung: Schachtversickerung

Die Art der adäquatesten Versickerungsmaßnahme hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Zu den wichtigsten Einflussgrößen auf die Versickerungsleistung gehört die Durchlässigkeit des anstehenden Ober- und Unterbodens. Bei einer hohen Durchlässigkeit lassen sich oft oberflächennahe Maßnahmen wie Flächenversickerung und Muldenversickerung anwenden. Ist die Durchlässigkeit unzureichend für eine reine oberflächliche Versickerung und der Abstand zum Grundwasser groß genug, kann eine unterirdische Bewirtschaftung, ggf. auch mit Ableitung, in Betracht gezogen werden. Weitere relevante Faktoren für die Planung von Versickerungsanlagen sind u.a. die Platzverfügbarkeit, Charakteristika der angeschlossenen Flächen und die Reliefbedingungen (Hanglage).

#### > Flächenversickerung

Bei der Flächenversickerung wird das anfallende Regenwasser von befestigten Flächen in benachbarte Grünflächen abgeleitet, wo es flächenhaft, ohne wesentlichen Aufstau wie beispielsweise in Mulden, versickert. Sie kommt zur Anwendung, wenn ausreichend große Freiflächen im Verhältnis zur angeschlossenen versiegelten Fläche zur Verfügung stehen und ist besonders für kleinere befestigte Freiflächen (Hofflächen, Zufahrten etc.) und kleine Verkehrsflächen mit geringerer Verkehrsbelastung geeignet. Der Flächenbedarf pro 100 m<sup>2</sup> angeschlossene versiegelte Fläche liegt bei einem Durchlässigkeitsbeiwert von 10<sup>-4</sup> m/s bei ca. 70 m<sup>2</sup>. Eine Flächenversickerung wird nur bei Böden mit guter bis sehr guter Wasserdurchlässigkeit ( $k_f > 1 \times 10^{-5}$  m/s) empfohlen. (DWA 2004)

#### > Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme

Die Muldenversickerung ist eine dezentrale Versickerungsmaßnahme mit kurzzeitiger oberirdischer Speicherung des Regenwassers in dauerhaft begrünten, beliebig geformten Mulden. Das anfallende Regenwasser wird über oberirdische Rinnen einer Geländevertiefung (Mulde) zugeführt, deren Tiefe üblicherweise maximal 30 cm beträgt. Das System eignet sich für die Entwässerung von Dach-, Hof- und Verkehrsflächen. Die Muldenversickerung wird i.d.R. dann angewendet, wenn der Boden bzw. Untergrund einen ausreichend guten Infiltrationswert aufweist und genügend Grünfläche zur kurzzeitigen Speicherung zur Verfügung steht (ca. 10-20% der angeschlossenen befestigten Fläche).

In Gebieten mit geringem Grünflächenflächenanteil oder mittlerer Versickerungsfähigkeit der Böden ist eine reine Muldenversickerung oft nicht zu realisieren. Hier bietet sich ein Mulden-Rigolen-System an. Im Vergleich zur Muldenversickerung wird zur kurzfristigen Speicherung von Regenwasser neben der oberirdisch angeordneten Mulde auch eine unterirdische Rigole verwendet. Die Rigole unterhalb der Mulde kann mit Kies, Kunststofffüllkörpern oder anderen Materialien gefüllt sein. Der Flächenbedarf kann damit im Vergleich zur Muldenversickerung erheblich reduziert werden, i. d. R. auf ca. 10-12% der angeschlossenen befestigten Fläche. (DWA 2004)



Abb. 52: Flächenversickerung in der Rummelsburger Bucht, Berlin [4]



Abb. 53: Schwammstadtflächen im Vauban: Mulden-Rigolen-Versickerung und Rasengleise [1]

Im Sinne der Strategischen Leitlinie S1 „Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen“ sollen Maßnahmen zur Versickerung mit Maßnahmen zur Förderung der Wasserversorgung der Bepflanzungen sowie der Verdunstung möglichst zusammen konzipiert werden. Daher ist die gedrosselte Ableitung von Niederschlagswasser, das aufgrund ungünstiger Versickerungsbedingungen vor Ort nicht vollständig zur Versickerung gebracht werden kann, in ein nahegelegenes Gewässer oder in das Kanalnetz als ungünstige Option nachrangig. Vor allem in hitzebelasteten Stadtbereichen mit Bedarf an Kühlung durch Verdunstung an Hitzetagen, gilt es, auch Maßnahmen zu prüfen, die Niederschlagswasser zeitweilig oder dauerhaft einstauen und für die Verdunstung nutzen, wie z.B. Verdunstungsbeete oder Teiche.

> Tiefbeet mit / ohne Rigole

Die Maßnahmenvariante wird auf S. 92f erläutert.

> (Teil-)Entsiegelung / Wasserdurchlässige Bodenbeläge

Maßnahmen zur Entsiegelung von Flächen tragen sehr effektiv zur Abflussverminderung und Steigerung der Versickerung in den anstehenden Oberböden bei. Dieses ist besonders bei weniger intensiven Niederschlägen der Fall. Die am weitesten gehende Entsiegelungsmaßnahme stellt hier die Umwandlung von bisher versiegelten Flächen in Grünflächen, Gehölzflächen, Feuchtgebiete

oder ähnliches dar. Ist eine vollkommene Entsiegelung aufgrund der geplanten Nutzung nicht möglich, lässt sich eine Teilentsiegelung in Erwägung ziehen.

Durch verschiedene wasserdurchlässige Bodenbeläge können ehemals versiegelte Flächen teilentsiegelt werden. Anstelle von undurchlässigem Asphalt, Beton oder Pflaster können je nach gewünschter Nutzung Rasengittersteine, wassergebundene Wegdecken, Drainbelag, neuartige Pflastersteine mit Speicher- und Verdunstungseigenschaften und andere wasserdurchlässige Materialien verbaut werden. Diese finden oft Anwendung in Park-, Wege-, Platz- oder Verkehrsflächen mit geringer Schadstoffbelastung. Befestigungen mit höherem Grünanteil, wie Schotterrassen oder Rasenfugenpflaster etc., kommen z.B. für Fahrradstellplätze oder Feuerwehraufstellflächen infrage.

> Sonderlösung: Schachtversickerung

In einem Sickerschacht wird das Regenwasser unterirdisch eingeleitet, kurzzeitig gespeichert und versickert. Die Versickerung erfolgt über eine wasserdurchlässige Schicht am Boden und seitlich im umgebenden Kiesbereich des Schachtes. Eine solche Versickerung sollte nur dann vorgesehen werden, wenn zwingende Gründe flächenhafte und linienförmige Versickerungen ausschließen - etwa bei stark variierenden Versickerungsverhältnissen oder unzureichender Versickerungsfläche.



Abb. 54: Rasengittersteine auf Platzfläche [4]



Abb. 56: Sickerschacht [4]



Abb. 55: Durchlässiger Pflastersteine im Straßenraum [4]

Die Versickerung des gesammelten Wassers ist auf einer sehr geringen Grundfläche möglich, jedoch ist zu beachten, dass die Reinigung des Regenwassers (durch das Fehlen einer belebten Bodenschicht) z.B. über Filtereinsätze in den Straßenabläufen notwendig ist deren Reinigungsfunktion einer Passage durch eine belebte Bodenzone gleichwertig ist. Aufgrund der relativ großen Einbautiefe ist zu beachten: Der Abstand zwischen der Oberkante der Filterschicht und dem mittleren höchsten Grundwasserstand muss mindestens 1,5 m betragen. (Stadt Freiburg 2016, Riechel et al. 2017)

### Synergien

Die vorgestellten Versickerungsmaßnahmen können zu Verbesserungen des urbanen Wasserhaushalts, der Vitalität urbaner Vegetation sowie der Entlastung des Kanalnetzes bzw. Vorfluters beitragen.

Durch die Zunahme an Versickerung steht mehr Wasser für die Grundwasserneubildung zur Verfügung, sodass einer Austrocknung des Stadtgebietes entgegengewirkt wird. Außerdem kann durch die erhöhte Bodenwasserverfügbarkeit, besonders in Zeiten von ausbleibenden Niederschlägen, ein großer Nutzen für die urbane Vegetation in stark versiegelten Bereichen generiert werden. Eine Versickerung in Bereichen mit straßen nahen Stadtbäumen kann so zu einer Reduzierung des Bewässerungsbedarfs und verbesserter Vitalität der Bäume beitragen. Vitale, dicht belaubte Bäume liefern mehr Schatten und mehr Verdunstungskühle und tragen so zur Entlastung bei Hitze bei.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die naturnahe Versickerung ist gängige Praxis in Freiburg. Handlungsempfehlungen finden sich in der Broschüre „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“. Die Versickerung von gesammelt anfallendem Niederschlagswasser hat fachgerecht (Stand der Technik), schadlos (ausreichende Vorbehandlung, keine Untergrundbelastungen, keine Grundwassergefährdung) und naturnah (oberirdisch, begrünt) zu erfolgen. Weitere technische und rechtliche Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen werden beschrieben. Die Grundsätze sind im Merkblatt Nr. 1 ausgeführt. (Stadt Freiburg 2016 und 2021)

Die Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Versickerungsmaßnahmen variieren auf der gesamten Gemarkung der Stadt Freiburg nach den topographischen, geologischen, bodenkundlichen und hydrologischen Einflussfaktoren. Das hat zur Folge, dass unterschiedliche technische Anforderungen an die dezentralen Maßnahmen gestellt werden. Diese in Freiburg potenziell anwendbaren Maßnahmen sind bereits in Kapitel 3.1 S. 32 in der Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte des KLAK Wasser dargestellt und zeigen die räumlichen Potenziale für die Versickerung auf. In Großteilen des Stadtgebietes sind aufgrund der natürlichen Gegebenheiten hauptsächlich Versickerungsanlagen zu empfehlen, die eine oberirdische und unterirdische Speicherung kombinieren (z.B. Mulden-Rigolen-System, Tiefbeete, Baumrigolen o.Ä.). Eine gedrosselte Ableitung des Regenwassers ist in einigen Bereichen (meist Hanglagen) der Stadt notwendig. Eine Bewirtschaftung des Regenwassers durch reine oberflächliche Versickerung (Flächenversickerung, Mulden, Tiefbeete ohne Rigole, o.Ä.) ist nur im Umkreis der Dreisam und vereinzelt an anderen Stellen möglich. Für eine detaillierte Übersicht zu den Versickerungsverhältnissen in Freiburg siehe Kapitel 3.1 S. 32.



Abb. 57: Bewachsene Versickerungsmulden als Graben [3]



Abb. 58: Bewachsene Versickerungsmulden als beispielbare Fläche [3]

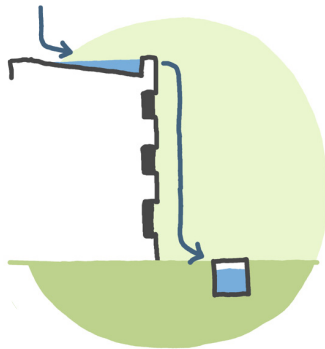
### Quellen und weiterführende Literatur

*Planung und Dimensionierung von dezentralen Versickerungsanlagen:*

- > [Embrém, B. et al. \(2009\)](#): Pflanzgruben in der Stadt Stockholm. Stockholm.
- > [Embrém, B. et al. \(2008\)](#): Optimierung von Baumstandorten: Stockholmer Lösung: Wurzelräume schaffen und Regenwasser nutzen, Konfliktpotenziale zwischen Baum und Kanal entschärfen, Wasserwirtschaft Wassertechnik, 7(8), S. 38–43.
- > [Kruse, E. \(2015\)](#): Integriertes Regenwassermanagement für den wassersensiblen Umbau von Städten. Großräumige Gestaltungsstrategien, Planungsinstrumente und Arbeitsschritte für die Qualifizierung innerstädtischer Bestandgebiete. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart.
- > [Riechel, M. et al. \(2017\)](#): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.
- > Rudolph, K.-U. und Balke, H. (2000): Wirtschaftlichkeit der naturnahen Regenwasserentsorgung, KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 47(3).
- > [Stadt Freiburg i. Brsg. \(Hrsg.\) \(2016\)](#): Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung. Freiburg i. Br..

*Regelwerke, Gesetze und rechtliche Bestimmungen:*

- > DWA (2013) Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen - Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. Hennef.
- > DWA (2004) DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA: Hennef.
- > [Gaßner, H. et al. \(2001\)](#): Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung - Rechtliche und bodenfachliche Rahmenbedingungen für eine Entsiegelungsverordnung. Umweltbundesamt (Hrsg.). Berlin.
- > [§ 55 Absatz 2, § 46 Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz](#) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901) geändert worden ist.
- > [Stadt Freiburg i. Brsg. \(2021\)](#): Merkblatt Nr. 1: Grundsätze zur Ausführung von Versickerungsanlagen. Freiburg im Breisgau.



### 1.3

## ABFLUSS DROSSELN

### Was ist damit gemeint?

Bei einem direkten Anschluss von Dach- und Verkehrsflächen an die Kanalisation werden dem lokalen Wasserhaushalt 90 – 100 % des anfallenden Regenwassers entzogen und stehen somit nicht zur Bewässerung der Grünflächen und zur Grundwasserneubildung zur Verfügung. Dagegen wird durch das Zurückhalten von Regenwasser mit gedrosseltem Abfluss, z.B. auf Dachflächen oder in unter- oder oberirdischen Speichern, das Abflussgeschehen verringert und zeitlich verzögert. Dies entlastet die Kanalisation und reduziert urbane Überstauereignisse sowie daraus resultierende Schäden. Gleichzeitig fördert die Drosselung des Abflusses mittels einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftungsanlage den lokalen Wasserhaushalt durch Verdunstung und Versickerung. Das sichert auch die Trinkwasserversorgung. Durch die Reduzierung von stofflich belasteten Abflüssen in die Gewässer wird so auch deren Wasserqualität bewahrt.

Dem Kaskadenprinzip folgend, werden vermehrt Dachaufbauten zur Retention von Niederschlagswasser gebaut. Dabei ist die Art der möglichen Retention hauptsächlich von der Beschaffenheit des Dachs abhängig. Hier sind wichtige Faktoren z.B. die Neigung des Dachs, der Dachtyp und auch Bausubstanz und Tragfähigkeit des Dachs. Bei Dachkonstruktionen mit einer niedrigen Tragfähigkeit oder mit starker Neigung empfehlen sich Systeme mit geringen Aufbauhöhen von Vegetations-,

Substrat- und Retentionsschicht.

Die verschiedenen Grundtypen der Dachbegrünung mit ihren charakteristischen Merkmalen und Klimaanpassungsleistungen sind in der Tabelle 4 S. 86: Dachbegrünungsarten mit ihren Klimaanpassungsleistungen und Fördermöglichkeiten durch das Programm GG<sup>3</sup> der Stadt Freiburg i. Br. im Maßnahmenteil „Verdunsten“ dargestellt. Wenn die Voraussetzungen dafür gegeben sind, lassen sich prinzipiell alle Grundtypen mit Systemen der Regenwasserretention kombinieren. So lassen sich Retentionsdächer mit Solaraufbauten, einer intensiven Dachbegrünung zur Verdunstung und Förderung von urbaner Biodiversität als auch mit einer Dachterrassen- oder Gartennutzung kombinieren. Da eine Retention des gesamten Niederschlages in der Regel nicht auf den Dachflächen allein möglich ist, werden weitere Retentionsstufen im Freiraum oder auch unterirdisch geschaffen, um den Abfluss des Regenwassers weiter zu minimieren.

Die große Vielfalt an bereits existierenden Methoden der Rückhaltung und Drosselung ermöglicht eine ortsspezifische Auswahl geeigneter Maßnahmen je nach Zielstellung: Abkoppelung von der Kanalisation, Kühlung des Stadt- und Freiraums, Bewässerung der Bepflanzungen, etc..



Abb. 59: Auch Extensives Gründach mit Rasen erfordert Bewässerung und intensive Pflege [4]



Abb. 60: Extensives pflegeleichtes Gründach in Vauban ohne Wasserversorgung mit hoher Biodiversität [1]



Abb. 61: Auch Tonnendächer sind extensiv begrünbar, hier in FR-Weingarten, ergänzt um Solarmodule [1]

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Die Drosselung des Niederschlagsabflusses lässt sich besonders gut durch eine Kombination aus verschiedenen Retentionsmaßnahmen erreichen.

Folgende Maßnahmen stehen für die Drosselung des Abflusses zur Verfügung:

- Extensives Gründach oder Solar-Gründach kombiniert mit Retentionssystemen
- Retentionsgründach und Intensivbegrünung (Dachgarten)
- Sonderlösung: Retentionsdach ohne Begrünung
- Retentionsgründach auf Tiefgaragen oder Terrassen
- Retentionsrigolen
- Semizentrale Anlagen
- Grüne Gleise

> Extensives Gründach und Solar-Gründach kombiniert mit Retentionssystemen

Extensive Gründächer mit Retention gehören zu den simpleren Dachaufbauten zur Bewirtschaftung von Regenwasser. Charakteristische Merkmale sind die geringe Aufbauhöhe (5 bis 15 cm) und damit einhergehende Auflast, sowie eine Bepflanzung mit Moosen, Sukkulen, Kräutern und Gräsern, die extreme Standortbedingungen vertragen (Temperaturen, Frost, Wind). Aufgrund dessen ist oft mit einem geringen Pflegeaufwand

zu rechnen und ein Überleben der Bepflanzung auch ohne Bewässerung in Trockenheitsperioden möglich. Geeignet sind flache und geneigte Dächer bis 45 Grad Neigung. Ab 15 Grad Neigung muss der Gründachaufbau allerdings gegen Abrutschen gesichert werden. Aufgrund der einfachen Bepflanzung lassen sich auf Flachdächern auch Solaranlagen mit diesem System kombinieren. Diese Kombination wird weiter unten in einer Vertiefung dargestellt.

Die Retentionsleistung ist hauptsächlich abhängig von der Mächtigkeit der Retentionsschicht, welche normalerweise zwischen 2 und 8 cm variiert. Während sich bei einem Flachdach auch stärkere Retentionsschichten verbauen lassen und so ein starker Rückhalt erzielen lässt, verringert sich die Retentionskapazität von Dächern mit zunehmender Neigung. Aufgrund der relativ geringen Auflast und hohen Anpassbarkeit lässt sich dieses System auf den meisten Dächern verbauen und ist deswegen besonders bei anspruchsvollen Dachkonstruktionen interessant. Eine Kombination mit weiteren nachgeschalteten Retentionsmaßnahmen nach dem Kaskadenprinzip lässt sich empfehlen. (SenStadt 2010)



Abb. 62: Intensives Gründach in Kombination mit einer Terrassennutzung [4]

#### > Retentions Gründach und Intensivbegrünung (Dachgarten)

Intensive Gründächer, wegen ihrer hohen Substratschicht auch Substratdach genannt, sind meist multifunktional begehbar, verfügen über eine komplexere Bepflanzung (Stauden, Sträucher und Bäume) oder können sogar Teiche, Terrassen oder Dachgärten enthalten. Die Bewässerung der Vegetation erfolgt meist über den Dauereinstau in der Retentionsschicht, welcher entweder über eine statische oder dynamische Drossel bzw. über externe Bewässerung gewährleistet werden kann. Im Gegensatz zu einer statischen Drosseleinrichtung ist mit einem dynamischen System die Speicherung von Regenwasser zur Bewässerung der Bepflanzung so optimierbar, dass auch größere Pflanzungen, meist ohne zusätzliche Bewässerung, auf dem Dach möglich sind. Durch die höhere Bepflanzung ist eine deutlich stärkere Verdunstungsleistung zu erwarten, welche sich positiv auf das Mikroklima auswirken kann. Sowohl die Wartung und Pflege als auch die hohen statischen Anforderungen machen eine intensive Dachbegrünung teurer und aufwändiger in der Planung und Umsetzung.

Die Aufbaudicke variiert zwischen 15 und 200 cm und das damit zusammenhängende Gewicht des Aufbaus zwischen 200 – 3.000 kg/m<sup>2</sup>. Bei einem Substratdach mit einer Gesamtaufbauhöhe ab 15 cm (inkl. 4 cm Retentionsschicht) und einer Vegetation aus Stauden kann mit einer Retention von ca. 60 l/m<sup>2</sup> gerechnet werden. Bei einem Dachgarten mit Gesamtaufbauhöhe ab 27

cm (inkl. 6 cm Retentionsschicht) mit einer Vegetation aus Stauden, Kleinbäumen, Sträuchern können in etwa 140-170 l/m<sup>2</sup> zwischengespeichert werden. Damit ist die Retentionskapazität in Vergleich zu dem extensiven Retentionsdach deutlich erhöht. (FLL 2008)

Die Möglichkeiten und Vorteile einer multifunktionalen Dachnutzung, extensives Gründach kombiniert mit Solar- und Retentionsnutzung, wird ab S. 108 erläutert.

#### > Sonderlösung: Retentionsdach ohne Begrünung

Ein Retentionsdach ohne Begrünung ist die einfachste und kostengünstigste Variante zur Abflussminderung von sowohl Dachflächen als auch Tiefgaragendächern oder unterbauten Terrassenbereichen. Zugleich ist es eine Sonderlösung, die nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen sollte, wenn beispielsweise eine Kombination mit einer Begrünung auf der jeweiligen Fläche nicht oder nur teilweise möglich ist.

Das auf der Oberfläche anfallende Wasser wird in einer bis maximal 17 cm dicken Retentionsschicht zwischengespeichert und je nach Überlaufhöhe und Drosseldurchmesser abgeleitet. Das Retentionsvolumen variiert von ca. 23 l/m<sup>2</sup> (6 cm Retentionsschicht) bis 161 l/m<sup>2</sup> (17 cm Retentionsschicht). Je nach Nutzung der Fläche, bzw. inwiefern diese begehbar oder befahrbar sein soll (besonders für Terrassen und Tiefgaragen interessant), können schwächer oder stärker belastbare Retentionsboxen verbaut werden. Bei Einsatz unter stofflich eher



Abb. 63: Tiefgaragen Retention mit Notüberlauf in eine Grünfläche, Rummelsburger Bucht, Berlin [4]

stark belasteten Verkehrsflächen empfiehlt sich eine Filtration des anfallenden Wassers über Filterrinnen oder Filtereinsätze in den Straßenabläufen, falls keine Retentionsanlage mit einer belebten Bodenschicht nachgeschaltet ist.

Ist das Retentionsdach auf einer Gebäudedachfläche verortet, empfiehlt sich, eine nachgeschaltete Retention auf Terrassenflächen oder Verkehrsflächen über unterbaute Retentionsboxen oder über andere ober- und unterirdische Speicherung in zur Verfügung stehenden Freiflächen vorzusehen. Diese oberirdischen Anlagen sollten idealerweise bepflanzt sein oder ihren Überlauf in Pflanzflächen haben, um die Verdunstung des anfallenden Wassers zu erhöhen und eine Mehrfachnutzung des Regenwassers zu garantieren.

Der Verbau von Retentionsboxen auf Dachflächen, Tiefgaragen, unter Terrassen oder sogar Verkehrsflächen ist besonders bei beengten oder stark versiegelten Flächenverhältnissen sehr gut dazu geeignet, die Retentionskapazität im Plangebiet zu steigern und ergänzt sich mit den oben genannten Retentionsmaßnahmen, welche durch Verdunstung und Bewässerung von Vegetation positive Synergieeffekte (Mikroklima, Kühlung, Biodiversität) bewirken. (ZinCo 2021a)

#### > Retentionsgründach auf Tiefgaragen oder Terrassen

Wenn die Retention auf Gebäudedachflächen aufgrund der Dacheigenschaften nicht möglich ist und nur geringe Freiflächen mit natürlichem Unterboden zur Verfü-

gung stehen, empfiehlt sich eine Retention auf einer begrünten Tiefgaragenoberfläche, Terrassenflächen oder Tunnelüberdeckelungen mittels Retentionsboxen.

Hier soll idealerweise eine Retention in Kombination mit einer intensiven Begrünung (mind. 15 cm für Stauden und Gräser; mind. 120 cm Substrathöhe zur Ermöglichung von Baumpflanzungen (Freiburger Standard)) angestrebt werden. Die Begrünung kann als Rasenflächen, Vegetationsflächen oder als Tiefbeete ausgestaltet werden. Zur Wasserversorgung der Vegetation ist es möglich, wie für Gründächer, eine dynamische Drosselung des Abflusses in der Retentionsschicht zu installieren oder über eine statische Drossel einen Dauereinstau herzustellen.

Das anfallende Wasser kann schließlich entweder über die Dränschicht in weitere Retentionsanlagen wie z.B. Rigolen, Mulden-Rigolen-Systeme, Tiefbeete oder über Notüberläufe auf naheliegende Grünflächen geleitet werden. Die Retentionskapazität variiert je nach Aufbauhöhe und Systemtyp von normalerweise 60 - 160 l / m<sup>2</sup>. Ist eine teilweise Begehbarkeit oder Befahrung des Bereiches gewünscht, lässt sich auch über einen Verbau von Schwerlast-Retentionsboxen nachdenken.

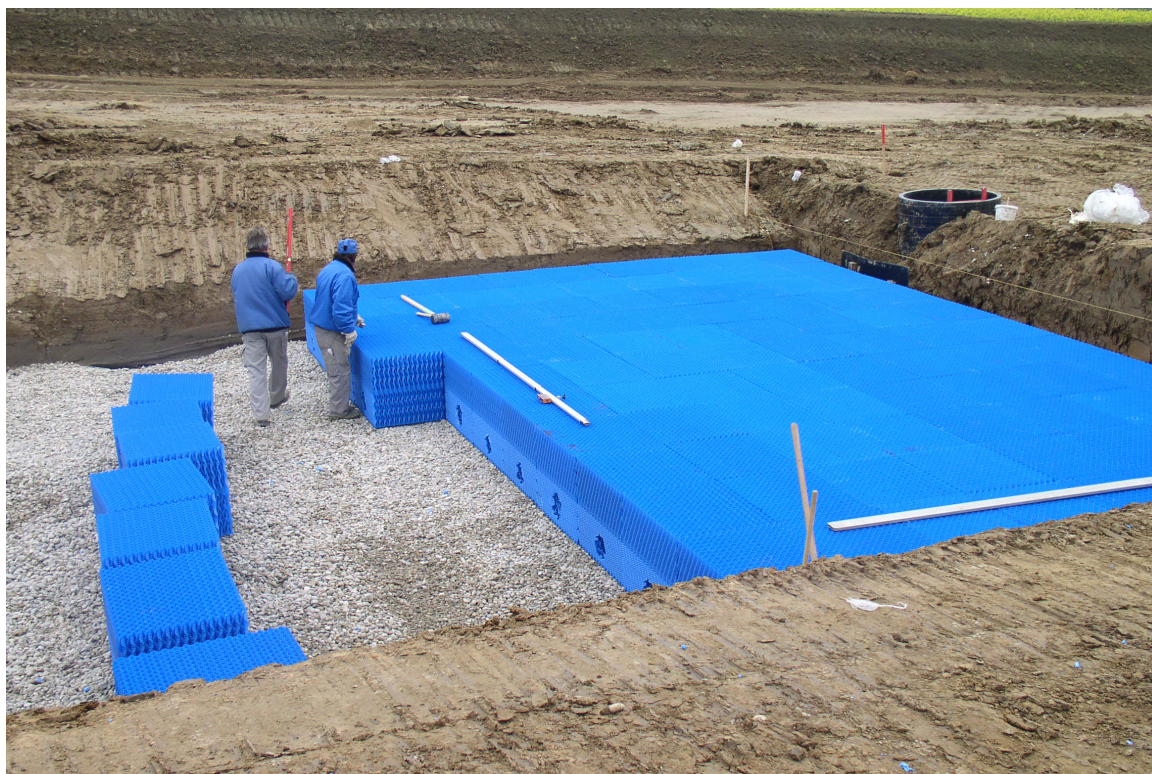


Abb. 64: Bau einer Füllkörperrigole [4]

Dieses System ist besonders bei beengten oder stark versiegelten Flächenverhältnissen im Plangebiet sehr gut dazu geeignet, die Retentionskapazität zu steigern und ergänzt sich mit einem vorgeschalteten Gründach und nachgeschalteter oberirdischer oder unterirdischer Retention bzw. notfalls Ableitung über das Kanalnetz. Weiterhin wird über die Verdunstungskühlung der Vegetation das Mikroklima verbessert und die Ästhetik der jeweiligen Flächen aufgewertet. (Bauder 2021, Optigrün 2019)

#### > Retentionsrigolen

Rigolensysteme dienen der Untergrundversickerung bzw. der Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser und können in Verbindung mit einer gedrosselten Ableitung auch bei schlechter durchlässigen Böden eingesetzt werden. Ist die Versickerung aufgrund von schlechten Versickerungswerten, hohen Grundwasserständen, Kontamination des Unterbodens oder sonstiger Gründe nicht möglich, kann über eine Abdichtung der Rigole das Volumen auch lediglich als Zwischenspeicher genutzt werden. Bei einer Füllkörper-Rigole (95 % Speicherkoeffizient) mit einlagiger Retentionschicht von 80 cm können ca. 560 l / m<sup>2</sup> gespeichert werden. Für eine Kiesrigole mit gleicher Höhe (35 % Speicherkoeffizient) beträgt das Speichervolumen lediglich 190 l / m<sup>2</sup>.

Diese Anlagen lassen sich besonders in beengten oder stark versiegelten Bereichen nutzen, da sie problem-

los unter befestigten Flächen verortet werden können. Steht ausreichend Freifläche zur Verfügung, bietet sich eine Kombination mit einer Mulde oder Tiefbeet an. (Rehau 2020, DWA 2013, Aco 2019)

#### > Semizentrale Anlagen

Ist eine dezentrale Zwischenspeicherung und Versickerung nicht auf den zur Verfügung stehenden Flächen möglich, können semizentrale Anlagen, d.h. ober- oder unterirdische Regenrückhaltebecken, Stauraumkanäle oder andere Arten von technischen Speichereinheiten, genutzt werden. In den meisten Fällen werden diese semizentralen Anlagen nur zur Zwischenspeicherung des anfallenden Niederschlagsabflusses genutzt. Versickerung und Verdunstung spielen bei dieser Art von Anlagen eher keine oder eine sekundäre Rolle, wodurch sie sich von den oben erläuterten Retentionsrigolen unterscheiden.

#### · Unterirdische Anlagen:

Als unterirdische Anlagen werden im urbanen Kontext typischerweise Stauraumkanäle eingesetzt. Diese dienen der reinen Zwischenspeicherung des Wassers, um bei Starkregenereignissen das Kanalnetz zu entlasten. Über eine gedrosselte Ableitung wird das dort gesammelte Wasser zeitverzögert in das Kanalnetz oder Vorfluter eingeleitet. Verdunstung, Versickerung oder sonstige Nutzung des Regenwassers sind normalerweise nicht realisiert. (DWA 2013)



Abb. 65: Technisch ausgestattetes Regenrückhaltebecken [4]

#### · Oberirdische Anlagen:

In städtischen Randbereichen oder Bereichen mit mehr Flächenverfügbarkeit werden oft Regenrückhaltebecken oder ähnliche semizentrale Anlagen genutzt, um das bei Starkregen anfallende Regenwasser zwischenspeichern. Besonders in Gewerbegebieten, ländlichen Wohngebieten oder auch in der Nähe von Autobahnen oder Landstraßen werden große Becken verortet, welche einen Zufluss aus den umliegenden versiegelten Flächen im Starkregenfall sammeln. Diese Becken können entweder eher technisch oder eher naturnah ausgestaltet sein.

Bei einer technischen Anlage handelt es sich oft um große Betonbecken, welche darauf ausgelegt sind, das Rückhaltevolumen des bestehenden Raumes optimal zu nutzen. Zufluss und Abfluss erfolgen über technische Bauwerke. Eine Versickerung oder Verdunstung des Regenwassers ist in den meisten Fällen weniger relevant, da die Entleerungszeit der Anlagen relativ kurz ist und die Sohlen der Anlagen oft abgedichtet sind. Aus sicherheitstechnischen Gründen sind diese Anlagen oft abgezaunt und können aus diesem Grund nicht als öffentlicher Raum genutzt werden.

Eher naturnah ausgestaltete Anlagen werden idealerweise in bestehenden oder vertieften Geländesenken geschaffen und können beim Einstau, welcher temporär oder permanent sein kann, einem Teich ähneln. Ist nur eine temporärer Einstau gewünscht, werden die Anlagensohlen oft permeabel ausgestaltet, sodass eine

Versickerung des Wassers möglich ist. Bei einem permanenten Einstau kann die Sohle abgedichtet und so die Verdunstung gestärkt werden. Durch die flachere Ausgestaltung der Böschung und natürliche Ausgestaltung können diese Anlagen auch der Naherholung zugutekommen bzw. in Trockenzeiten betreten werden. (Riechel 2017, DVL 2018)

#### > Grüne Gleise

Grüne Gleise oder Rasengleise sind eine ökologische Alternative zum Schotteroberbau bei Stadtbahnen.

Bereits 40 Prozent der Freiburger Gleisanlagen haben Rasenkörper. Auf dem grünen Gleis fahren Stadtbahnen etwa 3 bis 4 Dezibel leiser als auf Asphalt oder Pflaster. Diese lärmindernde Wirkung der Raseneindeckung ist nachgewiesen und stellt damit eine wichtige aktive Schallschutzmaßnahme dar.

Die direkte Abführung des Oberflächenwassers in den Untergrund ist gewährleistet. Die Retentionswirkung ist abhängig von Art und Dicke der Retentionsschicht. Bei einem Rasengleis (mind. 15 cm Substratschicht) beträgt sie ca. 550 l/m<sup>2</sup> pro Jahr (70% Gesamtniederschlag), bei einem Sedumgleis (6-8 cm Substratschicht) liegt sie bei ca. 395 l/m<sup>2</sup> pro Jahr (50% Gesamtniederschlag). (Grüngleis Netzwerk o. Jg.)

Insbesondere an Hitzetagen zeigen grüne Rasengleise ihre besondere Bedeutung als Klimaanpassungsmaßnahme in der städtischen Wärmeinsel: Für die Dresdner



Abb. 66: Als Teich naturnah ausgestaltetes Regenrückhaltebecken [4]

Rasengleiseindeckung wird eine abkühlende Wirkung von etwa 8,8 Mrd. m<sup>3</sup> Luft um 10K angegeben. (DVB o. Jg.)

### Synergien

Die vorgestellten Maßnahmen zu Abflussdrosselung haben mehrfachen Nutzen für das urbane Klima, den Wasserhaushalt und die Vitalität der Gewässer. Durch Retention und gedrosselte Ableitung von Regenwasser von dezentralen begrünten Dach-, Verkehrs- oder Terrassenflächen sowie semizentralen teichähnlichen Flächen kann die Verdunstung von Regenwasser und damit einhergehende Kühlung des Stadtklimas gefördert werden. Idealerweise kann dieser gedrosselte Abfluss dazu genutzt werden, Grünflächen mit Wasser zu versorgen oder versickert zu werden, um den urbanen Bodenwasserhaushalt zu stärken. Diese Synergieeffekte können z.B. über die Kombination der Maßnahmen mit weiter aufgeführten Maßnahmen aus den Kategorien > Verdunsten > Versickern > Regenwasser pflanzenverfügbar speichern hergestellt werden.

Auch Maßnahmen, die zur Retention von Starkregenniederschlägen ausgelegt sind, lassen sich in vielen Fällen mit anderen Maßnahmen kombinieren, welche einen Mehrfachnutzen des Regenwassers ermöglichen.

So können sie als Baustein eines blau-grünen Regenwasserkonzeptes zur Stärkung des urbanen Wasserhaushalts, Kühlung des Stadtklimas und weiteren Synergieeffekten genutzt werden.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

In Freiburg zählt das Stadtquartier Vauban zu einem der Paradebeispiele für die Umsetzung einer wasser- und hitzesensiblen Quartiersplanung. Die installierte Kaskade besteht aus Gründächern, Zisternen, Pflaster-Rinnen, semizentralen Mulden und Teichen sowie den beiden zentralen Mulden-Rigolen-Gräben mit Notüberlauf in den Dorfbach. Damit wurde zum ersten Mal großflächig für einen ganzen Stadtteil das Regenwasser nahezu vollständig im Baugebiet zurückgehalten und versickert.

Mit höheren Anteilen von Abflüssen ist besonders in Stadtgebieten mit ungünstigen Versickerungsbedingungen und in Hanglagen zu rechnen (vgl. Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte in Kap. 3.1, S. 32). Um auch in solchen Bereichen eine naturnahe Wasserbilanz mit einem hohen Anteil an Verdunstung zu erreichen, gilt es, die Potenziale durch Anwendung der beschriebenen Maßnahmenvarianten zur Drosselung des Abflusses möglichst maximal auszunutzen.

In Gewerbegebieten und in anderen Stadtstrukturen mit hohem Flächenpotenzial an Flach- und flachgeneigten Dächern, kann ein großer Anteil an Rückhalt und Drosselung über die Anlage von Retentions Gründächern erzielt werden. Zusätzliche Potenziale sind Tiefgaragendächer in den Stadtquartieren bei entsprechender Ausbildung.

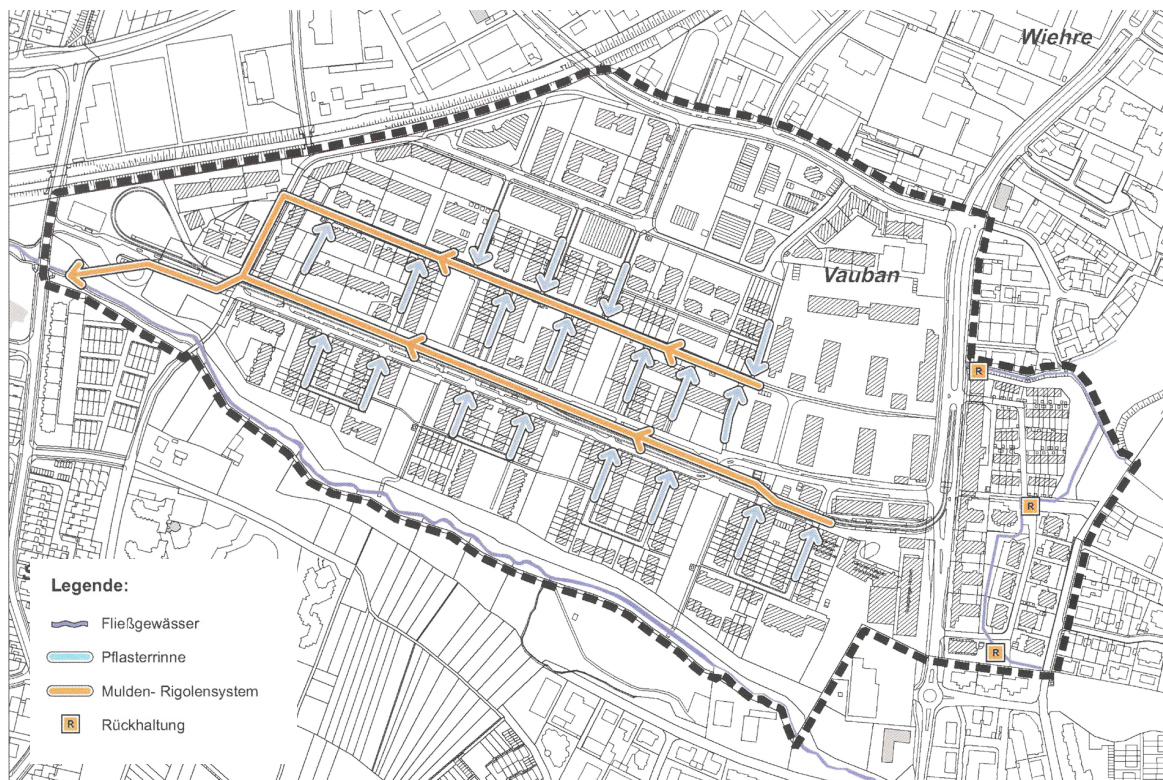


Abb. 67: Vereinfachte Darstellung Entwässerungssystem Vauban [1]

Dächer machen insgesamt einen erheblichen Anteil der Stadtoberfläche aus und bergen daher ein ungenutztes, aber noch unbekanntes Potenzial für die Zwischenspeicherung und Drosselung von Starkregenniederschlägen. Zum Flachdach-Potenzial > Verdunsten.

Während eine Nachrüstung der Dachflächen und potenziell auch Terrassen- und Tiefgaragenoberflächen mit Retentionsdächern im Bestand zwar möglich ist, ist die Umsetzung und Kosteneffizienz bei Neubauten deutlich besser. Hier lassen sich die verschiedenen Anlagentypen, auch aus > Verdunsten und > Versickern, je nach verfügbarem Platz und gegebenen Versickerungsverhältnissen planerisch sehr gut kombinieren.

Reichen die Potenziale auf dem Grundstück selber nicht aus, können Spitzen über kleinflächige semizentrale Anlagen in der Nachbarschaft, z.B. von gewerblich genutzten oder dicht bebauten Wohnquartiere abgefangen werden.

Ein Beispiel für die Ausnutzung der Potenziale semizentraler Anlagen in Hanglagen sind die Ortschaften in der Umgebung der Tuniberge. Hier empfiehlt sich aufgrund der ungünstigen Versickerungsverhältnisse eine Zwischenspeicherung in semizentralen Anlagen, welche auch dazu genutzt werden können, Abflüsse von landwirtschaftlichen Flächen zu speichern.

Weitere Potenziale zur Abflusssdrosselung in Hanglagen finden sich in > Retentionsräume schaffen und > den Landschaftswasserhaushalt stärken.



Abb. 68: Regen- und Energiespeicher: Eine Solaranlage auf dem Retentionsdach der Flüchtlingsunterkunft in der Chris-Gueffroy-Allee in Berlin (Foto: Berliner Regenwasseragentur/Andreas [FranzXaver] Süß)

### MULTIFUNKTIONALE DACHNUTZUNG: EXTENSIVES GRÜNDACH KOMBINIERT MIT SOLAR- UND RETENTIONSNUTZUNG

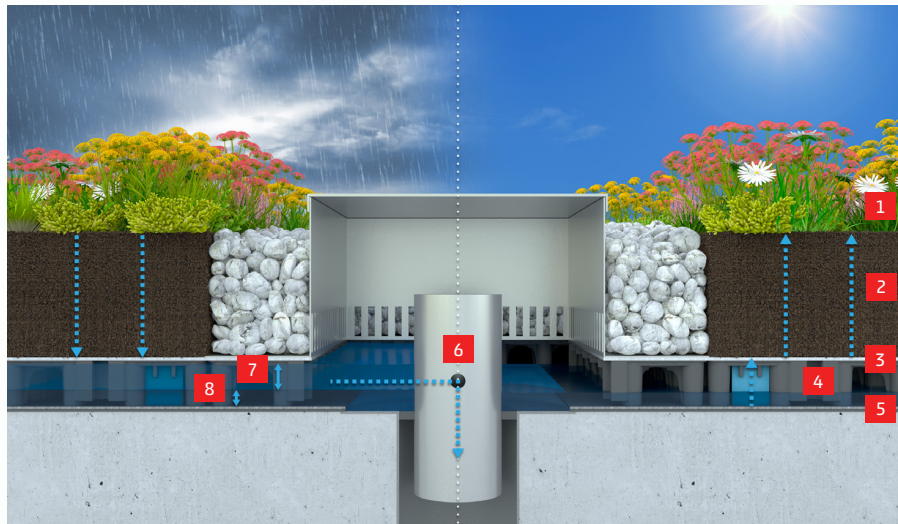
Eine Mehrfachnutzung von Dachflächen für die Nutzung als Retentionsdach kombiniert mit Solarnutzung, Dachbegrünung und Dachterrasse eignet sich besonders bei beengten Flächenangeboten.

Der Unterbau speichert Regenwasser, welches anschließend verdunstet oder zur Bewässerung genutzt werden kann. Bei Retentionsdächern fungieren Wasserrückhalteboxen als Stauraum. Diese halten zusammen mit einer bepflanzten Substratschicht einen Großteil des Regenwassers zurück. Unter den Boxen liegt ein Schutz- und Speichervlies, über ihnen ein Saug- und Kapillarvlies. Dann folgt eine Substratschicht, die einen idealen Nährboden für einheimische niedrigwachsende Pflanzen und Gräser sowie für Sedum-Arten bildet. Bei einem Retentions Gründach sollte die Substratschicht für eine diverse Pflanzenvielfalt mind. 15 cm betragen. Bei der Kombination mit einem Solardach, zu empfehlen ist eine auflastgehaltene PV-Aufständerung, sollte die Substratdicke an der Unterkante der Solarmodule niedriger modelliert werden auf max. 10 cm, um durch geringeres Pflanzenwachstum die Verschattung der Solarmodule zu vermeiden. Auch unter nutzbaren Dachflächen, wie z.B. Dachterrassen sollte zur Retention im Dachaufbau explizit ein speicherfähiges Substrat

(Kies ist nicht ausreichend) eingebracht sein (z.B. Kies-sand-Ziegelsplitt-Gemisch, mineralisches Dränschichtmaterial etc.).

#### Verdunstungsleistung eines kombinierten Retentionsdachs

Je nach Bautyp können Gründächer deutlich zu der Verdunstung von Regenwasser beitragen. Bei einer extensiven Begrünung ohne dauerhaften Wassereinstau werden jährlich ca. 73 – 180 l/m<sup>2</sup> verdunstet. Bei einer extensiven Dachbegrünung mit einem Dauereinstau von 3-4 cm in der Dränschicht lassen sich Werte von bis zu 400 l/m<sup>2</sup> p.a. erreichen. Bei einer konstanten Bewässerung, durch einen permanenten hohen Dauereinstau oder mit Bewässerungssystem, lassen sich Werte von bis zu 800 l/m<sup>2</sup> p.a. erreichen. Durch die Überschattung der PV-Module kann die Verdunstungsleistung unter den Elementen deutlich verringert sein. Gleichzeitig vermindert die Überschirmung des Grüns durch PV-Module die Austrocknung der Dachbegrünung. (Optigrün 2022, Kuronuma et al. 2017)



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Vegetation</li> <li><b>2</b> Substrat</li> <li><b>3</b> Saug- und Kapillarvlies</li> <li><b>4</b> Wasser- Retentionsbox mit integrierten Kapillarbrücken</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>5</b> Trenn-, Schutz-, und Speichervlies</li> <li><b>6</b> Ablaufdrossel</li> <li><b>7</b> Temporärer Wasserspeicher</li> <li><b>8</b> Permanenter Wasserspeicher</li> </ul> |
|---|--|

Abb. 69: Aufbau eines Retentionsdachs mit Drossel am Beispiel einer Lösung des Systemherstellers Optigrün (Grafik: Optigrün international AG)

### Vorteile der Kombination von Dachbegrünung und Solarnutzung

Gründach und Solaranlagen werden oft noch als Flächenkonkurrenten betrachtet und daher nicht kombiniert, sondern einzeln oder nebeneinander realisiert. Allerdings besteht diese Flächenkonkurrenz in technischer Hinsicht nicht, wenn die Solarmodule aufgeständert sind und beide Nutzungen aufeinander abgestimmt werden. Eine Vollbelegung ist mit einem Gründach jedoch nicht sinnvoll, da die Grünpflege das Freihalten von Wegen erfordert. Das Gründach erzeugt jedoch Vorzüge für die Solarnutzung. Die Solaranlage allein leistet einen Beitrag auf dem Weg zum Erreichen der Klimaschutzziele durch das Erzeugen erneuerbaren Stroms oder erneuerbarer Wärme. In Verbindung mit der Begrünung senkt die Verdunstungskühlung des Gründachs die Betriebstemperatur der Photovoltaik-(PV)-Module und kann den solaren Stromertrag bis zu 5 Prozent steigern. Damit verringert sich der Ertragsverlust aus reduzierter Modulfläche. Die Dachbegrünung trägt durch ihre geringere Wärmeabstrahlung und die Verdunstungskühlung nicht nur zur Leistungssteigerung der PV-Anlage bei, sondern mildert den städtischen Wärmeinseleffekt und leistet so einen wichtigen

Beitrag für ein angenehmes Stadtklima in Zeiten des Klimawandels. Zusätzlich wird der Wohnkomfort in Dachgeschosswohnungen gesteigert, weil ein begrüntes Dach die sommerliche Aufheizung um 30 bis 60 Prozent senkt. (BUKEA 2021, ZinCo 2021c)



Abb. 70: Retentions-Teich im Vauban [1]

### Quellen und weiterführende Literatur

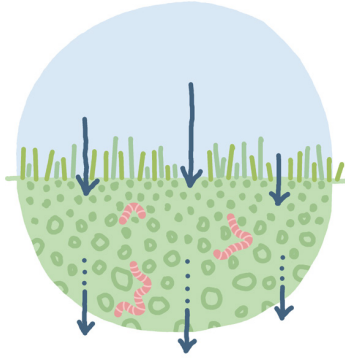
#### *Planung und Dimensionierung von Dachretention:*

- > [Bauder \(2021\)](#): Gründach-Systeme: Produktübersicht. Stuttgart.
- > [BUKEA \(2021\)](#): Wegweiser „Clever kombiniert“. Wie erneuerbare Energien und Grünplanung einen Beitrag für das Klima und zur effizienten Flächennutzung leisten. Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (Hrsg.), Hamburg.
- > FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. Bonn.
- > [Kuronuma, T. und Watanabe, H. \(2017\)](#): Photosynthetic and Transpiration Rates of Three Sedum Species Used for Green Roofs, *Environment Control in Biology*, 55(3), S. 137–141.
- > [Optigrün \(2022\)](#): Die Verdunstungsleistung der Optigrün-Dachbegrünung. Krauchwies-Göggingen.
- > [Optigrün \(2019\)](#): Durchdachte Gründachlösungen vom Experten: Planungsunterlage. Krauchwies-Göggingen.
- > [SenStadt \(2010\)](#): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung - Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Berlin.
- > [ZinCo \(2021a\)](#): Geh- und Fahrbeläge auf Dächern und Decken - Planungshilfe. Nürtingen.
- > [ZinCo \(2021b\)](#): Solarenergie und Dachbegrünung - Planungshilfe. Nürtingen.
- > [ZinCo \(2021c\)](#): Dachbegrünung 4.0 Systeme für die Dachnutzung der Zukunft - Planungshilfe. Nürtingen.
- > [ZinCo \(2021d\)](#): Systeme für die extensive Dachbegrünung - Planungshilfe. Nürtingen.
- > [ZinCo \(2020\)](#): Grundlagen Vegetationstechnik - Planungshilfe. Nürtingen.
- > [ZinCo \(2017\)](#): Systeme für die intensive Dachbegrünung - Planungshilfe. Nürtingen.

#### *Planung und Dimensionierung von Retentionsanlagen:*

- > [Aco \(2020\)](#): Regenwassermanagement mit Blockrigolen. ACO Stormbrixx SD und HD. Büdelsdorf.
- > DWA (2013): Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen - Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. Hennef.
- > [DVB \(o. Jg.\)](#): Rasengleis.
- > [DVL \(2018\)](#): Naturnah gestaltete Regenrückhaltebecken - Best-Practice-Leitfaden am Beispiel Bucher Landgraben in Nürnberg. Landschaftspflegeverband Nürnberg e.V.. Nürnberg.
- > [Grüngleis Netzwerk \(o. Jg.\)](#): Wirkung und Leistung von Grünen Gleisen.
- > [Rehau \(2020\)](#): Regenwassermanagement - Technischer Informationen. Rehau.
- > [Riechel, M. et al. \(2017\)](#): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.





## 2.1

# VORREINIGEN

### Was ist damit gemeint?

Zur Gewährleistung der Mehrfachnutzung des anfallenden Regenwassers ist die Vorreinigung des Wassers essenziell. Besonders von Verkehrs- und Platzflächen stammender Oberflächenabfluss ist in vielen Fällen stofflich belastet und muss z.B. vor einer Nutzung zur Bewässerung von Grünflächen gereinigt werden. Die Art der Vorreinigung, technisch oder naturbelassen, hängt stark von dem Verschmutzungsgrad/-typ des anfallenden Wassers und der zur Verfügung stehenden Fläche ab. In diesem Kapitel werden ausgewählte Anlagentypen zur Vorreinigung beschrieben.

Bevorzugt kommen naturnahe Maßnahmen zum Einsatz, die die Filter- und Reinigungswirkung von Boden und Bepflanzungen nutzen. Dazu bieten sich dezentral z.B. Muldensysteme wie Tiefbeete, Baumrigolen, etc. und semizentrale Retentionsbodenfilter an. Aber auch eine technische Vorreinigung kann dezentral über Straßenwasserfilter, Filterbecken oder auch Filterrinnen durchgeführt werden. Diese ist besonders bei stärker belasteten Verkehrsflächen nötig. Semizentrale Reinigungsanlagen zur Sedimentation, Adsorption, Ölabscheidung oder Siebung von stark belasteten Verkehrsabflüssen werden in diesem Kapitel nicht weiter beschrieben. Eine umfassende Übersicht über verschiedene Bewirtschaftungssysteme liefert die Berliner Monografie der SenUVK (2018).

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen (≥ 30cm Oberboden)
- Straßenwasserfilter und Substrat-Filterbecken
- Filterrinnen
- Retentionsbodenfilter

> Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen (≥ 30cm Oberboden)

Begrünte Sicker-Mulden oder Mulden mit mindestens 30 cm Oberbodenaufbau weisen eine hohe Reinigungsleistung auf und kommen für viele Fälle der dezentralen Bewirtschaftung von Regenabflüssen zum Einsatz. Besonders für die Reinigung geringer belasteter Flächen wie Spielstraßen, Anliegerstraßen, Plätze, Wegeflächen und ähnlicher kleiner Flächen lassen sich diese Mulden verwenden. Die Reinigungsleistung von belebten Bodenzonen kann je nach Bepflanzung und Material der Bodenschicht bis max. 90% für feste Stoffe und max. 80% für gelöste Schadstoffe erreichen. Dazu lässt sich sagen, dass die Reinigungsleistung der belebten Bodenzonen für gelöste Schadstoffe stark variieren und oft keine 80% erreichen. (Flanagan et al. 2018) > Versickern

Bei der Planung dieser Reinigungselemente sollte explizit darauf geachtet werden, die Systeme in die bestehende Freiflächengestaltung zu integrieren und für eine Begehrbarkeit möglichst sehr flach, grabenartig zur



Abb. 71: Straßenfilter [4]



Abb. 72: Substratfilterbecken (Visualisierung: Funke Kunststoffe)

Begrenzung auszugestalten. Voraussetzung für die Umsetzung einer solchen Mulde ist die gute bis sehr gute Versickerungsfähigkeit des Bodens, welche gleichzeitig die maximal anschließbare Fläche limitiert. (DWA 2013)

Für eine Kombination von Muldenversickerung und Baumstandort spricht die durch Wasserversorgung verbesserte Wuchsleistung der Bäume, wie langjährige Pilotprojekte bereits zeigen. Wichtig ist, die Leistungsfähigkeit der Versickerungsmulde für die gesamte Entwicklungsphase der Bäume zu erhalten und die Unterhaltungspflege zu beachten. Für die Reinigungsleistung ist ein flächiger Bewuchs der Mulde auch unter den Bäumen zu erhalten (bei der Wahl von Baumart und Muldenbepflanzung zu beachten). Durch die Mahd dürfen oberflächennahe Baumwurzeln nicht geschädigt werden. Diese Multicodierung ist weiter zu empfehlen, da die Wasserversorgung der Stadtbäume durch zunehmende Trockenperioden innovative Lösungen erfordert. Erfahrungswissen, internationaler Austausch und innovative Pilotprojekte unterstützen dabei. (Balder et al. 2018)

#### > Straßenwasserfilter und Substrat-Filterbecken

Straßenwasserfilter sind dezentrale technische Filtersysteme und können z.B. in Straßenabläufe oder auch Sickerschächte eingebaut werden, um gering bis mäßig belastetes Regenwasser von Verkehrsflächen zu reinigen. Seine Reinigungswirkung erzielt das System durch die Kombination von Oberflächenfiltration, Volumen-

filtration und Adsorption. Je nach Modell kann über eine offene Sohle des Straßenablaufs die Versickerung in den Unterboden gewährleistet werden. In Abhängigkeit von der Belastung der angeschlossenen Fläche können in etwa 100 - 1.200 m<sup>2</sup> Straßenfläche an einen Straßenfilter angeschlossen werden. (Sommer et al. 2016, Funke Gruppe 2021)

In ähnlicher Weise können Filterbecken aus Beton, die mit einem mineralischen Filtersubstrat gefüllt und bepflanzt sind, zur dezentralen Vorbehandlung von Niederschlagswasser von anderen Flächen eingesetzt werden. Die Ausführung von Substrat-Filterbecken mit geschlossener Sohle erlaubt die räumliche Trennung von Vorbehandlung und Versickerung. So kann z.B. belastetes Regenwasser in einem Substrat-Filterbecken auf einer Tiefgarage vorbehandelt und anschließend in einen verfügbaren Freiraum zur Versickerung geleitet werden. Substrat-Filterbecken sind in verschiedenen Geometrien herstellbar und eröffnen Spielräume für eine optisch ansprechende Gestaltung. Durch die Verwendung von Spezialsubstrat mit hoher Filterleistung und dem Wegfall von Böschungen, reduziert sich der Platzbedarf gegenüber Versickerungsmulden mit natürlichem Boden erheblich auf ca. 2 - 3 % der angeschlossenen Fläche. (Funke 2022)

#### > Filterrinnen

Ähnlich wie Straßenwasserfilter bieten Filterrinnen eine modulare und dezentrale Behandlung von schad-



Abb. 73: Filterrinne in Berlin Friedrichshain [4]

stoffbelastetem Regenwasser an und lassen sich gut mit anderen Maßnahmen zur Reinigung oder Mehrfachnutzung von Regenwasser kombinieren.

Das über die Straßen- oder Wegprofile zugeleitete Wasser wird über Filtersäcke in den Rinnen gereinigt und fließt dann entweder direkt in den Kanal ab oder lässt sich mit dezentralen unter- oder oberirdischen Retentionsmaßnahmen wie z.B. Tiefbeet-Rigolen, Baumrigolen, Mulden-Rigolen-Systemen aber auch semizentralen Maßnahmen wie Regenrückhaltebecken und Stauraumkanälen kombinieren. Dabei schwankt die maximal angeschlossene Fläche von ca. 1-3 %. Entscheidend für die planerische Ausgestaltung der Filterrinnen ist die statische Belastung der Rinne und der Grad der Schadstoffbelastung der angeschlossenen Fläche. (Sommer et al. 2016, Birco 2021)

#### > Retentionsbodenfilter

Bodenfilter sind semizentrale Regenwasserbehandlungsanlagen mit Retentions- und Reinigungsfunktion, die sowohl zur Regenwasserbehandlung im Trennsystem als auch zur Mischwasserbehandlung (Mischsystem) eingesetzt werden können. Eine naturnah gestaltete Anlage ist mit Schilf oder Röhricht bewachsen und wird entweder horizontal oder vertikal durchströmt. Die Filterschicht besteht aus einer Kombination natürlicher Bodenschichten mit einer definierten Korngrößenverteilung. Unterhalb der Filterschicht kann der Bodenfilter entweder versickerungsoffen sein und so in-situ

zur Grundwasserneubildung beitragen oder über eine Dränschicht abgeleitet werden und z.B. in ein Gewässer oder naheliegende Grünflächen geleitet werden. Dadurch bietet diese Maßnahme einen Gestaltungsspielraum für Planende. Für die Einleitungen in Oberflächengewässer werden die Anforderungen im Arbeitsblatt DWA-A 102-2 festgelegt. (DWA 2021)

Aufgrund der hohen Reinigungsleistung lassen sich besonders mäßig bis stark belastete Straßenabflüsse mit dem Retentionsbodenfilter behandeln. Außerdem haben sie einen geringen Flächenbedarf, sodass nur ca. 1 % der angeschlossenen befestigten Flächen als Bodenfilteroberfläche benötigt wird. Mit einer maximalen Einstauhöhe von bis zu 2 m lassen sich diese außerdem als Zwischenspeicher nutzen. (Grotehusman 2015, Riechel et al. 2017)

#### Synergien

Das Reinigen von Oberflächenabflüssen stofflich belasteter Flächen ermöglicht die Mehrfachnutzung des Regenwassers. Das gereinigte Regenwasser kann sowohl Vegetationsflächen versorgen, als auch Wasserkörpern zugeführt werden und so den Wasserhaushalt von Kleingewässern stärken. Dieses Verfahren entlastet auch die Kanalisationsinfrastruktur. Gewässer und eine vitale Vegetation verbessern das urbane Klima, die Biodiversität und die Lebensqualität in der Stadt.



Abb. 74: Mit Schilf bewachsener Retentionsbodenfilter [4]

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Potenziale für die hier vorgestellten Maßnahmen sind v.a. hoch versiegelte bzw. dicht bebaute Flächen, in denen eine Flächenversickerung nicht möglich ist und auf denen eine gewisse Belastung des abfließenden Regenwassers zu erwarten ist. Das Arbeitsblatt DWA-A 102-2 (DWA 2021) sieht drei Belastungskategorien für die Behandlungsbedürftigkeit von Niederschlagsabflüssen verschiedener Flächenarten vor, die die Basis für die Versickerung und ggf. für die Behandlung von Niederschlagswasser gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (DWA 2004) sind.

### Differenzierte Betrachtung der Behandlungsbedürftigkeit von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen gemäß BGS 2022

Die Belastungskategorien nach DWA-A 102-2 (DWA 2021) orientieren sich für Verkehrsflächen vor allem an dem Kriterium „Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV)“ für Kfz-Fahrzeuge. Neuere Ergebnisse des Forschungsprojekts Blue-GreenStreets (BGS 2022) zeigen dagegen, dass auch das Fahrverhalten (Bremsen, Beschleunigen ...) einen großen Einfluss auf die Schmutzfracht hat und somit orientiert an das DWA-A 102 zu einer unter- oder überdurchschnittlichen Belastung führt.

BGS 2022 empfiehlt daher eine modifizierte Einstufung der Belastungen je nach Verkehrsfluss pro Streckenabschnitt (siehe hierzu BGS 2022, Teil A, Kapitel 3.3.5 „Umgang mit stofflichen Einträgen“: 73f). Folgt man den Empfehlungen des Forschungsprojektes BGS, dann könnten Straßenabschnitte mit einem gleichmäßigen Verkehrs-

ablauf, d.h. auf einer freien Strecke außerhalb von Knotenpunkten mit gleichmäßigem Verkehrsablauf ohne viele und starke Brems- und Beschleunigungsvorgänge der Fahrzeuge, eine Belastungskategorie geringer eingestuft werden. Beispielsweise bedeutet dies für eine Sammelstraße in einem Wohngebiet mit einer DTV von 300 – 15.000, die nach DWA-A 102-2 der Kategorie II zugeordnet wird, in Abschnitten mit oben beschriebenen Eigenschaften unterdurchschnittlicher Belastung, nur die Behandlungserfordernisse der Belastungskategorie I erfüllen müsste.

Dieser Ansatz ermöglicht eine differenziertere Bewertung von Straßenabschnitten und spart erhebliche Ressourcen für die Umsetzung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung

### Quellen und weiterführende Literatur

#### Dezentrale Anlagen zur Regenwasserbehandlung:

- > [Balder et al. \(2018\)](#): Befunde zur Verwendung von Bäumen in Muldensystemen im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung. In: ProBaum (4/2018). Berlin.
- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\)](#): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A und B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere. Hamburg.
- > [Birco \(2021\)](#): Produktübersicht - Entwässerungssysteme, Regenwasserbehandlungsanlagen und Rigolen zur Rückhaltung & Versickerung. Baden-Baden.
- > [Flanagan, K. et al. \(2018\)](#): Field performance of two biofiltration systems treating micropollutants from road runoff, Water Research, 145(145), S. 562–578.
- > [Funke Gruppe \(2021\)](#): Innolet - Die Filter für den Straßenablauf. Hamm-Uentrop.
- > [Funke Gruppe \(2022\)](#): Eco Bodenfilter.
- > [Jäger, B. \(2017\)](#): Entwässerung & Rinnensysteme. Mengen.
- > [SenUVK \(2018\)](#): Leistungsfähigkeit von praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext. Berlin.
- > [Sommer, H. et al. \(2016\)](#): Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen - Übersicht verfügbarer Anlagen. Hoppegarten.

#### Semizentrale Anlagen zur Regenwasserbehandlung:

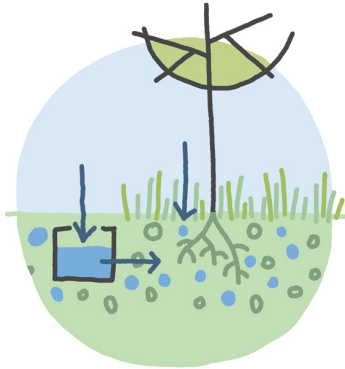
- > [MKULNV\(Hrsg.\) \(2015\)](#): Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb. Aktualisierte 2. Auflage, Stand 2015. MKULNV: Düsseldorf.

- > [Riechel, M. et al. \(2017\)](#): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.
- > [SenUVK \(2018\)](#): Leistungsfähigkeit von praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext. Berlin.

#### Regelwerke, Gesetze und rechtliche Bestimmungen:

- > DWA (2013): DWA-Arbeitsblatt 117 - Bemessung von Regenrückhalteräumen, Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. DWA: Hennef.
- > DWA (2021): DWA-Arbeitsblatt 102-2/BWK-A 3-2 - Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen - Dezember 2020; Stand: korrigierte Fassung Oktober 2021. DWA: Hennef.
- > [Stadt Freiburg i.Br. \(2021\)](#): Merkblatt zur Ausführung von Versickerungsanlagen.
- > [Stadt Freiburg i.Br. \(2023\)](#): Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis oder wasserrechtliche Anzeige zur Versickerung oder Direkteinleitung von Niederschlagswasser
- > DWA (2005): DWA Arbeitsblatt 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA: Hennef.





## 2.2

# REGENWASSER PFLANZEN- VERFÜGBAR SPEICHERN

### Was ist damit gemeint?

Das Schwammstadt-Prinzip setzt vor allem auf natürliche und naturnahe Formen der Regenwasserspeicherung. Dazu wird das Regenwasser den anstehenden Böden oder für die Pflanzung optimierten Substraten (z.B. in Baumgruben/-rigolen) zugeführt, damit es dort über den Bodenpfad dem Wurzelraum der Bepflanzungen zur Verfügung steht. Bei sehr dichter Bebauung können zur Ergänzung der Speicherleistung und zur Pflanzenbewässerung auch technische Elemente wie Regenwasserzisternen eingesetzt werden.

Mit der pflanzenverfügbaren Speicherung von Regenwasser soll die Vegetation optimal und auch bei Trockenheit mit Wasser versorgt werden. Die Notwendigkeit, Grund- oder Trinkwasser für die Bewässerung zu nutzen, kann hiermit reduziert oder sogar ersetzt werden.

In versiegelten Städten ist das natürliche Zusammenwirken von Niederschlag, Böden, Wasserhaushalt und Vegetation gestört. Eine Steigerung der Zuführung von Regenabfluss in den lokalen Wasserhaushalt stärkt auch die Erhaltung elementarer Bodenfunktionen. Dazu gehört u.a. auch die wichtige Klimaregulierung, die ohne Wasserversorgung verloren geht.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Folgende Maßnahmen dienen sowohl der Sicherung und Verbesserung des Wasserhaushalts als auch der Klimaregulationsfunktionen von Böden:

- Erhalt von Böden mit hoher nutzbarer Wasserspeicherkapazität und von Böden mit Grundwasseranschluss
- Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. Baumrigolen und Verdunstungsbeete) (> Verdunsten).

Ergänzende technische Maßnahmen sind:

- Regenwasserzisternen
- Verdunstungs- und Retentionsdach (> Verdunsten; > Abfluss drosseln)

- > Erhalt von Böden mit hoher nutzbarer Wasserspeicherkapazität und von Böden mit Grundwasseranschluss

Unversiegelter Boden hat die Fähigkeit, Niederschlagswasser aufzunehmen, zu speichern und zeitlich verzögert an die Atmosphäre, die Vegetation, die Vorfluter oder das Grundwasser abzugeben. Der Boden stellt aufgrund dieser Funktion der Rückhaltung von Wasser, des Retentionsvermögens, einen Ausgleichskörper im Wasserkreislauf dar. Hierzu sind wasserdurchlässige Böden mit hoher nutzbarer Speicherkapazität besonders geeignet, wie es Böden mit hohem Anteil an Ton sind.

Sie sind ebenso wie Böden mit Grund- oder Schichtenwasser ideale Standorte für Bepflanzungen mit hoher Verdunstungsleistung. Daher hat der Erhalt solcher Böden eine besonders hohe Wirkung in stadtklima-



Abb. 75: Verdunstungsbeet als Teil der Hofgestaltung [3]

tisch wichtigen Räumen wie Kaltluftleitbahnen und siedlungsnahen Freiflächen mit Kaltluftbildung (> KLAK Hitze) sowie auch im gesamten Schwammstadt-Vor-ranggebiet zur Kühlung, der Schwammlandschaft und den Freiflächen mit Potenzial zum Klimakomfort.

Gleichzeitig sind solche Böden oft verdichtungsanfäll-ig, wenn sie z.B. im Rahmen von Baumaßnahmen oder durch die Bodenbewirtschaftung mit schweren Fahr-zeugen befahren oder als Lagerflächen genutzt wer-den. Um den für die Wasserspeicherung zur Verfügung stehenden Porenraum zu erhalten, müssen auf solchen Böden nachhaltig wirksame Bodenverdichtungen bei Gestaltung und Nutzung von Freiflächen vermieden werden. Beispielhaft wird dies durch die Vermeidung des Befahrens bei ungünstigen Bodenfeuchten, die bodenkundliche Baubegleitung sowie die Vermeidung verdichtungsfördernder Bodennutzungen erreicht.

#### > Langzeitspeicher in Pflanzgruben

In Baumrigolen und Verdunstungsbeeten sollen Pflan-zen langanhaltend mit Wasser versorgt werden. (vgl. > Verdunsten > Versickern). Mithilfe von Bodenverbes-serung für eine bessere Wasserspeicherung kann Tro-ckenstress vermieden sowie eine gute Durchwurzelung gefördert werden. Wesentlich für die Bodenverbesse- rung ist die Bereitstellung sowohl eines leicht verfügba- ren Wasserspeichers im oberen Bereich, als auch eines

schwer verfügbaren, feinporigen Speichers (oberhalb Totwasser  $pF < 4,2$ ) im unteren Bereich. Diese Zweitei- lung bewirkt, dass eine Durchwurzelung bis in die Tie- fe gefördert und bei Entleerung des leicht verfügbaren Speichers in Trockenphasen stärker gebundene Wasser- reserven in größerer Tiefe verfügbar bleiben.<sup>12</sup>

Bodenverbesserungen durch das Einbringen von Bo- denmaterial und geeigneten Bodenzusatzstoffen oder auch eine Tiefenlockerung erfordern eine fachgerechte Planung und Umsetzung. Eingriffe zur Verbesserung der Wasserspeicherfähigkeit in naturnahen Böden sollten dagegen nicht erfolgen oder sorgfältig mit den Zielen des Bodenschutzes abgewogen werden. (LANUV 2015)

#### > Regenwasserzisternen

Oberirdische Nutzungsanlagen zur Regenwasserspei- cherung wie Regentonnen, Regensäulen oder Regen- tanks sind einfach zu installieren und werden meist zur Gartenbewässerung verwendet.

Unterirdische Regenwasserzisternen sind aufwändiger und kommen zur gezielten Rückhaltung von Regenwas- ser als Bevorratungsspeicher infrage. Das Wasser läuft über ein eigenes Rohrleitungssystem von Hausdächern aus den Regenrinnen oder oberirdisch von Wegeflä-

<sup>12</sup> Fachgespräch Dr. Christoph Reisdorff/UHH, M. Pallasch/IPS und S. Hübner/bgmr am 24.09.2020

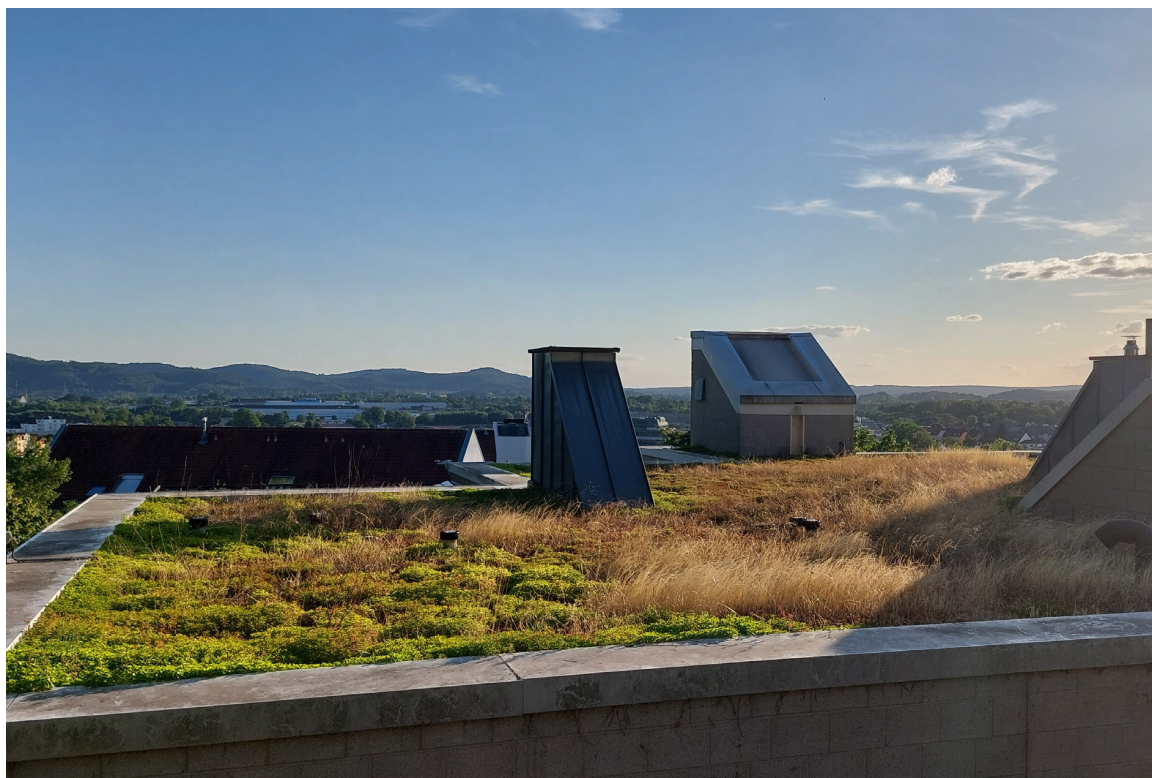


Abb. 76: Dachbegrünung [2]

chen in den Regenwassertank, anstatt in die Kanalisation abzufließen. Auf dem Weg dorthin und im System der Zisterne durchläuft das Wasser verschiedene Reinigungsstufen, um groben Schmutz und Sedimente herauszufiltern.

Bei einem Regenereignis laufen Zisternen so lange voll, bis das Speichervolumen überschritten ist. Dadurch kann eine gewünschte Verzögerung des Abflusses erreicht werden. Für die lokale Wasserbilanz ist es ausschlaggebend, ob das überlaufende Wasser auf dem Grundstück verbleibt oder ob es in die Kanalisation abgeleitet wird. Im Idealfall soll das gesammelte Wasser vollständig auf dem Grundstück verbleiben und mittels Pumpen zur Bewässerung von Grünflächen, Straßenbäumen oder Vertikalbegrünungen genutzt werden.

Auf eine Nutzung des Regenwassers von Dächern oder Dachrinnen aus Kupfer oder Zink sowie von Dächern, die mit Bitumenbahnen abgedichtet sind, sollte verzichtet werden. Hier können Metallverbindungen oder Biozide abgeschwemmt werden, die schädigend für die Umwelt sind.

Als eine neue Technik können regelbare (oder sogar „smarte“) Zisternen eingesetzt werden, die vor einem angekündigten Starkregenereignis noch schadlos geleert werden können, um dann als wichtiger Speicher zu fungieren.

#### > Verdunstungs- und Retentionsdach

Im Maßnahmenteil „Verdunsten“ werden die Dachbegrünungsarten Retentionsgründach und Intensivbegrünung näher beschrieben, die durch ihren Aufbau (mind. 15 cm Substrathöhe) Regenwasser pflanzenverfügbar speichern und/oder eine auf die Pflanzengemeinschaft abgestimmte Versorgung mit Niederschlagswasser aufweisen. Die Bewässerung der Pflanzen erfolgt entweder über einen Dauereinstau der unterliegenden Retentionselemente mit Kapillarsystem oder über eine Zisterne mit Tropfschlauch > Verdunsten.

#### Synergien

Neben der Hitzevorsorge kann der Erhalt von Böden mit hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazitäten und von Böden mit Grundwasseranschluss in Verbindung mit einer angepassten Bodennutzung erheblich zum Boden-, Biotop- und Klimaschutz beitragen. Grundwasserbeeinflusste und anmoorige Böden können in naturnahem Zustand Standorte für besondere Biotope mit erhaltenswerten Lebensgemeinschaften darstellen. Ferner sind Böden der größte terrestrische Speicher („Senke“) für Kohlenstoff und gleichzeitig eine der wichtigsten natürlichen Quellen für CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Dadurch ist organische Bodensubstanz nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit, sondern auch als Umschlagort von Treibhausgasen für den Klimawandel von Bedeutung. Wälder, Wiesen und Weiden stellen in Europa derzeit Kohlenstoffsinken dar, Ackerstandorte sind hingegen schwache Quellen. (Schrumpf, Trumbore 2011)

### Quellen und weiterführende Literatur

- > [Bundesbodenschutzgesetz vom 17. März 1998](#) (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist
- > [LANUV \(Hrsg.\) 2015](#): LANUV-Arbeitsblatt: Kühlleistung von Böden. Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. Recklinghausen.
- > [Schrumpt, M. und Trumbore, S. \(2011\)](#): Unser wichtigster Kohlenstoffspeicher: Wie der Boden als dünne Haut der Erde globale Stoffkreisläufe und das Klima beeinflusst. Jena.
- > [Stadt Freiburg i. Br. \(2022\)](#): Langfassung der Raumanalyse Landschaftsplan 2040. HHP-Raumentwicklung. Freiburg.
- > [Dr. Beisecker, R. et al. \(2020\)](#): UBA-Texte 63/2020: Veränderungen der Wasseraufnahme und -speicherung landwirtschaftlicher Böden und Auswirkungen auf das Überflutungsrisiko durch zunehmende Stark- und Dauerregenereignisse. Dessau-Roßlau.

### Bemessung Zisternen

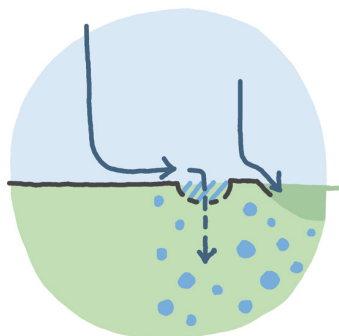
- > DWA (2013): Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen - Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. Hennef.
- > DIN 1989-1: 2002-4, Regenwassernutzungsanlagen. Beuth-Verlag: Berlin.
- > fBR (2016): fBR-Hinweisblatt H 101 - Kombination der Regenwassernutzung mit der Regenwasserversickerung. fbr-Dialog GmbH. Darmstadt

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die Raumanalyse des Landschaftsplans 2040 zeigt in der Textkarte 6.2 B eine Bewertung der Böden als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf:

Ein **sehr hohes** Retentionsvermögen kommt den Mooswäldern sowie den Hängen und Scheitelbereichen des Lößhügellands am Tuniberg zu. Ein hohes Retentionsvermögen charakterisiert den Roßkopf-Flaunser-Kamm sowie die tief entwickelten Braunerden im Bereich zwischen Günterstal, Littenweiler, Kappel. Die lößbedeckten Anhöhen des Tunibergs und des Lehener Bergs sowie die Bereiche des Schauinsland weisen ein mittleres Retentionsvermögen auf. Punktuell, an den pseudo-vergleyten Hangbereichen des Kappler Tals, an den Hängen des Schönbergs sowie am Lehener Berg herrscht ein **geringes** Rückhaltevermögen vor. (Stadt Freiburg 2022)

Kaltluftwirksame Flächen und Kaltluftleitbahnen finden sich im Klimaanpassungskonzept Hitze in der Klimaanalysekarte Nacht, im Maßnahmenplan sowie im Teilplan Entlastungssystem. Zu den kaltluftrelevanten Freiflächen zählen insbesondere unversiegelte und bewuchsarme Flächen wie beispielsweise Ackerflächen. Aber auch Waldflächen und Grünflächen wie zum Beispiel Parkanlagen, Kleingärten und Friedhöfe produzieren in der Nacht Kaltluft.



## 2.3

# REGENWASSER ZUFÜHREN

### Was ist damit gemeint?

Durch die gezielte Zuführung von Regenwasser kann der Wasserhaushalt von urbanen Kleingewässern (Gräben, Teiche, Bäche) und Feuchtgebieten gestärkt werden. Regenwasser kann darüber hinaus Pflanz- und Grünflächen zugeführt werden, um Bäume besser mit Wasser zu versorgen oder den Speicher für die Bewässerung (z.B. Baum-Rigolen) zu füllen.

Dafür eignet sich vor allem Niederschlagswasser von Dachflächen und Flächen ohne/mit wenig Kfz-Verkehr, da dieses kaum mit Schadstoffen belastet ist und ein guter ökologischer Zustand aufrechterhalten werden kann. Der Abfluss von versiegelten Flächen sorgt somit für vitale Baumstandorte und Gewässer. Abflüsse stofflich belasteter Oberflächen müssen vor Einleitung in die Gewässer durch Filtrationsanlagen (z.B. belebter und bepflanzter Oberboden, Retentionsbodenfilter, Filter am Straßenablauf, Filterrinnen) gereinigt werden (> Vorreinigen).

Prinzipiell soll die Zuführung oberirdisch bzw. oberflächennah erfolgen, damit nachgeschaltete Regenwasseranlagen, etwa zum > Verdunsten, Versickern, Abfluss drosseln, Vorreinigen, pflanzenverfügbaren Speichern, möglichst flach, begrünbar und multifunktionell nutzbar sind. Das erfordert z.B. eine oberirdische Herausführung von Fallrohren und Fassadenentwässerungen. Dabei sind die Anforderungen an die Verkehrssicherheit und Barrierefreiheit zu beachten (> BGS 2022).

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Möglichkeiten, Regenwasser funktionell zuzuführen:

- Flache Gräben
- Muldensteine und Rinnensysteme (Pflaster-, Kasten-, Schlitzrinnen)
- Randsteine mit / ohne Lücken

#### > Flache Gräben

Für die Zuleitung von Regenwasser zu oberirdischen Versickerungs- oder Rückhalteanlagen können Grabenstrukturen mit einem freien Gefälle genutzt werden. Diese als Rasenmulden ausgelegten Strukturen sind normalerweise deutlich flacher (10-30 cm) als Straßen- oder Entwässerungsgräben. Außerdem ist es möglich, durch eine solche Modellierung der Oberfläche mehrere untereinanderliegende Versickerungsanlagen miteinander zu verbinden.

#### > Muldensteine und Rinnensysteme (Pflaster-, Kasten-, Schlitzrinnen)

In offenen Rinnen erfolgt die Ableitung des Niederschlagswassers in einer Vertiefung an der Geländeoberfläche im freien Gefälle. Die Rinnen sind i.d.R. befestigt und können je nach Anwendungsbereich als Pflasterinnen aus Beton- oder Natursteinen ausgeführt werden. Auch Rinnen aus Betonformsteinen oder als Kastenrinnen mit Abdeckung aus Beton oder Stahl können infrage kommen.



Abb. 77: Pflasterrinne [4]



Abb. 78: Muldenstein (Foto: Basamentsteine Böcke)

*- Pflasterrinnen und Muldensteine:*

Pflasterrinnen sind mulden-, trapez- oder V-förmige gepflasterte Rinnen mit einer Tiefe von wenigen Zentimetern (i.d.R. nicht tiefer als 5 cm). Eine ähnliche Variante sind Muldensteine aus größeren Betonplatten.

Beide werden eingesetzt, um anfallendes Regenwasser bei mittlerem bis starkem Gefälle oberirdisch gesammelt von Gebäuden, Straßen, Wegen und Freiflächen in ein Kanalnetz oder eine Regenwasserbewirtschaftungsanlage zu leiten. Die sehr flache Ausgestaltung dieser Rinnenart bedingt, dass der Oberflächenabfluss besonders bei starkem Abfluss in Kurvenbereichen die Rinne wieder verlassen kann. Bei einem außergewöhnlich starken Regenereignis ist eine kontrollierte Sammlung des Regenwassers nicht möglich. Auch eine Speicherung oder Reinigung von Regenwasser ist bei diesem Rinnensystem nicht möglich. Attraktiv ist das System aufgrund seiner günstigen Umsetzungsmöglichkeiten. (Kohler et al. 2014)

*- Kastenrinnen:*

Kastenrinnen werden in Situationen genutzt, in denen eine Sammlung und kontrollierte Ableitung des anfallenden Regenwassers, auch bei intensiveren Regen, benötigt wird. Der Oberflächenabfluss gelangt über eine Gitterrostabdeckung in eine Betonrinne in einer Breite von ca. 20 – 60 cm und einer Tiefe von wenigen Zentimeter bis 80 cm. Je nach Anwendungsfall lassen sich sowohl eine temporäre Speicherung, als auch eine



Abb. 79: Grabenstruktur als Zuleitung zu Rigole [4]

Filtrierung des zufließenden Regenwassers realisieren. Systeme, die auf eine Speicherung ausgelegt sind, bedürfen oft eines Nullgefälles sowie einer großen Dimensionierung des Betonkastens. So ist z.B. bei einer Breite von 55 cm und Tiefe von 80 cm eine Retention von bis zu 512 l/lfm möglich. Ist eine Reinigung des zufließenden Wassers nötig, lassen sich Filtersäcke und Sedimentationsboxen in die Kastenrinnen integrieren. Pro laufendem Meter können rund 20 m<sup>2</sup> vollversiegelte Fläche angeschlossen und nach den Forderungen des WHG (§57-1) gereinigt werden.

Außerdem gibt es für den Verkehrsbereich Sonderausführungen z.B. für den Schwerlastbereich. Solche Rinnensysteme können unter den Belastungsklassen A 15 - F



Abb. 80: Schwerlastkastenrinne BircoSolid (Foto: BIRCO GmbH)

900 etwa auch in Gewerbe- und Industriegebieten genutzt werden. Das Abflussvolumen der Rinnensysteme ist jeweils abhängig von der Dimensionierung der Rinne. Eine Kastenrinne von 22 cm Breite und 17 – 26 cm Tiefe hat am tiefsten Punkt eine Abflussleistung von ca. 16 l/s mit ca. 800 m<sup>2</sup> angeschlossener versiegelter Fläche.

Diese vielfältige Einsetzbarkeit macht dieses Rinnensystem zu einer interessanten Option in komplexeren Planungssituationen, ist aber auf Grund der komplexeren Ausführung deutlich teuer als Pflasterrinnensysteme. (Aco 2020, Birco 2021)

#### · Schlitzrinnen:

Als Schlitzrinnen werden Rinnensysteme bezeichnet, bei denen der Oberflächenabfluss über einen schmalen Schlitzaufsatz in eine unterirdisch liegende Kastenrinne gelangt. Diese lassen sich auf Grund ihrer Ästhetik besonders gut für Plätze, für Objekte mit hohen architektonischen Anforderungen und im privaten Wohnungsbau anwenden. Im Gegensatz zu einem Kastenrinnensystem ist typischerweise keine Reinigung oder nennenswerte Retention vorgesehen. (Birco 2020, BGS 2017)

#### > Randsteine mit /ohne Lücken

Randsteine können in Kombination mit offenen Rinnensystemen wie Muldensteinen, Pflasterrinnen oder Grabenstrukturen den Zufluss zu Retentionskörpern herstellen. Sie bieten sich besonders gut an, um Wasser von der Straßenfläche in weg- und straßenbegleitende Mulden, Tiefbeete oder Baumrigolen zu leiten. Je nach Größe der Lücken und Intervall der Lückensetzung kann der Zufluss bzw. Abfluss von der Straße reguliert werden.

#### Synergien

Maßnahmen der Zuführung von Regenwasser eignen sich besonders gut für die kreative Planung von dezentralen ober- und unterirdischen Retentionsmaßnahmen im Rahmen von blau-grünen Entwässerungskonzepten, da sie sowohl in Verkehrs-, Grün- und anderen öffentlichen Flächen genutzt werden können. Dabei wird gleichzeitig das (Straßen-)Entwässerungssystem entlastet und das Potenzial von Grünflächen und sonstigen Retentionsräumen optimiert.

Das Zuführen von unbelastetem oder gereinigtem Regenwasser in Kleingewässer und Feuchtbiotopie wirkt sich positiv auf deren hydrologischen Zustand aus und fördert so funktionelle, gesunde und artenreiche Biotopie. Diese sind besonders in städtischen Gebieten von Austrocknung betroffen, da durch Verbauung und Versiegelung der umliegenden Flächen der oberirdische Zufluss typischerweise stark reduziert wird.



Abb. 81: Muldenrinnen mit Zufluss zu Mulde via Randsteinen auf Lücke [4]

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die hier dargestellten Maßnahmen lassen sich sowohl im Neu- als auch im Bestandsumbau umsetzen, um den Zufluss zu ober- und unterirdischen Retentionsräumen zu gewährleisten oder zu verbessern. Je nach topographischer Situation und Überflutungsgefährdung der umliegenden Bebauung können solche Systeme auch für die Zuführung in nachgeschaltete Regenwasserbewirtschaftungsanlagen genutzt werden.

Für eine Zuleitung von Straßen oder Wegeflächen auf Grün- und Versickerungsflächen empfehlen sich Muldensteine, Pflasterrinnen und flache Gräben.

### Quellen und weiterführende Literatur

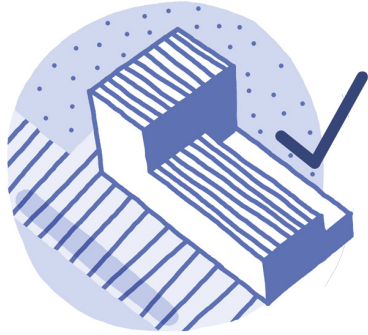
*Dimensionierung und Planung von linearer Entwässerung*

- > [Aco \(2020\)](#): ACO. Die Zukunft der Entwässerung.
- > [BGS \(2017\)](#): Entwässerungsrinnen. Technisches Handbuch. Härkingen.
- > [Birco \(2021\)](#): Produktübersicht - Entwässerungssysteme, Regenwasserbehandlungsanlagen und Rigolen zur Rückhaltung & Versickerung. Baden-Baden.
- > [Birco \(2020\)](#): BIRCO-Schlitzaufsätze / Schlitzrinnen - Die unsichtbare Entwässerungslösung. Baden-Baden.
- > [Jäger, B. \(2017\)](#): Entwässerung & Rinnensysteme. Mengen.
- > [Köhler, M., Ulonska, D. und Wellner, F. \(2014\)](#): Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen -

Richtig planen und ausführen. Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V.. Bonn.

*Regelwerke, Gesetze und rechtliche Bestimmungen*

- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\)](#): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A und B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere. Hamburg.
- > [Freie und Hansestadt Hamburg \(2015\)](#): Hamburger Regelwerke für Planung und Entwurf von Stadtstraßen. Wissensdokument Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation. Hamburg.



### 3.1

## RETENTIONSÄÄUME ERHALTEN / SCHAFFEN

### Was ist damit gemeint?

Sowohl für die örtliche Nutzung des Bemessungsregens als auch für Starkregen ist es wichtig, die gesamte Oberfläche der Stadt als ein temporäres Rückhaltesystem zu begreifen. Tiefergelegene und tiefergelegte Bereiche werden zum Retentionsraum. Durch eine multifunktionale Gestaltung potenzieller Stauräume, nämlich Straßen, Stadtplätze, Sport- und Spielplätze, Grün- und Freiflächen etc. wird begrenzt verfügbarer innerstädtischer Raum auch für die Retention ausgenutzt.

Und zwar sind schon auf Geländehochpunkten beginnend die Retentionspotenziale entlang der gesamten Fließwege auszuschöpfen. Der Rückhalt auf höher liegenden Flächen vermindert die Niederschlagsansammlung und damit den Maßnahmenbedarf in Geländetiefpunkten und reduziert Überflutungsgefahren für die Unterlieger > Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage.

Bei der Regenwasserbewirtschaftung wird als Ergebnis langjähriger bundesweiter Veränderungen, im einschlägigen Regelwerk und im Stand der Technik, nach der Regel „privat bleibt privat“ verfahren. Das bedeutet, auf privaten Flächen anfallender Niederschlag ist auf den privaten Flächen zu bewirtschaften. Auch im Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 ist das zu erkennen. Bei außergewöhnlichen Starkregen reicht die Flächenverfügbarkeit im privaten Bereich jedoch oft nicht aus. Um Gefahr für Leib und Leben und auch starken Schäden an Infrastruktur und Gebäuden zu minimierten, ist

eine Ableitung und Retention in öffentliche und private Stauräume mit geringerem Schadenspotenzial im Sinne der kommunalen Starkregenvorsorge anzustreben. Diese setzt voraus, dass Gefahrengebiete, z.B. mit Hilfe einer Starkregengefahrenkarte, identifiziert werden und die Stadt- bzw. Quartiersplanung angepasst wird, um entsprechende Rückhalteräume zu schaffen oder z.B. natürliche Senken un bebaut zu lassen. Der Schutz vor Überflutungsschäden bei außergewöhnlichen Regenergebnissen, z.B. durch Aufkantungungen oder mobile bzw. stationäre Schutzeinrichtungen etc., obliegt den jeweiligen Grundstücksbesitzern. > Objekte schützen

Der Einstau wird durch eine bauliche Fassung oder Eingrenzung von Flächen ermöglicht. Das kann beispielsweise durch eine Absenkung oder bauliche Einfassung von Fahrbahnen, Parkplätzen, Grünflächen, Höfen, Vorgärten oder auch Sport- und Freizeitflächen erfolgen.

Jeder zusätzliche Zentimeter Einstauhöhe schafft 10 l pro m<sup>2</sup> mehr Speichervolumen für Niederschlagsabfluss. So kann beispielsweise auf einer 10 cm tiefer gelegten 250 m<sup>2</sup> großen Grünfläche ein Überstauvolumen von etwa 25.000 l oder 25 m<sup>3</sup> geschaffen werden. Da diese Überstauflächen statistisch nur alle 30 bzw. 100 Jahre von Wasser bedeckt sind, lassen sich diese Flächen in der Regel sehr gut in die Freiraumplanung integrieren und z.B. als Vegetationsfläche, Wegefläche, Abstellfläche oder andere Flächenarten ohne kritische Infrastruktur ausgestalten.



Abb. 82: Beispielhafte Planung einer temporär einstauenden multifunktionalen Fläche für den Rückhalt von Starkregenereignissen (Visualisierung: MUST Städtebau)

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Möglichkeiten, Puffervolumen für den Starkregenfall zu nutzen, z.B. auch für den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100, sind insbesondere:

- Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen und auf Retentionsdächern
- Rückhaltung durch Geländemodellierung auf der Grundstücksebene
- Erhaltung und Freihaltung natürlicher Geländesenken / Speicher schaffen
- Multifunktionale Gestaltung von Verkehrsräumen
- Multifunktionale Gestaltung von Sportplätzen

#### > Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen und auf Retentionsdächern

Die Schaffung von Zusatzpuffern meint eine zusätzliche, höhere Bemessung von Retentionsanlagen, um auch stärkere Niederschlagsereignisse gänzlich oder zumindest teilweise auf dem Grundstück zwischenspeichern zu können. Hierdurch soll das Schadenspotenzial von Starkregenereignissen auf dem Grundstück gemindert und Starkregenabflüsse vermieden werden. Auch hier gilt, 1 cm Einstauhöhe schafft 10 l/m<sup>2</sup> Einstauvolumen.

Unter > Abfluss drosseln werden verschiedene Maßnahmenvarianten beschrieben, die mit einem Zusatzpuffer für die Rückhaltung von Starkregen noch größer ausgelegt werden können. Hierzu zählen z.B. Mulden und andere oberirdische Speichersysteme sowie auch Retenti-

onsdächer jeder Art, auch auf unterbauten Freiflächen und unter Terrassen. Zusatzpuffer lassen sich besonders gut auf Dachflächen realisieren, deren Beschaffenheit (Neigung, Statik, etc.) eine große Aufbauhöhe und eine maximale Ausnutzung der Dachfläche zur Retention erlauben. Durch die Schaffung eines Zusatzpuffers auf Dachflächen kann die benötigte ebenerdige Retentionsfläche, z.B. für Mulden und Mulden-Rigolen-Systeme, zur Versickerung des Regenwassers verringert werden. Zusätzlich kann das im Rahmen eines Überflutungsnachweises schadlos in den Freianlagen zu verbringende Überflutungsvolumen reduziert werden. Folglich empfiehlt sich diese Maßnahme v.a. bei Projekten in urbanem Kontext mit stark limitiertem Grünflächenanteil.

#### > Rückhaltung durch Geländemodellierung auf der Grundstücksebene

Aus Wirtschaftlichkeitsgründen werden Versickerungsanlagen meist nur für ein 5-jährliches Regenereignis ausgelegt. Im Rahmen des nach DIN zu führenden Überflutungsnachweises muss jedoch auf der Grundstücksebene nachgewiesen werden, dass das bei einem 30-jährlichen, bzw. bei hoher Versiegelung oder hohem Gefährdungspotenzial bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis anfallende Wasser schadlos auf dem Grundstück verbleibt. Hierzu wird bei verfügbaren Freiflächen die Modellierung des Geländes genutzt, um den Überstau der Versickerungsanlagen bei einem solchen



Abb. 83: Umgestaltung einer Geländesenke zur temporären Speicherung von Starkregenniederschlag [4]

Ereignis fassen zu können. Auch hier gilt, 1 cm Einstauhöhe schafft 10 l/m<sup>2</sup> Einstauvolumen.

> Erhaltung und Freihaltung natürlicher Geländesenken / Speicher schaffen

Natürliche Geländesenken, wie Grün-, Frei- und Wasserflächen, die Geländetiefpunkte bilden, stellen einen natürlichen temporären Einstauraum für Wasser dar. Im Laufe von Urbanisierungsprozessen werden viele dieser natürlichen Geländesenken verfüllt oder überbaut. Solche natürlichen Senken für den zeitweisen Einstau zu nutzen ist essenziell, damit die natürlich gegebenen Zwischenspeicherkapazitäten voll ausgenutzt werden können. Dagegen kann das Verfüllen natürlicher Senken potenziell zur Gefährdung von Unterliegern und zu großen Schäden an der angrenzenden Bebauung führen. Ohne solche natürlichen Geländesenken können besonders in Gebieten mit einem hohen Anteil an versiegelten Flächen selbst schwache Regenereignisse zu großen Problemen führen.

Ein Überlauf mit gedrosseltem Auslass an künstlich geschaffenen Speichern ermöglicht den verzögerten Abfluss in das unterliegende Gebiet bzw. Gewässer. Die Positionierung und Dimensionierung von Rückhalteräumen zwischen Grundstücksentwässerung und Gewässer erfolgt nach Verortung der oberflächigen Abflussbahnen und einer Berechnung der Abflussbildung des Einzugsgebiets nach DWA-A 117 (DWA 2013a) und DWA-A 166 (DWA 2013b).

> Multifunktionale Gestaltung von Verkehrsräumen

Verkehrsflächen machen einen großen Teil der gesamten versiegelten Fläche aus, sodass sie ein großes Potenzial für die Zwischenspeicherung von Starkregenabflüssen darstellen.

Damit Verkehrsflächen jedoch temporär bei Starkregenereignissen eingestaut werden können, bedarf es einer frühen Berücksichtigung in der Freiflächen- und Straßenplanung. Solch eine Retention im Verkehrsbereich lässt sich im Bebauungsplan festsetzen. Eine Umsetzung im Bestand ist in der Regel nur möglich, wenn die Verkehrsräume und umliegenden Grünflächen auf Quartiersebene neu gebaut oder grundhaft saniert werden und die Starkregenretention aufgesattelt wird (sog. „Sowieso-Planung“).

Durch eine angepasste Höhenplanung im Verkehrsbereich und in den umliegenden Frei- und Siedlungsflächen, lassen sich Retentionsräume im Straßenbereich schaffen und nach einem kurzen temporären Einstau beispielsweise mit einem Überlauf in anliegende Freiflächen oder Retentionsbereiche leiten. Auch hier gilt, 1 cm Einstauhöhe schafft 10 l/m<sup>2</sup> Einstauvolumen. Die an diesen Zwischenspeicher anschließbare Fläche ist abhängig von dem zur Verfügung stehenden Retentionsvolumen, welches durch Höhenelemente wie z.B. Bordsteine, Schwellen und Rampen geschaffen werden kann. Das Rückhaltevolumen des Straßenraums kann weiterhin durch den Einsatz von Mittelrinnen (V-Profil der Fahrbahn) und die Erhöhung der Querneigung

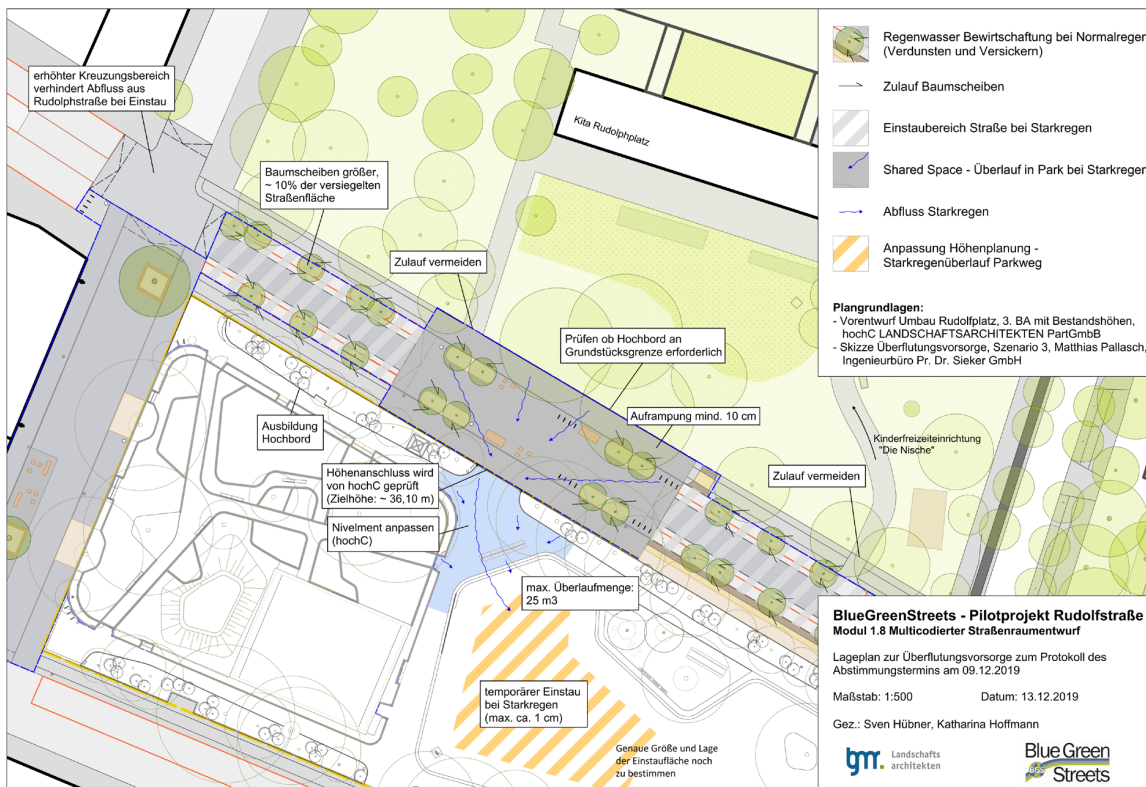


Abb. 84: Geplanter temporärer Einstau im Straßenraum für den Starkregenfall und Notüberlauf in Grünfläche (Lageplan Überflutungsvorsorge Rudolfstraße, Berlin, © BGS [5])

vergrößert werden. Dabei ist es wichtig, dass die Überstauplätze geordnet und schadlos in der Straßenfläche verbleiben können bzw. ein Überlauf in eine Grünfläche zu keinen Schäden in umliegenden Bereichen führt. Um den schadlosen Verbleib des anfallenden Wassers sicherzustellen, empfiehlt sich für die Planung solcher Maßnahmen eine hydraulische Oberflächensimulation.

Diese Maßnahme lässt sich idealerweise in Kombination mit Maßnahmen zu Versickerung und Drosselung wie zum Beispiel Tiefbeet-Rigolen und Baumrigolen anwenden. Diese können das Kanalnetz im Normalregenfall (bis zu einem 5-Jährlichen Regenereignis) deutlich entlasten und tragen auch im Starkregenfall zu einer schnelleren Entleerung des Retentionsraumes bei. (BGS 2022)

#### > Multifunktionale Gestaltung von Sportplätzen

Auch Sportplätze bieten ein großes Potenzial für den Rückhalt von Starkregen und lassen sich multifunktional entsprechend gestalten. Ihr Schadenspotenzial bei Einstau ist begrenzt bzw. lässt sich durch gezielte Maßnahmen begrenzen. Eine sportliche Benutzung während eines Starkregenfalls ist eher unwahrscheinlich. Der Einstau dieser Flächen kann wesentlich dazu beitragen, größeren Überflutungsschaden an Gebäuden und Infrastruktur oder sogar Gefahr für Leib und Leben abzuwenden. (Hamburg Wasser 2022).

Die Einstaudauer hängt von den Bodenverhältnissen, der Bauweise des Platzes und der Regenmenge ab. Im günstigsten Fall bleibt das Wasser lediglich einige Stunden

in den Sportflächen stehen und in ungünstigeren 1-3 Tage.

Je nach Ausgestaltung und Nutzung können Sportplätze mit einer Einstauhäufigkeit von 1-mal im Jahr bis zu 1-mal in 100 Jahren als Retentionsraum geplant bzw. umgebaut werden.

#### Gestaltungsvarianten:

- große Sportfelder können insgesamt abgesenkt gebaut werden und damit große Einstaumengen aufnehmen
- Bei Sportanlagen mit verschiedenen Einzelspielfeldern lassen sich einzelne Spielfelder oder Bahnen abgesenkt anlegen, um das Einstauvolumen aufzunehmen und von den anderen Flächen fernzuhalten.
- Vollflächige Rigolen unter dem Sportplatz schaffen zusätzliches Retentionsvolumen
- Kastenrinnen als Begrenzung von Spielfeldern können Abflussvolumen aufnehmen
- Best Practice: Sportplatz schützt Stadtteil vor Überflutung. Oben Fußball, unten innovative Technik: Beim RISA-Projekt in Hamburg-Billstedt wurden unter das Hein-Klink-Stadion unterirdische Speicher- und Versickerungsanlagen gebaut. So wird der Stadtteil in Zukunft vor Überflutungen bei Starkregen und Unwetter geschützt. (Hamburg Wasser 2022)



Abb. 85: Retentionsfläche von Starkregen auf Sportfläche, hier kombiniert mit einem Dachrückhalt [6]

Ein Zufluss kann entweder über einen Überlaufpunkt eines Fließgewässers, das Regenwasserkanalnetz oder die umliegende Oberfläche erfolgen. Folglich können die Freiflächen entweder zur Entlastung des Regenwasserkanalnetzes oder nur der Grundstücksentwässerung genutzt werden, je nach Lage des Sportplatzes und Nähe zu Kanalnetz bzw. Gewässer sowie des maximalen Speicherraums. Je nach möglicher Einstauhöhe und maximaler Einstaudauer, die von den Bodenverhältnissen und möglicher Überlaufhöhe abhängt, lassen sich sehr große Flächen an den Retentionsraum anschließen.

Diese Maßnahme lässt sich mit anderen Retentionsanlagen wie Retentionsdächern, Mulden-Rigolen-Systeme, Baumrigolen, Tiefbeeten etc. kombinieren. Bis zu einer Intensität eines 5-jährlichen Regenereignisses kann das anfallende Niederschlagswasser in den oben genannten Anlagen (zwischen-)gespeichert werden und der Überlauf bei stärkeren Regenereignissen auf die Sportplatzfläche geleitet werden. Für eine Zuleitung von Frei- und Verkehrsflächen eignen sich beispielsweise Notwasserwege, Muldengraben oder sonstige Maßnahmen welche in > Regenwasser zuführen und > Abflüsse leiten erläutert sind.

#### **Synergien**

Die oben genannten Maßnahmen eignen sich ideal, um das Gefährdungspotenzial von Starkregenereignissen zu mindern. Sie können sich mit der Entwässerungsplanung für den Normalregen ergänzen, sodass Mehrfachnutzen

generiert werden. Rückhalteräume auf Privatgrundstücken, in natürlichen oder künstlich geschaffenen Senkenbereichen, fördern die Drosselung von Normal- und Starkregenabflüssen und entlasten so das örtliche Entwässerungssystem und Gewässer. Durch höhere Versickerung wird gleichzeitig der urbane Wasserhaushalt gestärkt. In Kombination mit einer gedrosselten Ableitung in Grünflächen wird deren Vitalität gesteigert.

#### **Beispiele und Potenziale in Freiburg**

Im Rahmen der gesamtstädtischen modellbasierten Starkregenanalyse wurden Senken in Freiräumen ermittelt. Diese Senken stellen Potenziale der Starkregenrückhaltung dar und die Verortung gibt Anhaltspunkte für das Ziel, in öffentlichen Räumen und auch auf privaten Grundstücken Geländesenken zu erhalten und neue bzw. zusätzliche Speicher für die Starkregenvorsorge zu schaffen.

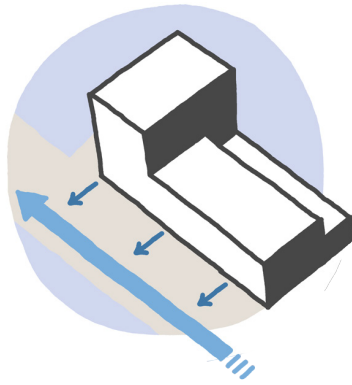
Gefährdungen ausgehend von außergewöhnlichen Starkregenereignissen wurden im Kapitel 3 S. 30 im Rahmen der vorläufigen Starkregenmodellierung für das gesamte Stadtgebiet von Freiburg ausgewiesen. Auf Basis dieser Modellierungsergebnisse sowie der vorher ebenfalls ausgeführten Senkenanalyse lassen sich für einzelne Gefährdungsbereiche im Rahmen der Stadt- und Quartiersplanung Maßnahmen zur Starkregeneration planen. Besonders bei baulichen Änderungen an kommunalen Gebäuden, Straßen, Sportplätzen oder sonstigen Freianlagen sollte eine Prüfung der Nutzung bei Starkregen geprüft werden.



Abb. 86: Als Retentionsfläche für Starkregen abgesenkter Quartierssportplatz in München-Giesing [1]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > [BBSR \(2015\)](#): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.
- > [Benden, J. \(2014\)](#): Möglichkeiten und Grenzen einer Mitbenutzung von Verkehrsflächen zum Überflutungsschutz bei Starkregenereignissen. Aachen.
- > [Benden, J. et al. \(2017\)](#): Multifunktionale Retentionsflächen - Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb.
- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\)](#): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A und B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg.
- > DIN 1986-100: 2016-12, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Beuth-Verlag. Berlin.
- > DWA (2013a): Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen - Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014. DWA. Hennef.
- > DWA (2013b): Arbeitsblatt DWA-A 166: Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung,- November 2013. DWA. Hennef.
- > [Hamburg Wasser \(2022\)](#): RISE Projekt: Sportplatz schützt Stadtteil vor Überflutung [Video].



## 3.2

# ABFLÜSSE LEITEN

### Was ist damit gemeint?

Um bei außergewöhnlichen Starkregen das Schadensrisiko unkontrollierter, sturzflutähnlicher Oberflächenabflüsse zu mindern, ist es wichtig, das Regenwasser über sogenannte Notwasserwege möglichst schadlos zu temporären Rückhalteräumen zu leiten. Ohne solche Notwasserwege sucht sich das Wasser den direktesten Weg zu den Geländetiefpunkten. Dies sind oft Straßenunterführungen, Tunnel, ebenerdige bzw. ungeschützte Zugänge zu Erdgeschosszonen, Kellern und Tiefgaragen, in denen oft hohe Schäden entstehen.

Als mögliche Notwasserwege kommen Flächen mit geringem Gefährdungs- und Schadensrisiko infrage, wie z.B. Straßen, Wege, Grünflächen oder Geländesenken, die ein entsprechendes Gefälle und eine Profilierung für die Wasserhaltung aufweisen. Dabei ist stets darauf zu achten, dass eine Notableitung schadlos erfolgt (> Beispiele und Potenziale und Kap. 3.2, S. 37).

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Möglichkeiten, Regenwasser funktionell zuzuführen:

- Notwasserwege
- Überlauf (mit Verbindung zu Retentionsräumen)

### > Notwasserwege / Überlauf

Die Gestaltungsprinzipien des Notwasserweges und Überlaufs werden nachfolgend als Maßnahmenvertiefung dargestellt.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Mit dem Werkzeug der gesamtstädtischen Senken- und Fließweganalyse wurden urbane Abflusswege und Tiefpunkte des Niederschlagsabflusses identifiziert. In Kombination mit der durchgeführten Starkregenmodellierung bieten diese eine erste Orientierung für Maßnahmenschwerpunkte auf der gesamtstädtischen Ebene und es lassen sich mögliche Notwasserwege wie z.B. Straßen, Wege, Grünflächen oder Geländesenken mit einem entsprechenden Gefälle identifizieren.

Da jedoch bereits kleine Gelände- und Gebäudedetails erheblichen Einfluss auf den tatsächlichen Wasserabfluss und -einstau haben können, sind für grundstücks- und gebäudebezogene Maßnahmenkonzepte vertiefende Untersuchungen u.a. auf der Basis von Ortsbegehungen und -vermessungen erforderlich.



Abb. 87: Straßenentwässerung als Notwasserweg [4]



Abb. 88: Notwasserweg im Siedlungsgebiet mit Gefälle und ableitender Pflasterrinne [4]

## NOTWASSERWEG / ÜBERLAUF (BGS 2022, PROJEKT MURIEL)

In dicht bebauten Stadtgebieten können Straßen, Wege und Plätze aber auch versiegelte Grundstücksflächen Hauptfließwege oder Entstehungsgebiete für den Oberflächenabfluss bei Starkregen darstellen. Durch eine Um- oder Neugestaltung können sie aber auch gleichzeitig zur Entschärfung von Gefahrensituationen in innerstädtischen Bereichen beitragen.

### Notwasserwege in Straßen

Um Straßenräume als Notwasserwege und zur temporären Rückhaltung nutzbar zu machen, reichen meist einfache bautechnische Anpassungen des Straßenprofils aus. Durch großzügig dimensionierte Rinnensysteme lässt sich das Niederschlagswasser im Straßenraum leiten. Auch Hochborde oder Schwellen eignen sich, um das oberflächige Niederschlagswasser zu lenken und von schutzwürdigen Nutzungen fernzuhalten. Das Rückhaltevolumen des Straßenraums kann durch den Einsatz von Mittelrinnen (V-Profil der Fahrbahn) und die Erhöhung der Querneigung vergrößert werden.

In Hanglagen kann der Straßenquerschnitt zudem zur Bergseite verkippt werden, um die talseitige Bebauung zu schützen. Zudem bieten sich bei Straßenräumen mit Gefälle Fahrbahnschwellen zur Kaskadierung an. Auch Flächen für den ruhenden Verkehr innerhalb und außerhalb des Straßenraums können gezielt zur Rückhaltung genutzt werden. Um sicherzustellen, dass der maßgebliche Niederschlagsabfluss in die Kanalisation abgeleitet werden kann, ist die Anzahl der Straßenabläufe zu erhöhen und deren Anordnung zu optimieren. Außerdem

sind Einlaufbauwerke mit einer erhöhten hydraulischen Leistungsfähigkeit einzusetzen.

### Überleitung in Zwischenspeicher

Durch die Profilierung von Straße und Anstaukanten lassen sich Starkregenabflüsse gezielt an strategisch optimierte Orte leiten. Dies können Gewässer oder andere Retentionsflächen sein, die eine schadlose Zwischenspeicherung ermöglichen, wie z.B. ausmodellierete Grünflächen, öffentliche Plätze und Sportplätze mit genügend verfügbarem Raum (> Wasserplatz, > Retentionsräume schaffen). Bei der Überleitung muss der unkontrollierte Abfluss auf Privatgrund vermieden sowie Zeit und Ausdehnung des entstehenden Einstaus an anderer Stelle möglichst gering gehalten werden.

Die Zuleitung zu einer multifunktionalen Retentionsfläche soll möglichst auf der Oberfläche erfolgen. Vorteile gegenüber der unterirdischen Zuleitung sind das zumeist größere hydraulische Ableitungsvermögen, niedrigere Herstellungskosten und der geringere Unterhaltungsaufwand, sowie das Vermeiden von Verklausungen. Einstau und Ableitung an der Oberfläche für den Starkregenfall können zeitlich begrenzt mit Konflikten und eventuellen Komforteinschränkungen für Verkehrsteilnehmer verbunden sein. Lösungs- und Minderungsansätze hierzu finden sich in BGS 2022 – Teil B „Blue Streets - Rückhaltung und/oder Ableitung (Notwasserweg) im Straßenraum“.



Abb. 89: Als Notwasserweg für die angrenzende Straße modellierter Parkweg mit abgesenktem Überlauf in Rasenfläche. Untere Stufe rasenbündig [3]



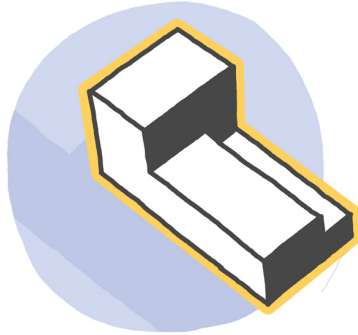
Abb. 90: Hamburg Ohlendorffs Park: Multifunktionale Flächennutzung mit Notwasserweg für die Retention von Starkregen: Um das Wasser zu führen, wurde das Straßenprofil vom Dachprofil zum Querprofil geändert (oben links). Über eine gepflasterte Rinne als Notwasserzulauf / Notwasserweg wird es in und durch die Grünfläche zu einer Senke geleitet (oben rechts und unten links). Die fertiggestellte Gesamtanlage unten rechts aus der Luftbildperspektive (Fotos: HAMBURG WASSER; Digitales Orthophoto/Schrägluftbild © Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, [www.geoinfo.hamburg.de](http://www.geoinfo.hamburg.de), Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0)



Abb. 91: Die Munzinger Straße soll beim außergewöhnlichen Starkregen als Notwasserweg in den Mooswald dienen [1]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > Projekt MURIEL, z.B.: [Benden, J. et al. \(2017\)](#): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.
- > [BBSR \(2015\)](#): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Bonn.
- > [Freie und Hansestadt Hamburg \(2015\)](#): Hamburger Regelwerk für die Straßenplanung (ReStra), Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI): Hamburg.
- > [Stadt Köln \(2017\)](#): Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln. Stadtentwässerungsbetriebe Köln: Köln.



### 3.3

## OBJEKTE SCHÜTZEN

### Was ist damit gemeint?

Für bauliche Objekte stellt vor allem das schnelle Volllaufen von Geländesenken oder Gebäudeuntergeschossen (Keller, Tiefgaragen) eine Hauptgefahr dar. Eine weitere Gefahrenquelle sind die teilweise sehr hohen Fließgeschwindigkeiten, was dynamische Druck- und Zugkräfte auf Gebäude erhöht und auch eine Gefahr für Personen darstellt. Daher zielt der Objektschutz an erster Stelle darauf ab, das Wasser von Gebäuden und wichtigen Infrastrukturobjekten fernzuhalten und als zweites Ziel, das Eindringen des Wassers zu verhindern. An dritter Stelle steht die Minimierung des möglichen Schadens bei Wassereintritt. (Koch et al. 2016)

Dieser Zielstellung folgend muss im Detail untersucht werden, welche potenziellen Gefährdungsstellen, wie ebenerdige, barrierefreie Eingänge, Einfahrten, Lichtschächte, Tiefgaragen oder Tunnelleingänge im Bestand existieren, und welche permanenten baulichen Maßnahmen, wie Verwallungen, Erddämme, Geländemodellierungen oder Schutzmauern / Aufkantungen und ggf. welche mobilen Maßnahmen möglich sind. Im Neu- und Stadtbau sollte eine präventive Planung zum Objektschutz erfolgen.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Aufkantungen
- Permanente Schutzeinrichtungen
- Mobile Schutzeinrichtungen
- Präventive Planung

#### > Aufkantungen

Schwellen an Zugängen von Kellern und Oberkanten von Lichtschächten können bis zu 30 cm angehoben werden, um eine deutliche Höhendifferenz zwischen dem umliegenden Gelände und dem Gebäude zu erreichen. So wird zusätzlicher Überstauraum geschaffen und in vielen Fällen das Eindringen von Wasser in das Gebäude verhindert.

#### > Permanente Schutzeinrichtungen

Abdichtungen für Haustüren, Kellertüren und Kellerfenster lassen sich im Fall eines Starkregenereignisses anbringen oder aktivieren. Bevor Vorrichtungen für diese sogenannten Schotts angebracht werden, sollte sichergestellt werden, dass das Außenmaterial der Gebäude wasserfest ist und so kein Wasser auf anderen Wegen in das Gebäude gelangen kann. Einen zusätzlichen Schutz kann eine Überdachung von Treppen und Schächten erzielen.

#### > Mobile Schutzeinrichtungen

Mobile Schutzsysteme können dann eingesetzt werden, wenn keine dauerhafte Änderung der Geländeeigenschaften gewünscht ist. Außerdem sind mobile Maßnahmen ein Kostenfaktor. Mobile Systeme existieren zur Abschirmung von Türen, Zufahrten und Fenstern und können in wenigen Minuten aufgebaut werden.

#### > Präventive Planung

Die präventive Planung ist der beste Weg, für den Fall der Überflutung vorzusorgen. Ist eine Gefährdung aufgrund einer Starkregengefahrenkarte, einer topographischen Fließweg- und Senkenanalyse oder eines Überflutungsnachweises angezeigt, sollte die Planung der Bebauung so ausgelegt sein, dass kritische Stellen am Gebäude durch Höhenanpassungen in den Eingangshöhen oder Geländemodellierungen in den Freianlagen entschärft werden. Weiterhin soll mit der Gebäudeplanung verhindert werden, an diesen kritischen Stellen Lichtschächte, ebenerdige Eingänge oder sensible Infrastrukturen (Serverraum, Elektronikraum etc.) zu verorten. Zusätzlich können ein angemessenes Risikomanagement und Notfallpläne im Starkregenfall zu einer Minimierung des Schadens beitragen.

### Synergien

Besonders Maßnahmen aus den Bereichen > Abflüsse leiten und > Retentionsräume erhalten und schaffen lassen sich besonders gut mit Objektschutzmaßnahmen kombinieren, um so das Schadenspotenzial im Starkregenfall möglichst gering zu halten. Der Objektschutz

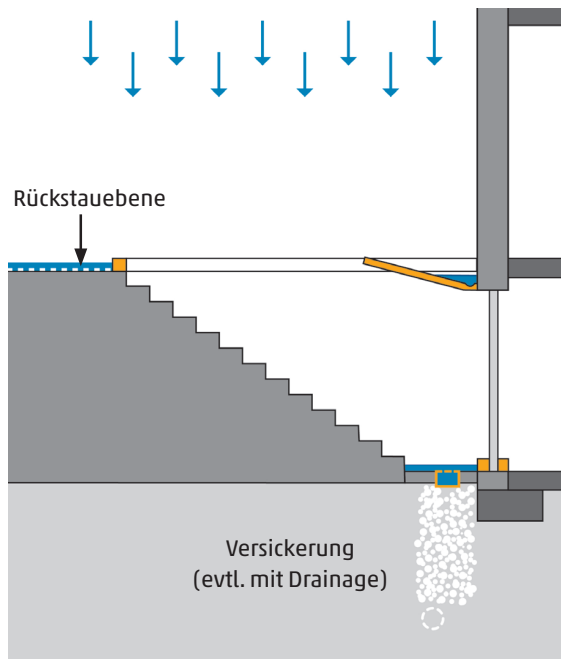


Abb. 92: Aufkantung an Kellereingang (Grafik: MUST Städtebau)



Abb. 93: Druckfeste Abdichtung Kellerfenster (Foto: IBS Technics GmbH)



Abb. 94: Mobile Schutzsysteme (Foto: ÖKO-Tec)

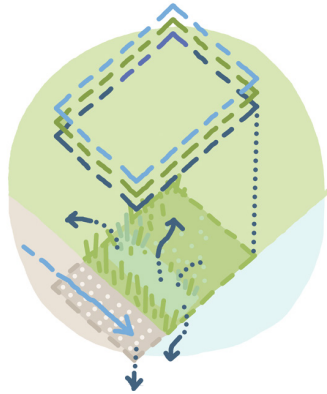
spielt zudem eine Schlüsselrolle in einer wassersensiblen Objekt- und Quartiersplanung, welche möglich darauf abzielen sollte, Starkregenabflüsse mehrfach zu nutzen und Entwässerungssysteme sowie Vorfluter zu entlasten.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Auf Basis der Starkregenmodellierung lassen sich grob die Gefährdungspotenziale einschätzen. Durch detailliertere Modellierungen im Rahmen des Überflutungsnachweises oder einer Ortsbegehung zur Untersuchung von Bestandsbauten lassen sich kritische Bereiche an Gebäuden identifizieren (z.B. Lichtschächte, ebenerdige Eingänge, Kellerzugänge etc.) und durch präventive Planung oder mit Hilfe von permanenten oder mobilen Schutzmaßnahmen schützen. Besonders bei Neubauvorhaben in Bereichen, in denen erhöhte Wassertiefen nach Starkregenereignissen modelliert wurden, wird geraten einen Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 zu fordern. Da das Schadensrisiko bei Überflutung von Gebäude zu Gebäude variiert, ist die Festsetzung eines gesamtstädtisch gültigen Schwellenwertes nicht sinnvoll und eine Einzelfallprüfung notwendig. Hier empfiehlt sich eine Inventarisierung der gesamten kritischen Infrastruktur im Stadtgebiet und ein Abgleich mit den generierten Überflutungsergebnissen, um eine erste Einschätzung der Gefährdungssituation treffen zu können.

### Quellen und weiterführende Literatur

- > [BBSR \(2018\)](#): Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.
- > [BMI \(2018\)](#): Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat: Berlin.
- > DIN 1986-100: 2016-12, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Beuth-Verlag. Berlin.
- > [Koch, M. et al. \(2016\)](#): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- > [LAWA \(2018\)](#): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Erfurt.



#### 4.1

## GRÜNFLÄCHEN MEHRFACH NUTZEN

### Was ist damit gemeint?

Gemeint ist die multicodierte Gestaltung öffentlicher und halböffentlicher Freiräume als nutzbare Grünfläche und zugleich als dezentrale oder semizentrale Regenwasserbewirtschaftungsfläche. Grundprinzip ist die aufeinander abgestimmte Gestaltung der Mehrfachnutzung, damit der Nutzungszweck der Grünfläche durch Maßnahmen des Regenwassermanagements nicht beeinträchtigt, sondern im besten Fall sogar angereichert bzw. verbessert wird.

Das Regenwasser soll weitgehend als offene Oberflächenentwässerung gefasst und bewirtschaftet werden. Zudem sollen klimaschonende, naturnahe Materialien und Bauweisen zur Anwendung kommen. Die Maßnahme dient auch der Starkregenvorsorge (> Retentionsräume schaffen > Abflüsse leiten).

Das Prinzip der Mehrfachnutzung ist auch auf private Grundstücke mit hohem Grünanteil übertragbar.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Als Ausführungsvarianten in Grünflächen kommen in Frage:

- Semizentrale Versickerungsmulde/ Mulde-Rigole
- Teich
- Sicker-/Verdunstungsbecken
- Retentionsraum für Starkregen (> Wasserplätze gestalten, > Retentionsräume schaffen -Multifunktionale Sport- und Erholungsflächen)

Maßnahmenvarianten, Anwendungsbereiche und Wirkungen werden nachfolgend unter „Beispiele und Potenziale in Freiburg“ anhand konkreter Praxisbeispiele näher beschrieben.

### Synergien

Synergien der Mehrfachnutzung von Grünflächen sind beispielsweise die

- Verbesserung der Wasserversorgung der Bepflanzungen in Trockenzeiten
- Öffnung, Vernetzung und klimaoptimierte Gestaltung der Freiflächen (u.a. Verbesserung des Zugangs, zusätzliche Spiel- und Erlebnisangebote, Anlage schattenspendender Wege und Plätze)
- Anreicherung von Ortsbild und Naturvielfalt durch Wasserflächen oder wechselfeuchte Standorte und Biotope (siehe auch „Erleb- und nutzbare bewegte Wasserelemente im öffentlichen Raum“ im KLAK Wasser)
- Erlebarmachung von Naturkreisläufen; im Umfeld von Schulen und anderen Bildungseinrichtungen bietet sich die Einbeziehung in das pädagogische Konzept an.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

In Freiburg existieren bereits zahlreiche Mehrfachnutzungen von Grün- und Freiflächen mit einer gut integrierten Gestaltung der Regenwasserbewirtschaftung. Es sind bisher Einzelfalllösungen, die jedoch beispielgebend für die Entwicklung übertragbarer Ansätze und Verfahren sein können.

Standort	Maßnahmenvariante / Anwendungsbereich	Multifunktionale Wirkungen
Versickerungsmulden im Neubauquartier Bugginger Straße.	Breite <b>semizentrale Versickerungsmulde</b> auf einer öffentlichen Fläche zur gemeinsamen Entwässerung privater Grundstücke eines Wohngebietes (Betrieb durch ESE/ bnNetze)	Die Fläche dient als Baum- und Strauchstandort, fungiert als Straßenbegleitgrün und wird zukünftig Schatten und Verdunstung liefern. Durch die linienhafte Ausführung entlang der Grundstücke bildet der Grünstreifen gleichzeitig eine landschaftliche Abgrenzung des Grundstücks und ist ein Puffer zwischen Privatgrundstück und Straße. Die Böschung ist flach gehalten, sodass die Mulden mit wenig Aufwand (maschinell) gut gepflegt werden können.
Peter-Sprung-Str./ alter Wiehrebahnhof	<b>Semizentrale Mulden-Rigole</b> (auf öffentlicher Fläche, Betrieb ESE/bnNetze) zur gemeinsamen Entwässerung der privaten Grundstücke des Wohngebietes Richard-Künzer-Straße (Fertigstellung ca. 2004)	Die Gestaltung der oberirdischen Mulden wurde bewusst auf Mehrfachnutzung als Aufenthaltsfläche ausgelegt (Natursteine der Kaskaden dienen als Sitzgelegenheit; gute Zugänglichkeit etc.). Die Muldenflächen grenzen unmittelbar an einen Kinderspielplatz an und sind somit Teil einer größeren öffentlichen Grünfläche. Insbesondere nach Regenfällen wird die Möglichkeit des Wasserspieles genutzt. An einigen Tagen wird der Standort von einem mobilen Café bedient und ist bei schönem Wetter stark frequentiert. Bisherige Untersuchungen der Uni Freiburg zeigten eine gute Sickerfähigkeit des Muldenbodens sowie eine sehr gute Akzeptanz der Anlagen bei den Anwohnern
Rieselfeld 4. BA	<b>Teich: Versickerungs- und Rückhalte-teich/-mulde</b> in öffentlicher Grünfläche	Integrierte Gestaltung eines naturnahen Teiches mit Bäumen und Sträuchern, die für Schatten, Verdunstung und Biodiversität sorgt. Außerdem ist ein wertvoller Naturerfahrungsraum entstanden.
Güterbahnhof Nord	<b>Sicker-/ Verdunstungsbecken</b> für die Straßenentwässerung der Eugen-Martin-Straße (in Form einer flachen Mulde mit Cortenstahl-Einfassung)	Als Blühstreifen integriert in begehbaren Grünfläche angelegt. Die Mulden wurden zusätzlich mit hochstämmigen Bäumen bepflanzt, um den Straßenzug als „Grüne Achse“ stadtklimatisch und hitzeanpassungstechnisch aufzuwerten
Güterbahnhof Nord	<b>Sickermulde</b> in Form eines Muldengrabens Alter Zollhof	Auf engem Raum wird in Verbindung mit Brückenstegen eine attraktive und zugleich funktionale Gestaltung erreicht, die durch Verdunstung und Versickerung den naturnahen Wasserhaushalt fördert.
Rathaus im Stühlinger	<b>Mulden-Rigole</b> als Blühstreifen	Die Ausführung als Mulden-Rigole optimiert das Speichervolumen und die Versickerungsleistung. Die naturnahe Bepflanzung als Blühstreifen reichert die Gartengestaltung ökologisch an.
Peter-Sprung-Straße (Alter Wiehre-Bhf.)	<b>Sickerbecken</b> als Pflanzbeet mit Sitzgelegenheit	Das Sickerbecken schafft viel Einstauraum für Regenwasser auf wenig Fläche, sodass ausreichend Platz für die angrenzenden Verkehrsflächen bleibt. Die höhere Bepflanzung steigert die Verdunstung und das vielfältig bepflanzte Beet mit der als Sitzgelegenheit gestalteten Einfassung zugleich die Attraktivität und Aufenthaltsqualität im Straßenraum. Der Nutzwert der Einfassungsmauer zum Sitzen wurde leider durch den Verlust der Holzaufgaben gemindert.

Tab. 5: Freiburger Praxisbeispiele der Mehrfachnutzung von Grünflächen (Quelle: UWSA/FWB, 20.2.2020)



Abb. 95: Versickerungsmulden im Neubauquartier Bugginger Straße [1]



Abb. 96: Semizentrale Mulden-Rigole Peter-Sprung-Str./alter Wiehrebahnhof [1]



Abb. 97: Versickerungs- und Rückhalteteich in öffentlicher Grünfläche Rieselfeld 4. BA [1]



Abb. 98: Straßenentwässerung der Eugen-Martin-Straße in Form einer flachen Mulden Güterbahnhof Nord [1]



Abb. 99: Muldengraben zur Versickerung Alter Zollhof Güterbahnhof Nord [1]



Abb. 100: Mulden-Rigole als Blühstreifen Rathaus im Stühlinger [1]



Abb. 101: Sickerbecken als Pflanzbeet mit Sitzgelegenheit Peter-Sprung-Straße (die Holzauflagen wurden leider gestohlen) [1]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\)](#): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A und B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg.
- > [Benden, J. et al. \(2017\)](#): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation.



4.2

## KLIMAKOMFORTPLÄTZE ANLEGEN

### Was ist damit gemeint?

In städtischen Wärmeinseln benötigen Menschen Zugang zu wohltuenden Orten, um sich im Freien auszuruhen, aufzuhalten und kurzzeitig erholen und abkühlen zu können. Dazu soll die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung clever mit Maßnahmen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität und des Mikroklimas kombiniert werden.

Für die Schaffung von frei zugänglichen, gut erreichbaren Klimakomfortplätzen kommen öffentliche Grünflächen, Plätze, Straßen, Promenaden und auch Campus- und zugängliche Freianlagen öffentlicher Einrichtungen infrage. Die Maßnahme ist ebenso auf halböffentliche Grünräume offener Wohnanlagen übertragbar.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Für Entlastung an heißen Tagen eignen sich

- Begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche mit Sitzgelegenheiten
- Plätze und Wege an Gewässern
- Wasserspiele oder Brunnen mit Fontänen oder Sprühnebel

> Begrünte und beschattete Aufenthaltsbereiche mit Sitzgelegenheiten

Eine wirksame Maßnahme ist die Herstellung bzw. Erhaltung möglichst barrierefrei erreichbarer Aufenthaltsbereiche in Straßen, auf Plätzen, in Grünflächen und an

Gewässern, die mit attraktiven Sitzgelegenheiten ausgestattet sind. Für die Abkühlung an Hitzetagen ist die ausreichende Schattenspendung durch Bäume oder Vertikalbegrünungen (z.B. begrünte Pergolen auf Plätzen und in Grünflächen) wichtig. Wer zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs ist, findet bereits durch überschirmende Baumreihen in Straßen und Wagen an extrem heißen Tagen eine gewisse Entlastung. Trinkwasserstationen im öffentlichen Raum unterstützen das.

> Plätze und Wege an Gewässern

Freiburg bietet ein ausgedehntes Netz an Fließgewässern und Gräben. So manches Gewässer verläuft jedoch unbemerkt verdolt unter Stadtplätzen und Freiflächen. Die Verdunstungskühle von offenen Gewässern zu nutzen und im dichten Siedlungsbereich für Hitzeentlastung zu sorgen, könnte zukünftig an Bedeutung zunehmen. Eine Öffnung verdolter Gewässer würde mehr Klimakomfort sowie mehr Retentionsvolumen im Starkregenfall schaffen. Mehr Wege und Plätze sind an Gewässern zu schaffen, sofern der Arten- und Biotopschutz nicht vorrangig ist.

> Wasserspiele oder Brunnen mit Fontänen oder Sprüh-Nebel

Wasserspiele und Brunnen verdunsten Wasser über ihre Oberfläche und sorgen so im Nahbereich für stadtklimatische Entlastung. Darüber hinaus sind sie Attraktions-



Abb. 102: Bad Herrenalb (Foto: Uli Christmann)

punkte für alle Generationen und steigern die Aufenthaltsqualität im urbanen Raum. Da bewegtes Wasser stärker kühlt, eignen sich Brunnen und Wasserspiele mit Fontänen oder Sprühnebel vor allem für Stadtplätze in Hot-Spot-Gebieten (KLAKE Hitze), um hier für zusätzliche Abkühlung zu sorgen.

#### Synergien

In der Kombination der Maßnahmen „Schaffung von Klimakomfortplätzen“ aus dem KLAKE Wasser und der Maßnahme „Erleb- und nutzbare bewegte Wasserelemente im öffentlichen Raum“ im KLAKE Hitze lassen sich Regenwasserbewirtschaftung und Hitzevorsorge hervorragend kombinieren und dadurch die Wirksamkeit steigern. Gefördert werden mit diesen Maßnahmen auch die Gesundheits- und Erholungsvorsorge sowie das Stadtbild. Die Schaffung von Aufenthaltsbereichen für heiße Sommertage im Nahbereich der Wohn-, Arbeits- und Einkaufsstätten, die zu Fuß oder mit dem Rad gut erreichbar sind, ist auch ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz, da lange Wege, die mit klimaschädlicheren Verkehrsmitteln zurückgelegt werden müssen, entfallen bzw. verringert werden.

#### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Freiburg weist bereits ein vielfältiges Angebot an Klima-Wohlfühlorten auf.

Nur einige von vielen Beispielen sind:

- Innenstadt mit Freiburger Bächle
- Auf den Baumpodesten und Wasserspielen auf dem Platz der Alten Synagoge
- An vielen Orten entlang der Dreisam
- Botanischer Garten
- Seepark, Eschholzpark
- Colombipark
- Stadtgarten – mit dem Potenzial durch Wiederinbetriebnahme der städtischen Brunnen
- Freiraum der Universitäts-Klinik
- Platz am Zentrum Oberwiehre

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > [BAFU \(Hrsg.\) \(2018\)](#): Hitze in Städten – Grundlagen für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung. Bern.
- > [BBSR \(2015\)](#): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.
- > [Stadt Freiburg i. Brsg. \(2019\)](#): Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“, Freiburg i. Br..



Abb. 103: Freiburger Bächle [1]



Abb. 104: Wasserspiele Zentrum Oberwiehre [1]



Abb. 105: Platz der alten Synagoge [1]



Abb. 106: Wasserspiel am Platz der alten Synagoge [1]



Abb. 107: Trinkwasserbrunnen im Vauban [1]



Abb. 108: Brunnen in Freiburg [1]



Abb. 109: Botanischer Garten in Freiburg [1]



Abb. 110: Grünfläche mit Gewässer im Kurpark Lüneburg [7]



Abb. 111: Eschholzpark [1]



Abb. 112: Baumallee Eschholzpark [1]



Abb. 113: Freiraum des Universitätsklinikums [3]



### 4.3

## WASSERPLÄTZE GESTALTEN

### Was ist damit gemeint?

Stadtplätze, Schulhöfe, Spielplätze, Sportplätze – sie alle können mit tieferliegenden Bereichen zu Wasserplätzen werden. Bei entsprechender Gestaltung können sie dem temporären Einstau von überschüssigem Wasser bei Starkregenereignissen dienen, bevor es gedrosselt dem Kanalsystem bzw. Gewässern zugeführt wird. Rotterdam, Kopenhagen, Köln, Duisburg und Hamburg planen und realisieren solche multifunktionalen „Wasserplätze“ bereits. Rotterdam hat hierfür systematisch mit Hilfe von Abflussanalysen geeignete Standorte in der Stadt identifiziert und deren „Auffangkapazitäten“ quantifiziert.

Mit dem KLAK Wasser liegt nun auch für Freiburg ein Werkzeug vor, um Plätze und Freiflächen, die für den zeitweisen Starkregenrückhalt potenziell infrage kommen, auf der gesamtstädtischen Ebene identifizieren zu können. Die konkrete Eignung dieser potenziellen Standorte für die multifunktionale Gestaltung als Rückhalteraum von Starkregenabflüssen bedarf einer vertiefenden Prüfung und Planung.

Mögliche Freiflächen werden im Konzeptplan Starkregenvorsorge als Freiraum mit Entlastungsfunktion – vorhandene Retentionsfunktion sichern, nutzen und optimieren und als Freiraum mit Entlastungspotenzial – Retentionsräume für Starkregenabflüsse entwickeln dargestellt.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Gestaltung von Wasserplätzen

#### > Gestaltung von Wasserplätzen

Ein Wasserplatz dient als tieferliegende Freianlage zum temporären Einstau von überschüssigem Regenwasserabfluss. Je nach topographischer Lage, verfügbaren Retentionsmöglichkeiten und der geplanten sowie aktuellen Nutzung lassen sich Freianlagen und Plätze kreativ für den temporären Rückhalt nutzen. Das Spektrum reicht von eher technischen bis zu naturnahen Umsetzungen wie z.B. Teichflächen mit zusätzlichem Einstauvolumen.

Voraussetzung für diese Mehrfachnutzung ist die verkehrssichere Planung und Gestaltung der Wasserplätze. In der Potsdamer Südlichen Gartenstadt drosseln Quellschächte am Boden der Grünfläche den Zulauf und verhindern so einen raschen schwallartigen Zulauf von Regenwasser in die Rasenflächen. Zusätzlich verzögert die Kaskadierung der Gesamtanlage mit mehreren höhenversetzten Einstaufstufen die Befüllung der Grünfläche. Die Kaskaden können sich außerdem nur bis zu einer niedrigen Einstauhöhe füllen. Der Nachweis der Verkehrssicherung in der öffentlichen Grünfläche wurde durch ein aufeinander abgestimmtes Regenwasser- und Grünflächengestaltungskonzept erbracht.



Abb. 114: Wasserplatz zur Ökologischen Aufwertung in Kopenhagen [4]



Abb. 115: Kopenhagen Wasserplatz am Spielplatz [4]

### Synergien

Ähnlich wie bei der Mehrfachnutzung von Grünflächen lassen sich auch bei der Gestaltung von Wasserplätzen positive Effekte nicht nur für die örtliche Regenwasserbewirtschaftung herstellen:

- Öffnung, Vernetzung und klimaoptimierte Gestaltung der Freiflächen (u.a. Verbesserung des Zugangs, zusätzliche Spiel- und Erlebnisangebote, Anlage schattenspendender Wege und Plätze)
- Anreicherung von Ortsbild und Naturvielfalt durch Wasserflächen oder wechselfeuchte Standorte und Biotope (siehe auch „Erleb- und nutzbare bewegte Wasserelemente im öffentlichen Raum“ im KLAKE Wasser)
- Erlebarmachung von Naturkreisläufen und von Regenwasserrückhaltung im Kontext schulischer Einrichtungen oder auch Spielflächen (siehe Regenspielplatz Haferacker).

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Der Alte Messplatz wurde mit einer semizentralen Muldenversickerung mit Mehrfachnutzung als Teil einer öffentlichen Grünfläche mit Platzcharakter gestaltet (Betrieb ESE). Durch die flache Ausführung der innen liegenden Grünfläche ist eine gute Begehrbarkeit bei relativ einfacher Pflege gegeben.

Auf dem Gelände des ehemaligen Freiburger Güterbahnhofs Nord entsteht ein modernes, gemischt genutztes

Stadtquartier mit dem Zollhallenplatz am Eingang des Quartiers. In das Gestaltungskonzept wurde ein nachhaltiges Wasserkonzept integriert, sodass der Kanalisation selbst bei Starkregenfällen kein Oberflächenwasser zugeleitet wird. Begrünte Versickerungsflächen und unterirdische Rigolen nehmen das Niederschlagswasser auf und führen es gereinigt dem Grundwasser zu. Ausgeschliffene Steinmulden sorgen für den temporären Verbleib kleiner Reste des Regenwassers und laden zum Spielen ein.

### Quellen und weiterführende Literatur

- > [BGS \(Hrsg.\) \(2022\): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A und B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg.](#)
- > [BBSR \(2015\): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.](#)



Abb. 116: Regenspielplatz Haferacker – Multifunktionale Nutzung eines Spielplatzes zur Starkregenvorsorge: Links: Einbau von Rigolen in den erweiterten Sickergraben; Rechts: Spielplatz mit Flutmulde (Fotos: HAMBURG WASSER)



Abb. 117: Duisburg Teich Schulhof [4]



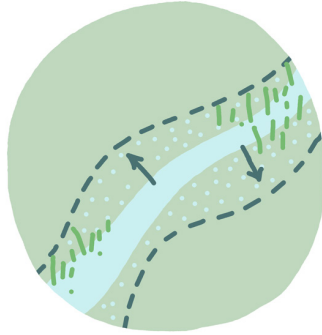
Abb. 118: Die Gestaltung der Grünfläche in der Südlichen Gartenstadt Potsdam ermöglicht den gefahrlosen kurzzeitigen Einstau von Regenwasser bei seltenen Starkregenereignissen [4]



Abb. 119: Der beste Wasserplatz in der Stadt: Hitzeentlastung inmitten der Dreisam [1]



Abb. 120: Semizentrale Muldenversickerung mit Mehrfachnutzung als öffentliche Grünfläche Alter Messplatz [1]



## 5.1

# GEWÄSSER UND UFER QUALIFIZIEREN

### Was ist damit gemeint?

Bei der Qualifizierung bestehender Gewässer und Ufer gilt: Die beste ökologische Funktionalität und Wertigkeit weisen Gewässer mit einem natürlichen bzw. naturnahen Zustand auf. Ein baulich gefasstes, aber offen geführtes Gewässer erfüllt noch einen stadtoökologischen Mindeststandard.

- > Ziel naturnahe Gewässeraue: Die Wiederherstellung einer natürlichen bzw. naturnahen Gewässeraue mit einem unverbauten, eigendynamischen Gewässerbett und einer klimaökologisch wertvollen, standortgerechten Ufer- und Auenvegetation ermöglicht eine hohe Wasserspeicherung und -rückhaltung. Wird dem Gewässer entlang seines Laufes mehr Raum zur Ausbreitung gegeben, erhöht sich der Retentionsraum und senkt sich die Fließgeschwindigkeit, sodass im Unterlauf Abflussspitzen gesenkt werden. Außerdem wird das Grundwasser über Uferfiltration angereichert. Die Vielfalt der Gewässerufer, verbunden mit einer punktuellen Zugänglichkeit vor allem in beschatteten, kühlen Korridoren, stärkt ihre Erholungs- und Hitzeentlastungsfunktion.
- > Ziel Schaffung von Retentionsräumen an Bergbächen: Bergbäche sammeln bei Starkregen auf ihrem Lauf viel Abfluss und gefährden damit die unterliegenden Siedlungsbereiche in Freiburg und darüber hinaus. Als Ergänzung zu den bekannten großvolumigen Regenrückhal-

tebecken als technischem Bollwerk vor Siedlungen sollen hier dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung aufgezeigt werden. Dezentrale Retention ist kleinteilig, mehrstufig, kaskadenartig vom Oberlauf der Bäche bis in die Tallagen, naturnah integrierbar. Sie fördert zudem den Landschaftswasserhaushalt und bietet mehr Lebensraum für wasserbezogene Tier- und Pflanzenarten.

- > Ziel Offenhaltung: die im Mittelalter gebauten Kanäle, die offen das Siedlungsgebiet durchströmen, tragen in verdichteten Stadtquartieren zur Verdunstungskühlung bei und bereichern das Stadtbild.
- > Ziel Prüfung der Öffnung: Verdolte Fließgewässer sind die schlechteste Variante in Bezug auf Stadtklima und lokalen Wasserhaushalt und erfüllen lediglich die Funktion der unterirdischen Wasserableitung

Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung sollen mit dazu beitragen, die Gewässerqualität und -quantität zu verbessern: > Vorreinigen > Regenwasser zuführen.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Gewässerrenaturierung
- Entwicklung naturnaher Uferbereiche

### Erläuterung wasserrechtlicher Gewässerrandstreifen

Im Wasserrecht wurde 2014 die Flächenkulisse „Gewässerrandstreifen“ zur Verbesserung der ökologischen Situation der Gewässer geschaffen. Gewässerrandstreifen grenzen an oberirdische Gewässer an und sind im Außenbereich 10 m und im Innenbereich 5 m breit. Es gelten darin bestimmte Gebote und Verbote, z.B. das Gebot der Erhaltung von Bäumen und Sträuchern sowie das Verbot baulicher Anlagen. Allerdings greift vielerorts noch der Bestandsschutz für die Situation vor 2014.

>> In Freiburg gelten die Gewässerrandstreifen für die Dreisam als Gewässer 1. Ordnung und alle Bäche, Kanäle und Gräben, die als Gewässer 2. Ordnung eingestuft sind.

Der Leitfaden der LUBW „Gewässerrandstreifen in Baden-Württemberg“ (LUBW 2015) nennt die Entwicklungsziele eindeutig: „Während außerhalb von Siedlungen ein mit standorttypischen Gehölzen bewachsener Gewässerrandstreifen das vorrangige Entwicklungsziel ist, stehen im besiedelten Innenbereich vor allem die Sicherung des Wasserabflusses und damit der Hochwasserschutz im Vordergrund. Die ökologische Entwicklung des Gewässerrandstreifens und der Ufervegetation ist folglich danach auszurichten.“

Im Außenbereich spielt die verbesserte Wasserspeicherung und die damit verbundene Abflussverzögerung durch den Gewässerrandstreifen eine größere Rolle. Naturnahe und von Gehölzen bewachsene Ufer setzen

die Fließgeschwindigkeit herab. Durch den verzögerten Abfluss wird zugleich ein wichtiger Beitrag zum Wasserrückhalt in der Fläche und damit zur Verminderung von Hochwasserrisiken geleistet. Ein gut entwickelter Gewässerrandstreifen kann vor allem an kleineren Gewässern kurzfristig auftretende Abflussspitzen, z. B. nach Starkregenereignissen, dämpfen und somit zu einer Verminderung des Hochwasserrisikos beitragen.

Schlussfolgerung:

Grundsätzlich gibt es aus wasserrechtlicher Sicht keine Pflegevorgaben für den Gewässerrandstreifen. Die Flächen werden vor falscher Nutzung geschützt, aber ohne Pflicht zu einer naturnahen Umgestaltung.

In Freiburg werden im Rahmen der kommunalen Gewässerschauen auch die Gewässerrandstreifen erfasst und ggf. Anordnungen getroffen. Im Rahmen einer Kommunikation über Klimaanpassungsmaßnahmen und Starkregenvorsorge könnte zusätzlich eine Empfehlung für eine naturnahe Ufergestaltung von Gewässern ausgesprochen werden.

Im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung werden Gewässerrandstreifen nachrichtlich übernommen. Die Festsetzung einer naturnahen Gestaltung der Gewässerufer lässt sich in Verbindung mit einer Darstellung als öffentliche Grünfläche besonders gut verwirklichen.

- Retentionsräume an Bergbächen schaffen
- Kleinstspeicher „Biberdamm“

Auch relevant für > Retentionsfunktion der Wälder erhalten und > Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten / verbessern

#### > Gewässerrenaturierung

Wo es das Raumangebot, die Nutzungen und die Eigentumsverhältnisse zulassen, können die Öffnung verrohrter Gewässerabschnitte, Profilaufweitungen, die Anlage von Flutmulden sowie Laufverlängerungen zur Revitalisierung, zur Erhöhung der Retentionsleistung und zur Abflussverzögerung der Gewässer beitragen. Besteht größerer Freiraum, wie z.B. in Grünflächen, können für die Herstellung auentypischer Überschwemmungsflächen seitlich des Gewässers flache Mulden ausgehoben werden, die auch zur Retention von Starkregenniederschlägen und Bodenmaterial dienen. Die Ausdehnung der Mulde hängt von der Flächenverfügbarkeit sowie der Geländetopographie ab. Auf engem Raum und baulich gefassten Gewässern mindern Maßnahmen zur Erhöhung der Sohlrauigkeit die Abflussgeschwindigkeit.

#### > Entwicklung naturnaher Uferbereiche

Naturnahe werden Gewässerufer mit gewässertypischen Gesteinssubstraten gestaltet und mit standortgerechten

Gehölzen bepflanzt. Im Korridor der Uferstreifen kann sich das Fließgewässer frei entfalten und auch den Lauf verändern. Tritt das Fließgewässer über die Ufer, breitet es sich im verfügbaren Korridor aus und fließt insgesamt verzögert ab. Damit wird ein größeres Wasservolumen in der Landschaft vor Ort gehalten, kann versickern und verdunsten. In Trockenzeiten kann das Trockenfallen des Gewässers verzögert werden, wenn dem Gewässer gewässernahes Grundwasser zufließt.

Die erforderlichen Breiten des naturnahen Uferstreifens sind gewässerspezifisch in Abhängigkeit von den Anforderungen des Hochwasserschutzes, den hydrologischen Gegebenheiten, dem Einzugsgebiet und dem Gewässertyp im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Planungen zu definieren. Die wasserrechtlichen Gewässerrandstreifen sind zu beachten.

#### > Retentionsräume an Bergbächen schaffen

Dezentrale Starkregenvorsorge beginnt oben am Berg im Entstehungsgebiet der Bergbäche, an ihren Zuflüssen. Das Grundprinzip ist vergleichbar mit dem Lawinenschutz im Alpenraum, der sich auf den gesamten Berghang verteilt. Bergbäche sammeln bei Starkregen auf ihrem Lauf viel Abfluss und ein schnelles Ableiten der Wassermengen verschärft die Gefährdungssituation für die unterliegenden Siedlungen noch. Schnell ableitende, ausgeräumte Bäche ohne naturnahe Gewässerufervegetation entwässern die Landschaft in regenarmen



Abb. 121: Kleinste Stauanlage „Biberdamm“ verzögert Hochwasserspitzen an Bergbächen (Foto: Kreisverwaltung Schwalm-Eder)



Abb. 122: Auslassbauwerk eines Kleinspeichers als Blocksteindrossel (Foto: André Assmann)

Zeiten auch zu stark. Somit gehört das schnelle Ableiten längst nicht mehr zum heutigen Stand der Technik.

Stattdessen gilt es, kleinteilig, mehrstufig und kaskadenartig den Retentionsraum im Einzugsgebiet in natürlichen Geländesenken zu nutzen und zu erhöhen. Auch eine naturnahe Gewässerufervegetation wirkt Abfluss bremsend. Der Abfluss wird durch das dezentrale, mehrstufige Einstauen des Wassers vom Oberlauf bis in die Tallagen der Bergbäche verzögert und senkt talwärts Abflussspitzen und Gefahren. Retentionsräume sind natürliche Geländemulden im gesamten Bachlauf, die durch Abgrabungen oder naturnahe Drosselbauwerke als kleinste Speicher genutzt werden. Die Speicher werden in der Regel so bemessen, dass nur bei größeren Hochwassern ein Einstau erfolgt und der Normalabfluss im Gerinne ungehindert passiert. Somit ist eine land- und forstwirtschaftliche Nutzung des Stauraums weiterhin möglich. Durch Staunässe entstehen wechselfeuchte Bereiche, die die Grundwasserneubildung fördern und Auswirkungen auf den umgebenden Baumbestand haben können. Erst viele kleinteilige Speicher an allen Zuflüssen eines Fließgewässers zusammen bewirken die gesamte Retention und schützen Siedlungen. Gesetzlich geschützte Waldbiotope und die bestehende Wegestruktur sind in der Planung zu berücksichtigen ebenso wie die Abstimmung mit Bewirtschaftern der Anrainerflächen.

#### > Kleinstspeicher „Biberdamm“

Ein naturnahes und kostengünstiges Ausführungsbeispiel für kleinste Stauanlagen ist der nach seinem natürlichen Vorbild benannte „Biberdamm“. Der „Biberdamm-Speicher“ ist als kleinste Stauanlage mit maximal 10.000 m<sup>3</sup> Stauvolumen klassifiziert. (DIN 19700 in Verbindung mit DWA 2015a) Das Volumen entsteht hinter einem Damm aus Baumstämmen, Natursteinen und Erdabdichtung mit einer Höhe bis 2 m. Sobald der Wasserstand über die Mittelwasserlinie hinaus ansteigt, wird das Gewässer eingestaut und der Retentionsraum in der Aue aktiviert. Dabei wird kein Dauerstau erzeugt und der Rückhalt läuft innerhalb kurzer Zeit wieder leer. Die hydrologische Wirkung ist der eines ungesteuerten Hochwasserrückhaltebeckens ähnlich. Wie auch bei anderem Totholz ist eine regelmäßige Kontrolle und gegebenenfalls ein Austausch der Baumstämme nach etwa 20 bis 30 Jahren erforderlich. Der Wall ist auf

den potenziellen Wasserdruck auszuliegen. Ein einzelner „Biberdamm“ vor einer Siedlung ist kein Ersatz für ein technisches Rückhaltebecken, sondern würde durch sein Material selber zur Gefahr werden.

#### Synergien

Mit der Umsetzung der Maßnahmen zur Qualifizierung der Gewässer und Ufer können neben der Regenwasserbewirtschaftung und Hitzevorsorge vielfältige positive Effekte auch für die Erholung und den Gewässer- und Biotopschutz erreicht werden. Dezentrale Retention ist naturnah integrierbar. Sie fördert zudem den Landschaftswasserhaushalt auch durch Grundwasserneubildung. Ufergehölzvegetation stellt ein wichtiges Habitat für wasserbezogene Tier- und Pflanzenarten dar, sie spendet Schatten und sie puffert stoffliche Einträge aus der intensiv genutzten Umgebung. Dies hat wiederum eine positive Wirkung auf die Wasserqualität. Weiterhin stabilisieren Gehölze das Ufer und verzögern oberflächlichen Abfluss in die Gewässer.

Die Qualifizierung der Gewässerränder und Steigerung der Biodiversität kann auch dem Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft dienen, wenn hierdurch höherwertige Biotope entstehen.

#### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Siehe dazu auch die Erläuterungen zum Konzeptplan Schwammstadt und die Schwerpunktbereiche Schwammstadt, Legendenpunkt „Aktivierung Gewässerpotenzial“ S. 53.

Das Freiburger Gewässersystem erfüllt je nach Gewässerausbauliche Funktionen sowohl für den lokalen Wasserhaushalt, die Abkühlung zur Hitzeentlastung als auch für die Entlastung bei Starkregenereignissen.

Im Fokus dieser Maßnahmen stehen die Freiburger Fließgewässer. Das sind neben der Dreisam zahlreiche natürliche Bäche, die im Bergwald oder am Tuniberg entspringen und als Dorfbäche naturnah, baulich gefasst oder verrohrt durch die Dorf- und Stadtquartiere fließen. Auch sind es die im Mittelalter gebauten und regulierten Mühlbäche und Gewerbekanäle, die Wasserkraft für Werksantriebe lieferten und kontrolliert Wiesen bewässerten. Sie sind als Kulturdenkmale geschützt. Noch heute erzeugen die Gewerbekanäle in 9

Wasserkraftanlagen Strom zudem werden aus den Runzen genannten Gräben Kleingärten bewässert.

Die Renaturierung von Gewässern ebenso wie die Schaffung von Retentionsräumen an Bachläufen nimmt teilweise dauerhaft angrenzende Flächen in Anspruch und aus der bisherigen Nutzung. Sie sollten bei sich bietenden Gelegenheiten von der Stadt erworben werden. Wichtig in der Planung ist eine Berücksichtigung aller Belange und Beteiligung betroffener Akteure.

Als Potenzial zur Schaffung von Retentionsraum am Reichenbach im Großen Tal in Kappel könnten u.a. die folgenden Flächen geprüft werden (Abb. 123 und Abb. 124):



Abb. 123: Geländemulde am Reichenbach mit Potenzial für dezentrale Retentionsmaßnahmen [1]



Abb. 124: Prüfung von Potenzial für dezentrale Retentionsmaßnahmen am Reichenbach [1]

In Grünflächen, Kleingärten, Sportflächen und auf Friedhöfen kann die Qualifikation von Gewässern durch ihren Flächenbedarf einen Nutzungskonflikt auslösen. Dennoch hat ein naturnahes Gewässer in eben diesen Freiräumen neben seinen ökologischen Funktionen für den Menschen eine hohe Wertigkeit und Zusatznutzen als kühlender Erholungsraum.



Abb. 125: Renaturierter Abschnitt der Dreisam hat ein zusätzliches Retentionsvolumen zum Hochwasserschutz geschaffen [3]



Abb. 126: Bächle in der Freiburger Altstadt bieten direkte Abkühlung und Erfrischung an heißen Sommertagen [1]



Abb. 127: Reichenbach (Kappel) – Potenzial zur Qualifizierung: Hier könnte dem natürlichen Fließgewässer mehr Raum gegeben werden, indem bepflanzte Uferstreifen und abgesenkte Rückhaltebereiche geschaffen werden. Solche Maßnahmen verbessern den Wasserhaushalt am Ufer, schützen vor Nährstoffeinträgen, sorgen für Beschattung und verzögern den Abfluss zum Schutz der Unterlieger. Der Wasserrechtliche Gewässerrandstreifen von 5 bzw. 10 m ist bei der Bewirtschaftung zu beachten. [3]



Abb. 128: Entwässerungsgraben am Tuniberg mit Potenzial zur Qualifizierung: naturnahe Grabengestaltung mit Uferstreifen und Profilaufweitungen zur Erhöhung der lokalen Wasserspeicherung, Retention und Grundwasseranreicherung. Ggf. ist der Wasserrechtliche Gewässerrandstreifen von 10 m bei der Bewirtschaftung zu beachten, Erhöhung des extensiven Grünlandanteils. [3]



Abb. 129: Roßgässlebach /Moosbach im Industriegebiet Nord – Der im Mittelalter für Wasserkraft und Wiesenwässerung angelegte Kanal liefert bis heute Wasserkraft und auch wichtige Verdunstungskühlung im Hitzehotspot Gewerbegebiet. Potenzial: Mehr schattige Plätze am Wasser würden die Erlebbarkeit und Aufenthaltsqualität erhöhen. [3]



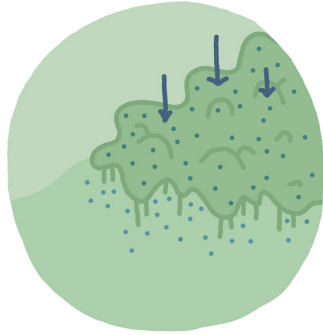
Abb. 130: Offen fließende und baulich gefasste Runz (mittelalterliches Kanalsystem für Bewässerung und Wasserkraft) bringt heutzutage Kühlung und ist ein Retentionsraum bei Starkregen. Ziel: Offenhaltung [3]



Abb. 131: Runz-Graben an einer Grünfläche mit Potenzial zur Qualifizierung: Uferabflachung zur Erhöhung des Retentionsvermögens. Naturnahe Bepflanzung der Uferbereiche mit schattenspendenden Gehölzen. Schattige Plätze am Wasser bieten kühle Erholungsräume an heißen Tagen. [3]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > DIN 19700: 2004-7 Stauanlagen. Beuth-Verlag, Berlin.
- > DWA (2010): DWA-Regelwerk, M 610. Neue Wege der Gewässerunterhaltung - Pflege und Entwicklung von Fließgewässer. DWA. Hennef.
- > DWA (2013): DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalterräumen“ und DWA-A 166 (2013) „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“. DWA. Hennef.
- > DWA (2015a): Merkblatt DWA-M 522: Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken. DWA. Hennef.
- > DWA (2015b): Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. DWA: Hennef.
- > [LUBW \(2015\)](#): Gewässerrandstreifen in Baden-Württemberg. Anforderungen und praktische Umsetzung. Karlsruhe.
- > [LUBW \(2021\)](#): Ökokonto und Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer.
- > [BVU Aargau \(Hrsg.\) \(2006\)](#): Renaturierungs- und Unterhaltsarbeiten an Gewässern. Praxishilfe. Kanton Aargau.
- > [Schwaller, G. \(2006\)](#): Einfluss von Maßnahmen der Gewässerentwicklung auf den Hochwasserabfluss.



## 5.2

# RETENTIONSFUNKTION DER WÄLDER ERHALTEN

### Was ist damit gemeint?

Wald, der in hohem Maße Regenwasser speichert, den Abfluss verzögert<sup>13</sup> und zur Ausbildung eines ausgeglicheneren Klimas beiträgt, spielt für das Regenwassermanagement und die Kühlung der Stadt eine besonders wichtige Rolle.

Zu den bedeutenden Ökosystemleistungen des Waldes gehört seine Fähigkeit, große Mengen an Niederschlagswasser aufzunehmen, zu versickern und zu speichern. Tiefwurzelnde Baumarten, die Humusschicht und die Hohlräume im Waldboden sorgen für eine hohe Wasserspeicherkapazität und verlangsamen den Oberflächenabfluss. Damit ist der Wald in der Lage, Niederschlagsspitzen abzuschwächen und einen wichtigen Beitrag zum Überflutungsschutz der Siedlung zu leisten. Die bodenschonende Dauerwaldwirtschaft fördert die Retentionsfunktion des Waldes. Ist die oberste Bodenschicht jedoch durch Extremniederschlagsereignisse gesättigt, kann auch der Waldboden kein Wasser mehr aufnehmen und der Regen läuft oberflächlich ab. Das kann auch nach langen Trockenzeiten passieren.

Über 40 % der Freiburger Gemarkung sind Waldflächen und sie sind als Landschaftsschutzgebiete und teilweise auch als Natura 2000 Schutzgebiete besonders geschützt. Die größten Waldgebiete sind die ausgedehnten Bergwälder des Schwarzwaldes sowie der Mooswald in der Ebene, ein reliktiischer Flussauewald, der seit Jahrhunderten waldbaulich genutzt und seit 200 Jahren durch zahlreiche Gräben entwässert wird.

Bewaldete Hänge mit größeren Niederschlagsmengen liegen an Schauinsland, Illenberg, Rosskopf und Schönberg oberhalb der Bebauung und bieten damit bereits einen weitgehenden Schutz vor Starkregenabfluss für die Siedlung.

Die größte Gefahr für Sturzfluten bei Starkregen geht jedoch im Bergwald von den Gebirgsbächen und den Forstwegen als Abflussbahnen aus. Im Hinblick auf das Management des Oberflächenabflusses hat das städtische Forstamt Freiburg den Schwerpunkt bisher auf die Schadensbegrenzung an der Waldwegeinfrastruktur und auf Erosionsschutz gelegt.<sup>14</sup>

So wie in den Alpen Lawinenschutz hoch oben am Berg beginnt, beginnt auch der Hochwasserschutz oben am Berg im Einzugsgebiet der Bergbäche. Nach dem Prinzip der Schwammstadt ist der Wasserabfluss der Bergbäche durch mehrstufige dezentrale Maßnahmen am Hang kaskadenartig zu verzögern, um die Hochwasserspitzen in den Tallagen zu reduzieren. Diese Maßnahmen sind hier beschrieben > Gewässer und Ufer qualifizieren, Retention an Bergbächen.

<sup>13</sup> Im Vergleich zu Landwirtschaftsflächen mit einem Abflussbeiwert von ca. 0,3 - 0,5 liegt der Abflussbeiwert für ein Waldgebiet nur bei ca. 0,1 - 0,2

<sup>14</sup> Städtisches Forstamt Freiburg 18.8.2021



Abb. 132: Die Berg-Mischwälder des Schwarzwaldes bieten den besten Schutz vor Starkregenabfluss sowie ein kühles Klima an heißen Tagen [3]

#### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Waldmehring (kleinflächig)
- Beibehaltung der naturgemäßen Waldwirtschaft
- Erhalt und Entwicklung der wasser geprägten Waldlandschaft
- Retentionsräume an Bergbächen schaffen > 5.1 Gewässer und Ufer qualifizieren S. 152
- Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände

#### > Waldmehring

Unter Waldmehring wird die Erhöhung des Waldanteils in einem Einzugsgebiet u.a. zur Verbesserung des Wasserhaushalts und des Hochwasser- und Überflutungsschutzes verstanden. Gemäß den Vorzügen des naturnahen Waldumbaus sollte eine Waldmehring mit standortgerechten, einheimischen Mischwaldbeständen erfolgen. Im Stadtkreis von Freiburg stehen jedoch keine größeren Flächen für die Waldmehring zur Verfügung. Grundsätzlich denkbar sind kleinflächige neue Waldflächen für den Klimaausgleich, z.B. als urbane Stadtwälder („Waldschwämme“), sowie Anreicherungen der Feldflur mit Schutzwäldern für die Sicherung von Hangbereichen oder als Auwaldflächen/-streifen an Gewässern (> Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten/ verbessern).

#### > Beibehaltung der naturgemäßen Waldwirtschaft

Im gesamten Stadtwald wird konsequent nach den Grundsätzen der naturgemäßen Waldwirtschaft gehandelt und damit weitgehend die Retentionsfunktion des Waldes aufrechterhalten:

- Schaffung artenreicher, stufig aufgebauter Mischwälder
- Verzicht auf Kahlschläge
- Bewirtschaftung als „Dauerwald“
- Bodenschonung durch sanfte Betriebstechnik
- Verzicht auf Pestizide und Kunstdünger
- Erhaltung der Artenvielfalt
- Die Freiburger Waldkonvention ergänzt die forst-, naturschutz- und weiteren rechtlichen Vorgaben und die Selbstverpflichtung zur Waldbewirtschaftung nach den Kriterien und Standards des Forest Stewardship Council (FSC).

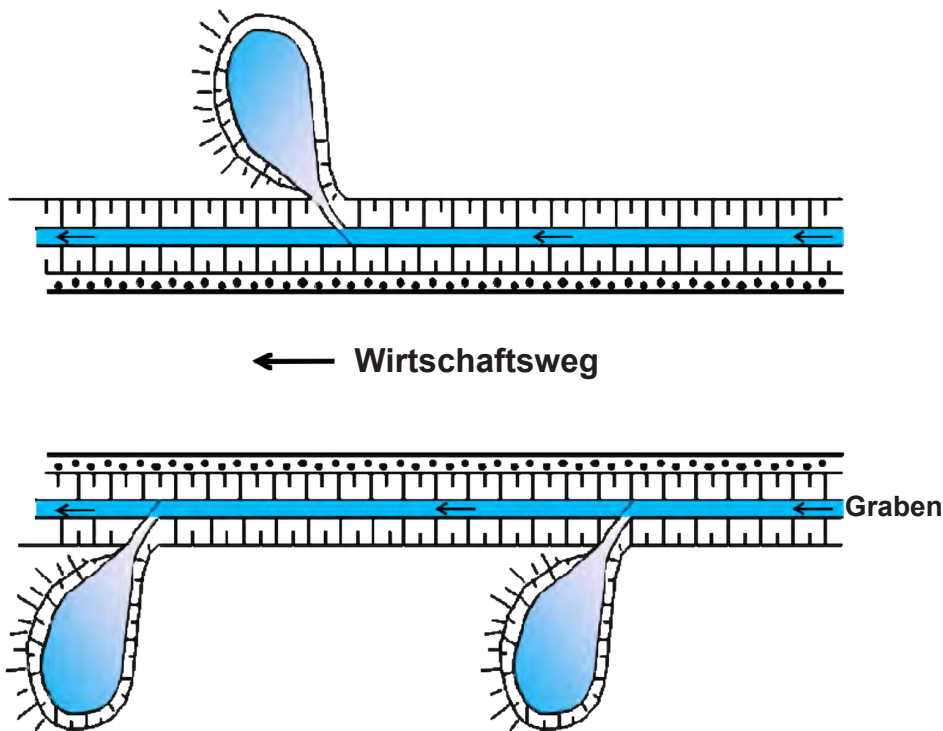


Abb. 133: Schema der „Bad Orber Flutmulden“, Einsatz von Mulden zum Rückhalt des Wegwassers (Quelle: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Merkblatt DWA-M 550 - Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung, November 2015)

#### > Erhalt und Entwicklung der wassergeprägten Waldlandschaft

Wassergeprägte Waldlandschaften liegen auf grundwassernahen Standorten oder als Auewälder im Überschwemmungsbereich von Flüssen, häufig jedoch durch historische Flussregulierungen und Deiche von den Flüssen abgeschnitten. Auewälder verfügen durch ihr hohes Wasserspeichervermögen über eine gewaltige Retentionswirkung. Bäume und das Unterholz bremsen die Fließgeschwindigkeit und mildern so die Höhe der Flutwellen. Neben dem Hochwasserschutz und der klimatischen Pufferwirkung haben intakte Auen für die Biodiversität eine außergewöhnliche Bedeutung. Insbesondere bei der Anpassung an den Klimawandel sind Auen hoch wirkungsvolle Wanderkorridore für gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Für den Menschen bieten Auen einen hohen Erholungswert, der jedoch gelenkt werden muss.

Mit gezielten Maßnahmen soll die Regulationsfunktion der wassergeprägten Waldlandschaft gesichert und entwickelt werden. Dazu gehört auch die behutsame Wiedervernässung von ehemals feuchten und nassen Waldbereichen.

Der Managementplan Natura 2000 „Mooswälder bei Freiburg“ fördert mit folgenden Zielen für den Lebensraumtyp Auwälder auch die Ziele des Schwammstadt-Konzeptes:

- Erhaltung der natürlichen Standortverhältnisse, insbesondere des standorttypischen Wasserhaushalts mit Durchsickerung oder regelmäßiger Überflutung.
- Wiederherstellung eines natürlichen Wasserregimes, wo es durch Grundwasserabsenkung gestört ist.

Siehe Beispiele und Potenziale in Freiburg

> Retentionsräume an Bergbächen schaffen > Gewässer und Ufer qualifizieren ab S. 152

> Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und-verteilung im Gelände

Forstwege und Rückegassen mit starkem Gefälle können zu Leitbahnen von Oberflächenabflüssen werden. Die Unterbrechung oder das Vermeiden solcher Fließwege verhindert die Überflutung in den Tallagen.<sup>15</sup> Um den Abfluss des Niederschlags auf Forstwegen in hängigen Waldgebieten zu reduzieren, empfiehlt sich eine dezentrale Retention entlang von Waldwegen und Gassen.

<sup>15</sup> Zu Maßnahmen an Rückegassen siehe Merkblatt DWA-M 550 Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung (DWA 2015)



Abb. 134: Retentionsmulden am Hang bei St. Ottilien dämpfen Abflussspitzen der Bergbäche [1]

An erster Stelle steht die konsequente Wegunterhaltung. Mit Wiederherstellen des Dachprofils auf dem Wegkörper wird der Oberflächenabfluss gleichmäßiger in das Gelände verteilt und kann so ggf. besser versickern oder zwischengespeichert werden.<sup>16</sup>

Um in den bergseitigen Weggräben eine Vorkonzentration und Beschleunigung des Abflusses zu minimieren, sollten diese in regelmäßigen Abständen den Weg querend in die Fläche geleitet werden. Dazu muss geprüft werden, bei welchen Wegen eine Erhöhung der wegquerenden Dohlen sinnvoll ist.

Auch der kurzzeitige Einstau von wegbegleitenden Versickerungsmulden und Gräben kann bei stärkeren Regenereignissen zu einer deutlichen Verzögerung und Abflachung des Oberflächenabflusses führen. Laut DWA-M 550 sollten im Bergland Abschlagsmulden mindestens alle 40 m bis 50 m angelegt werden, was jedoch einen großen Aufwand bei Herstellung und Unterhaltung bedeutet.

Muldenspeicher sind abflusslose Vertiefungen, die sich beim Einsetzen des Oberflächenabflusses füllen und nur über Versickerung und Verdunstung entleeren. Gerade entlang von Wegen besteht durch die Anlage von

Muldenspeichern ein hohes Potenzial zur Kompensation von Abflussverschärfungen. Bekannt wurden die nach einem schweren Überflutungsereignis in Bad Orb entwickelten „Bad Orber Flutmulden“. Die Stadt liegt von Wald umgeben in einem Talkessel. Der starke Abfluss wurde durch die Forstwege induziert und auf diesen in die Siedlung geleitet. 300 Mulden zur Ableitung und Versickerung von Wegwasser im Waldbereich werden seitdem unterhalten. Bei geringer Abdichtung der Muldensohle kann die Versickerung ein Vielfaches des Muldenvolumens an Rückhaltekapazität bereitstellen. Neben den Waldbäumen profitieren auch Amphibien von den kleinen Tümpeln.

Im Hochgebirge lassen sich erfolgreiche Vorbilder für Retention am Hang und am Wegenetz finden, wie die folgenden Bilder aus den Alpen zeigen (Abb. 136 und Abb. 137 S. 162):

<sup>16</sup> Ausgenommen sind naturschutzrechtlich geschützte Hohlwege.



Abb. 136: Beispiel einer „Abflusskaskade an Wanderwegen“ aus den Alpen: Weg querende Wasserrinnen leiten den Abfluss in kleinste Abschlagsmulden und anschließend ins Gelände und verzögern so Abfluss und Erosion auf Wanderwegen, bei hohem Pflegeaufwand [1]



Abb. 137: Beispiel aus den Alpen: in kurzen Abständen eingebaute Wasserrinnen leiten den Hangabfluss ins Gelände [1]

### Synergien

Der Wald leistet einen erheblichen Beitrag zum Wasserhaushalt. Schmelz- und Regenwasser versickern langsam und werden durch die gute Filterleistung des Waldbodens zu sauberem Grund- und Trinkwasser. Wald verhindert Bodenabtrag durch Wasser und Wind und erfüllt damit wichtige Bodenschutzfunktionen.

Die Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Retentionsfunktion wirken in vielfältiger Weise auch auf die weiteren Waldfunktionen. Naturnahe Wälder sind intakte Klimalandschaften, binden in erheblichem Maße CO<sub>2</sub>, sind wertvolle Schutzräume für Flora und Fauna und bedeutende stadtnahe Erholungsräume.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

In der Handlungskulisse „Schwamm-Landschaft – Niederungsbereiche mit Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung“ im Konzeptplan Schwammstadt stellt der Mooswald den größten Flächenanteil dar.

Der Mooswald ist ein naturnaher, struktur- und artenreicher Wald der Ebene der Freiburger Bucht mit besonderer Bedeutung für den Natur- und Artenschutz und mit langer Nutzungsgeschichte. Ein hoher Anteil an Alteichen zeugt von der kulturhistorischen Mittelwaldbewirtschaftung. Bruchwälder aus Schwarzerlen befinden sich auf anmoorigen und Niedermoorstandorten. Der Mooswald ist jedoch ein reliktscher Auewald und weist eine gestörte Wasserdynamik auf. Der Mooswald wird



Abb. 138: Mooswald: Flachwasserbereiche sind zu vermehren. Lichte Kronen zeigen Trockenschäden aus der früheren Grundwasserabsenkung an. [3]

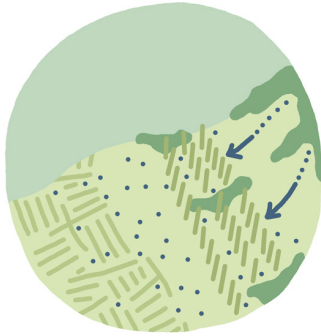
von einem vor 200 Jahren künstlich angelegten Grabensystem zur Entwässerung durchzogen. Jahrzehntelange gewerbliche Grundwasserentnahmen im 20. Jahrhundert erzeugten tiefe Grundwassertrichter. Im Rahmen eines Grundwasseranreicherungsprojektes wird seit 30 Jahren erfolgreich wieder entgegengesteuert.

Eine zusätzliche Wiedervernässung im Mooswald ist zu prüfen. Wasserbauliche Maßnahmen wären in erster Linie das Aufstauen ableitender Entwässerungsgräben sowie die Anlage von Flachwasserbereichen. Hinzu kommt eine Prüfung möglicher Zuführungen aus Regenwasserkänten, die bisher verdolt „an der Landschaft vorbei“ in den Vorfluter abgeleitet werden, z.B. der Kanal in der Markwald- und Bebelstraße.

Die oben erläuterten Maßnahmenvarianten zur Retention beziehen sich vorwiegend auf die konzeptionelle Handlungskulisse „Waldfläche in Hanglage – Sicherung des hohen Retentionspotenzials“ im Konzeptplan Starkregenvorsorge.

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > [Markart, G. et al. \(2016\)](#): Bergwälder als Abflussregulatoren. BFW-Praxisinformation 40: 16 - 19.
- > [Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft \(2004\)](#): – Hochwasserschutz im Wald. Freising.
- > DWA (2015): Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. DWA. Hennef.



### 5.3

## RÜCKHALT AUF LANDWIRTSCHAFTSFLÄCHEN IN HANGLAGE ERHALTEN / VERBESSERN (ACKER, GRÜNLAND/REBANBAU)

### Was ist damit gemeint?

Der Rückhalt und die Verlangsamung des Oberflächenabflusses auf hängigen landwirtschaftlichen Flächen einschließlich ihres Wegenetzes sind wichtige Ziele, um Sturzfluten aus dem Offenland zu vermeiden. Im Hangbereich lässt sich Retention auch dezentral durch eine Summe von vielen kleinen Abfluss verzögernden Einzelmaßnahmen erreichen.

Unter den landwirtschaftlich genutzten Flächen sind bei Starkregen besonders die offenen, nicht von Vegetation geschützten Böden der Äcker und der Rebflächen in Hanglagen gefährdet und können Sturzfluten und Bodenerosion auslösen. Die Sättigung des Bodens tritt schnell ein, das Wasser kann nicht mehr versickern und der unkontrollierte Abfluss an der Oberfläche führt zur Erosion und Verlust des wertvollen Oberbodens, der u.U. die Gewässer belastet oder als Schlammlawine im Tal und im schlimmsten Fall in bewohnten Gebieten ankommt. Generell gilt, dass ein vegetationsbedeckter Boden die Rauheit der Oberfläche erhöht und damit Abfluss verzögernd wirkt, im Gegensatz zum unbedeckten offenen Boden. Die maschinelle Bearbeitung verdichtet den Boden zunehmend und Niederschlagswasser fließt auf der dichten Oberfläche schneller ab.

Auf den Wegen wiederum sammelt sich Hangabflusswasser und fließt besonders in Gefällerrichtung verstärkt ab.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

- Konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat und Fruchtfolgewirtschaft
- Tiefen-Lockerung
- Umwandlung von Ackerland zu Grünland
- Begrünung von Tiefenlinien
- Rand- und Saumstrukturen
- Hangparallele Bewirtschaftung
- Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände
- Schaffung von Kleinstspeichern > Gewässer und Ufer qualifizieren S. 152
- Retentionsräume an Bergbächen schaffen > Gewässer und Ufer qualifizieren S. 152

In der Tab. 6 S. 165 werden die Maßnahmenvarianten in Bezug auf ihre Wirkung für Abflussminderung, Abflussverlangsamung und in Bezug auf den Aufwand zur Umsetzung der Maßnahme bewertet.

Die Maßnahmen werden nachfolgend kurz erläutert. Ausführliche Beschreibungen finden sich im Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung (DWA 2015).

- > konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat und Fruchtfolgewirtschaft

Die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung mit passiv arbeitenden Geräten (geringe Durchmischung) und die Direktsaat sind die wirkungsvollsten Maßnah-

Maßnahme	Abflussminderung	Abflussverlangsamung	Aufwand
konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaat und Fruchtfolgewirtschaft	hoch	mittel	hoch
Tiefen-Lockerung	mittel	mittel	gering
Umwandlung von Ackerland zu Grünland	mittel	mittel	hoch
Begrünung von Tiefenlinien	gering	hoch	mittel
Rand- und Saumstrukturen	mittel	mittel	gering
Hangparallele Bewirtschaftung	mittel	gering	mittel
Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände	gering	mittel	mittel
Schaffung von Kleinstspeichern	mittel	hoch	hoch
Retentionsräume an Bergbächen schaffen	gering	mittel	gering

Tab. 6: Übersicht der Maßnahmenvarianten in Bezug auf ihre Wirkung für Abflussminderung, Abflussverlangsamung und Aufwand

men gegen Bodenerosion durch Wasser. Es werden so die strukturellen Eigenschaften des Bodens so wenig wie möglich beeinflusst und indirekt auch die Versickerungsfähigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens gefördert. Die verbesserte Wasserinfiltration auf konservierend bestellten Flächen sorgt zudem für eine effizientere Nutzung von Niederschlägen. Dies kann im Hinblick auf den Klimawandel und den damit verbundenen, ausgeprägteren Trockenperioden von Bedeutung sein. (DWA 2015, S. 34) Merkmale dieser Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren sind:

#### Konservierende – nichtwendende Bodenbearbeitung

- Lockerung des Bodens mit nichtwendenden Bearbeitungsgeräten (z. B. Grubber, Scheibeneggen usw.),
- Belassen einer mit Pflanzenresten (Mulch) bedeckten Bodenoberfläche für die Mulchsaat der Folgefrucht.

#### Direktsaat

- Aussaat der Folgefrucht mit Direktsägeräten ohne Bearbeitung der Ackerfläche.

Ein Ackerbau mit Fruchtfolgewirtschaft anstelle einer Monokulturbewirtschaftung sorgt im Jahresverlauf länger für eine schützende Vegetationsbedeckung des Bodens und wirkt dadurch Verschlammung und Bodenerosion entgegen. Die Wasserspeicherkapazität des Bodens erhöht sich und der Oberflächenabfluss in sensible Tallagen wird reduziert.

#### > Tiefen-Lockerung

Eine durch Tiefen-Lockerung beseitigte infiltrationshemmende Sperrschicht kann, neben der hochwasserreduzierenden Wirkung, auch zur Wassererosionsminderung auf Ackerflächen beitragen.

Im Gegensatz zur Bodenbearbeitung im Rahmen der Feldbestellung wird bei Tiefen-Lockerung mittels Lockerungsgerät der Boden flächenhaft mindestens in einer Tiefe von 40 cm angehoben und dabei aufgebrochen (DIN 1185).

#### > Umwandlung von Ackerland zu Grünland

Bei der Umwandlung von Ackerland in Grünland wird die Fläche aus der ackerbaulichen Nutzung genommen und fördert als Dauergrünland mit ganzjähriger Bodenbedeckung die Erosionshemmung und die Abflussminderung. Außerdem stellt die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland eine wichtige Maßnahme dar, um Phosphoreinträge in Oberflächengewässer zu mindern (z. B. im Rahmen der Umsetzung der WRRL).



Abb. 139: Konservierende Bodenbearbeitung (Foto: LfULG)



Abb. 140: Direktsaat (Foto: LfULG)

#### > Begrünung von Tiefenlinien

In Tiefenlinien bzw. Hangmulden fließt Oberflächenabfluss mit hoher Abflussfülle hangabwärts. Dies führt zu ausgeprägten linearen Erosionsformen mit starker Tiefenerosion bis hin zum grabenartigen Aufreißen der Oberfläche. Daher stellt die Begrünung von reliefbedingten Abflussbahnen und Erosionsrinnen aus Sicht des Hochwasser- und des Erosionsschutzes eine besonders effektive fluruntergliedernde Maßnahme dar. Global sind diese „grassed waterways“ in großflächigen Ackerbaubereichen als Erosionsschutz verbreitet.

#### > Rand- und Saumstrukturen

Das Einbringen von Vegetationselementen in die Feldflur als Rand- und Saumstrukturen, um die Oberfläche rauer zu gestalten, verlangsamt oder unterbricht den Oberflächenabfluss. Zu unterscheiden sind dabei:

- Die Feldunterteilung quer zum Hang mit unterschiedlichen Fruchtarten. Die landwirtschaftliche Nutzung bleibt vollständig erhalten.
- Einjährige Gras- oder Getreidestreifen. Die landwirtschaftliche Nutzung bleibt vollständig erhalten.
- Mehrjährige bzw. dauerhafte Streifen aus Gräsern und Kräutern.
- Anpflanzung von Gehölzen quer zur Hangrichtung.

#### > Hangparallele Bewirtschaftung

Verdichtete Fahrgassen in der Falllinie der Feldflur wirken bei Niederschlagsereignissen als Abflussbahnen. Eine hangparallele Bearbeitung reduziert den Oberflächenabfluss und damit auch die Bodenerosion.

#### > Wegebau und -unterhaltung zur Abflussverzögerung und -verteilung im Gelände

Maßnahmenvarianten für Wegebau und Wegeunterhaltung unter den Gesichtspunkten von Abflussverzögerung und -vermeidung auf Wirtschaftswegen werden in M5.2 „Retentionsfunktion der Wälder erhalten“ ab S. 158 beschrieben.

Zusätzlich kommt auf Landwirtschaftsflächen die Wiederherstellung ehemaliger natürlicher Mulden als Muldenspeicher in Betracht.

Vertiefungen, die sich im Falle stärkerer Niederschläge mit Wasser füllen, wurden in der Agrarlandschaft oft durch ausgleichende Bodenbewegungen weitgehend beseitigt. Die Neuanlage von kleinen Muldenspeichern kann das Volumen ehemaliger natürlicher Mulden wiederherstellen und deren verlorene Retentionswirkung kompensieren.

Zur Abflussverzögerung können im Wegebau Durchlässe für kleinere Gräben mit einer Schotterpackung anstelle einer Verdolung verbaut werden. Das im Gegensatz zum Rohr verringerte Durchlassvolumen der Schotterpackung staut das Wasser im Graben hangseits in kleinen Abschlagsmulden auf, und der Abfluss wird verzögert.



Abb. 141: Erosionsrinne in Tiefenlinie (Foto: LfULG)



Abb. 142: Begrünte Hangrinne (Foto: J.Voß, SIB)



Abb. 143: Kleinstmulde vor dem Durchlass reduziert Überflutung des Wirtschaftsweges [1]



Abb. 144: Beispiel aus den Alpen: natürliche Geländesenken werden für den Wasserrückhalt am Berg genutzt [1]

Er versickert ggf. auch vor Ort. Der Einstau des Grabens soll jedoch nicht zur Überflutung des Weges führen. Die Wirkung dieser Maßnahme entfaltet sich für einen gesamten Hang aus der Summe vieler einzelner verzögerter Grabenabflüsse. Damit das Material nicht abgeschwemmt wird, ist sie nur bei geringem Hanggefälle geeignet.

### Synergien

Maßnahmen zur Retention in landwirtschaftlichen Gebieten reduzieren den Oberflächenabfluss und damit mindern sie auch die Bodenerosion. Ebenso werden unterliegende Vorfluter entlastet und das Gefährdungspotenzial bei Starkregenereignissen in unterliegenden Siedlungen reduziert. Auch wird der Bodenwasserhaushalt verbessert, was sowohl der Landwirtschaft als auch dem Biotop- und Artenschutz zugutekommt.

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die oben erläuterten Maßnahmenvarianten, die auf den Erhalt und die Verbesserung des Rückhalts des Regenwassers auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage abzielen, beziehen sich insbesondere auf die konzeptionelle Handlungskulisse „Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern und durch Starkregen indizierte Bodenerosion mindern“ im Konzeptplan Starkregenvorsorge.

Der Tuniberg ist die mit Abstand größte zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Fläche in Hanglage im Stadtgebiet. Besonders wichtig ist es hier, das Potenzial zum Rückhalt von Oberflächenwasser sowie erosi-



Abb. 145: Begrünte Gassen in Rebflächen wirken Abfluss hemmend [3]

onsgefährdete Flächen zu identifizieren. Rebflächen stellen die überwiegende Nutzung dar. Das standortangepasste Begrünungsmanagement in den Gassen der Rebflächen kann sowohl zur Starkregenvorsorge für die Ortslagen als auch zur Verbesserung des Wasserhaushaltes auf den Nutzflächen beitragen. Es muss jedoch die Nitratgefährdung des Grundwasserkörpers berücksichtigt werden.

Seit 2019 werden in Freiburg auf Rebflächen des Weinbauinstituts wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Beweidung mit kleinwüchsigen Schafen gewonnen. Aus ökologischer Sicht spricht vieles für die extensive Landschaftspflege. Die Schafbeweidung fördert ein vitales Bodenleben, die Artenvielfalt und ist auch Starkregenvorsorge. Schwere Maschinen verdichten den Boden, dagegen bleibt der Boden „unter den Hufen“ locker. Somit kann Regenwasser viel besser aufgenommen werden, anstatt oberflächlich abzufließen und die urbane Überflutung in den Orten zu verstärken. Schafbeweidung in den Reben fördert die Schwammlandschaft und das kommt auch der Wasserversorgung der Reben zugute. (BLV 2022, Ehret 2019)

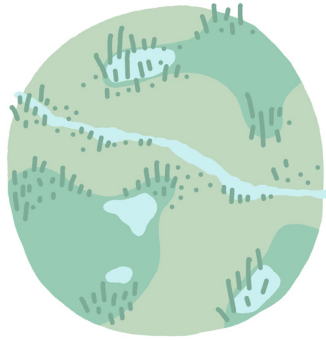
Auch am Tuniberg werden zahlreiche landwirtschaftliche Nebenstraßen und Wege bei Starkregen zu Abflussbahnen. Sie lassen sich in der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung identifizieren. Abfluss reduzierende Maßnahmen des Wegebbaus sind insbesondere dort erforderlich, wo der Abfluss zur Gefährdungslage von Siedlungen beiträgt.



Abb. 146: Begrünung der Wegsäume und Rebflächen am Schönberg - Erhalt und Weiterentwicklung des Begrünungsmanagements auf den Freiburger Rebflächen erhöhen das Retentionsvermögen und tragen zur Starkregenvorsorge bei [3]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > [Billen, N. und Aurbacher, J. \(2007\)](#): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz. 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen. Ein Maßnahmen-Ratgeber für verschiedene Umsetzungsebenen. Hohenheim.
- > [BLV \(2022\)](#): Tierische Helfer im Weinberg. Freiburg i. Br..
- > [BMVEL \(2002\)](#): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Bonn.
- > DIN 1185: 2015-12, Dränung - Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung und Unterbodenmelioration. Beuth Verlag. Berlin.
- > DWA (2015): Merkblatt DWA-M 550 - Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. DWA. Hennef.
- > [Ehret, G. \(2019\)](#): Neuer Job für die Landschaftspfleger; <https://www.der-badische-winzer.de/schafe-im-weinberg>. Freiburg i. Br..
- > [Frede, H.-G. \(1998\)](#): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft.
- > [Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg \(2022\)](#): Schafe im Weinberg. „Win-Win im Weinberg – innovatives, ökologisches und ökonomisches Weinbergmanagement mit extensiver Schafbeweidung“. Rottenburg.
- > [Landesamt für Flurneuordnung und Landentwicklung Baden-Württemberg \(1999\)](#): Die Planung dezentraler, integrierter Hochwasserschutzmaßnahmen, Schr.R; Heft 11, 1999. Kornwestheim.
- > [Sieker, F. und Reich, M. \(2007\)](#): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhalt in der Fläche unter besonderer Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte - am Beispiel des Flusseinzugsgebietes der Mulde in Sachsen. Abschlussbericht. Detlef Wilcke und Stefan Rüter: Osnabrück.
- > [Tussing, K. et al. \(2016\)](#): Dezentraler Hochwasserschutz im ländlichen Raum. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden.
- > [Zander, O. et al. \(2015\)](#): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz - Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Hannover.



## 5.4

# WASSERGEPRÄGTE KULTURLANDSCHAFTEN SICHERN UND ENTWICKELN (WÄSSERWIESEN, MOORE/GRÜNLAND IN NIEDERUNGEN)

### Was ist damit gemeint?

Niederungslandschaften mit Bach- und Grabensystemen sowie historische Wässerwiesen zählen zu den kulturlandschaftlich und ökologisch besonders wertvollen Landschaftsbestandteilen Freiburgs. Hier gilt es dem naturnahen Wasserhaushalt der Niederungslandschaft entsprechend, das Wasser zurückzuhalten. In Analogie zur Schwammstadt werden sie als Schwammlandschaft bezeichnet. Diese ist auch von erheblicher Bedeutung für die Kühlung der Stadt. Über die großflächige Grundwasserneubildung werden sowohl die Vegetation in der Landschaft als auch das innerstädtische Grün versorgt und können in urbanen Räumen Verdunstungskühle produzieren. Auch Fließgewässer werden so länger vor Austrocknung geschützt. Mit gezielten Maßnahmen soll die Regulationsfunktion der wasser geprägten Kulturlandschaften gesichert und entwickelt werden.

### Maßnahmenvarianten und Anwendungsbereiche

Einschlägige Maßnahmen, die sich unmittelbar auf die Gewässer und Uferbereiche beziehen, werden im Kapitel > „Gewässer und Ufer qualifizieren“ beschrieben. Maßnahmen im Mooswald als wasser geprägtes Waldgebiet der Niederung werden im Kapitel > „Retentionsfunktion der Wälder erhalten“ beschrieben.

Für die Stärkung des naturnahen Landschaftswasserhaushaltes und die Aktivierung weiterer Potenziale des Regenwassermanagements in grundwassernahen Niederungslandschaften kommen zusätzlich infrage

- Nutzungsextensivierung und Vernässung von Niederungen und Moorböden
- Auwaldentwicklung und -renaturierung.

> Nutzungsextensivierung und Vernässung von Niederungen und Moorböden

Grundwasser geprägte Böden speichern viel Wasser. Moorböden mit ihrem Torf sind „DER Schwamm“ einer Landschaft schlechthin. Darüber hinaus sind sie mit durchschnittlich 700 t Kohlenstoff je Hektar sehr bedeutende CO<sub>2</sub>-Speicher.

In der Vergangenheit wurden feuchte Niederungen wirtschaftlich durch Gräben und Drainagen als Intensivgrün- oder Ackerland nutzbar gemacht und das Wasser aus den Niederungen in die Dreisam und ihre Vorfluter abgeleitet. Diese Art von Wassermanagement und die Intensivierung der Nutzung haben die Niederungen nachhaltig verändert. Die Entwässerung mineralisiert die Moorböden und wirkt dem Schwammlandschaftseffekt entgegen. In der Folge der intensiven Bewirtschaftung treten verstärkt Verdichtungs- und Bodenerosionseffekte sowie Treibhausgas-Emissionen (Strotmann 2021) auf, trockene Moorflächen emittieren mehr als ein Viertel der landwirtschaftlichen Treibhausgase. Häufiger auftretende und länger anhaltende Hitze- und Trockenphasen entziehen den Niederungen zusätzliches Wasser.

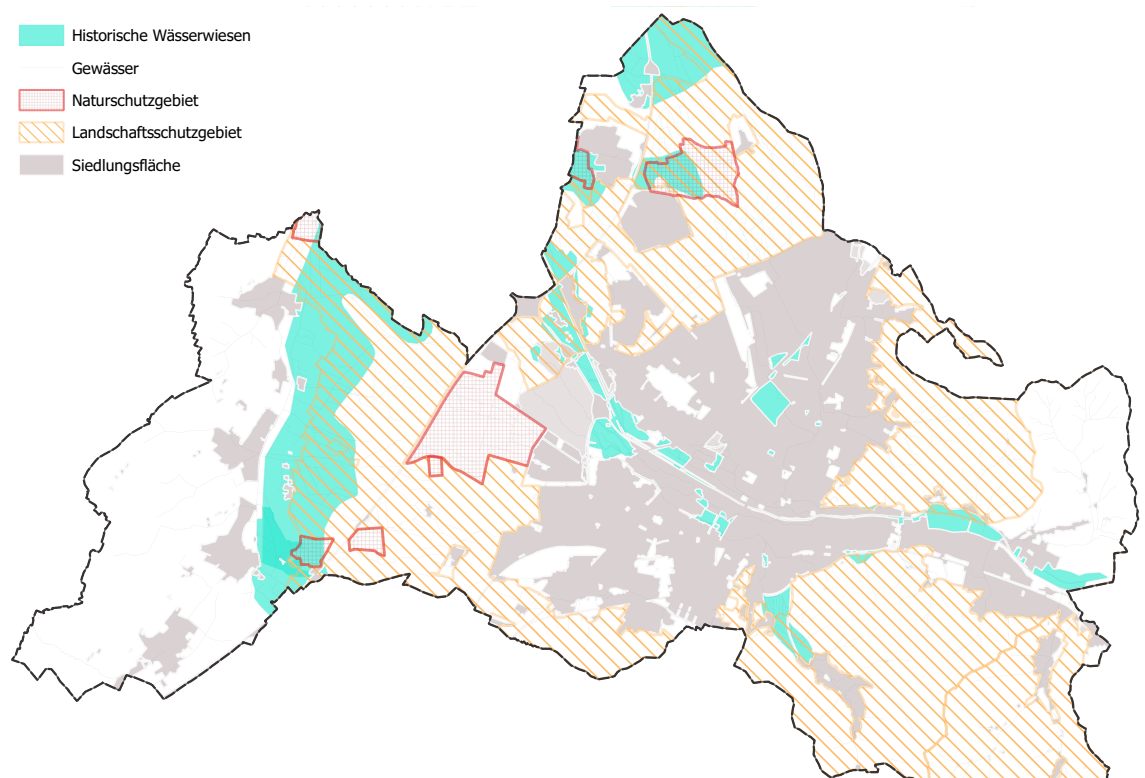


Abb. 147: Schutz- und Bebauungsstatus der kulturhistorischen Wasserwiesen, 01/2023 [1]

Für die Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes gilt es daher, wo möglich ein Wassermanagement zu entwickeln, das Wasser wieder in der Landschaft zurückhält. Bestehende Grünlandflächen werden erhalten und der Grünlandanteil wird in grundwassernahen Standorten erhöht. In Teilbereichen kann durch den gezielten Rückstau von Wasser und die Nutzungsexensivierung intensiv genutztes (Moor-)Grünland wieder vernässt werden. Erreicht werden kann dies mit Grabeneinstau und Unterflurbewässerung – einer Art umgekehrter Drainage sowie eine standortgerechte und bodenschonende Nutzung und Bewirtschaftung (> Umwandlung von Ackerland zu (Extensiv-)Grünland). Die Durchgängigkeit für die Gewässerfauna ist dabei zu berücksichtigen.

Solche Schwammlandschaften können in erheblichem Maße starkregenbedingte Abflüsse zurückhalten, und sind resilienter gegenüber Trockenperioden. Schwammlandschaften dienen somit nicht nur zur Starkregenvorsorge und zum Schwammstadtprinzip, sondern speichern auch Kohlenstoff und leisten einen hohen Beitrag zur Artenvielfalt.

#### > Auwaldentwicklung und -renaturierung

Fließgewässer mit einer natürlichen Aue verfügen über ein hohes Retentionsvermögen bei Hochwasser. Die Auedynamik verzögert den Abfluss von Hochwasser, indem das Wasser in der Fläche zurückgehalten und auf natürliche Weise gespeichert wird. Für die kleineren

und mittleren Gewässer Freiburgs sind insbesondere dezentrale Maßnahmen geeignet:

- Umsetzung von Gewässerrandstreifen gemäß Wasserrecht > Gewässer und Ufer qualifizieren
- an den Standort angepasste Bewirtschaftung (Grünland, Brache oder Auwald), Anbindung des Gewässers an die Aue, Rückbau von Entwässerungsgräben und Drainagen
- Offenhaltung der Auen von Bebauung gemäß Wasserrecht und darüber hinaus Reaktivierung und Verbesserung der Auen: Vergrößerung der Auenflächen als Retentionsraum, Rückbau von Dämmen und versiegelten Flächen, Entwicklung eines typischen Auenreliefs (Anlegen von Mulden und Rinnen mit und ohne Anbindung an das Gewässer)



Abb. 148: Mit der Vision einer revitalisierten Dreisamaue im Westen der Stadt würden vielfältige Funktionen der Schwammstadt erfüllt: Retentionsraum für Hochwasser, Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes, Verdunstungskühle für hitzebelastete Stadtquartiere (Visualisierung: Link3D). [1]

### Synergien

Durch die Sicherung und Entwicklung wassergeprägter Kulturlandschaften wie die Wässerwiesen, Moore und das Grünland in Niederungen wird auch der Natur- und Landschaftsschutz gestärkt. Nicht zuletzt erhalten die stadtnahen Feld- und Wiesenfluren eine immer stärkere Bedeutung als Erholungslandschaften vor der Haustür (Klimaschutz, Gesundheit und Schutz der tradierten Eigenart und Vielfalt von Kulturlandschaften).

### Beispiele und Potenziale in Freiburg

Die Niederungen des Mühlbaches/ Neugrabens und des Mättlegrabens/ Riedgrabens, Auwaldstandorte im Mooswald, die Mühlmatten, die Kartäuserwiesen, Abschnitte der Dreisamaue, die Bruggaaue beim Falkhof. Auch am Oberlauf von Eschbach und Welchentalbach sind Reste von Auwäldern und Galeriewälder vorhanden.

#### > Historische Wässerwiesen reaktivieren

Die jahrhundertlang praktizierte Wiesenbewässerung brachte über ein Grabensystem (Runzen) nährstoffreiches Wasser auf das Grünland. Mit Aufkommen von Mineraldüngern und Kläranlagen wurde sie eingestellt. Die Wässerwiesen waren wichtige Flächen für Grundwasserneubildung sowie Retention von Hochwasser. Außerdem waren sie durch ihren charakteristischen Wechsel von nass zu trocken ökologisch besonders wertvoll, insbesondere als Brut-, Rast- und Nahrungsbiotop für viele, heute z.T. stark gefährdete Vogelarten. Regional ist daher das Interesse an den Wässerwiesen wiedererwacht und einzelne Wiesenwässerungssysteme wurden reaktiviert, z.B. nördlich von Freiburg im Naturschutzgebiet Elzwiesen und an der revitalisierten Elz bei Köndringen sowie eine typische Schwarzwald-Hangbewässerung im Moosalbtal. In Freiburg erfolgten bisher keine Reaktivierungen von Wässerwiesen. Die Abb. 147 S. 171 zeigt die Lage der historischen Wässerwiesen. Ein großer Teil von ihnen wurde längst bebaut. Einige Flächen liegen geschützt in Naturschutzgebieten, andere werden als Kleingärten oder Friedhof genutzt. Es sollte geprüft werden, wie die noch vorhandenen Wiesenflächen mit ihren Runz- oder Grabensystemen für die Regulation des Wasserhalts dauerhaft erhalten und reaktiviert werden könnten. Insbesondere gilt dies für Lagen in öffentlichen Grünflächen, Kleingärten, in der Dreisamaue und der Mühlbachniederung.



Abb. 149: Stellwehre der historischen Wiesenbewässerung sind mancherorts noch vorhanden [1].



Abb. 150: Das wassergeprägte und strukturreiche „Naturschutzgebiet Mühlmaten“ ist wertvoller Lebensraum für seltene Tiere und Pflanzen und kulturhistorisch eine ehemalige Wasserwiese. [3]



Abb. 151: Niederungslandschaft bei Tiengen. Ziele: Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes durch die Entwicklung eines zusammenhängenden Natur- und Landschaftsraums der Niederung mit Erhöhung des Grünlandanteils, Extensivierung der grundwassergeprägten Bereiche, Wiedervernässung oder Reaktivierung von Wasserwiesen. [3]

#### Quellen und weiterführende Literatur

- > DWA (2015): Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. DWA. Hennef.
- > [Himmelsbach, I. \(2005\)](#): Bachabschlag. Von Bächen und Kanälen in Freiburg im Breisgau. Freiburg i. Br..
- > [Schwineköper, K. et al. \(1996\)](#): Wiesenbewässerung in Freiburg. S. 257-292. Bühl
- > [Strotmann, K. \(2021\)](#): Moorschutz - Moorgrünland wiedervernässen und trotzdem nutzen - funktioniert das?
- > [Zeit, J. und Pickert, J. 2017](#): Grünland auf Niedermoo ren – Balance zwischen Nutzung und Schutz. Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin.

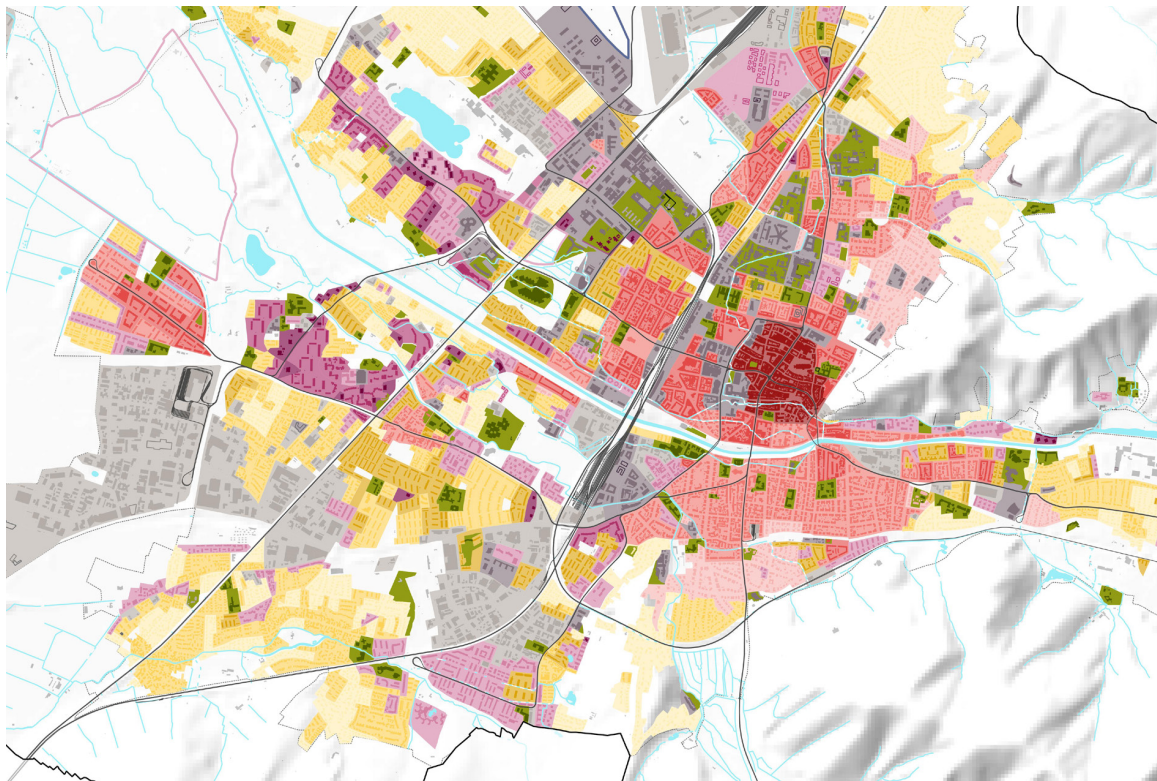


Abb. 152: Die Freiburger Stadtstrukturtypen

## 5.3 Maßnahmenpakete für Stadtstruktur- und Freiraumtypen (SST / FRT)

Jeder Stadtstrukturtyp, ob Einzelhausbebauung, Blockrandbebauung, Zeilenbebauung, gewerbliche Bebauung oder Freiraumtyp wie Plätze, Parks, Grün- und Verkehrsflächen, birgt ein anderes Potenzial für Klimaschutz und Klimaanpassung. Welcher Handlungsbedarf für einen bestimmten Typ besteht, welche Maßnahmen sich dort eignen und umsetzbar sind, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben Lage und Betroffenheit, etwa von Hitzebelastung oder Überflutungsgefährdung bei Starkregen, zählen dazu auch die für einen Typ charakteristische Verteilung der Bauten und Freiräume, also der städtebauliche Charakter des Stadtstruktur- und Freiraumtyps und die Frage, ob, welche und wie viele Flächen überhaupt für Maßnahmen verfügbar sind.

Im KLAK Wasser werden beispielhaft die folgenden typischen Stadtstruktur- und Freiraumtypen näher untersucht:

- SST 01 | freistehende Einfamilienhäuser
- SST 05 | offene Blockrandbebauung
- SST 06 | geschlossene Blockrandbebauung
- SST 08 | heterogener Geschosswohnungsbau
- SST 12 | Gewerbe/Industrie
- SST 13 | Schulen, institutionelle Einrichtungen
- FRT 01 | öffentliche Parks und Grünanlagen
- FRT 04 | Plätze und Straßenraum

Die ausgewählten Typen adressieren vor allem städtisch geprägte Bebauungs- und Freiraumtypen. Viele der in den folgenden Steckbriefen beschriebenen Maßnahmenanwendungen lassen sich so oder ähnlich auf andere Typen übertragen. Beispielsweise gelten Maßnahmen für Großstrukturen zu Typ SST 12 Gewerbe/Industrie auch für Zentren mit großflächigen Gebäudekomplexen für Handel und Dienstleistungen. Den dort vorhandenen Promenaden und Fußgängerzonen lassen sich Maßnahmen des Typs FRT 04 Plätze und Straßenraum zuordnen. Ein weiteres Beispiel sind Maßnahmen des Typs SST 08 heterogener Geschosswohnungsbau, die sich auch auf die Verdichtung des Typs Zeilenbebauung anwenden lassen.

Generell beziehen sich die Maßnahmenbeschreibungen zu den Stadtstruktur- und Freiraumtypen sowohl auf die Anpassung im Bestand als auch auf den Bestandsumbau bzw. die Bestandsergänzung. Sind hier größere Erneuerungs- und Umbaumaßnahmen, grundlegende Sanierungsmaßnahmen sowie punktuelle Verdichtungen, Gebäudeergänzungen und -aufstockungen vorgesehen, sollen diese Maßnahmen frühzeitig mitgeplant und mit den Bauvorhaben umgesetzt werden. Ein reiner Neubautyp wird nicht betrachtet. Allerdings entspricht der Stadtstrukturtyp „heterogener Geschosswohnungsbau“ am weitesten dem Typ der Neubebau-

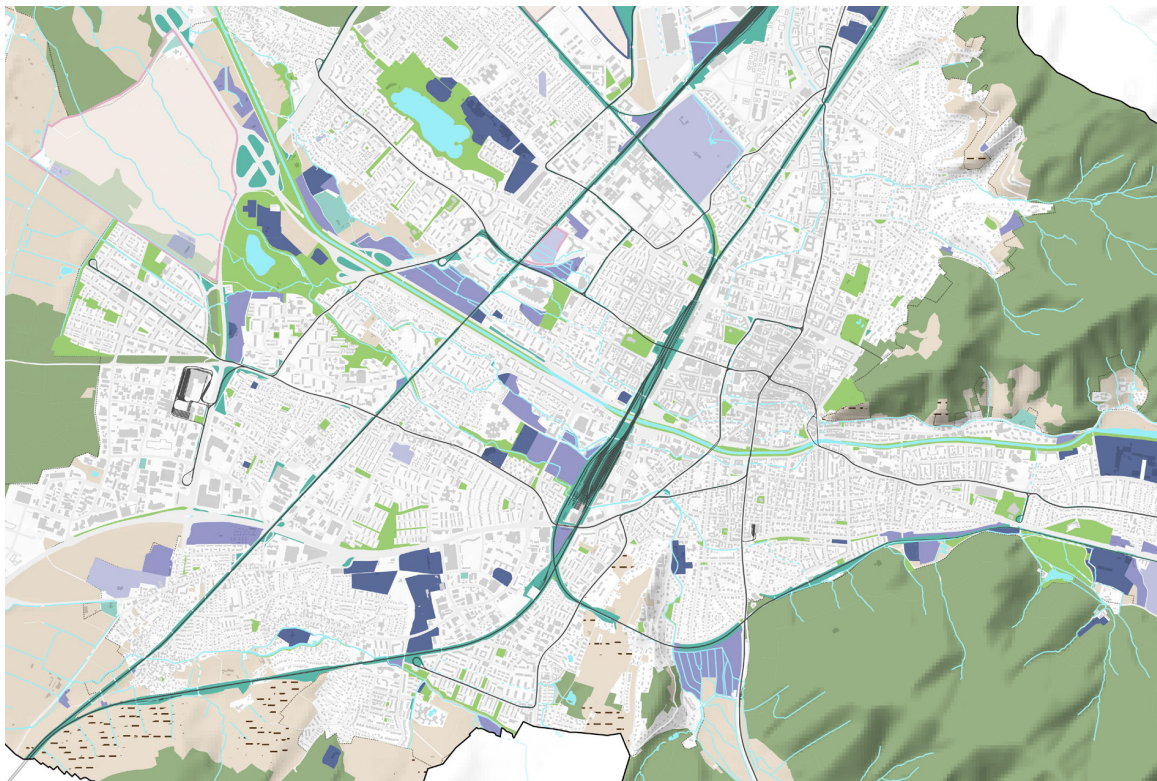


Abb. 153: Die Freiburger Freiraumtypen

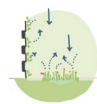
ung für Wohn- und Mischnutzungsflächen in der kompakten Stadt. Wird dieser Typ als ein Neubauquartier errichtet, beispielsweise als Stadterweiterung, weist er die größten Potenziale der Maßnahmenumsetzung mit hoher Wirkung auf, da die Maßnahmen frühzeitig in die Hochbau- und Freiraumplanung integriert und dabei auch sehr gut grundstücksübergreifende Lösungen konzipiert werden können.

Die Tab. 7 S. 176 zeigt in der Übersicht, welche der in Kapitel 5.2 ab S. 77 beschriebenen Maßnahmen für welchen Typ relevant oder besonders relevant sind.

	SST 01	SST 02	SST 03	SST 04	SST 05	SST 06	SST 07	SST 08	SST 09	SST 10	SST 11	SST 12	SST 13
Maßnahme mit geringer/keiner Relevanz ; 1.1 relevante Maßnahme; 1.1 besonders relevante Maßnahme	<b>S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen</b>												
	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	<b>S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen - Schwammstadt</b>												
	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	<b>S3 Starkregenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe</b>												
	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	<b>S4 Öffentliche Räume wassersensibel gestalten</b>												
	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	
<b>S5 Den Landschaftswasserhaushalt stärken</b>													
5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	
5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	
5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	
5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	



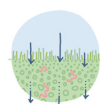
**S1**  
Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen



**1.1**  
Verdunsten



**S2**  
Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen - Schwammstadt



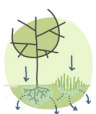
**2.1**  
Vorreinigen



**S3**  
Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen



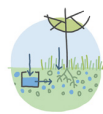
**3.1**  
Retentionsräume erhalten / schaffen



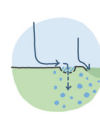
**1.2**  
Versickern



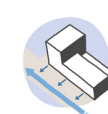
**1.3**  
Abfluss drosseln



**2.2**  
Regenwasser pflanzenverfügbar speichern



**2.3**  
Regenwasser zuführen



**3.2**  
Abflüsse leiten



**3.3**  
Objekte schützen

Tab. 7: Relevanz der Maßnahmen für die einzelnen Stadtstruktur- und Freiraumtypen

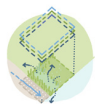
FRT01	FRT02	FRT03	FRT04	FRT05a	FRT05b	FRT06
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4

- SST 01 | freistehende Einfamilienhäuser
- SST 02 | kompakte Reihenhäuser
- SST 03 | Zeilenbebauung
- SST 04 | Stadtvillen
- SST 05 | Offene Blockrandbebauung
- SST 06 | geschlossene Blockrandbebauung
- SST 07 | Altstadt
- SST 08 | heterogener Geschosswohnungsbau
- SST 09 | Großwohnsiedlung
- SST 10 | Wohnhochhäuser
- SST 11 | Großstrukturen
- SST 12 | Gewerbe / Industrie
- SST 13 | Schulen und andere institut. Einrichtungen

- FRT 01 | öffentliche Parks und Grünanlagen
- FRT 02 | funktionale Freiräume
- FRT 03 | sonstige Grünflächen
- FRT 04 | Plätze und Straßenraum
- FRT 05a | Landwirtschaftsflächen: Acker-, Grünlandflächen, Sonderkulturen
- FRT 05b | Landwirtschaftsflächen: Rebanbau
- FRT 06 | Wald



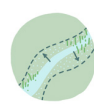
5.4  
Freiräume  
wassersensibel  
gestalten



4.1  
Grünflächen  
mehrfach nutzen



5.5  
Den Landschafts-  
wasserhaushalt  
stärken



5.1  
Gewässer und  
Ufer qualifizieren



5.2  
Retentionsfunk-  
tion der Wälder  
erhalten



4.2  
Klimakomfort-  
plätze anlegen



4.3  
Wasserplätze  
gestalten



5.3  
Rückhalt auf Land-  
wirtschaftsflächen in  
Hanglage erhalten/  
verbessern



5.4  
Wassergeprägte  
Kulturlandschaften si-  
chern und entwickeln

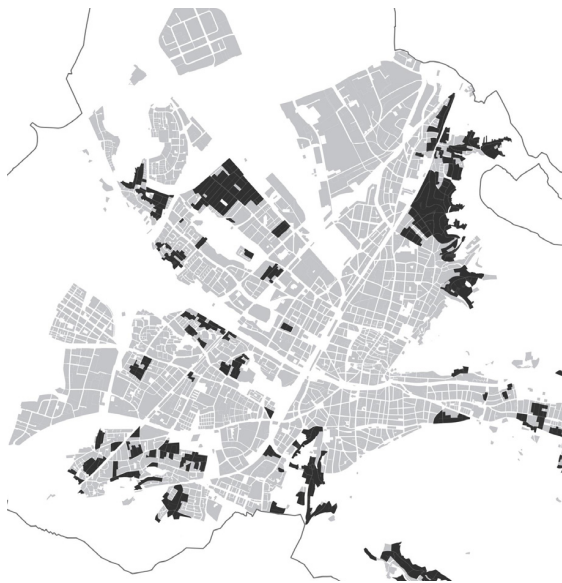


Abb. 154: Freistehende Einfamilienhäuser in Freiburg

## SST 01 „FREISTEHENDE EINFAMILIENHÄUSER“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

Zu diesem Typ zählen Baustrukturen in offener Bauweise mit Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern sowie auch Villen und Stadtvillen. In Freiburg findet sich dieser Typ v.a. in den äußeren Stadtbereichen und hier oft in Hanglagen, was die Regenwasserbewirtschaftung erschwert. Freistehende Ein- und Mehrparteienhäuser in Form einer mehrgeschossigen Villenbebauung, wie sie v.a. in Teilen der Innenstadt zu finden sind, werden ebenfalls im Typ SST 01 miterfasst. Der Versiegelungsgrad dieses Strukturtyps ist vergleichsweise niedrig und der Anteil (meist privater) Grünflächen hoch. Daher weisen aufgelockerte Stadtstrukturen hohe Potenziale für die Klimaanpassung auf. Die einzelnen Parzellen sind dabei meist durch Hecken und Zäune voneinander abgegrenzt.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

> Nachverdichtung durch Grundstücksteilung sensibel abwägen:

Flächen der Innenentwicklung sind gefragt, weshalb in Gebieten mit Einzelhausbebauung Grundstücke geteilt werden, um auch die grünen Innenbereiche zu bebauen, oder zusammengelegt werden, damit größere Neubauten ergänzt werden können. Außerdem werden eingeschossige Gebäude aufgestockt oder Dächer ausgebaut. Für den Klimaschutz ist dieser Trend positiv zu sehen, da bereits erschlossene Flächen besser ausgenutzt werden. Die Nachverdichtung sollte aber immer mit einem Paket blau-grüner Maßnahmen verknüpft werden, um sie von negativen (Aus-)Wirkungen auf das

Stadtklima zu entkoppeln. Dies können blau-grüne Dächer bis hin zu Mulden oder Zisternen sein. Ebenso können auch grundstücksübergreifende Maßnahmen zum Einsatz kommen. Gleichzeitig gilt es die derzeitigen Fließwege zu beachten, um Gefährdungen durch Baumaßnahmen zu verhindern. Zu berücksichtigen ist auch, dass Einzelhausbebauungen häufig in Bereichen liegen, die nachts gut mit Kaltluft versorgt werden. Neue Gebäude sollten deshalb so angeordnet werden, dass der Kaltluftzustrom nicht unterbrochen wird.

> Blau-grüne Maßnahmen mit lokaler Wirkung:

In Freiburg wirkt sich die zunehmende Trockenheit auf alle Grünflächen aus, auch auf privaten Grundstücken, und macht Bewässerung erforderlich. Mit dem Ziel „Regenwasser statt Trinkwasser“ sollten auf möglichst vielen privaten Grundstücken Maßnahmen zur Regenwasserspeicherung und zur Hitzevorsorge umgesetzt werden. Regenwasser sollte vor Ort verdunsten, in Zisternen gespeichert und zum Bewässern des Gartens genutzt und versickert werden. Maßnahmenpotenziale sind die (Teil-)Entsiegelung von Wegen und Stellplatzflächen. Ein wichtiger Anreiz für die Bewirtschaftung des Regenwassers auf dem eigenen Grundstück sind die Niederschlagswassergebühren, die Eigentümerinnen und Eigentümer sparen können. Die Freiburger Stadtentwässerungssatzung (Fassung v. 6.12.2022) differenziert dazu die Anrechnung der angeschlossenen Oberflächen: Das Entgelt für extensive Gründächer wird mit dem Faktor 0,5, Beläge mit offenen Fugen, wie Pflaster, Platten oder Verbundsteine mit dem Faktor 0,6 und Flächen mit Schotterbelag oder Rasengittersteinen mit dem Faktor 0,2 berechnet. Für Flächen mit intensiver Grünüberdeckung, wie Gärten oder ebenerdige Tiefgarage mit begrünter Schicht (> 30 cm), fallen keine Gebühren an.

> Wohnstraßen von der Kanalisation abkoppeln:

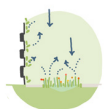
Die Erschließungsstraßen innerhalb des Stadtstrukturtypen sollen möglichst von den Kanalnetzen abgekoppelt werden. Dazu muss das auf den Straßen anfallende Regenwasser künftig dezentral über Mulden oder Mulden-Rigolen-Systeme versickert werden. Für die Sammlung und Zuleitung kommen Gräben und Randsteine infrage. Außerdem sollten Straßen und öffentliche Wege, wo möglich, mit schattenspendenden Baumreihen bepflanzt werden. Dies ist nicht nur ein Beitrag zur Klimaanpassung, die Straßenräume werden so auch attraktiver und gewinnen an Aufenthaltsqualität. Muldensysteme in den Straßen schaffen Raum für den besseren Rückhalt von Starkregen. Dort wo Straßen zu Fließwegen von Starkregenabflüssen werden, sollte geprüft werden, ob z.B. durch Fahrbahnmodellierungen zusätzliche temporäre Rückhalteräume geschaffen werden können.

> Abflüsse am Hang im Oberlauf zurückhalten:

Die topografische Lage einiger Einfamilienhäuser am Hang kann dazu führen, dass bei einem Starkregenereignis die Abflüsse aus Landschaft und Siedlungen in unterliegende Gebiete fließen und dort zu Gefährdungen führen. Daher gilt es hier, Maßnahmen im Oberlauf

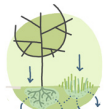


### Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



#### 1.1 Verdunsten

Baumpflanzungen, Verdunstungsbeet, Dach- und Fassadenbegrünung



#### 1.2 Versickern

Flächen- und Muldenversickerung, wasserdurchlässige Bodenbeläge



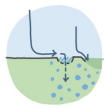
#### 1.3 Abfluss drosseln

Solargründach kombiniert mit Retentionssystemen, Retentionsgründach und Intensivbegrünung



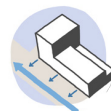
#### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Erhalt von Böden, Regenwasserzisterne, Langzeitspeicher in Pflanzgruben



#### 2.3 Regenwasser zuführen

Gräben, Bordsteine auf Lücke, Muldenrinnen



#### 3.2 Abflüsse leiten

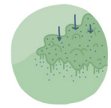
Notwasserwege zu Retentionsräumen

### Lagespezifische Maßnahmen (Wald in Hanglage):



#### 5.2 Retentionsfunktion der Wälder erhalten

Beibehaltung der Naturgemäßen Waldwirtschaft, Wegebau und -unterhaltung zur Retention



#### 5.3 Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen in Hanglage erhalten/verbessern

Retentionsräume schaffen

Abb. 155: Umsetzung von Maßnahmen im SST 01 Freistehende Einfamilienhäuser

zu aktivieren (M5.1 - M5.3). Bei Neubebauungen, Nachverdichtungen und baulichen Veränderungen ist sicherzustellen, dass bei Starkregen keine Abflüsse auf Nachbargrundstücke erfolgen. Ist dies nicht möglich, sollten

Notwasserwege gesichert und angelegt werden, um Starkregenabflüsse mittels Überlauf zu Retentionsräumen wie Gräben, semizentrale Mulden und Rückstauräume zu leiten, ohne Schaden anzurichten.

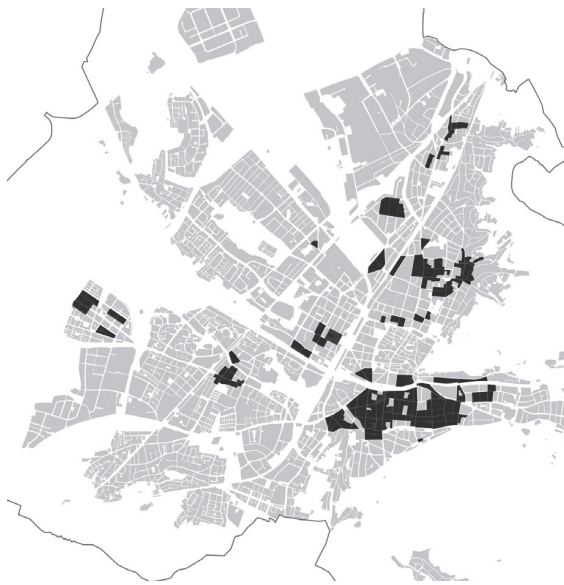


Abb. 156: Offene Blockrandbebauung in Freiburg

## SST 05 „OFFENE BLOCKRANDBEBAUUNG“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

Der offene Blockrand zeichnet sich durch seine charakteristische Blockstruktur aus, welche an mehreren Seiten mit Öffnungen versehen ist. Die einzeln oder in Gruppen stehenden Gebäude bilden einen Innenhof, der in Freiburg von wenig bis stark bebaut und versiegelt ist. Teils findet man auch dort Gebäude. Im Bestand gibt es teilweise auch grüne und baumbestandene Innenhöfe. Der Straßenraum, der die Blockstrukturen umschließt, ist ebenso unterschiedlich stark mit Baumpflanzungen versehen. Die Innenhofbereiche werden dabei sowohl privat als auch gemeinschaftlich genutzt.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

> Blau-grüne Innenhöfe und Klimakomfortplätze durch grundstücksübergreifende Lösungen:

Durch die Eigentümerstrukturen können blau-grüne Maßnahmen meist nur umgesetzt werden, wenn hierfür grundstücksübergreifend Konzepte und Lösungen gefunden werden. Hier gilt es auch bei Umbauten und Neuplanungen eine klimaangepasste Gebäude- und Freiflächengestaltung von vorneherein mitzudenken. Die stark versiegelten Innenhofbereiche sollten, wo immer möglich, entsiegelt und begrünt werden, um eine Versickerung und Speicherung des Regenwassers zu gewährleisten. Gleichzeitig gilt es, Dächer (in Kombination mit Photovoltaik) und Fassaden zu begrünen. Da in den dicht besiedelten Bereichen in Freiburg teils Entlastungsräume an heißen Tagen fehlen, sollte an geeigneten Baulücken und Öffnungen auch über Wasserplätze und Aufenthaltsplätze zur Kühlung nachge-

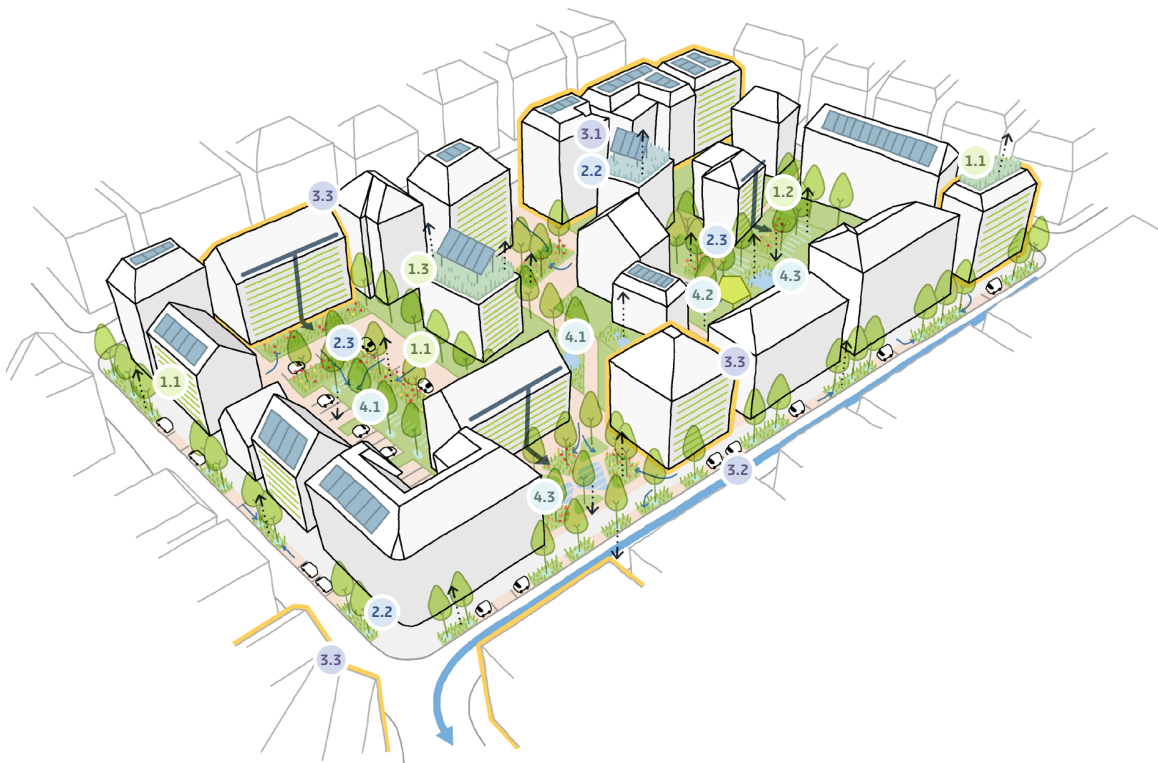
dacht werden. Hier kann das anfallende Regenwasser gesammelt werden und durch (Baum-)Pflanzungen zur Verdunstungskühle beitragen. Auch Teile der Innenhöfe können entsprechend gestaltet werden, sodass diese als kleine Klimaoasen für den Aufenthalt am Tag sowie zur Speicherung von Regenwasser genutzt werden können.

> Stellplatzflächen im Straßenraum und im Innenhof als Potenzial nutzen:

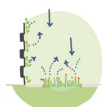
Die stärker versiegelten Innenblockbereiche sind oftmals durch große Stellplatzflächen belegt bzw. genutzt. Auch entlang des Straßenraums sind Flächen durch Stellplätze belegt. Hier sollte das Flächenpotenzial genutzt werden, um zum einen die Flächen zu entsiegeln und mit versickerungsfähigen Belägen auszustatten, und zum anderen teilweise Stellplätze zugunsten von Baumpflanzungen und Tiefbeeten zu entfernen. Diese können in einem Starkregenfall die Wassermengen teilweise drosseln und zurückhalten. In den Blockinnenbereichen sollten, wo möglich, Stellplätze zugunsten Grünflächen und Baumpflanzungen weichen oder ebenfalls entsiegelt werden. Baumpflanzungen oder berankte Pergolen führen gleichzeitig zur Beschattung dieser Flächen. Die Verdunstungskühle bringt hierbei ebenso positive Effekte mit sich.

> Für den Starkregenfall vorsorgen:

Die blau-grünen Maßnahmen, die in erster Linie eine Hitzeminderung vorantreiben, bringen viele Synergien zur Starkregenvorsorge mit sich. Somit kann das anfallende Regenwasser im Idealfall direkt vor Ort gedrosselt und gespeichert werden, um dieses, wenn nötig, zeitlich verzögert abzuleiten. Dies kann durch Retentionsdächer und Fassadenbegrünungen erfolgen. Des Weiteren gilt es, die Freiflächen mit Versickerungsmulden und Tiefbeeten auszustatten sowie Möglichkeitsflächen für einen temporären Einstau, bspw. an Plätzen zu finden. Außerdem sollten Notwasserwege (meist über die Straßenflächen) zu Retentionsräumen führen, um das Regenwasser möglichst schadfrei abzuleiten. An kritischen Infrastrukturen und Kreuzungen sollten zusätzlich Objektschutzmaßnahmen umgesetzt werden.

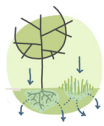


## Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



### 1.1 Verdunsten

Baumpflanzungen, Verdunstungsbeet, Dach- und Fassadenbegrünung, Wasserelemente



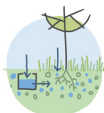
### 1.2 Versickern

Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme, Tiefbeete, wasserdurchlässige Bodenbeläge (z.B. Aufstell- und Stellplatzflächen)



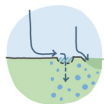
### 1.3 Abfluss drosseln

Solargründach kombiniert mit Retentionssystemen, Retentionsgründach und Intensivbegrünung



### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Baumrigolen, Regenwasserzisterne, Langzeitspeicher im Dachaufbau



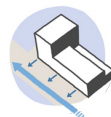
### 2.3 Regenwasser zuführen

Muldensteine und Rinnensysteme, Randsteine, Gräben, Bordsteine auf Lücke, Muldenrinnen



### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Retentionsdach, Geländemodellierung, Geländesenken



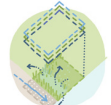
### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege zu Retentionsräumen



### 3.3 Objekte schützen

Aufkantung z.B. als Bodenwellen vor Tiefgarageneinfahrten, Bordsteine vor Kellerabgängen und Lichtschächten



### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

semizentrale Versickerungsmulden / Mulde-Rigole, Teich



### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Wasserspiele



### 4.3 Wasserplätze gestalten

Temporärer Einstau von Platzflächen

Abb. 157: Umsetzung von Maßnahmen im SST 05 Offene Blockrandbebauung



Abb. 158: Geschlossene Blockrandbebauung in Freiburg

## SST 06 „GESCHLOSSENE BLOCKRANDBEBAUUNG“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

Bei der Blockrandbebauung bilden mehrgeschossige Häuser eine überwiegend geschlossene Reihe an den Straßen. Diese Blockstrukturen bilden sehr unterschiedlich geprägte Innenhöfe in Bezug auf den Versiegelungsgrad, die Ausstattung mit Bäumen und zusätzliche Gebäude. Ein Großteil der Bebauung stammt aus der Gründerzeit. Bauliche Veränderungen entstehen durch Dachaufstockung und -ausbau, Schließung von Baulücken und Nachverdichtung in Innenhöfen. Nachverdichtung entspricht zwar der Forderung „Innen- vor Außenentwicklung“, es kann jedoch wertvollen Baumbestand vernichten werden, der für die Kühlung der hitzebelasteten städtischen Wärmeinsel notwendig ist. Auch für die Schwammstadt notwendige offene Bodenflächen gehen dabei zunehmend verloren. Neue Tiefgaragen, die über den oberirdischen Gebäudegrundriss hinausragen, verringern das für kühlenden großkronigen Baumbestand erforderliche Bodenvolumen zusätzlich.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

- > Kleinteilige Qualifizierungen im Zuge von Umbaumaßnahmen umsetzen:

Aufgrund der Parzellen- und Eigentumsstruktur lassen sich Anpassungspotenziale meist nur grundstücksbezogen nutzen. Deshalb sollten bei allen größeren Umbauten und Erweiterungen (z.B. Dachausbau) Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden. Schwerpunkte sind die Entsiegelung und Begrünung von Höfen, um die Verdunstung und Versickerung zu fördern sowie die Begrünung von Dächern (kombiniert mit Photovoltaikanlagen) und Fassaden (kombiniert mit Bewässerungssys-

temen). Solche Maßnahmen sind innerhalb der Kulissen der Städtebauförderung für Standorte der öffentlichen Infrastruktur förderfähig. Private können für Maßnahmen der Hof-, Dach- und Fassadenbegrünung, die nicht aufgrund verpflichtender Auflagen durchzuführen sind, Mittel beim Förderprogramm „GebäudeGrün hoch<sup>3</sup>“ der Stadt Freiburg beantragen.

- > Dichte Bebauung mit blau-grünen Maßnahmen für Hitzeminderung und Starkregenvorsorge anpassen:

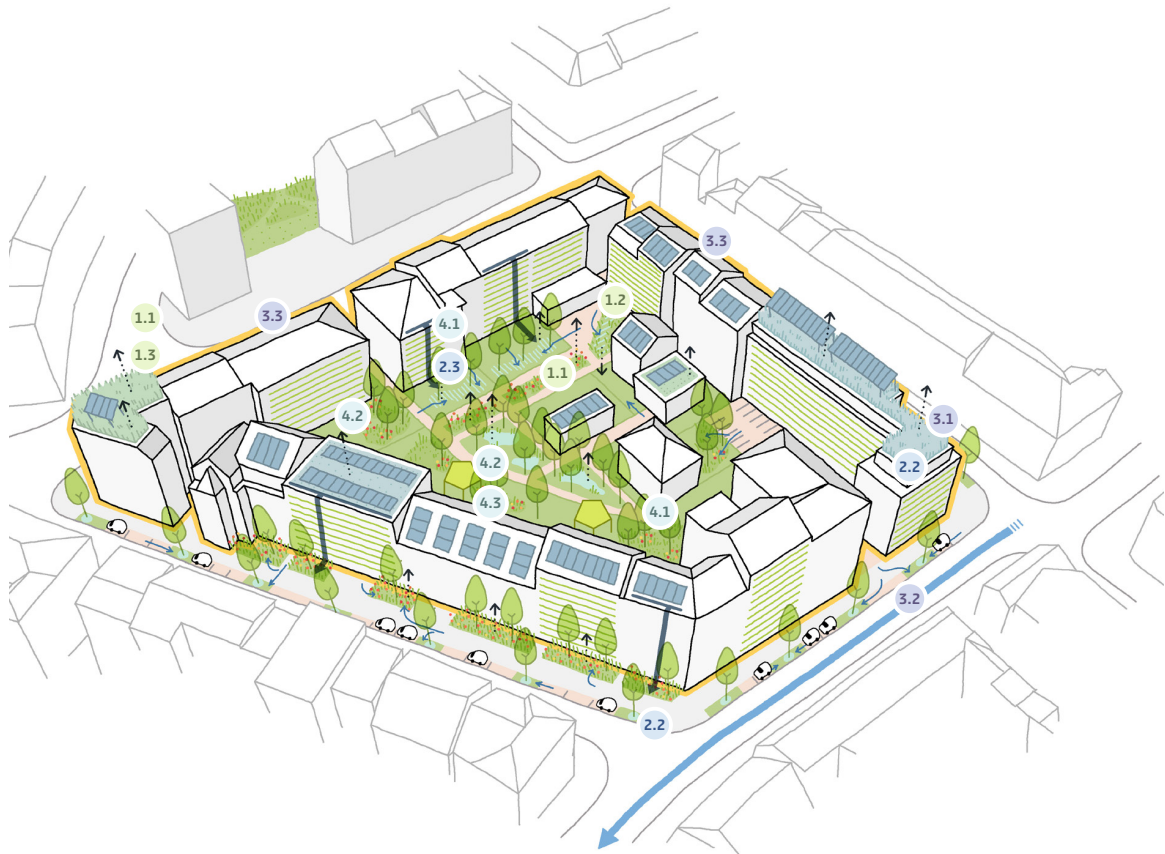
Geschlossene, höhere Baustrukturen können zur Wärmeinsel werden. Gegenmaßnahmen sind der Erhalt und die Neuanpflanzung von Bäumen, die Begrünung von Fassaden und Brandwänden sowie die Entsiegelung ebenerdiger Flächen. Für nachhaltiges Baumwachstum mit großer Schattenwirkung sind hochwertige Baumstandorte mit großzügigem Wurzelraum erforderlich. Durch Entsiegelung und Begrünung kann Regenwasser z.B. in Mulden auf den Freiflächen der Innenhofbereiche versickern. Das Regenwasser kann auf Retentionsdächern und in unterirdischen und oberirdischen Zisternen gespeichert werden, um das Grün zu bewässern. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, im Sinne der Schwammstadt den Regenwasserabfluss von den Grundstücken zu verzögern und zu verringern. Auch sollte, wo machbar, die Durchlüftung solcher Baustrukturen durch Entkernung, Freihaltung von Baulücken und Vermeidung zu dichter Baumpflanzungen verbessert werden.

- > Klimakomfortplätze im Wohnumfeld schaffen:

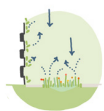
Wie wichtig es in den dichten, sich aufheizenden Stadtquartieren ist, grüne Freiräume unweit der Wohnung vorzufinden, hat nicht zuletzt die Corona-Pandemie gezeigt. Daher sollten Vorgärten erhalten und gärtnerisch gestaltet bleiben. Im öffentlichen Raum wie auch in den Höfen sollten Komfortplätze geschaffen werden – als attraktive und kühle grüne Orte im Freien. Verdunstungsbeete sind Regenwasserspeicher und sorgen für zusätzliche Kühlung. Öffentliche Plätze und Grünflächen mit Klimakomfort sind besonders in Quartieren wichtig, wo der nächste bioklimatische Entlastungsraum weiter als 350 Meter von der Wohnung entfernt ist. Diese Plätze müssen gut erreichbar und mit genügend Sitzgelegenheiten ausgestattet sein und unter Bäumen, berankten Laubengängen oder Pergolen Schutz vor der Sonne bieten. Für zusätzliche Entlastung und Attraktivität an zentralen öffentlichen Orten sorgen Wasserelemente wie Brunnen, Wasserspiele oder Trinkbrunnen.

- > Synergien zwischen Stadtkühlung und Starkregenvorsorge:

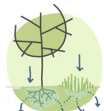
Regenwasser sollte in Retentionsdächern, Baumrigolen oder Tiefbeeten zurückgehalten und gespeichert werden, um es möglichst vor Ort zur Versorgung des Stadtgrüns und damit für mehr Verdunstungskühle zu nutzen. Dabei sind auch die Verkehrsflächen einzubeziehen (FRT 04). Sind sensible Infrastrukturen vorhanden, sollte das Überflutungsrisiko eingeschätzt und, falls nötig, Schutzmaßnahmen ergriffen werden (Notwasserwege v.a. in Straßen, Regenwasserplätze für den temporären Rückstau).



### Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



**1.1 Verdunsten**  
Baumpflanzungen und Verdunstungsbeet mit Speicher, Dach- und Fassadenbegrünung, Wasserelemente im öffentlichen Raum



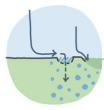
**1.2 Versickern**  
Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme, Tiefbeete, Sonderlösung Schachtversickerung, wasserdurchlässige Bodenbeläge



**1.3 Abfluss drosseln**  
Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen und Retentionsdächern, Solargründächer



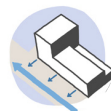
**2.2 Pflanzenverfügbar speichern**  
Langzeitspeicher in Pflanzgruben oder im Dachaufbau, Regenwasserzisterne



**2.3 Regenwasser zuführen**  
Muldensteine und Rinnensysteme, Randsteine, Gräben, Bordsteine auf Lücke, Muldenrinnen



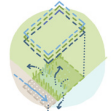
**3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen**  
Retentionsdach, Geländesenken



**3.2 Abflüsse leiten**  
Notwasserwege



**3.3 Objekte schützen**  
Aufkantung z.B. als Bodenwellen vor Tiefgarageneinfahrten, permanente/mobile Schutzeinrichtungen, präventive Planung



**4.1 Grünflächen mehrfach nutzen**  
Sicker-/ Verdunstungsbecken



**4.2 Klimakomfortplätze anlegen**  
begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Wasserspiele



**4.3 Wasserplätze gestalten**  
Gestaltung von Wasserplätzen

Abb. 159: Umsetzung von Maßnahmen im SST 06 Geschlossene Blockrandbebauung



Abb. 160: Heterogener Geschosswohnungsbau in Freiburg

## SST 08 „HETEROGENER GESCHOSS- WOHNUNGSBAU“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

Prägend für diesen Typ sind unterschiedliche Geschosswohnungsbautypen mit höherer Dichte in Gemengelage. Diese reichen von Vor- bis Nachkriegsbebauung über Nachverdichtungsbauten bis Neubau z.T. mit gemischter Nutzung. Die Nutzung und Begrünung der Freiräume variiert: Neben privat oder gemeinschaftlich genutzten Grünräumen finden sich Stellplätze auf größeren, oft versiegelten Parkflächen. V.a. neuere Gebäudetypen sind großflächig mit Tiefgaragen unterkellert. Im Bestandsumbau und besonders im Neubau sind die Anforderungen der wassersensiblen Stadt mitzudenken. Die Maßnahmen können integriert geplant und effizient umgesetzt werden.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

- > Dächer, Fassaden, Höfe und Verkehrsflächen zur Hitze- und Starkregenvorsorge nutzen:

Für kühle Luft und guten Regenwasserrückhalt können in solchen dichten Stadtstrukturen begrünte Oberflächen sorgen, deren Böden bzw. Pflanzsubstrate gut das Wasser aufnehmen und speichern können. Außerdem ist eine gezielte Beschattung der besonders sonnenexponierten versiegelten Flächen wichtig. Fassadenbegrünungen und schattenspendende Bäumen in den Hof- und Vorgartenflächen erhöhen die Kühleffekte zu ebener Erde und führen zu mehr Biodiversität im Quartier. Für die Entlastung an besonders heißen Tagen werden Klimakomfortplätze in der unmittelbaren Nachbarschaft benötigt. Nach dem Kaskadenprinzip ist zuerst der Rückhalt von Regenwasser auf den Dächern anzustre-

ben. Für die Begrünung von Dachflächen - mit und ohne RW-Speicher - als intensive oder extensive Dachbegrünung weist dieser Typ meist ein größeres Potenzial aufgrund der meist flachen und flachgeneigten Dächer auf. Dabei lassen sich besonders die extensive, aber bei mehr Pflegeaufwand auch die intensive Dachbegrünung gut mit aufgeständerten Photovoltaikanlagen kombinieren. Die Entsiegelung und Begrünung von Hof- und Stellplätzen reduziert die hitzespeichernden Oberflächen, erhöht die Verdunstungskühle und bringt Schatten. Verbleibende Hofflächen mit hellen, versickerungsfähigen Belägen reduzieren Hitze und Abfluss.

Auch auf Tiefgaragendächern lässt sich Regenwasser zurückhalten. Oft liegen sie unter Hofflächen. Eine Begrünung trägt zur Hitzeminderung bei. Eine Steigerung der Verdunstungskühle ist, bei einer starken Substratauf-lage, durch die Bepflanzung mit schattenspendenden Sträuchern und kleinen Bäumen sowie die Anlage von Wasserelementen möglich. Jedoch ist der Wurzelraum auf einer Tiefgarage nicht vergleichbar mit einem tiefgründigen Standort.

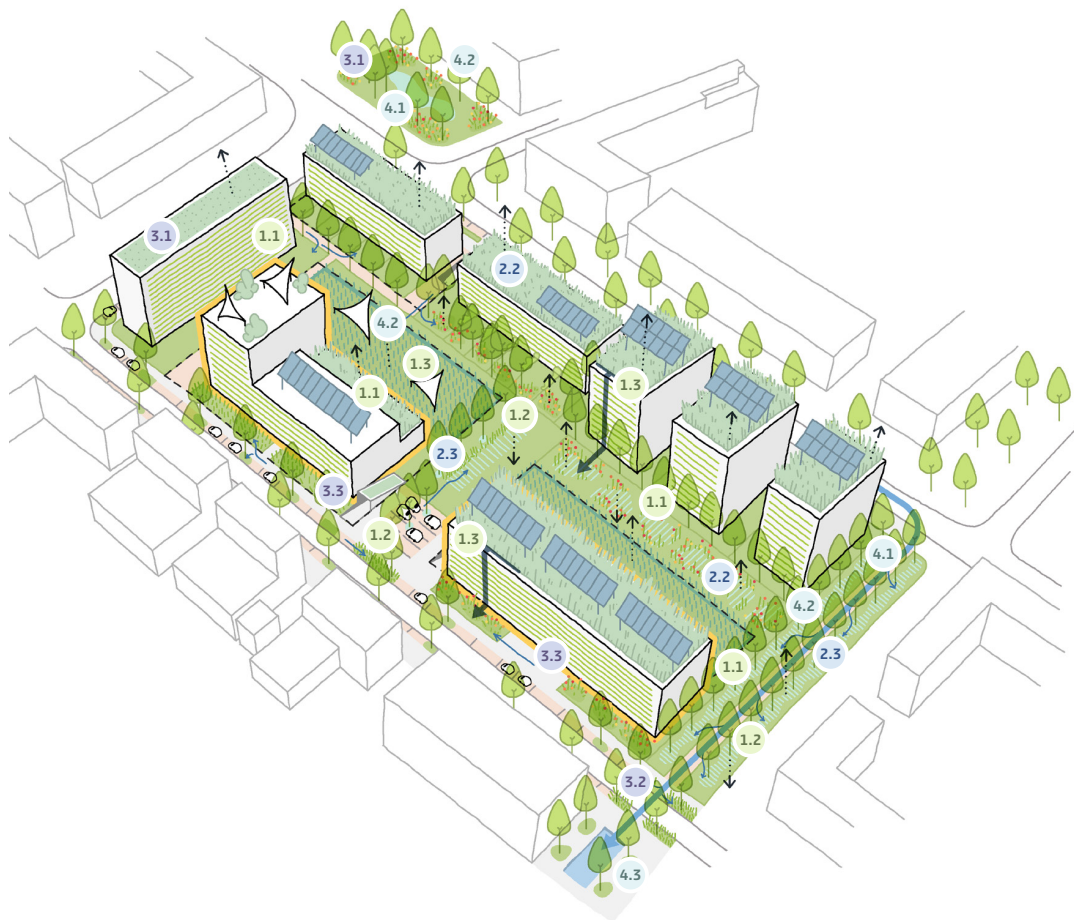
Tiefgaragen können als Bauwerke aber auch den Wurzelraum von benachbarten Bäumen einschränken. Ein geringer Wurzelraum bietet nur kleinkronigen Bäumen Platz. Großkronige Bäume, die eine große Verdunstungsleistung und eine große Schattenwirkung liefern, benötigen dazu auch einen optimalen Standort mit ausreichend großem Wurzelraum. Deshalb ist ein nicht durch Tiefgaragen eingegrenzter Wurzelraum für die Klimaanpassung von Quartieren die bevorzugte Variante.

- > Verdunstung optimieren:

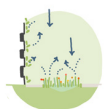
Bei optimierter Wasserversorgung sorgen Verdunstungsdächer für Kühlung der nutzbaren Dächer und oberen Stockwerke. Für vitales, verdunstungsaktives Grün muss den Bepflanzungen ausreichend Wasser aus Speichern zur Verfügung stehen. Solche Speicher verzögern außerdem die Abflüsse, indem das Wasser über eine Kaskade abläuft – vom begrünten Dach mit Wassereinstau, über die Fassadenbegrünung hinein in ein Verdunstungsbeet, eine Baumrigole und Versickerungsmulden. Auch technische Zwischenspeicher (Zisternen) sind für den Rückhalt und die Bewässerung in solchen dichten Bebauungssituationen geeignet. Für die Starkregenvorsorge müssen diese aber gezielt bewirtschaftet werden.

- > Platz für die Versickerung und den temporären Starkregeneinstau einplanen:

Die Flächen-, Mulden- bzw. Mulden-Rigolenversickerung benötigt Vegetationsflächen mit Bodenanschluss. In Abhängigkeit von Versickerungsfähigkeit der Böden und Bewirtschaftungsart muss mit 5-30 % der angeschlossenen Fläche gerechnet werden. Vorgeschaltete Retentionsmaßnahmen (Dächer, Zisternen) mindern die Flächenansprüche. Zusätzlich kann durch eine gezielte Modellierung und durch Aufkantungen von Verkehrs- und Freiflächen in Höfen und Straßen Raum für temporären Einstau von Starkregenabflüssen geschaffen werden. Solche Notwasserwege benötigen ggf. einen Überlauf in die Kanalisation, Gewässer oder in geeignete Grün- und Freiräume.

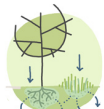


### Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



#### 1.1 Verdunsten

Baumpflanzungen, Verdunstungsbeet, Dach- und Fassadenbegrünung



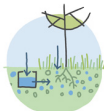
#### 1.2 Versickern

Muldenversickerung, Schachtversickerung, versickerungsfähige Stellplatzflächen



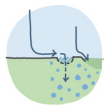
#### 1.3 Abfluss drosseln

Extensives Gründach oder Solargründach kombiniert mit Retentionssystemen, Dachgärten



#### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Baumrigolen und Verdunstungsbeete, Regenwasserzisterne, Verdunstungsdach



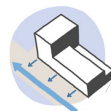
#### 2.3 Regenwasser zuführen

Gräben, Randsteine



#### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen, Geländemodellierung, Geländesenken



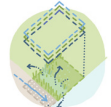
#### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege mit Überlauf zu Retentionsräumen



#### 3.3 Objekte schützen

Bodenwellen vor Tiefgarageneinfahrten, Aufkantungungen



#### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

semizentrale Versickerungsmulden, Teich, Sicker-/Verdunstungsbecken, Retentionsraum für Starkregen



#### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Wasserspiele



#### 4.3 Wasserplätze gestalten

Temporärer Einstau von Platzflächen

Abb. 161: Umsetzung von Maßnahmen im SST 08 Heterogener Geschosswohnungsbau



Abb. 162: Gewerbe / Industrie in Freiburg

## SST 12 „GEWERBE / INDUSTRIE“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

Gewerbe- und Industriegebiete finden sich überwiegend am Stadtrand. Oft liegen sie verkehrsgünstig an Autobahnen, Bundesstraßen oder Bahngleisen. Typisch sind ein hoher Versiegelungsgrad und große, oft eingeschossige Hallenkomplexe. Gewerbe- und Industriegebiete sind Orte mit hoher Arbeitsplatzdichte und die Gebäude dienen hauptsächlich der Produktion und Lagerung. Die Freiflächen sind meist versiegelt und werden überwiegend als Lager, Umschlagplatz oder als Pkw- und Lkw-Stellflächen genutzt.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

> Potenziale von Großstrukturen für die Klimaanpassung nutzen:

Die großen Gebäudekomplexe in Gewerbegebieten bergen auch ein großes Potenzial: Maßnahmen auf ihren Dächern und Fassaden entfalten nicht nur eine hohe klimatische Wirkung, die Dachflächen können auch erhebliche Mengen an Regenwasserabflüsse zurückhalten und so den Abfluss drosseln bzw. Wasser für die Verdunstung und Versickerung auf dem Grundstück bereitstellen. Die Größe der Dach- und Fassadenflächen führt auch zu Kosten- und Effizienzvorteilen. Außerdem sind die Grundstücke oft im Besitz weniger Eigentümerinnen und Eigentümer, was die Planung und Umsetzung von Maßnahmen vereinfacht.

> Kompakte Bauweisen mit Maßnahmen kombinieren:

Gewerbliche Nutzungen lassen sich stapeln. Kompakte Bauweisen optimieren die Flächenausnutzung. Gleich-

zeitig können Flachdächer auf eine entsprechende Dachlast ausgelegt werden, damit diese nicht nur extensiv zu begrünen, sondern zugleich als blau-grüne Dächer nutzbar gemacht werden können. Solche begrünten Retentionsdächer leisten einen wichtigen Beitrag zur Starkregenvorsorge. Auch die weiten fensterlosen Fassaden haben erhebliches Potenzial zur Begrünung, um die lokale Hitzebelastung zu senken. Der verringerte Kühlbedarf der Innenräume spart CO<sub>2</sub> und die Begrünung unterstützt zusätzlich die biologische Vielfalt.

Auch durch das Stapeln von Sammelstellplätzen für Pkws kann die Effizienz der Flächenverwertung gesteigert werden. Dadurch wird Raum für die Energiegewinnung und blau-grüne Maßnahmen (z.B. Parken unter dem PV-Dach, Fassadenbegrünung, Retentionsgründach) geschaffen. Unter teilversiegelten ebenerdigen Stellplätzen lässt sich Regenwasser in unterirdischen Rigo- len speichern, das zur Bewässerung oder Versickerung genutzt wird.

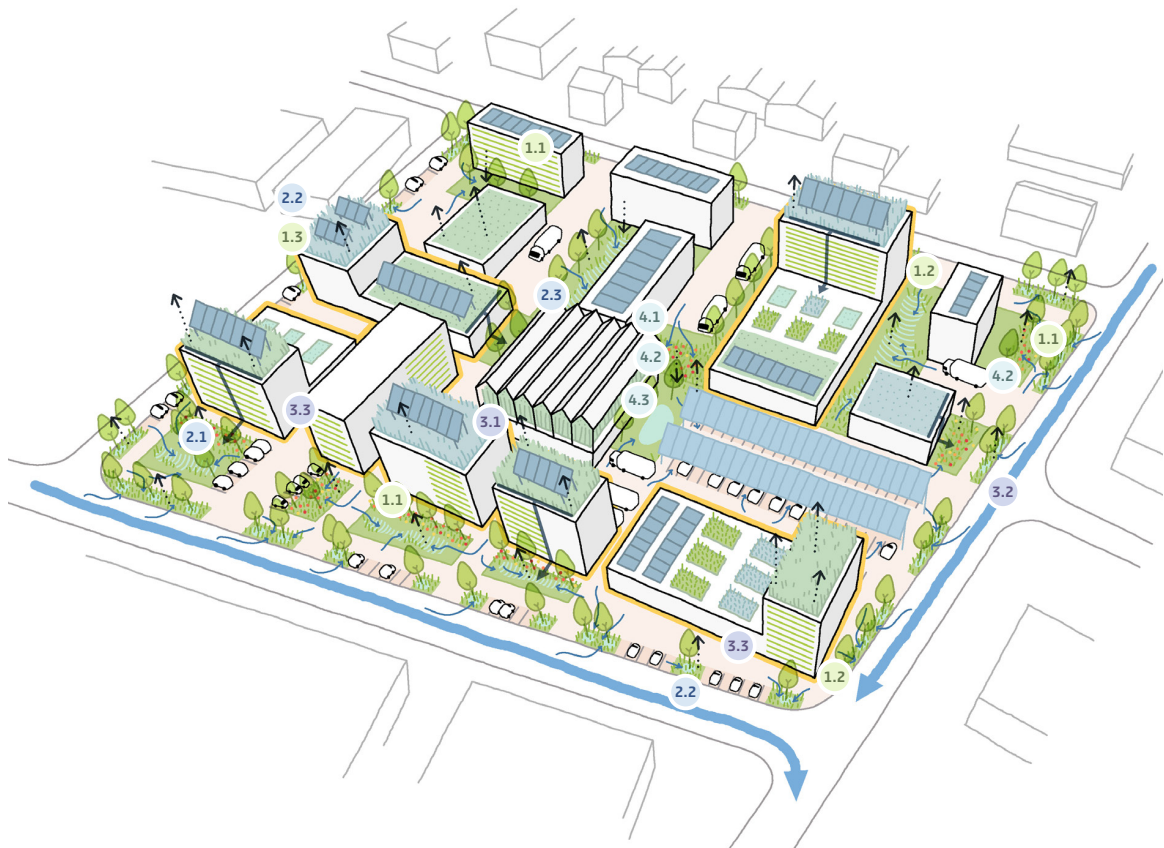
Oft verbleiben Rest- und Abstandsflächen zwischen Gebäuden, Lagerflächen oder zu den bebauten Nachbargrundstücken. Diese systematisch zu erfassen hilft, um Potenziale für eine klimaaktive Gestaltung zu identifizieren. In der Summe können solche Potenziale erheblich sein und z.B. für Baumrigolen, semizentrale Versickerungsmulden und/oder für die Rückhaltung von Starkregenabflüssen genutzt werden.

> Außenräume der Arbeitsstätten zu Klimakomfortplätzen entwickeln:

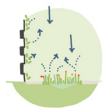
Der hohe Versiegelungsanteil und die Abwärme aus Produktionsprozessen verstärken oft die Hitzebelastung in Gewerbegebieten. Daher ist die Aufenthaltsqualität der Außenräume häufig sehr gering. Ein Mix schattiger und sonniger Pausenräume im Freien sorgt für Erholung im Arbeitsalltag. Da Menschen ab 25 °C deutlich weniger produktiv sind, nimmt die Bedeutung solcher Pausenräume, die zugleich als Klimakomfortplätze gestaltet sind, im Klimawandel zu. Eine Beschattung durch Bäume, berankte Pergolen, wenn möglich kombiniert mit Verdunstungsbeeten oder wasserführenden Flächen im Nahbereich der Pausenräume, bietet sich an.

> Abflüsse reduzieren und vorreinigen:

Der hohe Versiegelungsgrad birgt bei Starkregen ein hohes Risiko von Überflutungen. Daher sollten neben Retentionsdächern auch die ebenerdigen Freiräume dazu genutzt werden, Regenwasser zurückzuhalten. Grundstücksübergreifende Lösungen können dabei die Effizienz der Maßnahmen erhöhen. Hierbei spielen u. A. Entsiegelungen bzw. versickerungsfähige Oberflächen auf z.B. Stellplatzflächen eine große Rolle. Über Notwasserwege können Starkregenabflüsse zu temporären Retentionsräumen (Gräben, semizentrale Mulden und Rückstauräume) geleitet werden, ohne Schaden anzurichten. Je nach Nutzung und Produktion der Betriebe können die Niederschlagsabflüsse stofflich belastet sein. In solchen Fällen muss der Abfluss zur Reinigung über die belebte Bodenschicht versickern (siehe auch FRT 04).

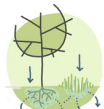


## Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



### 1.1 Verdunsten

Baumpflanzungen und Verdunstungsbeet mit Speicher, Dach- und Fassadenbegrünung, Wasserelemente



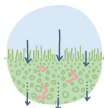
### 1.2 Versickern

Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme, Baumrigolen, Tiefbeete, wasserdurchlässige Bodenbeläge



### 1.3 Abfluss drosseln

Extensives Gründach oder Solargründach kombiniert mit Retentionssystemen, Retentionsrigolen, semizentrale Anlagen



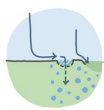
### 2.1 Vorreinigen

Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen, Filterrinnen, Retentionsbodenfilter



### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Langzeitspeicher in Pflanzgruben (Baumrigolen, Verdunstungsbeete), Regenwasserzisterne, Verdunstungs- und Retentionsdach



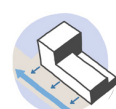
### 2.3 Regenwasser zuführen

Gräben, Rinnensysteme, Randsteine



### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Retentionsdach, Geländemodellierung und -senken



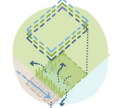
### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege zu Retentionsräumen



### 3.3 Objekte schützen

Aufkantung, permanente/mobile Schutzeinrichtungen, präventive Planung



### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

semizentrale Versickerungsmulden/ Mulde-Rigole, Teich, Sicker- und Verdunstungsbeet



### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Wasserelemente



### 4.3 Wasserplätze gestalten

Temporärer Einstau von Platzflächen

Abb. 163: Umsetzung von Maßnahmen im SST 12 Gewerbe / Industrie



Abb. 164: Schulen, institutionelle Einrichtungen in Freiburg

## SST 13 „SCHULEN, INSTITUTIONELLE EINRICHTUNGEN“

### Charakterisierung des Stadtstrukturtyps

In diesem Typ werden Schulanlagen sowie institutionelle Einrichtungen zusammengefasst. Sie haben gemein, dass sie große, meist für die Öffentlichkeit zugängliche, Freiflächen besitzen. Je nach Nutzung sind diese begrünt und mit Bäumen ausgestattet oder aber stark versiegelt. Die Baustrukturen unterscheiden sich von flachen, hallenartigen Gebäuden bis hin zu Großstrukturen.

In diesem Steckbrief wird hauptsächlich auf Schulanlagen und deren Freiflächen eingegangen, wobei viele Herausforderungen und die daraus abgeleiteten Maßnahmen auch auf die institutionellen Einrichtungen übertragbar sind.

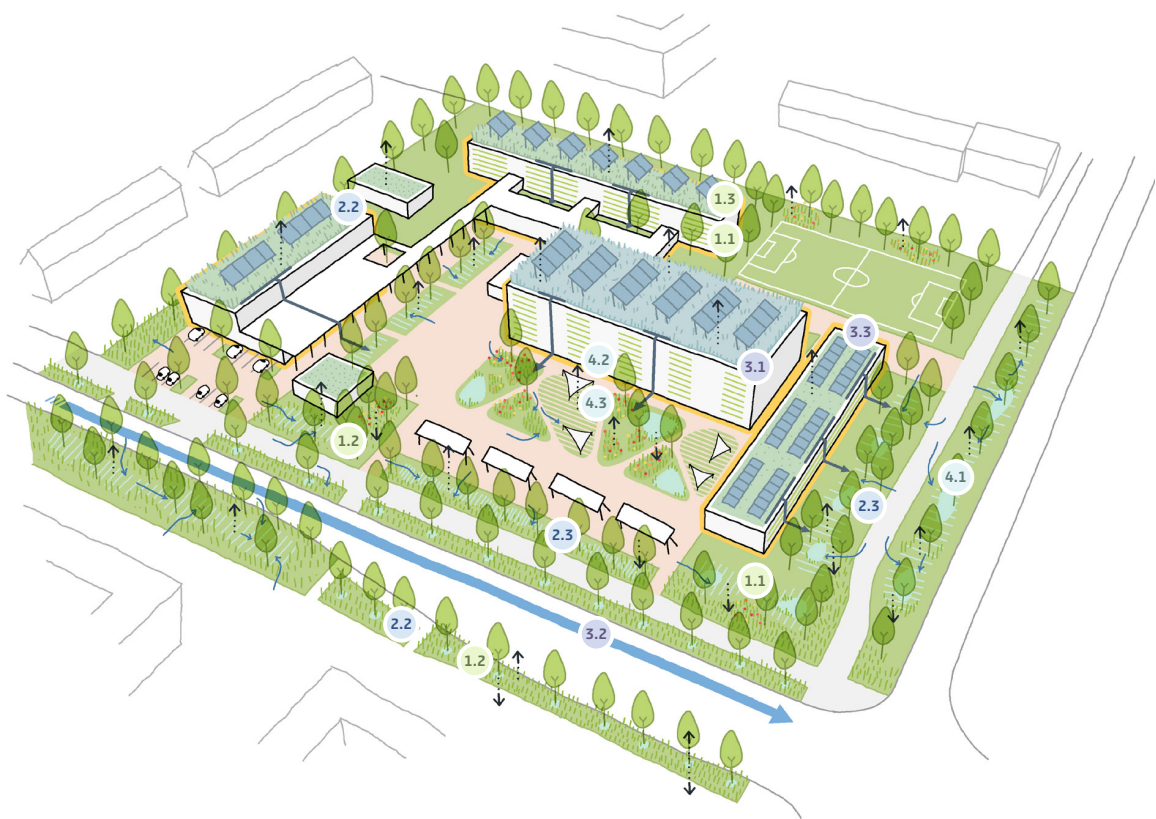
### Typspezifisches Maßnahmenpaket

> Potenziale auf Dächern und an Fassaden aktivieren:

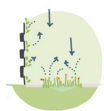
Die großen Dach- und Fassadenflächen bieten bei Schulanlagen große Potenziale für das Regenwassermanagement und die Starkregenvorsorge. Hierzu sollten die Dachflächen, mit und ohne Regenwasserspeicher, intensiv oder extensiv begrünt werden. Vor dem Hintergrund des hohen Energiebedarfs sollte dies in Kombination mit aufgeständerten Photovoltaikanlagen erfolgen. Die großen Dachflächen können je nach Ausgestaltung das anfallende Regenwasser zunächst einmal speichern und gedrosselt über die Fassadenbegrünung idealerweise zu Retentionsräumen ableiten. Zusätzlich führt die Begrünung durch die Verdunstung des Regenwassers über die Bepflanzung zu Hitzeminderungseffekten.

> Freiflächen für dezentrales Regenwassermanagement und Starkregenvorsorge nutzen:

Überall wo möglich sollten Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung nicht vollständig entsiegelt werden können, wie z.B. die Hofflächen oder Stellplatzflächen für Autos und Fahrräder, mit versickerungsfähigen Belägen, wie z.B. Rasengittersteinen oder Pflasterungen, gestaltet werden. Auf den restlichen Freiflächen sollten im Idealfall blau-grüne Maßnahmen in aller Gänze umgesetzt werden. Dies betreffen u.a. Maßnahmen zur Hitzeminderung und zum Regenwassermanagement, wie Verdunstungsbeete, Mulden und Mulden-Rigolen-Systeme, Baumrigolen oder Zisternen zur Wasserspeicherung und Nutzung zur Pflanzenbewässerung. Für den Starkregenfall sollten Retentionsräume erhalten und geschaffen werden, indem bspw. vorhandene Senken freigehalten und als Retentionsraum genutzt werden. Des Weiteren können die Hofflächen oder die angrenzenden Sportflächen multifunktional gestaltet werden, indem das anfallende Regenwasser schadfrei eingestaut wird. Gleichzeitig sollte der Oberflächenabfluss über Notwasserwege in angrenzende Retentionsflächen, wie Mulden oder tiefergelegte Platzflächen, geleitet werden.

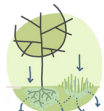


## Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



### 1.1 Verdunsten

Entsiegelung und Begrünung, Baumpflanzungen mit/ohne Speicher, Verdunstungsbeet, Dach- und Fassadenbegrünung, Wasserelemente



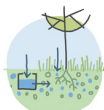
### 1.2 Versickern

Muldenversickerung und Mulden-Rigolen-Systeme, wasserdurchlässige Beläge



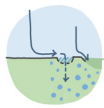
### 1.3 Abfluss drosseln

Solargründach kombiniert mit Retentionssystemen, Dachgärten, Retentionsrigole



### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Baumrigolen und Verdunstungsbeete, Regenwasserzisterne, Verdunstungs- und Retentionsdach



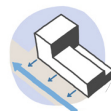
### 2.3 Regenwasser zuführen

Gräben, Randsteine



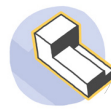
### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen, Geländemodellierung, Geländesenken, multifunktionale Gestaltung von Sport- und Bewegungsflächen



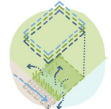
### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege zu Retentionsräumen



### 3.3 Objekte schützen

Aufkantung, präventive Planung



### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

semizentrale Versickerungsmulde, Teich, Sicker- und Verdunstungsbecken, Feuchtgebiete kombiniert mit Schulgärten



### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Plätze und Wege an Gewässern



### 4.3 Wasserplätze gestalten

Gestaltung von Wasserplätzen

Abb. 165: Umsetzung von Maßnahmen im SST 13 Schulen, institutionelle Einrichtungen



Abb. 166: Öffentliche Parks und Grünanlagen in Freiburg

## FRT 01 „ÖFFENTLICHE PARKS UND GRÜNANLAGEN“

### Charakterisierung des Freiraumtyps

Parks und Grünflächen bilden das Grundgerüst des Freiburger Stadtgrüns. Es sind für Spiel, Bewegung und Aufenthalt angelegte Grün- und Naturräume, die allgemein zugänglich und dadurch für das Stadtbild und die Erholung von besonderer Bedeutung sind. Zuständig für Anlage und Pflege dieser Anlagen ist das Garten- und Tiefbauamt der Stadt Freiburg. Gestaltung und Aussehen variieren erheblich und hängen u.a. von der Repräsentativität, Natürlichkeit und Intensität der Nutzung der Parks und Grünanlagen ab. Einige Anlagen sind kulturell bedeutsam und stehen unter Denkmalschutz.

Die Ansprüche an Parks und Grünanlagen unterliegen einem Wandel und nehmen in der wachsenden Stadt bei knapper werdenden Flächen auch zu: Sie sind Rückzugs- und Erholungsort sowie Raum der Naturerfahrung und des Naturerlebens. Für viele Menschen sind sie zudem auch ein wichtiger Treffpunkt oder ein Ort, um dem eigenen Lebensstil Ausdruck zu geben. Dafür bieten einige Parks und Grünflächen z.B. Raum für Trendsportarten und Darbietungen. Hinzu kommen die wichtigen „Dienstleistungen“ von Parks und Grünanlagen für die Stadt im Klimawandel – also für die Hitzevorsorge, wassersensible Stadtentwicklung und biologische Vielfalt.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

- > Grünanlagen anpassen und für ihre klimatische Wirkung bei Tag und bei Nacht optimieren:

Im Idealfall sind Parks und Grünanlagen an heißen Tagen kühle und schattige Orte und stellen in der Nacht angrenzenden aufgeheizten Wohnquartieren kühle Luft

bereit. Damit das gelingt, sind eine Reihe an Maßnahmen notwendig. Maßnahmen für die Regenwasserspeicherung erhöhen die Wasserversorgung des Grüns und damit seine Verdunstungsrate und Kühlwirkung. Hierzu gehört die Erhöhung des Grünvolumens (dauerhafte Bodenbedeckung) und des Anteils feuchter Vegetationsflächen mit verdunstungsaktiven Böden und Bepflanzungen (wie Urban Wetlands). Zur Stärkung des Wasserhaushalts und der Wasserversorgung der Pflanzen kann Regenwasser von versiegelten Flächen im Umfeld für Trockenperioden bevorratet und kontrolliert in Parks und Grünanlagen geleitet werden.

Die Erhaltung und Anlage von Klimakomfortplätzen ist eine weitere Maßnahme. In Parks und Grünanlagen sind das Plätze und Bereiche mit vielen Sitzgelegenheiten mit Wechsel von Besonnung und Beschattung durch Großbäume sowie Orte mit Wasserspielen, Sprühnebelbrunnen, Trinkwasserbrunnen oder anderen belebenden Wasserelementen.

- > Klimaresilienz erhöhen und CO<sub>2</sub> speichern:

Genau wie Stadtbäume müssen Bepflanzungen in Parks und Grünanlagen hitze- und klimaresilient gestaltet werden, um sie gegen Trockenstress und den Befall durch Parasiten wie Pilze, Bakterien und Schädlinge widerstandsfähig zu machen. Bei der Auswahl der Arten sind neben den Standortbedingungen Artenvielfalt, Bestäuberfreundlichkeit und das Ausbreitungspotenzial nicht heimischer Arten zu beachten. Auch das Bewässern der Bepflanzungen, etwa aus Zisternen oder Tiefbrunnen, und die klimaangepasste Pflege sind Maßnahmen, die künftig verstärkt in die Planung und Weiterentwicklung der Parks und Grünanlagen einbezogen werden müssen. Bei guter Wasserversorgung können heimische Baumarten, auf die die heimische Flora und Fauna spezialisiert ist, besser erhalten werden. Bäume in Parks und Grünanlagen bilden mit den Straßenbäumen, Wäldern, Feuchtgebieten und Mooren einen bedeutenden CO<sub>2</sub>-Speicher. Gute Pflege und ausreichende Neupflanzungen erhöhen das Speicherpotenzial.

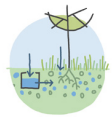
- > Synergien zwischen Wasserversorgung und Starkregenvorsorge:

Einige größere Parks und Grünanlagen beherbergen Kleingewässer, die als Biotop gestärkt und deren Wasserhaushalt stabilisiert werden muss. Dazu kann überschüssiges Regenwasser aus Siedlungsgebieten zugeführt werden, wenn Retentionsbodenfilter dieses Wasser reinigen. Solche mit Schilf bepflanzten Flächen leisten gleichzeitig einen Beitrag zur Verdunstungskühlung. Auch eine vermehrte Versickerung von Regenwasser kann den Wasserhaushalt der Kleingewässer stärken.

Parks und Grünanlagen können zudem bei Starkregen zeitweilig als Retentionsraum dienen und so Überflutungen minimieren oder sogar verhindern, wenn sie tiefer als die überflutungsgefährdeten Flächen liegen. Eine weitere Voraussetzung sind auf die Grünflächennutzung abgestimmte Konzepte zum Regenwassermanagement, die u.a. auch die Pflege und den Unterhalt solcher Systeme berücksichtigen und sie als Gestaltungsaufgabe verstehen.



## Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



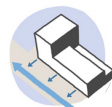
### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Erhalt von Böden mit hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazitäten und von Böden mit Grundwasseranschluss, Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. Baumrigolen und Verdunstungsbeete), Regenwasserzisternen



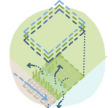
### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Rückhaltung durch Geländemodellierung, Erhaltung und Freihaltung von Geländesenken



### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege, Anlage und Gestaltung von Überläufen zu Retentionsräumen



### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

Semizentrale Versickerungsmulde, Teich, Retentionsraum für Starkregen, Multifunktionale Gestaltung



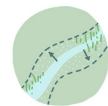
### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Plätze und Wege an Gewässern, Wasserspiele, Brunnen



### 4.3 Wasserplätze gestalten

Gestaltung von Wasserplätzen



### 5.1 Gewässer und Ufer qualifizieren

Gewässerrenaturierung, naturnahe Ufer

Abb. 167: Umsetzung von Maßnahmen im FRT 01 Öffentliche Parks und Grünanlagen



Abb. 168: Plätze und Straßenraum

## FRT 04 „PLÄTZE UND STRASSEN- RAUM“

### Charakterisierung des Freiraumtyps

Plätze und Straßen verbinden städtische Räume und dienen der Fortbewegung. Ihre Bedeutung geht aber weit darüber hinaus: Als öffentliche Räume sind sie Identifikationsorte und Treffpunkte der Quartiere. Trends wie (temporäre) Spielstraßen oder das Urban Gardening, Tempo 30 Zonen und „Radwege zurück auf die Straße“ sind ein Ausdruck dafür, dass Straßen und Plätze immer mehr als Gemeinschaftsorte in Anspruch genommen werden. Baumbestand auf Plätzen und Straßen, als dichte Alleen oder einreihig, wirkt der Aufheizung der Stadtquartiere entgegen und sorgt für ein schönes durchgrüntes Ortsbild. Ansprüche wie die Wasserversorgung und die Standortansprüche der Stadtbäume aber auch neue Nutzungsformen des Straßenraumes sind einige der Herausforderungen, die in der Stadt im Klimawandel neu gedacht werden müssen.

Für die Herstellung, Erneuerung und Unterhaltung der öffentlichen Plätze und Stadtstraßen ist das Garten- und Tiefbauamt als Träger der Straßenbaulast zuständig. Die Unterhaltung der Straßenentwässerung obliegt der Stadtentwässerung Freiburg als Eigenbetrieb innerhalb der Stadtverwaltung.

### Typspezifisches Maßnahmenpaket

> Klimafreundliche Mobilitätskonzepte:

Städte benötigen nicht nur lebenswerte und verkehrssichere, sondern im Klimawandel auch klimaneutrale Verkehrsinfrastrukturen. Freiburg verfolgt schon seit Jahrzehnten das Ziel einer stadt- und umweltverträglichen Verkehrspolitik. Aktuell steht der Beschluss des

Klimamobilitätsplanes bevor. Er soll die Förderkulisse schaffen, um u.a. das Parken im öffentlichen Raum neu zu ordnen und Straßenraum sicher und umweltverträglich zu gestalten.

In Bebauungsplanverfahren wird der Stellplatznachweis im Mobilitätskonzept gefordert. Kann ein reduzierter Stellplatzschlüssel festgesetzt werden, wie z.B. im Baugebiet Kleineschholz mit 0,3 Stpl. / WE führt das auch im öffentlichen Raum zu weniger Stellplatzbedarf und ggf. mehr Platz für Grün.

> Straßen zur mehrfach nutzbaren blau-grünen Infrastruktur umbauen:

Blau-grüne Maßnahmenkonzepte sollen in die Straßenplanung integriert werden, mit dem Ziel, lokale Wasserkreisläufe zu stabilisieren, den Regenwasserabfluss zu begrenzen, Überflutungsschäden nach Starkregen vorzubeugen und die überhitzte Stadt mit vitalem Grün zu kühlen. Die Erhaltung des vorhandenen, wertvollen und Schatten spendenden Baumbestands und seiner besseren Versorgung ist hierfür von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus soll auch die Verbesserung der Aufenthaltsqualität und des Stadtbildes mitgedacht werden. Im Neubau gilt es, die Anforderungen einer hitze- und wassersensiblen Stadtentwicklung bei der Dimensionierung der Straßen frühzeitig zu berücksichtigen, d.h. Platz sowohl für zu erhaltende als auch neu zu pflanzende Bäume mit ausreichend dimensionierten Standorten, die Regenwasserbewirtschaftung und ggf. auch für Notwasserwege zur Starkregenvorsorge zu planen. Im Bestand sind diese blau-grünen Maßnahmen zu prüfen und soweit möglich umzusetzen. Werkzeuge und Projektbeispiele, wie „graue Infrastruktur“ aus Straßen, Wegen und Plätzen multifunktional gestaltet werden kann, zeigt das Forschungsprojekt BlueGreenStreets auf.

> Mobilitätsräumesmart, sicher und klimafreundlich gestalten:

Stadtquartiere sollen durch sichere, barrierearme, und ausreichend beschattete Wege für den Fuß- und Radverkehr vernetzt und an bioklimatische Entlastungsräume angebunden werden. Das verringert die Lärm- und Luftbelastung, weil es den Umstieg auf emissionsärmere Fortbewegungsmittel fördert und damit steigt auch die Lebensqualität im Quartier. Wichtig sind hierzu auch genügend Spiel- und Sitzgelegenheiten auf Plätzen und Straßen. Wie das Beispiel des Stadtteils Vauban mit seiner Quartiersgarage zeigt, können Teile von Quartieren auch zeitweise oder dauerhaft ohne Stellplätze im öffentlichen Raum gestaltet werden.

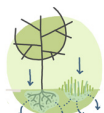


## Maßnahmen und mögliche Maßnahmenvarianten



### 1.1 Verdunsten

Entsiegelung und Begrünung, hydrologisch optimierte Baumstandorte, Baumpflanzungen mit/ohne Speicher, Verdunstungsbeete/-tiefbeete, Vertikalbegrünung, Wasserelemente im öffentlichen Raum



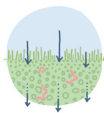
### 1.2 Versickern

Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-Systeme, Sonderlösung Schachtversickerung, wasserdurchlässige Bodenbeläge



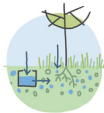
### 1.3 Abfluss drosseln

Retentionsgründach auf Tiefgaragen



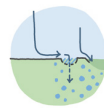
### 2.1 Vorreinigen

Sicker-Mulden oder Mulden-Rigolen, Filterrinnen, Retentionsbodenfilter, Filtersysteme in Straßenabläufen



### 2.2 Pflanzenverfügbar speichern

Baumrigolen, Verdunstungsbeete, Regenwasserzisterne



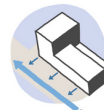
### 2.3 Regenwasser zuführen

Gräben, Muldensteine, Rinnensysteme, Randsteine mit und ohne Lücken



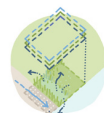
### 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen

Geländemodellierung und -senken, multifunktionale Gestaltung von Verkehrsräumen



### 3.2 Abflüsse leiten

Notwasserwege, Gestaltung von Überläufen zu Retentionsräumen



### 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen

semizentrale Versickerungsmulden/ Mulde-Rigole, Teich, Sicker-/ Verdunstungsbecken, Retentionsraum für Starkregen



### 4.2 Klimakomfortplätze anlegen

begrünte und verschattete Aufenthaltsbereiche, Plätze und Wege, Wasserspiele und Brunnen mit Fontänen oder Sprüh-Nebel



### 4.3 Wasserplätze gestalten

wo möglich temporärer Einstau von Platz- und Verkehrsflächen, Gestaltung von Wasserplätzen

Abb. 169: Umsetzung von Maßnahmen im FRT 04 Plätze und Straßenraum

> Anpassung durch Begrünung

Um keine Hitzebänder entstehen zu lassen, sollen Teilflächen der Straßen entsiegelt und als grüne Bankette mit Mulden oder Tiefbeeten angelegt werden. Die Straßenbäume brauchen eine Versorgung durch Regenwasser und ausreichend große Baumscheiben und Wurzelräume, damit sie an heißen, sonnigen Tagen Schatten spenden und ihr Kühlpotenzial vollständig entfalten können.

> Anpassung durch dezentrales Regenwassermanagement:

Eine effektive Hitzevorsorge und Stärkung des lokalen Wasserhaushalts kann in erster Linie durch die Rückhaltung und Nutzung des Regenwassers vor Ort erreicht werden. Als Maßnahmen sind zum Beispiel die naturnahe Speicherung in Verdunstungsbeeten, verbesserten Baumstandorten (Baumrigolen) oder die Zuführung von Regenwasser in begrünten Bodenspeichern (Flächen- und Muldenversickerung) an. Hierdurch kann den Bepflanzungen Regenwasser zur Verdunstung bereitgestellt werden.

Sind die Flächen begrenzt, kann eine Speicherung und Versickerung auch auf benachbarten Park- oder Grünflächen sinnvoll sein, wenn die dortigen Rahmenbedingungen sich anbieten. Dies erfordert grundstücksübergreifende Lösungen mit einer möglichst oberflächennahen Zuführung des Regenwassers, damit semizentrale Mulden nicht zu tief ausfallen müssen. Eine weitere Option ist die Nutzung des Regenwassers, um Kleingewässer, die vom Austrocknen gefährdet sind, in ihrem Wasserhaushalt zu stärken.

> Grundwasser durch Reinigung der Abflüsse schützen:

Der Niederschlagsabfluss von Verkehrsflächen ist oft stofflich belastet. Daher muss der Abfluss zur Reinigung über die belebte Bodenschicht versickern. Bei stärker belastetem Wasser eignen sich Retentionsbodenfilter vorgeschaltet vor semizentralen Versickerungsanlagen. Weitere eher technische Maßnahmen sind Straßenwasserfilter, Filterrinnen oder unterirdische Filterschächte. Generell sind die geltenden Vorgaben zur Niederschlagswasservorbehandlung der Stadt Freiburg zu beachten. Nur wo keinerlei dezentrale oder semizentrale Bewirtschaftung möglich ist, sollte ein gedrosselter Abfluss vorgesehen werden. Zur Bewirtschaftung im Straßenraum bietet sich, wenn möglich, die Anlage blau-grüner Korridore an, in denen Bäume, anderes Grün und die Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung untergebracht sind (näheres hierzu > Blue-GreenStreets).

> Starkregenabflüsse zurückhalten und leiten:

Dezentrales Regenwassermanagement unterstützt auch die Starkregenvorsorge vor Ort. Für Starkregen kann es zusätzlich erforderlich sein, Straßen, Plätze, Grünflächen und andere geeignete Flächen in der Nachbarschaft zeitweilig als Notwasserwege zu nutzen, die das anfallende Niederschlagswasser zu temporären

Retentionsräumen zuleiten. Grundstücksübergreifende Konzepte sind eine Voraussetzung, um die Gestaltung der Höhenniveaus, den Aufbau der Oberflächen sowie Pflege und Unterhalt der Flächen abzustimmen.



# 6.

## Darstellungen und Festsetzungen

### UMSETZUNG DER WASSERSENSIBLEN STADTENTWICKLUNG IM RAHMEN DER KOMMUNALEN BAULEITPLANUNG

Das KLAKE Wasser umfasst im Hinblick auf die wassersensible Stadt ein Leitbild mit fachlichen Zielen, analytische Grundlagen sowie Empfehlungen für Handlungsprioritäten und Maßnahmen, die sich v.a. an die Stadt-, Freiraum- und Landschaftsplanung richten. Dieses Fachgutachten zum Handlungsfeld „Regenwasser“ ergänzt damit das bestehende Klimaanpassungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“ für die Stadt Freiburg. Wichtig ist dabei festzustellen, dass die analytischen und konzeptionellen Aussagen des KLAKE Wassers keinesfalls Starkregen- und Hochwasserschutzmodellierungen und -konzepte und Regenwasserplanungen anderer städtischer Stellen bzw. beauftragter Büros, die eine höhere Detaillierung aufweisen und teils bis auf Objektebene wirken, ersetzen. Sie können aber Hinweise geben, ob und welche vertiefenden Untersuchungen für örtliche Planungen notwendig werden.

Texte und Karten des KLAKE Wasser sollen einerseits als Fachgrundlagen in informelle Planungen, wie beispielsweise städtebauliche und freiraumplanerische Stadtteilkonzepte oder Quartierskonzepte einfließen. Andererseits ist das KLAKE Wasser eine fachliche Entscheidungs- und Abwägungsgrundlage zum Umgang mit dem Regenwasser und blau-grünen Maßnahmen in formellen Plänen. Auf der gesamtstädtischen Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung stehen die beiden Planungsinstrumente Flächennutzungsplan und Landschaftsplan, als Instrument für Naturschutz und Landschaftspflege, zur Verfügung. Für verbindliches Planungsrecht auf lokaler Ebene sorgt das Planungsinstrument Bebauungsplan mit integriertem Grünordnungsplan.

Der Fokus dieses Kapitels besteht darin, die wesentlichen Handlungsempfehlungen des KLAKE Wasser für die kommunale Bauleitplanung aufzuzeigen, in Form von möglichen Darstellungen und Festsetzungen zur wassersensiblen Stadtentwicklung bis hin zu Begründungen für die städtebauliche Abwägung zugunsten von wassersensiblen Flächenausweisungen und Maßnahmen. Dabei sind die aufgezeigten Möglichkeiten als Handreichung und gutachterliche Empfehlung zu verstehen.

Die Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten sind selbstverständlich nicht abschließend. Oft gibt es mehrere Optionen, fachliche Ziele und Maßnahmen des KLAKE Wasser in den Bauleitplänen darzustellen bzw. festzusetzen. Ob und wie Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten in der Bauleitplanung zur Anwendung kommen, obliegt letztlich den Rahmenbedingungen und der Abwägung in den jeweiligen Planungsverfahren.

Die Gliederung folgt den einzelnen Absätzen der einschlägigen Paragraphen des Baugesetzbuches (BauGB), § 5 für den FNP und § 9 für den Bebauungsplan, und beantwortet unter den folgenden Kategorien jeweils folgende Fragen:

**Anwendbar für folgende Strategischen Leitsätze S1 bis S5 / Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5:** Welche der folgenden fünf strategischen Leitlinien des KLAK Wasser bzw. ihre konkreten Maßnahmen lassen sich entsprechend darstellen oder festsetzen?

- > S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen
- > S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen – Schwammstadt
- > S3 Starkregenvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen
- > S4 Freiräume wassersensibel gestalten
- > S5 Den Landschaftswasserhaushalt stärken.

**Flächen zur Anwendung:** Für welche Art von Flächen oder Maßnahmen eignet sich diese Darstellung / Festsetzung?

**Mit folgenden Bodennutzungen des FNP kombinierbar:** Welche Kombinationsmöglichkeiten von Darstellungen gibt es hierzu?

**Mögliche Übernahme als Darstellung in den FNP:** Wie lassen sich Darstellungen des Landschaftsplans in den FNP integrieren?

**Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden:** welche Schwerpunktbereiche und Flächenkulissen des KLAK Wasser weisen darauf hin, dass diese Darstellung oder Festsetzung in der Bauleitplanung erforderlich ist?

**Begründung:** Welche städtebaulichen Begründungen gibt es für diese Darstellung und Festsetzung?

Viele Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und Begrünung von Grundstücksflächen sind bereits jahrelange Freiburger Planungspraxis. Vor allem in jüngeren Bebauungsplänen sind Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge bereits Teil der Festsetzungen. Das bedeutet von diversen Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten wird bereits regelmäßig Gebrauch gemacht. Mit dem KLAK Wasser liegt nun eine gesamträumliche Fachgrundlage zur Bewertung und Umsetzung der Prinzipien von Schwammstadt und Starkregenvorsorge vor.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass im BauGB die Festsetzungsmöglichkeiten für Bebauungspläne abschließend vorgegeben sind. Mit diesem eng gesteckten Rechtsrahmen können zwar viele Maßnahmen, die einen bodenrechtlichen Bezug haben, im Bebauungsplan festgesetzt werden. Neue Planzeichen lassen sich jedoch für die Festsetzung von Maßnahmen nicht „erfinden“. Im Rahmen der Optionen, die das BauGB bietet, werden neuere Darstellungsmöglichkeiten im FNP und insgesamt Beispiele aus anderen Städten benannt. Darüber hinaus werden beispielhaft Regelungsmöglichkeiten über die Örtlichen Bauvorschriften nach Landesbauordnung aufgezeigt und Hinweise zum Städtebaulichen Vertrag gegeben.

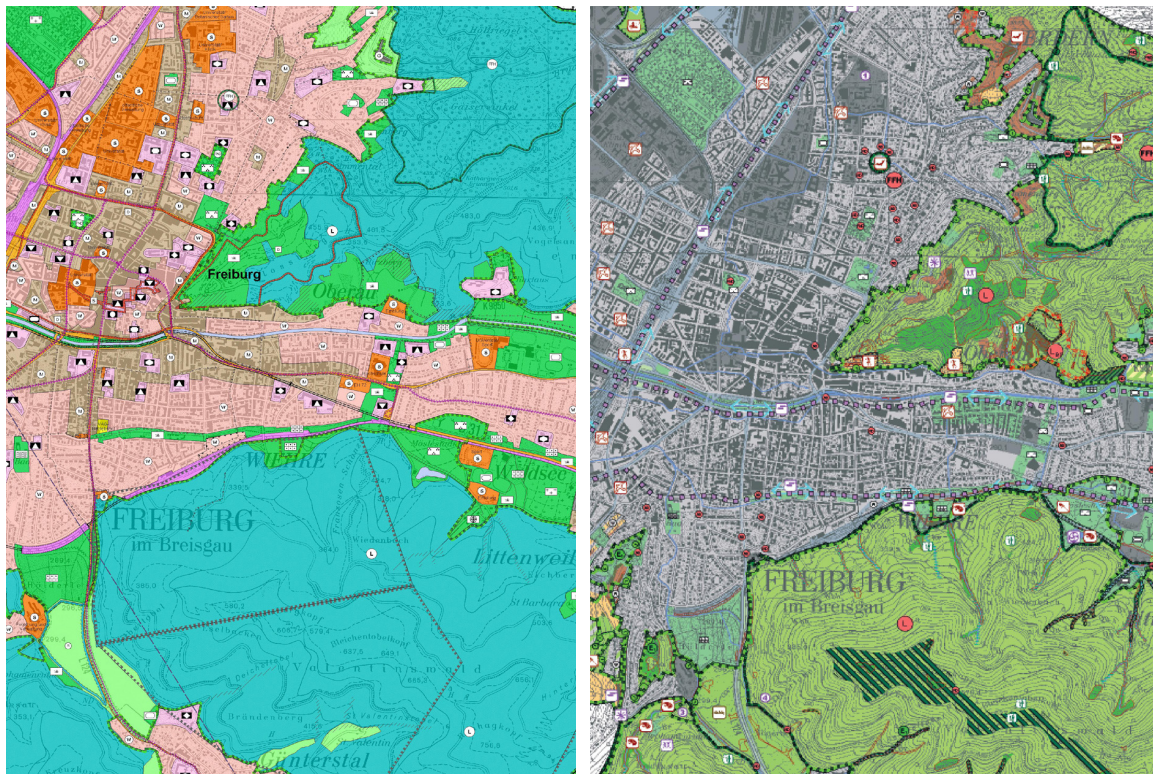


Abb. 170: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (links) und Landschaftsplan (rechts) der Stadt Freiburg

## 6.1 VORBEREITENDE BAULEITPLANUNG

### - MÖGLICHKEITEN EINER WASSERSENSIBLEN STADTENTWICKLUNG IM FLÄCHENNUTZUNGSPLAN MIT INTEGRIERTEM LANDSCHAFTSPLAN

#### FLÄCHENNUTZUNGSPLAN (FNP)

Derzeit wirksam ist der Flächennutzungsplan 2020 (FNP2020), in den Inhalte des Landschaftsplans 2020 (LP2020) integriert wurden.

Aktuell befindet sich der Flächennutzungsplan 2040 (FNP2040) mit integriertem Landschaftsplan 2040 im Aufstellungsverfahren. Erst mit seiner Genehmigung wird er den FNP2020 ablösen. Im Rahmen der Integration des Landschaftsplans 2040 in den FNP2040 sollen durch Abwägung ausgewählte Inhalte als Darstellungen in den Flächennutzungsplan aufgenommen und wirksam werden.

Derzeit liegen für den FNP2040 die „Strategische Grundaussrichtung des Zielszenarios und bauleitplanerische Handlungsansätze“ vor. Darin gehört neben der Versorgung mit Wohnraum auch Klimaanpassung zu den zentralen Aufgaben und zum qualitativen Maß der Stadtentwicklung.

Die Klimaanpassung einer gebauten Stadt geschieht im Wesentlichen durch unversiegelte, begrünte Flächen, die Wasser aufnehmen können und klimawirksam bepflanzt sind, wobei besonders großkronige Bäume mit ausreichendem Wurzelraum und bepflanzten Baumscheiben sehr klimaeffektiv sind. Insofern besteht Klimaanpassung als erstes aus dem Erhalt dieser und anderer klimatisch wertvoller Grün- und Freiflächen. Dagegen ist in Stadtquartieren mit geringem Grün eine Erhöhung des Anteils an unversiegelten Flächen und klimawirksamen Pflanzenbestand zur Klimaanpassung erforderlich und somit ein herausfordernder Umbau.

Die Bedeutung des städtischen Grüns kommt im Zielszenario des FNP2040 auch zum Ausdruck: „Die Nutzungsgemischte durchgrünte Stadt, in der Potenziale der Mehrfachnutzung ausgeschöpft werden.“ Neue bauliche Entwicklungen sollen mit der Entwicklung von bestehenden und neuen Grünflächen sowie Freiflächen innerhalb der Bauflächen zusammen erfolgen.

Zusammen mit dem hohen Bedarf an Bauflächen in Freiburg und ihrer vorrangigen Bereitstellung im Rahmen der Innenentwicklung sind Konflikte und Herausforderungen bereits sichtbar. Stadtbereiche mit einem ho-

hen Anteil wertvoller zu erhaltender Grünflächen und Freiflächen innerhalb der Bauflächen sind gegenüber der baulichen Innenentwicklung sensibel. Denn Verdichtung bedeutet gleichzeitig den Verlust an klimatisch entlastenden Flächen der Klimaanpassung.

War die klimawirksame Grünausstattung von Bauflächen bisher keine Kategorie für die Ebene des Flächennutzungsplanes, sollen für den FNP 2040 neue Nutzungskategorien entwickelt und geprüft werden. Mit zusätzlichen Darstellungen oder Kennzeichnungen für die Klimaanpassung könnten einerseits vorhandene Qualitäten und Sensibilitäten und andererseits die Qualifizierungsbedarfe von Flächen sowohl auf bestehenden Grün-, Wohn- und Gewerbeflächen als auch bei der zukünftigen Entwicklung neuer Flächen planerisch verankert werden. Darüber hinaus soll im Rahmen der Planaufstellung geprüft werden, wie die Mehrfachnutzung (Multicodierung) von Flächen dargestellt werden könnte. Auch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, bedeutende Fachinformationen, wie die Klimaanpassung durch wassersensible Stadtentwicklung, in einer informellen Beikarte zum FNP abzubilden.

Für diese Anforderungen des Flächennutzungsplans liefern insbesondere die folgenden Ergebnisse des KLAK Wassers Hinweise:

Die Schwerpunktbereiche des **Konzeptplans Schwammstadt**:

- > Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung
- > Schwammlandschaft – Niederungsbereiche mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung
- > Freiflächen mit Potenzial für Klimakomfort sowie
- > Aktivierung Gewässerpotenzial;

Die Schwerpunktbereiche und Retentionspotenziale im Siedlungsraum und in der Landschaft **des Konzeptplans Starkregenvorsorge**:

- > Blue Spot „Schadensrisiko urbaner Überflutung“
- > Bereich „Gefährdung durch urbane Überflutung“
- > Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenzial in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten
- > Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern
- > Siedlungsraum in Hanglage – Abfluss verzögern
- > Strukturreicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern.

Die folgenden Empfehlungen für Darstellungen im FNP2040 basieren auf den Regelungsmöglichkeiten nach

§ 5 (2) Nr. 2c BauGB Ausstattung des Gemeindegebietes mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, und

§ 5 (2) Nr. 10 BauGB Flächen für Maßnahmen zum Schutz, Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft.

Sie werden ergänzt um Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Darstellungen zur Steuerung der Bodennutzung des § 5 Abs. 2 Nrn. 5, 7 und 9a sowie mit Kennzeichnungen des § 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB.

#### § 5 ABS. 2 NR. 2 C BAUGB AUSSTATTUNG DES GEMEINDEGEBIETES MIT ANLAGEN, EINRICHTUNGEN UND SONSTIGEN MAßNAHMEN, DIE DER ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL DIENEN

Die Darstellung erfolgt als Überlagerung mit anderen Flächen-Darstellungen der Bodennutzung als:

„Bauflächen mit zu sichernden Grünfunktionen“.

Analog dazu ist als neuartige Darstellung zu prüfen: „Bauflächen mit zu sichernden Retentionsfunktionen“

#### Beispiele aus anderen Kommunen:

FNP Freie Hansestadt Bremen siehe Abb. 171 S. 200.

In ähnlicher Weise stellt der Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt Magdeburg zwei „Sonderbauflächen mit besonderer Zweckbestimmung und hohem Grünanteil“ dar:



Sonderbaufläche mit besonderer Zweckbestimmung und hohem Grünanteil

Daraus lassen sich für die nachfolgenden Planungsebenen Planungserfordernisse zur Erhaltung klimawirksamer Strukturen weitergeben.

#### Anwendbar für folgende Strategische Leitsätze

- S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen
- S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen - Schwammstadt
- S3 Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen

#### Mit folgenden Bodennutzungen des FNP kombinierbar

Wohnbauflächen, Gemischte Bauflächen, Gewerbliche Bauflächen, Sonderbauflächen, Gemeinbedarfsflächen.

#### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Schwammstadt:



Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



Siedlungsraum in Hanglage – Abfluss verzögern

#### Begründung

Grünfunktionen und die Rückhaltung und Versickerung von Regenwasser über die belebte Bodenzone entstehen auf unversiegelten Flächen mit klimawirksamer Bepflanzung. Mit Bäumen, Sträuchern, Stauden und Gräsern bepflanzte Flächen tragen durch Verdunstungskühle zur Kühlung von Stadtquartieren bei. Über ihre unversiegelten Böden wird Regenwasser versickert, gespeichert und zurückgehalten. Damit können auch Gefährdungen durch Starkregenabfluss vermindert werden. Insbesondere die Retention in Hanglagen schützt Bauflächen in der Ebene vor Überflutungen.

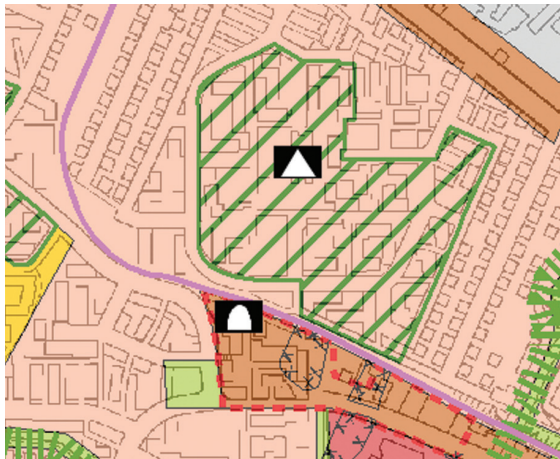



Abb. 171: Ausschnitt FNP Bremen, Stand 04.12.2014 (Quelle: [https://www.bauleitplan.bremen.de/fnp25/fnp\\_2025/fnp\\_2025\\_30000.pdf](https://www.bauleitplan.bremen.de/fnp25/fnp_2025/fnp_2025_30000.pdf))

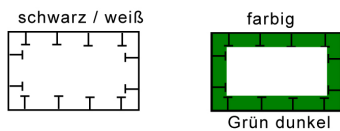
### Sonstige Darstellung

-  Baufläche mit zu sichernden Grünfunktionen/ besonderes Planungserfordernis bei Innenentwicklungsvorhaben

Bei der Innenentwicklung, der Stadtanierung und des Stadtbbaus werden die vorhandenen Grünfunktionen in den Bauflächen erhalten / verbessert / nicht vermindert. Der Schwerpunkt ist insbesondere in den von Hitze belasteten Stadtgebieten (KLAK Hitze) erforderlich zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

In neuen Bauflächen soll die bauliche Entwicklung die vorhandenen Grünfunktionen berücksichtigen und sichern, um sofort von den klimawirksamen Effekten gewachsener Pflanzflächen und großer Bäume zu profitieren. Ein Verlust von Grünfunktionen aufgrund der baulichen Entwicklung ist auszugleichen.

### § 5 ABS. 2 NR. 10 BAUGB FLÄCHEN FÜR MASSNAHMEN ZUM SCHUTZ, ZUR PFLEGE UND ZUR ENTWICKLUNG VON BODEN, NATUR UND LANDSCHAFT







Umgrenzung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft

Die Darstellung erfolgt als Überlagerung mit anderen Flächen-Darstellungen der Bodennutzung mit folgenden beispielhaften wasserhaushaltsbezogenen Zielstellungen:

- > „Flächen für Ausgleichsmaßnahmen“
- > „Verbesserung Klimawirkung“
- > „Flächenentsiegelung und standortgerechte Begrünung“
- > „Renaturierung von Gewässern“
- > „Schutzpflanzungen“
- > „Sanierung und Rekultivierung von Böden“
- > „Starkregenvorsorge zum Bodenschutz“

### Anwendbar für folgende Strategische Leitsätze










-  S1 Den naturnahen Wasserhaushalt mit blau-grünen Maßnahmen herstellen
-  S2 Regenwasser als Ressource vor Ort zurückhalten und nutzen - Schwammstadt
-  S4 Freiräume wassersensibel gestalten
-  S5 Den Landschaftswasserhaushalt stärken

### Mit folgenden Bodennutzungen des FNP kombinierbar


- > Grünflächen (Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe)

Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

### Konzeptplan Schwammstadt:

-  Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort
-  FRT 01 | öffentliche Parks und Grünanlagen
-  FRT 02 | funktionale Freiräume
-  Friedhof
-  Kleingarten
-  Sportfläche
-  FRT 03 | sonstige Grünflächen
-  technische Infrastruktur
-  sonstige Grünfläche

### Konzeptplan Starkregenvorsorge:

-  strukturreicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern (und Abflüsse in der Landschaft zurückhalten) (Grün- und Freifläche (FRT 01, 03), Friedhof und Kleingarten (FRT02))

- > Wasserflächen und für die Wasserwirtschaft vorgesehene Flächen sowie die Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind

Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

### Konzeptplan Schwammstadt:

-  Aktivierung Gewässerpotenzial

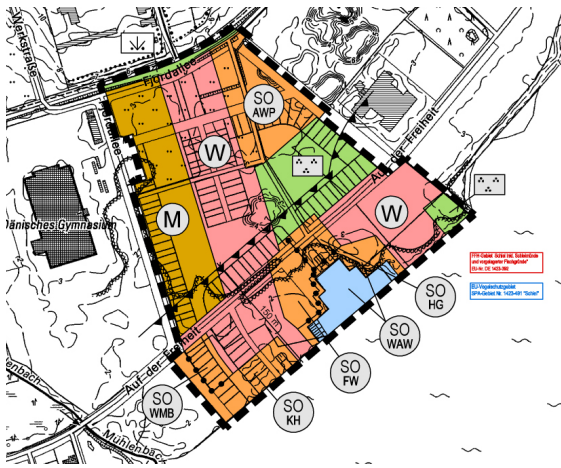
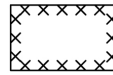


Abb. 172: Auszug aus: 25. Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Schleswig „Auf der Freiheit - Westteil“ (Entwurf, Stand 02.09.2020)

## Kennzeichnungen

(§ 5 Abs. 3 BauGB)



Umgrenzung der Flächen, bei deren Bebauung besondere Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind  
hier: Hochwasserrisikogebiet (§ 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB)

### Konzeptplan Starkregenvorsorge:

- Fließgewässer / Graben als Leiter von Starkregen Raum geben
- Aktivierung verdolter Fließgewässer durch Öffnung

> **Wald**

Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

### Konzeptplan Schwammstadt:

- Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung (hier: Bereich Mooswald)

### Konzeptplan Starkregenvorsorge:

- Waldfläche in Hanglage – Sicherung des hohen Retentionspotenzials

> **Flächen für die Landwirtschaft**

Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

### Konzeptplan Schwammstadt:

- Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung (hier: Bereich Mühlbachniederung)

FRT 05 | Landwirtschaftsflächen

- Acker- und Grünlandfläche, Sonderkulturen
- Rebanbau

### Konzeptplan Starkregenvorsorge:

- struktureicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern und Abflüsse in der Landschaft zurückhalten (Landwirtschaftsfläche FRT 05)
- Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern und durch Starkregen indizierte Bodenerosion mindern

### Begründung

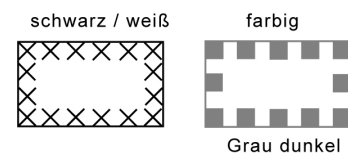
In der als Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellten Grün-/ Wasser-/ Wald- oder Landwirtschafts-

fläche sollen Maßnahmen umgesetzt werden, die zu einer erheblichen Verbesserung der Klimawirkung / Entsiegelung und standortgerechten Begrünung / Renaturierung von Gewässern / Änderung und Extensivierung von Bodennutzungen (Landwirtschaft) / Schutzpflanzung / Sanierung und Rekultivierung von Böden führen und so zum Ausgleich von Eingriffen in den Natur und Landschaft und zum Artenschutz beitragen.

Die Flächen dienen als Kompensationsmaßnahmen durch eine Aktivierung der ökologischen Potenziale wie z.B. Kühlung und stadtklimatische Hitzeentlastung, sowie Wasserrückhaltung. Die Schaffung zusätzlicher Retentionsräume, insbesondere in Hanglagen, verzögert Abflüsse und dient somit der der Stärkung des Landschaftswasserhaushalts und der Starkregenvorsorge.

Mit der Renaturierung von Gewässern / Offenlegung verrohrter Fließgewässer und der Erhaltung offener Gräben / Sicherung des noch vorhandenen Runzensystems und ehemaliger Wässerwiesen wird der Landschaftswasserhaushalt als Schwammlandschaft und die Starkregenvorsorge verbessert.

### § 5 ABS. 3 NR. 1 BAUGB KENNZEICHNUNGEN



Umgrenzung der Flächen, bei deren Bebauung besondere Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten (hier: Überflutungsrisiko) erforderlich sind.

Anders als bei der Darstellung von Flächen und Maßnahmen, die eine Verwaltungsentscheidung ist, erfüllt eine Kennzeichnung von Flächen eine „Warnfunktion“, da bei deren Bebauung besondere Probleme zu beachten sind.

### Weitere Beispiele aus anderen Kommunen

In einer Flächennutzungsplan-Änderung der Stadt Schleswig (siehe Abb. 172 S. 201) werden Flächen in einem Hochwasserrisikogebiet umgrenzt, bei deren Bebauung besondere Vorkehrungen erforderlich sind. Eine solche Kennzeichnung gibt für die nachfolgenden Planungsebenen Planungserfordernisse weiter. In dieser Weise könnten auch von Starkregenüberflutung gefährdete Bereiche gekennzeichnet werden.

### Anwendbar für folgende Strategische Leitsätze

- 53 Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen

### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung:

- > Wassertiefen > 0,30 m / 0,50 m in Niederungs- und Senkenbereichen

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘  
– Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen



Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘  
– Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

## LANDSCHAFTSPLAN

Der Landschaftsplan ist auf kommunaler Ebene das zentrale Instrument für den Naturschutz und die Landschaftspflege, und damit auch für die Schutzgüter des Naturhaushaltes, insbesondere Boden, Wasser, Biotope, Arten und Klima. Zugleich bildet er eine wichtige Informationsgrundlage für die Umweltprüfinstrumente zu Projekten, Plänen und Programmen (UVP und SUP).

### INHALTE DES LP2020 FÜR WASSERSENSIBLE STADTENTWICKLUNG FORTFÜHREN

Der LP2020 enthält nur vereinzelte Darstellungen mit direktem Bezug zur wassersensiblen Stadtentwicklung. Hierzu zählt das Ziel der „Förderung der natürlichen Wasserstandsdynamik (Wiedervernässung)“ in den Niederungsbereichen Mühlbachniederung und Mooswald, die sich natürlicherweise durch geringe Grundwasserflurabstände auszeichnen. Als mögliche Maßnahmen werden die Aufgabe der Grabenräumung und ggf. Aufstau von Entwässerungsgräben (Hauptsammelgräben) bzw. Rückbau von Entwässerungssystemen sowie eine gezielte Rückführung und Versickerung von entnommenem Grundwasser benannt.

Dieses Ziel wurde für ausgewählte Bereiche in den FNP2020 übernommen und als „Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft“ dargestellt.

Dieses Ziel sollte – neben den anschließenden Vorschlägen - weiterhin im LP2040 und FNP2040 verfolgt werden, da es dem Prinzip der Schwammlandschaft des KLA Wasser entspricht.

### MÖGLICHE THEMEN UND VERTIEFUNGEN FÜR DEN LP2040

Raumwirksame Aussagen des KLA Wasser können in den Landschaftsplan einfließen und anschließend in den FNP2040 integriert werden. Daher werden nachfolgend auch Hinweise für die Übernahme möglicher Inhalte des Landschaftsplans in den FNP2040 gegeben.

Hinweise zu Überschneidungen zwischen den Darstellungen und Themen des Landschaftsplans zu den Fachinhalten des KLA Wasser lassen sich aus der Übersicht der üblichen Inhalte der kommunalen Landschaftsplanung gemäß Leitfaden der LUBW Baden-Württemberg ableiten (LUBW 2018).

Berührungspunkte gibt es vor allem für die Schutzgüter Boden und Wasser. Ausgewählten Darstellungen des Landschaftsplans, die der LUBW-Leitfaden (ebd. S. 3-7 ff) anführt, werden nachfolgend relevante fachliche Grundlagen und Flächenkulissen des KLA Wasser zugeordnet:

- > Darstellung unversiegelte Flächen im Siedlungsraum und Entseigelungspotenziale > Konzeptplan Starkregenvorsorge KLA Wasser: Retentionspotenziale im Siedlungsraum (hier v.a. Freiräume mit Entlastungsfunktion und -potenzial)
- > Darstellung der Flächen mit hoher Empfindlich-

keit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung > Konzeptplan Starkregenvorsorge: Landwirtschaftsfläche in Hanglage

- > Darstellung der Grundwasserneubildung > Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte
- > Darstellung der Retentionsfähigkeit der Landschaft und der Aue > Konzeptplan Schwammstadt: Schwammlandschaft – Niederungsbereiche mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushalts
- > Darstellung von Bereichen mit hohem Sturzflutrisiko > Konzeptplan Starkregenvorsorge: Schwerpunktbereiche Starkregenvorsorge.

Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Sie zeigt aber, dass zahlreiche Überschneidungen bestehen.

Darüber hinaus sind im Landschaftsplan laut LUBW-Leitfaden thematische Vertiefungen möglich. Im Leitfaden werden z.B. die Themen Auenlandschaft – Hochwasser, Agrarstruktur und Innerörtliche Freiraumstrukturen benannt (ebd. S. 3-23), für die das KLAK Wasser ebenfalls wichtige fachliche Aussagen beiträgt.

Die Erhaltung und Entwicklung funktionsfähiger Wasserkreisläufe, naturnaher Oberflächengewässersysteme sowie eines funktionsfähigen Retentionsvermögens sind für die wachsende Stadt Freiburg wichtige Komponenten eines erforderlichen Ausgleichskonzepts für Umwelteinwirkungen auf die Schutzgüter. Es wird daher angeregt, die wassersensible Stadt- und Landschaftsentwicklung als Querschnittsthema in den Vertiefungsthemen des LP2040 aufzunehmen.

#### **VORSCHLÄGE ZUR DARSTELLUNG VON INHALTEN DES KLAK WASSER IM LANDSCHAFTSPLAN UND MÖGLICHE ÜBERNAHME IN DEN FNP**

Nachfolgend werden die prioritären räumlichen Aussagen des KLAK Wasser zu den Schwerpunktbereichen aufgegriffen und Möglichkeiten beschrieben, wie diese im Landschaftsplan dargestellt und als FNP-Darstellung übernommen werden können.

Diese Vorschläge sind nicht abschließend. Sie sollen daher im Laufe der Aufstellung des LP2040 geprüft und weiter ergänzt werden.

#### **Darstellungen zur Schwammstadt**

##### **Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Schwammstadt:



Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen



Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

#### **Mögliche Übernahme als Darstellung im FNP**

Bauflächen mit zu sichernden Grünfunktionen / Retentionsfunktionen

Besondere Planungserfordernis: Erhalt / Ausgleich der Grünfunktionen / Retentionsfunktionen bei Neuentwicklung von Wohn-, Misch- und Sondergebieten, sowie Gewerbe- und Industriegebieten

#### **Begründung**

Diese Darstellungen dienen der Sicherung und Entwicklung besonderer wasserbezogener Freiraumfunktionen im Siedlungsbereich (Stadtklima, dezentrales Regenwassermanagement, Retentionspotenziale aktivieren). Bei Neubauvorhaben sollen die besonderen Freiraum- und Retentionsfunktionen erhalten bzw. ausgeglichen werden. Dies soll auch sicherstellen, dass durch die Neubebauung eine erhöhte Starkregengefährdung für unterliegende Siedlungsbereiche vermieden wird.

#### **Darstellungen zur Schwammlandschaft**

##### **Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Schwammstadt:



Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushalts und zur Kühlung

#### **Mögliche Übernahme als Darstellung im FNP**

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft in Überlagerung mit anderen Bodennutzungen (mit einer gesonderten Schraffur / Signatur z.B. „Flächen für Ausgleichsmaßnahmen“).

#### **Begründung**

Diese Darstellungen dienen dazu, die besonderen Eigenschaften grundwassernaher Landschaftsbereiche zur Rückhaltung und Speicherung von Regenwasser durch folgende Maßnahmen zu erhalten, zu entwickeln bzw. wiederherzustellen:

- > Kompensationsflächenpool,
- > Erhaltung, Pflege und Entwicklung von extensiv genutztem Grünland, Extensivierung der Grünlandnutzung auf potenziell grundwassergeprägten, -beeinflussten und staunassen Standorten,
- > Umwandlung von Acker in extensiv genutztes Feucht- und Nassgrünland auf potenziell grundwassergeprägten, -beeinflussten und staunassen Standorten,
- > Förderung und Entwicklung standort- und naturraumtypischer Galeriewälder, Auwaldstreifen, Uferstauden und Röhrichtsäume,
- > Erhaltung und Entwicklung von Überschwemmungsflächen (Grünland, Dauerbrache, Auwald).

#### **Darstellungen für Freiflächen mit Klimakomfort**

##### **Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Schwammstadt:



Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort

### Mögliche Übernahme als Darstellung im FNP

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft in Überlagerung mit Grünflächen

#### Begründung

Diese Darstellungen dienen dazu, in der wachsenden Stadt Freiflächen zu sichern und zu entwickeln, die an Hitzetagen und in heißen Sommernächten als Klimaentlastungsräume wirken. Angestrebt wird die

- > Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft als Kompensationsflächen für Eingriffe.
- > Erhaltung, Pflege und Entwicklung von innerörtlichen Freiflächen, Grünzügen und -strukturen
- > Entwicklung von Erholungsflächen mit vielfältiger, gärtnerischer Nutzung und vielfältigen Biotopstrukturen (Kleingärten, Grabeland)
- > „Verbesserung der Klimawirkung durch Vegetation und offene Böden“
- > „Flächenentsiegelung und standortgerechte Begrünung“

### Darstellungen zur Aktivierung des Gewässerpotenzials

#### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Schwammstadt:



Aktivierung Gewässerpotenzial (Fließgewässer, Gräben, Runzen, Verdolte Fließgewässer)

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



Fließgewässer / Gräben als Leiter von Starkregen Raum geben  
Aktivierung verdolter Fließgewässer durch Öffnung

### Mögliche Übernahme als Darstellung im FNP

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft in Überlagerung mit Wasserflächen

#### Begründung

Die kleineren Fließgewässer, Gräben und Runzen im Stadtgebiet können ihre wichtigen ökologischen Funktionen, zu denen auch die Rückhaltung und Speicherung von Regenwasserabflüssen zählt, besonders bei einem naturnahen Zustand übernehmen. Als bedeutsame Retentions- und Kühlräume für Stadt und Landschaft wird daher für sie folgendes angestrebt:

- > Erhaltung naturnaher Fließgewässerstrecken und Renaturierung beeinträchtigter Fließgewässerabschnitte
- > Entwicklung und Sanierung von Fließ- und Stillgewässerökosystemen
- > Revitalisierung von natürlichen Fließgewässern und Aufwertung von Gräben / Einhaltung der wasserrechtlich festgelegten Gewässerrandstreifen
- > Prüfung der (Teil-)Öffnung verdolter Fließgewässer

### Darstellungen zur Sicherung des Retentionspotenzials

#### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



strukturreicher Freiraum der Hanglagen – Retentionspotenzial sichern und Abflüsse in der Landschaft zurückhalten



Landwirtschaftsfläche in Hanglage – Abflüsse verzögern und durch Starkregen indizierte Bodenerosion mindern



Waldfläche in Hanglage – Sicherung des hohen Retentionspotenzials

### Mögliche Übernahme als Darstellung im FNP

Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft in Überlagerung mit Grünflächen, Wald und Flächen für Landwirtschaft

#### Begründung

Insbesondere bei hoher Geländeneigung übernehmen Wälder, Grün- und Freiflächen, Feldgärten, Grünland und Obstwiesen im Übergang zur Bebauung eine wichtige Funktion für die Verzögerung und den Rückhalt und können bei einer geeigneten Nutzung die Böden vor Erosion und großflächigen Bodenabtrag durch Starkregen schützen. Mit diesen Darstellungen wird folgendes angestrebt:

- > Erhaltung, Pflege und Entwicklung von Streuobstbeständen
- > Anlage von naturnahen Landschaftselementen in Ackergebieten
- > Aufbau standort- und naturraumtypischer mehrstufiger Waldränder Extensivierung des Ackerbaus / Obstanbaus / Rebanbaus.
- > Landwirtschaft: „Änderung und Extensivierung von Bodennutzungen“, „Schutzpflanzungen“, „Sanierung und Rekultivierung von Böden“ „Entsiegelung und standortgerechte Begrünung“,
- > Wald: Erhalt / Aufforstungen.

## 6.2 VERBINDLICHE BAULEITPLANUNG

### - MÖGLICHKEITEN EINER WASSERSENSIBLEN STADTENTWICKLUNG IM BEBAUUNGSPLAN MIT INTEGRIERTEM GRÜNORDNUNGSPLAN

Die Stadt Freiburg führt zum Aufstellungsbeschluss eines Bebauungsplanes eine Umwelterheblichkeitsprüfung (UEP) durch, mit dem Ziel, die durch den Bebauungsplan berührten Umweltbelange und den erforderlichen Untersuchungsumfang zu bestimmen. Das KLAH Hitze und das KLAH Wasser sind insoweit Teil der Grundlagen.

Die Erstellung von Entwässerungskonzepten erfolgt in Freiburg bereits regelmäßig für alle Bebauungspläne, die (erstmalig) eine bauliche Entwicklung ermöglichen bzw. eine Nachverdichtung, Änderung oder Umnutzung und damit Vorhaben i.S. von § 29 BauGB begründen. Dieses Vorgehen wird auf Planungen im verdichteten Siedlungsbereich, bei Entwicklungen komplexer Baugebiete in den Randbereichen oder auch bei kleineren Vorhaben aufgrund schwieriger Entwässerungsbedingungen angewendet.

### PLANUNGSRECHTLICHE FESTSETZUNGEN NACH § 9 BAUGB (NICHT ABSCHLIEßEND)

Hinweise zur Einordnung der nachfolgenden Festsetzungsmöglichkeiten:

Bei der folgenden Zusammenstellung von Empfehlungen für Festsetzungen, Anwendungsfälle und Begründungen handelt es sich um Vorschläge und Formulierungsbeispiele, die als Anregung für örtliche Planungen gedacht sind und nicht abschließend sind. Die zeichnerischen Festsetzungen entsprechen der Planzeichenverordnung.

Die Festsetzungsvorschläge wurden im Einzelnen nicht auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit, insbesondere hinsichtlich ihrer Festsetzungsfähigkeit nach § 9 Abs. 1 BauGB überprüft. Die Festsetzungen müssen in jedem Bebauungsplanverfahren individuell angepasst und kombiniert werden. Erst dann findet auch eine rechtliche Prüfung statt.

Rechtsgrundlagen der Empfehlungen zur wassersensiblen Stadtentwicklung auf Ebene des Bebauungsplanes: § BauGB	Zweckbestimmung
§ 9 (1) Nr. 1-3	Verringerung baulicher Dichte (Maß der baulichen Dichte, Bauweise, Überbaubare Flächen)
§ 9 (1) Nr. 10	Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind
§ 9 (1) Nr. 14	Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser
§ 9 (1) Nr. 15	Öffentliche und private Grünflächen
§ 9 (1) Nr. 16 a	Wasserflächen sowie die Flächen für die Wasserwirtschaft,
§ 9 (1) Nr. 16 b	Flächen für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses
§ 9 (1) Nr. 16 c	Gebiete, in denen bei der Errichtung baulicher Anlagen bestimmte bauliche oder technische Maßnahmen getroffen werden müssen, die der Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließlich Schäden durch Starkregen dienen, sowie die Art dieser Maßnahmen
§ 9 (1) Nr. 16 d	Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freigehalten werden müssen, um insbesondere Hochwasserschäden, einschließlich Schäden durch Starkregen vorzubeugen
§ 9 (1) Nr. 20	Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
§ 9 (1) Nr. 21	Mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers (...) zu belastende Flächen (z.B. Notwasserwege)
§ 9 (1) Nr. 25	Flächen zum Anpflanzen oder Pflanzbindungen für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern
§ 9 (3)	Höhenlage (z.B. Erdgeschossbodenhöhe und Straßenoberkante)
§ 9 (5) Nr. 1	Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind
§ 9 (6)	Nachrichtliche Übernahmen Gewässerrandstreifen zu § 38 WHG

Tab. 8: Übersicht der Regelungsmöglichkeiten wassersensibler Stadtentwicklung im Bebauungsplan

Festsetzungen zur Wassersensibilität können mit Festsetzungen für andere Belange, z.B. Biotop- und Artenschutz sowie Klimaschutz, kombiniert werden. Diese Komplexität ist jedoch Gegenstand des individuellen Bebauungsplanverfahrens und kann hier nicht aufgezeigt werden.

Festzusetzende Maßnahmen müssen bodenrechtlicher Natur sein und standort- und maßnahmenbezogen hinreichend bestimmt sein.

Regelungen, die nicht bodenrechtlicher Natur sind, wie z.B. Bewirtschaftungsmaßnahmen für bestimmte Zwecke oder spezifische technische Ausführungen von Maßnahmen, sind nicht festsetzbar und hier somit auch nicht aufgeführt. Beispiele: Langzeitspeicher in Pflanzgruben (z.B. in Kombination mit Baumrigolen und Verdunstungsbeeten), Bewässerung von Bepflanzungen, Einbau von Straßenwasserfiltern, Substrat-Filterbecken oder Filterrinnen.

Die nachfolgende Gliederung orientiert sich an den einzelnen Absätzen des einschlägigen Paragraphen § 9

BauGB für den Bebauungsplan und beantwortet unter den folgenden Kategorien jeweils folgende Fragen:

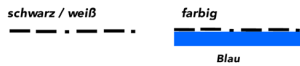
**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5** - Welche konkreten Maßnahmen lassen sich entsprechend festsetzen?

**Flächen zur Anwendung:** Für welche Art von Flächen oder Maßnahmen eignet sich diese Festsetzung?

**Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden:** Welche Schwerpunktbereiche und Flächenkulissen des KLAK Wasser weisen darauf hin, dass diese Festsetzung in der Bauleitplanung erforderlich ist?

**Begründung:** Welche städtebaulichen Begründungen gibt es für diese Festsetzung?

**§ 9 ABS. 1 NR. 1-3 BAUGB VERRINGERUNG BAULICHER DICHTEN (MAß DER BAULICHEN DICHTEN, BAUWEISE, ÜBERBAUBARE FLÄCHEN)**



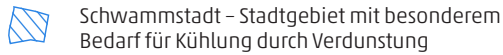
Beispiel einer Textlichen Festsetzung: „Die überbaubaren Grundstücksflächen sind durch Baugrenzen festgesetzt. Ein Vortreten von Gebäudeteilen in geringfügigem Ausmaß kann dann zugelassen werden, wenn der zu erhaltende Baumbestand hiervon nicht berührt wird.“

**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5**

- 1.1 Verdunsten (u.a. optimierte Baumstandorte)
- 1.2 Versickern (Flächenversickerung, Muldenversickerung)

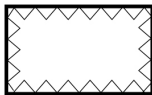
**Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Schwammstadt:



Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

**§ 9 ABS. 1 NR. 10 BAUGB UMGRENZUNG VON FLÄCHEN, DIE VON DER BEBAUUNG FREIZUHALTEN SIND**



Umgrenzung der Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind

Beispiel einer Textlichen Festsetzung: „Die Fläche ABCD ... ist von der Bebauung freizuhalten / und darf als ... (z.B. Verdunstungs-, Versickerungs-, Retentionsfläche, Notwasserweg) genutzt werden.“

Hinweis: Im Bebauungsplan sind die Maßnahmen innerhalb der Flächen näher zu bestimmen.

**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5**

- 1.1 Verdunsten (u.a. optimierte Baumstandorte, Verdunstungsbeet, Fassadenbegrünung)
- 1.2 Versickern (u.a. Flächen- oder Muldenversickerung, Tiefbeet)
- 1.3 Abfluss drosseln (semizentrale Anlagen)
- 2.2 Regenwasser pflanzenverfügbar speichern (u.a. Erhalt von Böden, Langzeitspeicher)
- 2.3 Regenwasser zuführen (Flache Gräben)
- 3.2 Abflüsse leiten (Notwasserweg, Überlauf); ggf. i.V.m. Festsetzung der Geländehöhe
- 4.1 Grünfläche mehrfach nutzen (u.a. semizentrale Versickerungsmulde, Teich, Retentionsraum für Starkregen)

**Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Schwammstadt:



Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

Konzeptplan Starkregenvorsorge:



Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen



Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

bei Siedlungserweiterungen auch:



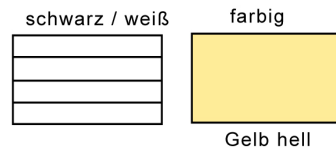
Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenziale in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten

**Begründung**

Die Maßnahmen zur Verdunstung, Versickerung und Rückhaltung/Drosselung des Abflusses tragen dazu bei, dass der Wasserhaushalt einer Siedlung dem Referenzzustand unbebauter Flächen möglichst nahe kommt.

Die Maßnahmen unterstützen die Verdunstung und Kühlung im Schwerpunktbereich „Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung“.

**§ 9 ABS. 1 NR. 14 BAUGB FLÄCHE FÜR DIE RÜCKHALTUNG UND VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER**



Flächen für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung sowie für Ablagerungen

Beispiel einer Textlichen Festsetzung: „Auf der Fläche mit der Zweckbestimmung „Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser“ werden als Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft die Herstellung von ... (z.B. Baumrigolen, Verdunstungsbeeten, Muldensystemen) zur Aufnahme des Niederschlagswassers festgesetzt. Die Fläche ist zu begrünen.“

Zuordnungsfestsetzungen möglich:

in Verbindung mit § 9 (1) Nr. 20 BauGB Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft.

in Verbindung mit § 9 (1) Nr. 25 Flächen zum Anpflanzen oder Pflanzbindungen für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern.

**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5**

- 1.1 Verdunsten (u.a. Baumrigolen, Verdunstungsbeet/-becken)
- 1.2 Versickern (u.a. Flächen-, Mulden-, Mulden-Rigolenversickerung, Tiefbeet)
- 1.3 Abfluss drosseln (semizentrale Anlagen)

**Besonders anzuwenden in den Flächenkulissen des Konzeptplans Schwammstadt und der Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte**

Schwerpunktbereich „Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung“ in

Kombination mit Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte (Kategorien FLV, MV und SPV).

### Begründung

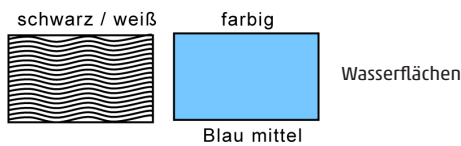
Die Maßnahmen (Auswahl u.a.: Flächenversickerung / Versickerungsmulden / Rigolen / Verdunstungsbeete) dienen der Rückhaltung, der Drosselung und Versickerung von Niederschlagswasser.

Die Maßnahmen (Bezeichnung) tragen zum Ausgleich von Eingriffen in den Naturhaushalt, insbesondere zum Wasserhaushalt bei.

Mit den kombinierten Maßnahmen (Muldenversickerung mit Baumpflanzung) wird ein flächensparender Ausgleich erreicht: die Muldenversickerung speist den lokalen Bodenwasserhaushalt, so dass auch die Bäume und Bepflanzungen in den Mulden bewässert werden. Die Bäume sorgen zukünftig wiederum für den klimatischen Ausgleich der Umgebung mit ihrer Verdunstungskühle und ihrem Schatten.

Bei einer naturnahen Gestaltung dient die Festsetzung mit Zweckbestimmung Versickerung auch als Ausgleichsfläche für Maßnahmen zum Schutz des Bodens bzw. der Vorsorge vor nachteiligen Auswirkungen.

### § 9 ABS. 1 NR 16A BAUGB DIE WASSERFLÄCHEN UND DIE FLÄCHEN FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT



Beispiele für Textliche Festsetzungen: „Innerhalb der als Wasserfläche festgesetzten Fläche sind Verlagerungen des Gewässerbettes möglich und zulässig.“

„Die im Bebauungsplan dargestellten Wasserflächen dienen dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung des rudimentär vorhandenen Grabens als naturnah ausgebautes oberirdisches Gewässer.“ (Stadt Pforzheim B-Plan mit örtlichen Bauvorschriften „Hegenach“).

Zuordnungsfestsetzungen möglich:

in Verbindung mit § 9 Abs. 6 BauGB Nachrichtliche Übernahme „Gewässerrandstreifen (zu § 38 WHG)“

„Im Norden des Geltungsbereiches befindet sich das Fließgewässer „Musterbach“. Gewässer sind als wesentliche Bestandteile von Natur und Landschaft frei zu halten. Gleichzeitig ist es zur Entwicklung und zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Gewässers erforderlich, dass neben der Wasserfläche auch die Uferbereiche und das Umland bei den Ausweisungen im Bebauungsplan Berücksichtigung finden. Aufgrund dessen wird von § 29 Abs. 1 WG Gebrauch gemacht. Dieser besagt, dass Gewässerrandstreifen im Innenbereich 5 Meter und im Außenbereich 10 Meter breit sind. Es gelten folgende Vorschriften...“

### Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5


- 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen (Teich)
- 5.1 Gewässer und Ufer qualifizieren (Gewässerrenaturierung, Retention an Bergbächen schaffen).

### Flächen zur Anwendung

Zu renaturierende Fließgewässer, deren Gewässerdynamik im Bereich der Gewässeraue ausgedehnt werden soll. Die als Wasserfläche zugewiesene Fläche kann somit deutlich größer als das aktuelle Gewässerbett sein. Sie gibt den Raum vor, in dem ein Gewässer mäandrieren, sich teilen und z.B. nach Hochwasserereignissen sein Gewässerbett auch verlagern kann.



### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Schwammstadt:

 Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung

 Aktivierung Gewässerpotenzial (Fließgewässer, Gräben, Runzen, Verdolte Fließgewässer)

Konzeptplan Starkregenvorsorge:

 Fließgewässer / Graben als Leiter von Starkregen Raum geben  
 Aktivierung verdolter Fließgewässer durch Öffnung

### Begründung:

Die Flächen dienen dem Gewässerschutz (Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung gem. § 6 WHG).

Das Einbeziehen der natürlichen Gewässeraue in die festgesetzten Wasserflächen dient der Wiederherstellung der Naturhaushaltsfunktionen von Gewässern.

Mit der Ausweitung der Wasserflächen werden zusätzliche Retentionsräume geschaffen.

Retentionsräume an Fließgewässern können auch die urbane Überflutung durch Starkregenabfluss mindern.

### § 9 ABS. 1 NR. 16B BAUGB FLÄCHEN FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ UND DIE REGELUNG DES WASSERABFLUSSES



Beispiel für eine zeichnerische (siehe Abb. 173 S. 209) und dazu gehörige textliche Festsetzung:

(B-Plan 5-121 „Quartier Kleineschholz“ Entwurf Stand vor Offenlage)

Textliche Festsetzung: „Ausnahmsweise kann die Versickerung im Bereich des .... (Einzugsgebiet siehe Entwässerungskonzept) auch mit Hilfe eines Filtersubstrat-Tiefbeetes mit seitlicher Betoneinfassung erfolgen. Diese Anlage befindet sich in einer ausgewiesenen, öffentlichen Verkehrsfläche und muss für die Überfahrbarkeit mit einer Gitterrostabdeckung (Belastungsklasse mind. D 400) o.ä. ausgeführt werden.“

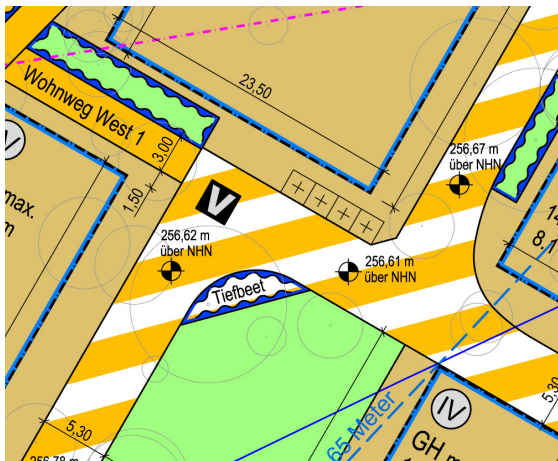


Abb. 173: Auszug Planzeichnung B-Plan 5-121 „Quartier Kleineschholz“, Stadt Freiburg i. Br., Stand vor Offenlage

### Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5


- 1.2 Versickern (Tiefbeet mit/ohne Rigole, Sonderlösung Schachtversickerung)
- 1.3 Abfluss drosseln (u.a. Retentions Gründach, Sonderlösung Retentionsdach, Retentionsrigolen, eher technisch ausgeführte semizentrale Anlagen)
- 2.3 Regenwasser zuführen (eher techn. Ausführung von flachen Gräben)
- 3.2 Abflüsse leiten (Notwasserweg, Überlauf); ggf. i.V.m. Festsetzung der Geländehöhe.

### Flächen zur Anwendung

Flächen für technische oder naturnahe Anlagen für die dezentrale oder semi-dezentrale Regenwasserbewirtschaftung oder für die Sicherung von Notwasserabflüssen.







### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Schwammstadt:

-  Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung

Konzeptplan Starkregenvorsorge:

Retentionspotenziale im Siedlungsraum

-  Siedlungsraum als Entstehungsgebiet – Retentionspotenziale aktivieren
-  Siedlungsraum in Hanglage – Abfluss verzögern
-  Neues Siedlungsgebiet mit frühem Planungsstand – abflussloses / abflussarmes Siedlungsgebiet entwickeln
-  Freiraum mit Entlastungsfunktion – vorhandene Retentionsfunktion sichern, nutzen und optimieren
-  Freiraum mit Entlastungspotenzial – Retentionsräume für Starkregenabflüsse entwickeln
-  Freiraum mit möglichem Entlastungspotenzial – Eignung und Maßnahmen prüfen

### § 9 ABS. 1 NR. 16C BAUGB GEBIETE, IN DENEN BEI DER ERRICHTUNG BAULICHER ANLAGEN BESTIMMTE BAULICHE ODER TECHNISCHE MAßNAHMEN GETROFFEN WERDEN MÜSSEN, DIE DER VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG VON HOCHWASSERSCHÄDEN EINSCHLIEßLICH SCHÄDEN DURCH STARKREGEN DIENEN, SOWIE DIE ART DIESER MAßNAHMEN

Beispiel einer Textlichen Festsetzung: „Im Planungsgebiet sind bei Errichtung baulicher Anlagen zur Vermeidung oder Verringerung von Schäden durch Starkregen die Dächer zu ... % als Retentionsdächer zur Rückhaltung von Niederschlagswasser / mit einem Speichervolumen von ... l Wasser je m<sup>2</sup> Dachfläche / auszubilden / und / extensiv / intensiv / zu begrünen /. Die Bepflanzungen sind zu erhalten und bei Abgang nachzupflanzen.“



Zuordnungsfestsetzungen möglich: in Verbindung mit § 9 Abs. 1 Nr. 25a (Pflanzgebote).

### Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5


- 1.3 Abfluss drosseln (Retentions Gründach, Intensivbegrünung)
- 3.1 Retentionsräume erhalten / schaffen (Zusatzpuffer in oberirdischen Anlagen und Retentionsdächer)

### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Konzeptplan Starkregenvorsorge:

-  Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

bei Siedlungserweiterungen auch:

-  Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenziale in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten

### Begründung

Die Regelung dient der Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden in Folge von Starkregen sowie zugleich der Rückhaltung von Niederschlagswasser. Der

Bebauungsplan berücksichtigt damit die Minderung der Folgen der Bodenversiegelung sowie die Anpassung an den Klimawandel.

**Weitere Beispiele für Textliche Festsetzungen:**

„Im ...Gebiet ist / sind / bei Errichtung baulicher Anlagen zur Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließlich Schäden durch Starkregen / folgende bauliche oder technische Maßnahme(n) erforderlich:

- > Bis zu einer Höhe von ... m über NHN sind / auf der Fläche ... (Bezeichnung der Fläche / Gebäudeöffnungen wie Türen oder Kellerfenster unzulässig / Gebäude auf Stelzen zu errichten. /
- > Alle Öffnungen der Baukörper, wie z. B. Hauseingänge, Kellerlichtschächte, Treppen zum Keller und der Terrassenzugang sind mindestens ... m höher als die Höhe der angrenzenden Straßenverkehrsflächen für das betroffene Grundstück anzuordnen. /
- > Die / Rampe der / Tiefgarage(n) / ist / sind bis zu einer Höhe von ... m über NHN als Retentionsflächen auszubilden. /
- > Bis zu einer Höhe von ... m über NHN sind Baustoffe zu verwenden, die ein Eindringen von Wasser durch Wände verhindert. /“



**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5**

- 3.3 Objekte schützen (Aufkantungen, Permanente Schutzeinrichtungen)


Ob mobile Schutzeinrichtungen und präventive Planungen (z.B. für denkmalgeschützte Gebäude) festsetzbar sind, ist zu prüfen (bodenrechtlicher Bezug). Ggf. empfiehlt sich eine Regelung im Städtebaulichen Vertrag.

**Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden**

Konzeptplan Starkregenvorsorge:

-  Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

bei Siedlungserweiterungen auch:

-  Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenziale in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten

**Begründung**

Die Regelung dient der Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden in Folge von Starkregen sowie zugleich der Rückhaltung von Niederschlagswasser. Der Bebauungsplan berücksichtigt damit die Minderung der Folgen der Bodenversiegelung sowie die Anpassung an den Klimawandel.

**§ 9 ABS. 1 NR. 16 D BAUGB DIE FLÄCHEN, DIE AUF EINEM BAUGRUNDSTÜCK FÜR DIE NATÜRLICHE VERSICKERUNG VON WASSER AUS NIEDERSCHLÄGEN FREIGEHALTEN WERDEN MÜSSEN, UM INSBESONDERE HOCHWASSERSCHÄDEN, EINSCHLIEßLICH SCHÄDEN DURCH STARKREGEN VORZUBEUGEN**



Beispiel einer Textlichen Festsetzung: „Im Planungsbereich sind auf dem Baugrundstück Nr.... / folgende Flächen ... / ...% der Flächen / für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freizuhalten, um Schäden aus Starkregen vorzubeugen.“

**Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5**


- 1.2 Versickern (u.a. Flächen-, Mulden-, Mulden-Rigolenversickerung, Tiefbeet)
- 1.3 Abfluss drosseln (semizentrale Anlagen)

**Besonders in den Flächenkulissen des Konzeptplans Starkregenvorsorge in Kombination mit der Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte anzuwenden**

Konzeptplans Starkregenvorsorge:

-  Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

bei Siedlungserweiterungen auch:

-  Bereich mit Überflutung in der Landschaft – Retentionspotenziale in der Landschaft zur Starkregenvorsorge ausweiten

**Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte:**

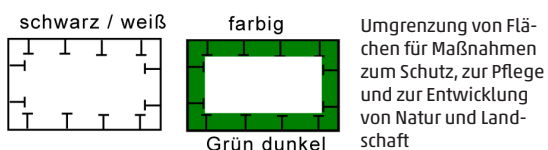
Kategorien Flächenversickerung und Muldenversickerung.

**Begründung**

Die Regelung dient der Freihaltung bestimmter Flächen eines Baugrundstücks zwecks natürlicher Versickerung des Niederschlagswassers, um Schäden durch Starkregen oder Hochwasserschäden vorzubeugen.

Der Boden muss grundsätzlich für die natürliche Versickerung geeignet sein und die die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen geeignet sein, Schäden durch Starkregen vorzubeugen (Nachweis im Gutachten).

**§ 9 ABS. 1 NR. 20 BAUGB FLÄCHEN ODER MAßNAHMEN ZUM SCHUTZ, ZUR PFLEGE UND ENTWICKLUNG VON BODEN, NATUR UND LANDSCHAFT**



Diese Regelungsmöglichkeit dient vorrangig dem Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft, und darin eingeschlossen auch dem Wasserhaushalt.

Hinweis: Im Bebauungsplan sind die Maßnahmen innerhalb der Flächen näher zu bestimmen.

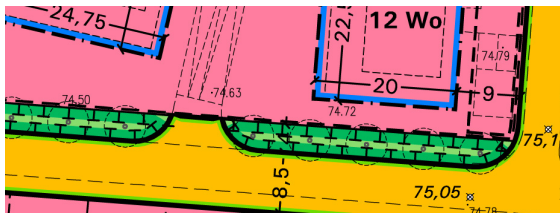
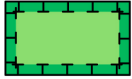


Abb. 174: Auszug aus Planzeichnung und Legende B-Plan Nr. 315 „Orlonweg“, Stadt Gütersloh



## **Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft sowie Pflanzbindungen und Pflanzgebot gemäß § 9(1) Nrn. 20, 25 BauGB**

### **4.1 Öffentliche Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 9(1) Nr. 20 BauGB)**

**Entwicklungsziel:** Anlage naturnaher Bereiche für die Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser.

- Fachgerechte Anlage naturnaher, ökologisch wertiger Versickerungs- und Rückhaltebereiche (gemäß separaten wasserrechtlichen Verfahren) mit unterschiedlichen Böschungsneigungen > 1:3, Versickerung über die belebte Bodenzone bzw. gedrosselte Abgabe an den jeweiligen Vorfluter.
- Fachgerechte Anlage, Pflege und dauerhafter Erhalt von extensiven Wiesenflächen und stadtklimagerechten Bäumen mit Überflutungstoleranz zur Gliederung der Flächen und des Plangebiets.
- Bauliche Anlagen, Aufschüttungen und Flächenversiegelungen sind mit Ausnahme erforderlicher Anlagen für die Wasserwirtschaft nicht gestattet.
- Ein Ausleuchten der Flächen ist unzulässig. Ausgenommen sind notwendige Verkehrs- und allgemeine Sicherheitsmaßnahmen.



### **Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie Bindungen für deren Erhalt (§ 9(1) Nr. 25 BauGB)**

Fachgerechter Erhalt von Baumstandorten/Einzelbäumen, siehe Text B.4.3

Zuordnungsfestsetzungen möglich:

In Verbindung mit § 9 Abs. (1) Nr. 14 BauGB Flächen für Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser

In Verbindung mit § 9 Abs. (1) Nr. 15 BauGB Öffentliche und private Grünflächen

In Verbindung mit § 9 Abs. (1) Nr. 25 BauGB Pflanzgebote /Pflanzbindungen

Abb. 174 S. 211 Beispiel für eine zeichnerische Festsetzung einer Versickerungsmulde mit Baumanpflanzungen (Stadt Gütersloh, Bebauungsplan Nr. 315 „Orlonweg“)

#### **Textliche Festsetzung (Varianten und Ergänzungen)**

Textliche Festsetzung „Entwicklungsziel: Anlage naturnaher Bereiche für die Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser“ (Beispiel Stadt Gütersloh, B-Plan 315 Orlonweg):

a. „Fachgerechte Anlage naturnaher, ökologisch wertiger Versickerungs- und Rückhaltebereiche mit unterschiedlichen Böschungsneigungen > 1:3, Versickerung über die belebte Bodenzone bzw. gedrosselte Abgabe an den jeweiligen Vorfluter.

b. Fachgerechte Anlage, Pflege und dauerhafter Erhalt von extensiven Wiesenflächen und klimaresilienten

Bäumen mit Überflutungstoleranz.

c. Bauliche Anlagen, Aufschüttungen und Flächenversiegelungen sind mit Ausnahme erforderlicher Anlagen für die Wasserwirtschaft nicht gestattet.“

Textliche Festsetzung „Regenwasserzisternen“ (Gemeinde Althengstett, B-Plan Hauptstraße/Mühlwiesenstraße):

d. „Soweit keine Rückhaltung durch Dachbegrünung erzielt werden kann, sind auf den Baugrundstücken zur Sammlung von Regenwasser von Dachflächen kombinierte Zisternen mit zusätzlicher Retentionsfunktion (Zwangsentleerung für Teilvolumen) herzustellen.

e. Zulässige gedrosselte Abflussmenge: 0,2 l/s. Retentionsvolumen: 25-30 l/qm Dachfläche. Der Überlauf der Zisterne ist im Trennsystem vorzusehen. Die Retentionsfunktion kann entfallen, wenn die angeschlossene Dachfläche begrünt ist und das entsprechende Retentionsvolumen nachgewiesen werden kann.“

Ergänzende Erläuterung zur Festsetzung von Regenwasserzisternen: Der Gleichgewichtszusammenhang ergibt sich aus dem Retentionsvolumen, das entweder über Dachbegrünung oder durch Regenwasserzisternen herzustellen ist. Im Klimawandel könnte zukünftig das

Speichern von Regenwasser in Kombination mit der Bewässerung von Pflanzflächen auch als Vermeidung der Ableitung von Regenwasser und Vermeidung von Trinkwasserverbrauch anrechenbar werden. Das zusätzliche Retentionsvolumen für Starkregenfälle wiederum dient der Schadensvermeidung. Für Regenwasserzisternen ist auch eine Festsetzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 16 in Verbindung mit § 9 Abs. 1 Nr. 20 denkbar.

#### Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5

- 1.1 Verdunsten (u.a. Flächenentsiegelung und Begrünung, Erhalt von Einzelbäumen, Baumpflanzungen, Verdunstungsbeet, Fassadenbegrünung, Vertikalbegrünung sonstiger baulicher Anlagen, Mit Gräsern/Stauden bepflanzte Beete als Flächenversickerung, Verdunstungsdach, Intensivbegrünung/Dachgarten)
- 1.2 Versickern (u.a. Flächen- oder Muldenversickerung)
- 1.3 Abfluss drosseln (Extensives Gründach, semizentrale Anlagen in naturnaher Ausführung, Grüne Gleise)
- 2.2 Regenwasser pflanzenverfügbar speichern (u.a. Erhalt von Böden, Regenwasserzisternen),
- 3.1 Retentionsräume erhalten/schaffen (Erhaltung und Freihaltung natürlicher Geländesenken in Kombination mit Aufwertungsmaßnahmen, wie Bepflanzungen oder Bodenverbesserungen)
- 4.1 Grünflächen mehrfach nutzen (u.a. semizentrale Versickerungsmulde, Teich, naturnah gestalteter Retentionsraum für Starkregen)
- 5.1 Gewässer und Ufer qualifizieren (Gewässerrenaturierung, Entwicklung naturnaher Uferbereiche)

Zum Beispiel auch als Zuordnung gebietsexterner Ausgleichsmaßnahmen:

- 5.2 Retentionsfunktion der Wälder erhalten (Waldmehrung, Erhalt und Entwicklung wassergeprägter Waldlandschaften; soweit Maßnahmen nicht gemäß LWaldG erforderlich)
- 5.3 Rückhalt auf Landwirtschaftsflächen verbessern (u.a. Umwandlung von Ackerland zu Grünland, Rand- und Saumstrukturen)
- 5.4 Wassergeprägte Kulturlandschaften sichern und entwickeln (Nutzungsextensivierung und Vernässung von Niederungen und Moorböden, Auwaldentwicklung und -renaturierung).

#### Flächen zur Anwendung

Baugebiete (nicht überbaute Flächen, Dachflächen, Fassaden)

Verkehrsflächen, Grünflächen

Öffentliche Flächen mit Baumstandorten für Erhalt und Pflanzung von Bäumen mit dem Entwicklungsziel: Anlage naturnaher Bereiche für die Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser.

#### Besonders in den Flächenkulissen des Konzeptplans Schwammstadt anzuwenden

-  Schwammstadt – Stadtgebiet mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung
-  Schwammlandschaft - Niederungsbereich mit großräumigem Potenzial zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Kühlung
-  Freifläche mit Potenzial für Klimakomfort
-  Aktivierung Gewässerpotenzial
-  FRT 01 | öffentliche Parks und Grünanlagen  
FRT 02 | funktionale Freiräume
-  Friedhof
-  Kleingarten
-  Sportfläche
-  FRT 03 | sonstige Grünflächen  
technische Infrastruktur
-  sonstige Grünfläche
-  FRT 04 | Plätze und Straßenraum
-  FRT 05 | Landwirtschaftsflächen
-  Acker- und Grünlandfläche, Sonderkulturen
-  Rebanbau
-  FRT 06 | Wälder

#### Begründung

Die Maßnahmen (Bezeichnung ergänzen) tragen wesentlich zum Ausgleich von Eingriffen in den Naturhaushalt (Schutzgut Wasser, Schutzgut Klima) bei.

Die Umsetzung der Maßnahmen (Bezeichnung ergänzen) trägt zur Herstellung des naturnahen Wasserhaushalts bei.

Die Maßnahmen (Bezeichnung ergänzen) dienen dem Entwicklungsziel „Anlage naturnaher Bereiche für die Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser.“

Die Festsetzung „Fachgerechte Anlage, Pflege und dauerhafter Erhalt von extensiven Wiesenflächen und klimaangepassten Bäumen mit Überflutungstoleranz“ dient zur Gliederung der Flächen und des Plangebiets.

Beispiel einer Textlichen Festsetzung zur Wasserdurchlässigkeit: „Als Maßnahme zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft ist eine Befestigung von Wegen und Zufahrten nur in wasser- und luftdurchlässigem Aufbau herzustellen. Auch Wasser- und Luftdurchlässigkeit wesentlich mindernde Befestigungen wie Betonunterbau, Fugenverguss, Asphaltierungen und Betonierungen sind unzulässig.“

#### Anwendungsbereich/Begründung

Regelung wird z.B. als Ausgleichsmaßnahme getroffen, wenn insbesondere die Schutzgüter Boden und Wasser (hier Versickerung und Abflussverzögerung) zu berücksichtigen sind bzw. zur Vermeidung oder Minimierung von nachteiligen Auswirkungen.

#### Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5

- 1.2 Versickern (Teil-) Entsiegelung/ Wasserdurchlässige Beläge

#### § 9 ABS. 1 NR. 21 BAUGB GEH-, FAHR- UND LEITUNGS-

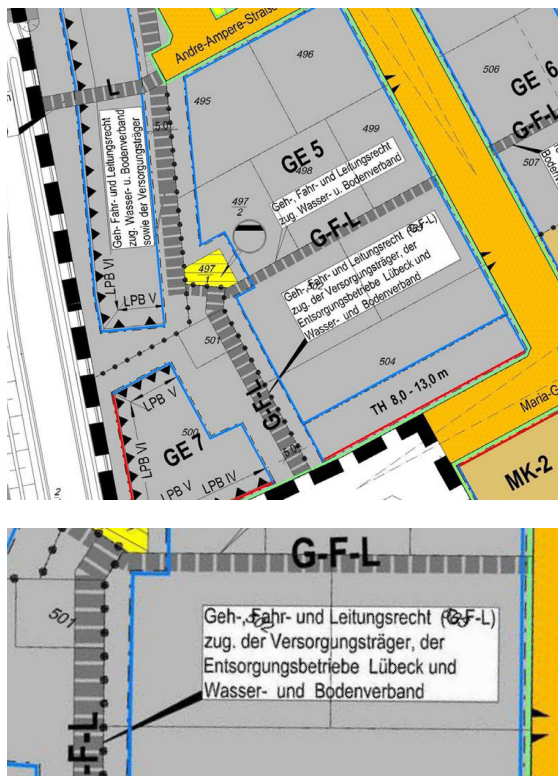
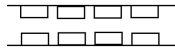


Abb. 175: Notabflusswege in der Ausführungsplanung der Regenwasser-Entwässerung für den 2. Bauabschnitt (Auszug Lageplan Überflutung - Masuch + Olbrisch / ITWH, März 2003)

## RECHT (NOTWASSERWEG)

Für die Festsetzung eines Notwasser- oder Notabfluss-



bei schmalen Flächen



Mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zu belastende Flächen

weg bestehen verschiedene Möglichkeiten. In dem unten aufgeführten Beispiel werden Notabflusswege als Geh-Fahr- und Leitungsrecht nach § 9 Abs. 1 Nr. 21 festgesetzt. Denkbar ist auch eine Festsetzung gemäß bei 9 (Abs. 1 Nr. 16 b „Regelung des Wasserabflusses“). In Rebmann 2020 „Handlungshilfe Bauleitplanung“ wird nach § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB festgesetzt als „Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind“.

Textliche Festsetzung (Beispiel Hansestadt Lübeck): „Das in der Planzeichnung festgesetzte Leitungsrecht wird zugunsten der Allgemeinheit / des Eigenbetriebs Stadtentwässerung / des Garten- und Tiefbauamtes festgesetzt.“

### Beispiel aus anderen Kommunen

Festsetzung von Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zur Nutzung als Notabflussweg im Bebauungsplan Nr. 09.04.02, Hansestadt Lübeck.

### Flächen zur Anwendung

Festsetzung von Notwasser- bzw. Notabflusswegen oberhalb der hydraulischen Bemessungsgrenzen auf öffentlichen Straßen, in Grünflächen und in Baugebieten als Leitungsrecht.

## Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5

- 3.2 Abflüsse leiten (Notwasserwege, Überlauf mit Verbindung zu Retentionsräumen)

### Besonders in den Flächenkulissen des Konzeptplans Starkregenvorsorge anzuwenden

Hauptfließweg beachten unter besonderer Beachtung der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung

### Begründung

Die Maßnahme Notabflussweg, auf der Basis des Entwässerungskonzeptes mit Ausführungsplanung, dient der Starkregenvorsorge für das Baugebiet sowie dem Schutz der Unterlieger.

### § 9 ABS. 3 BAUGB HÖHENLAGE (Z.B. ERDGESCHOSSBODENHÖHE UND STRAßENBERKANTE)

**Zeichnerische Festsetzung:** Festlegung wichtiger Planungshöhen

### Flächen zur Anwendung

Relevant sind hierbei die Quer- und Längsneigung der Straßen, die Planung der Rinnen sowie von Hoch- und Tiefpunkten.

## Anwendbar für die folgenden Maßnahmen aus S1 bis S5

- 3.2 Abflüsse leiten (Notwasserwege, Überlauf mit Verbindung zu Retentionsräumen)

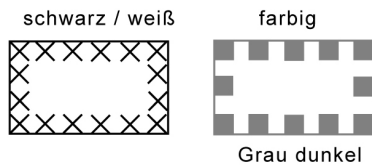
### Besonders in den Flächenkulissen des Konzeptplans Starkregenvorsorge anzuwenden

Hauptfließweg beachten unter besonderer Beachtung der Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung

## Begründung

Sicherstellung einer Starkregengefahren minimierenden Ausführung der öffentlichen Verkehrs- und Grünflächen gemäß der Höhenplanung des Entwurfs zur Straßenplanung und der gutachtlichen Maßnahmenempfehlungen.

### § 9 ABS. 5 NR. 1 BAUGB KENNZEICHNUNGEN



Umgrenzung der Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind

Umgrenzung der Flächen, bei deren Bebauung besondere Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind

Anders als bei der Darstellung von Flächen und Maßnahmen, die eine Verwaltungsentscheidung ist, erfüllt eine Kennzeichnung von Flächen eine „Warnfunktion“, da bei deren Bebauung besondere Probleme zu beachten sind.

### Anwendbar für folgende Strategischen Leitsätze

- 53 Starkregenvorsorge als Gemeinschaftsaufgabe organisieren und umsetzen



### Auf welchen Flächen anwendbar

Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten (hier: Überflutungsrisiko) erforderlich sind.

### Besonders in der Flächenkulisse anzuwenden

Starkregengefahrenkarte der Bauleitplanung:  
Wassertiefen > 0,30 m / 0,50 m in Niederungs- und Senkenbereichen

### Konzeptplan Starkregenvorsorge:

-  Blue Spot ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘ – Minderung des Schadensrisikos bei Planungen vorrangig berücksichtigen
-  Bereich ‚Gefährdung durch urbane Überflutung‘ – Minderung der Überflutungsgefährdung von Siedlungsflächen bei Planungen vorrangig berücksichtigen

## BAUORDNUNGSRECHTLICHE FESTSETZUNGEN NACH § 74 LBO ALS ÖRTLICHE BAUVORSCHRIFTEN (NICHT ABSCHLIESSEND)

Die Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan werden in § 9 Abs. 1 BauGB abschließend geregelt. In Ergänzung zu diesen planungsrechtlichen Festsetzungen haben die Gemeinden in Baden-Württemberg über § 74 Landesbauordnung (LBO) die Möglichkeit, bauordnungsrechtliche Festsetzungen als „Örtliche Bauvorschriften“ zu erlassen.

Den Zielen der Schwammstadt dienen folgende Regelungsmöglichkeiten:

§ 74 Abs. 1 Nr. 3 LBO „Anforderungen an die Gestaltung, Bepflanzung und Nutzung der unbebauten Flächen der bebauten Grundstücke“. Hierbei steht die baugestalterische Absicht im Vordergrund.

Festsetzungen nach § 74 Abs. 3 Nr. 2 LBO, „Anlagen zum Sammeln, Verwenden oder Versickern von Niederschlagswasser oder zum Verwenden von Brauchwasser“, werden damit begründet, die Abwasseranlagen zu entlasten, Überschwemmungsgefahren zu vermeiden und den Wasserhaushalt zu schonen.

Dazu seien hier beispielhaft und auszugsweise Festsetzungen anderer Kommunen aufgeführt:

- > „Auf jedem Privatgrundstück muss entweder:
  - eine Regenwasserrückhaltung - ein gedrosselter Regenwasserspeicher für das Dach- und Entwässerungssystem mit einer Mindestgröße von 5 m<sup>3</sup> errichtet werden (2 m<sup>3</sup> Nutzungsvolumen + 3 m<sup>3</sup> Regenrückhaltevolumen). Der Überlauf der Zisterne ist gedrosselt mit maximal 0,7 l/s dem Regenwasserkanal zuzuführen. Das gespeicherte Regenwasser kann für die Bewässerung der Außenanlagen sowie als Brauchwasser verwendet werden. Verbindungen zwischen einer privaten Brauchwasseranlage und der öffentlichen Wasserversorgung sind unzulässig. Gesundheitliche Belange dürfen durch die Installation nicht beeinträchtigt werden.
  - oder
  - eine Regenwasserversickerung durchgeführt werden.“ (Stadt Biberach B-Plan „Hinter Kirchfeld II“)

> „Regenwasserzisternen (§ 74 (3) 2 LBO): Auf der Grundlage von § 45b (3) des Wassergesetzes in der Fassung vom 01.01.1999 sind bei Neubaugebieten Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung zwingend. Als Planungsbausteine stehen die Komponenten Speicherung, Nutzung, Versickerung, gedrosselte Ableitung und Kombinationslösungen zur Verfügung.

Im Plangebiet ist das Regenwasser von nicht begrünten Dachflächen einer Retentionszisterne zuzuführen. Die Retentionszisternen werden im Rahmen der Baugebieterschließung erstellt. Eine Retentionszisterne besteht aus einem Speicher-

volumen (öffentliches Interesse) und einem Nutzvolumen (für den privaten Gebrauch wie z.B. Gartenbewässerung, zukünftig ggf. auch für Toilettenspülung, Wäsche waschen).

Die Dimensionierung des Speichervolumens erfolgt mit einem spezifischen Ansatz von 20 l/m<sup>2</sup> projizierte Dachfläche (Grundlage Grundstücksgröße und zulässige Grundflächenzahl). Die Bemessung der Abflussdrossel erfolgt in einem Simulationsprogramm.

Die grundstücksbezogenen Angaben für das Speichervolumen (m<sup>3</sup>) und die Drossleinrichtung (mm) sind im Entwässerungsplan des Ingenieurbüros (...) vom 19.02.2007 festgelegt.“ (Gemeinde Bondorf, Bebauungsplan „Nördlich Rosenstraße“, Landkreis Böblingen).

- > „Je Quadratmeter neu versiegelter Fläche ist ein Retentionsvolumen von mindestens 30 Litern herzustellen. Dies kann durch eine entsprechende Ausbildung der Dachbegrünung, in privaten Retentionszisternen oder Mulden-Rigolen-Systemen bzw. einer Kombination erfolgen. Regenwasser darf in den öffentlichen Mischwasserkanal nur gedrosselt eingeleitet werden.“ (Stadt Esslingen am Neckar B-Plan „Im Efeu“)
- > „Für das anfallende Dachwasser sind zusätzlich Zisternen herzustellen, abgestuft nach Grundstücksgrößen: bis 500 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche mind. 3 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und Drosselabflussmenge 1 l/s. Ab 500 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche mind. 4 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und Drosselabflussmenge 1,4 l/s“. (Stadt Freudenstadt B-Plan „1. Änderung Sonnenhalde Süd“).
- > „...Für den Fall, dass eine Versickerung nicht möglich ist, hat eine Regenwasserrückhaltung über ein Gründach oder eine Retentionszisterne zu erfolgen. Da der Niederschlagsabfluss aus dem Gebiet nicht höher sein darf als natürlicherweise abfließen würde, ist pro 100 m<sup>2</sup> angeschlossenen Dachfläche ein Zisternenvolumen von 2 m<sup>3</sup> und ein Drosselabfluss von 0,15 l/s umzusetzen. Zisternen mit einem zusätzlichen Speicher zur Regenwassernutzung sind zulässig. Dieser zusätzliche Speicher darf für das Rückhaltevolumen nicht angerechnet werden, da das Volumen vor dem nächsten Regen nicht wieder zur Verfügung steht“. (Gemeinde Murrhardt B-Plan „Köchersberg – 2. Erweiterung“).
- > „Das Niederschlagswasser von Dach-, Zufahrts- und Hofflächen ist auf den einzelnen Grundstücken über Rückhalteeinrichtungen (z.B. Retentionszisternen) gedrosselt dem Regenwasserkanal zuzuführen (max. 0,2 l/s je 100 m<sup>2</sup> versiegelter Grundstücksfläche). Die Rückhalteeinrichtungen auf den Privatgrundstücken sind entsprechend dem oben stehend festgelegten Drosselabfluss für die versiegelten Flächen zu bemessen. Alternativ kann ein Mindestretentionsvolumen von 2,5 m<sup>3</sup> pro 100 m<sup>2</sup> versiegelter Fläche angenommen werden. Öffentliche Flächen sind hiervon ausgenommen“. (Gemeinde Reute B-Plan „Neue Ortsmitte“).

## STÄDTEBAULICHER VERTRAG

Aufgrund seiner relativ flexiblen Handhabung in Bezug auf den Regelungsgehalt und Anwendungskontext kann der städtebauliche Vertrag nach § 11 BauGB bei der Gestaltung der wassersensiblen Stadtentwicklung ein wichtiges zusätzliches Instrument sein.

Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen, die keinen direkten bodenrechtlichen Bezug haben und somit nicht festsetzbar sind, können z.B. in einem Städtebaulichen Vertrag geregelt werden.

Zu beachten ist, dass für den Städtebaulichen Vertrag die gleichen Anforderungen wie für alle öffentlich-rechtlichen Verträge gelten. Daher muss stets der Zweck der Gegenleistung im Vertrag vereinbart werden. Außerdem müssen die von einem Vertragspartner zu übernehmenden Kosten Voraussetzung oder Folge des geplanten Vorhabens sein. Darüber hinaus muss die Angemessenheit der geforderten Gegenleistung gewährleistet sein. In Freiburg sind die jeweils geltenden baupolitischen Grundsätze, aktuell in der Fassung von 2018, zugrunde zu legen, die u.a. Regelungshinweise zu städtebaulichen Verträgen geben.

# Literaturverzeichnis

## Publikationen und Berichte

- BBSR (= Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2015): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2015/UeberflutungHitzeVorsorge.html>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- BBSR (= Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2018): Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/leitfaden-starkregen-04-2019-dl.html>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- BGS (= BlueGreenStreets) (Hrsg.) (2020), Blue-GreenStreets als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissenstand 2020, April 2020, Hamburg. Statusbericht im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z). Online verfügbar unter: <https://repos.hcu-hamburg.de/handle/hcu/522>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- BfN (= Bundesamt für Naturschutz) (2017): Doppelte Innenentwicklung - Perspektiven für das urbane Grün. Empfehlungen für Kommunen. Bundesamt für Naturschutz: Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/publikationen/broschuere/doppelte-innenentwicklung-perspektiven-fuer-das-urbane-gruen>, zuletzt geprüft am 15.06.2023
- BMUV (= Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz) (2023): Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023. Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/download/nationale-wasserstrategie-2023>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- IKSR (= Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) (2001): Rheinatlas 2001. Koblenz. Online verfügbar unter: [https://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/Dokumente\\_de/Rhein-Atlas/german/german\\_text.pdf](https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Rhein-Atlas/german/german_text.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- IKSR (= Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) (2016): Instrument und Methode zum Nachweis der Änderung bzw. Reduzierung des Hochwasserrisikos - Fachbericht. Koblenz. Online verfügbar unter: [https://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp\\_De\\_0237.pdf](https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0237.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- Meyer, V. et al. (2015): National flood damage evaluation methods: A review of applied methods in England, the Netherlands, the Czech Republic and Germany. UFZ Discussion Papers [Preprint], (21). Online verfügbar unter: <https://ideas.repec.org/p/zbw/ufzdps/212005.html#download>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- LUBW (=Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Karlsruhe. Online verfügbar unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/47871>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- LUBW (=Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2017): Planungsempfehlungen für die (stadt-) klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg, KLIMOPASS. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Karlsruhe. Online verfügbar unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/60984>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.
- LUBW (=Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2018): Leitfaden für die kommunale Landschaftsplanung in Baden-Württemberg. Der Landschaftsplan im Detail. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Rottenburg a. N. Online verfügbar unter <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10095>, zuletzt geprüft am 15.06.2023
- LUBW (= Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2021a): Klimazukunft Baden-Württemberg - Was uns ohne effektiven Klimaschutz erwartet! Klimaleitplanken 2.0., Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Karlsruhe. Online verfügbar unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10200>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- LUBW (= Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2021b): Beschluss-Vorlage des Gemeinderats zur Studie der Landesanstalt für Umwelt Ba-

- den-Württemberg zur „Klimazukunft Baden-Württemberg“ und Schlussfolgerungen für die Klimaanpassung in der Stadt Freiburg i.Br. vom 25.06.2021.
- Rebmann, N. (2020): Handlungshilfe Bauleitplanung. Nora Rebmann, Kommune Gerlingen (Hrsg.): Gerlingen. Online verfügbar unter: <https://regin-astark.starkregen Gefahr.de/wp-content/uploads/Handlungshilfe-Bauleitplanung-final-1.pdf>, zuletzt geprüft am 09.06.2023.
- Schmit, M. (2021): Ermittlung einer naturnahen urbanen Wasserbilanz (NatUrWB) als Zielvorgabe für deutsche Städte - Erstellung eines Interaktiven Webtools. Masterarbeit. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Hydrologie. Online verfügbar unter: [https://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Schmit\\_M\\_2021\\_MA.pdf](https://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Schmit_M_2021_MA.pdf), zuletzt geprüft am 27.06.2023.
- SenSW (= Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen) (2017): Rundschreiben-Nr. 3/2017. Aktualisierung und Ergänzung der Zusammenstellung der Muster-TF 2017. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen: Berlin. Online verfügbar unter: <https://www.regenwasseragentur.berlin/wp-content/uploads/2021/04/Orientierungshilfe-Anhang4-Rundschreiben-Nr-3-2017-SenSW.pdf>, zuletzt geprüft am 15.06.2023
- SenSW (= Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen) (2018): Rundschreiben Nr. 4 /2018 - Rundschreiben zum Umgang mit Niederschlagswasser in Bebauungsplänen in Berlin. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen: Berlin.
- Stadt Freiburg i. Brsg. (2016): Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung. Umweltschutzamt, Abt. III Untere Wasserbehörde der Stadt Freiburg im Breisgau, 2016. Online verfügbar unter: [https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params\\_E-851945264/951623/Regenwasserbewirtschaftung.pdf](https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-851945264/951623/Regenwasserbewirtschaftung.pdf), zuletzt geprüft am 15.06.2023.
- Stadt Freiburg i. Brsg. (2019): Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskonzept für das Handlungsfeld „Hitze“, Freiburg. Online verfügbar unter: <https://www.freiburg.de/pb/1292965.html>, zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- Universität Freiburg (2020): Klimasteckbrief Freiburg im Breisgau. LoKlim - Lokale Strategien zur Klimaanpassung. Institut für Umweltozialwissenschaft und Geographie Lehrstuhl für Geographie des Globalen Wandels, 2020.
- UW BW (=Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (1999): Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung. Leitfaden für Planer, Ingenieure, Architekten, Kommunen und Behörden. Online verfügbar unter: [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden\\_Regenwasserbewirtschaftung.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden_Regenwasserbewirtschaftung.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- UW BW (=Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. Stuttgart. Online verfügbar unter: [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4\\_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2023.
- Weiler, M. et al. (2019): Der naturnahe Wasserhaushalt als Leitbild in der Siedlungswasserbewirtschaftung. Analyse der Langzeitauswirkungen auf Grundwasserneubildung, Verdunstung und Abflussbildung im urbanen Raum. Hg. v. Professur für Hydrologie, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Universität Freiburg (Freiburger HydroNotes). Online verfügbar unter [http://www.hydrology.uni-freiburg.de/publika/hydrnotes/HNS\\_005.pdf](http://www.hydrology.uni-freiburg.de/publika/hydrnotes/HNS_005.pdf), zuletzt geprüft am 27.06.2023)
- WM (= Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg) (2018): Starkregenvorsorge im Städtebau und in der Bauleitplanung. Informationen für Gemeinderatsmitglieder, Planerinnen und Planer sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger. Stuttgart. Online verfügbar unter: [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Publikationen/Bauen/Starkregenvorsorge-im-Staedtebau\\_und\\_in\\_der\\_Bauleitplanung.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Publikationen/Bauen/Starkregenvorsorge-im-Staedtebau_und_in_der_Bauleitplanung.pdf), zuletzt geprüft am 12.04.2023.

### **Richtlinien, Merkblätter und Regelwerke**

DIN 1986-100: 2016-12, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Beuth-Verlag: Berlin.

DIN EN 752: 2017-07, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement. Deutsche Fassung EN 752:2017. Beuth-Verlag: Berlin.

DWA (2004): DWA Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA: Hennef.

DWA (2005): DWA Arbeitsblatt 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA: Hennef.

DWA (2006): DWA Arbeitsblatt 100: Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE). DWA: Hennef.

DWA (2016): DWA-M 119 Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. DWA: Hennef.

DWA (2022): DWA Merkblatt 102-4/BWK-M 3-4 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers. DWA: Hennef.

FLL (= Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) (2018): Dachbegrünungsrichtlinie - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen. FLL: Bonn. 3. Auflage.



# Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Strategische Leitlinien der wassersensiblen Stadt; S.15
- Abb. 2: Die wassersensible Stadt als Aufgabe der Stadt-, Grün- und Entwässerungsplanung und als kommunale Gemeinschaftsaufgabe entsprechend der Häufigkeit und Intensität von Regenereignissen © IPS, bkso, bgmr 2021 (Weiterentwicklung auf der Grundlage der Abb. 8 des Leitfadens „Kommunales Starkregenrisikomanagement Baden-Württemberg“ (LUBW 2016, S. 17); S.18
- Abb. 3: Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad (nach DWA-M 153, August 2007), Grafik: Stadt Freiburg i.Br. (2016): Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung, S. 6, geändert durch [3]; S.20
- Abb. 4: Kaskade der Regenwasserbewirtschaftung, geändert nach [5]; S.23
- Abb. 5: Überflutungsvorsorge als wasserwirtschaftliche und als kommunale Gemeinschaftsaufgabe entsprechend der Häufigkeit und Intensität von Regenereignissen [2] auf Grundlage von © Starkregenvorsorge im Städtebau und in der Bauleitplanung. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (WM 2018, S. 11); S.25
- Abb. 6: Darstellung der hier verwendeten Klassifikation der Lockergesteinsmächtigkeit zur Ableitung von RWB-Maßnahmen, Methodik von AN erarbeitet; S.32
- Abb. 7: Darstellung der hier verwendeten Klassifikation der Wasserdurchlässigkeit des Bodens zur Ableitung von RWB-Maßnahmen, Methodik von AN erarbeitet; S.33
- Abb. 8: Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte Freiburg; S.36
- Abb. 9: Zum Zeitpunkt der Modellierung aktuelle Oberflächenabflusskennwerte der LUBW für das außergewöhnliche Regenereignis. Sie stellen dar, wieviel Abfluss auf einer Oberfläche aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften entsteht.; S.39
- Abb. 10: Ergebnisse der Starkregengefährdungsanalyse – Wassertiefen; S.40
- Abb. 11: Ergebnisse Starkregenrisikoanalyse – Schadenspotenzial; S.41
- Abb. 12: Schwerpunktbereiche der Starkregengefährdungsanalyse – Gefährdungsbereiche durch Überflutung; S.42
- Abb. 13: Schwerpunktbereiche der Starkregenrisikoanalyse – Blue Spots ‚Schadensrisiko urbaner Überflutung‘; S.43
- Abb. 14: Räumliche Vertiefungsbereiche - Starkregenvorsorge; S.45
- Abb. 15: Räumliche Verortung Vertiefungsbereich St. Georgen / Unterwiesre-Süd; S.46
- Abb. 16: Ausschnitt Fließwege und Überflutungstiefen (außergewöhnliches Niederschlagsereignis) im Vertiefungsbereich ; S.47
- Abb. 17: Regenwassereinzugsgebiet; S.47
- Abb. 18: Handlungsempfehlungen; S.47
- Abb. 19: Zusammenhänge der einzelnen Bausteine des KLAK Wasser; S.49
- Abb. 20: Konzeptplan Schwammstadt; S.50
- Abb. 21: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Schwammstadt: Kernstadtbereich; S.51
- Abb. 22: Schwerpunktbereiche Schwammstadt - Stadtgebiete mit besonderem Bedarf für Kühlung durch Verdunstung; S.52
- Abb. 23: Stadtstrukturtypen; S.54
- Abb. 24: Freiraumtypen; S.55
- Abb. 25: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Schwammstadt: Kernstadtbereiche; S.57
- Abb. 26: Konzeptplan Starkregenvorsorge; S.58
- Abb. 27: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Starkregenvorsorge: Kernstadtbereich; S.59
- Abb. 28: Schwerpunktbereiche der Starkregenvorsorge; S.60
- Abb. 29: Erläuterung Fließwegesystem; S.61
- Abb. 30: Fließwege Starkregenabfluss, Ausschnitt Kernstadtbereich; S.62
- Abb. 31: Retentionspotenziale im Siedlungsraum, Ausschnitt Innenstadtbereich; S.64
- Abb. 32: Retentionspotenziale in der Landschaft; S.66
- Abb. 33: Ausschnitt aus dem Konzeptplan Starkregenvorsorge: Kernstadtbereiche; S.69
- Abb. 34: Regenwasserkaskade zur lokalen Bewirtschaftung und Nutzung der Ressource Wasser, geändert nach [5]; S.72
- Abb. 35: vereinfachte Darstellung einer Regenwasserkaskade am Beispiel einer Wohnbebauung /gemischten Bebauung in urbanen Quartieren; S.75

- Abb. 36: Bäume in Versickerungsmulden [3]; S.81
- Abb. 37: vielfältig bepflanztes Verdunftsbeet zur Aufnahme von Regenwasser [3]; S.81
- Abb. 38: Fassadenbegrünung im Bestand [3]; S.82
- Abb. 39: berankte Pergola [3]; S.82
- Abb. 40: Vegetationshöhe nach Substrathöhe und Belastung kg/m<sup>2</sup> (Grafik: ZinCo GmbH); S.83
- Abb. 41: Spektakuläres Gründach der Clara-Grundwald-Turnhalle im Riesefeld reduziert sommerliche Gebäudeaufheizung [1]; S.88
- Abb. 42: Dachbegrünung auf einem Garagendach [3]; S.88
- Abb. 43: Klimaangepasste Platzoberfläche am Zollhallenplatz [3]; S.89
- Abb. 44: Begrüntes Gleisbett [1]; S.89
- Abb. 45: teilversiegelte Oberfläche [3]; S.90
- Abb. 46: Gut entwickelte Fassadenbegrünung, begrenzt durch Kletterhilfen, im Vauban [1]; S.90
- Abb. 47: Baumstandorte BGS [3]; S.91
- Abb. 48: Gut gelöst - Versickerungsmulde mit auf Lücke gesetzten Hochborden und integrierter Baumpflanzung auf einem Parkplatz im Freiburger Industriegebiet Nord [1]; S.92
- Abb. 49: Tiefbeete mit oberirdischem Zulauf im Gewerbetpark Taylorpark-Barracks in Mannheim [4]; S.93
- Abb. 50: Tiefbeet im Straßenbereich von Birkenstein mit unterirdischem Zulauf, nahe Berlin [4]; S.93
- Abb. 51: Verdunftsbeet BGS [3]; S.94
- Abb. 52: Flächenversickerung in der Rummelsburger Bucht, Berlin [4]; S.97
- Abb. 53: Schwammstadtflächen im Vauban: Mulden-Rigolen-Versickerung und Rasengleise [1]; S.97
- Abb. 54: Rasengittersteine auf Platzfläche [4]; S.98
- Abb. 55: Durchlässiger Pflastersteine im Straßenraum [4]; S.98
- Abb. 56: Sickerschacht [4]; S.98
- Abb. 57: Bewachsene Versickerungsmulden als Graben [3]; S.99
- Abb. 58: Bewachsene Versickerungsmulden als beispielbare Fläche [3]; S.99
- Abb. 59: Auch Extensives Gründach mit Rasen erfordert Bewässerung und intensive Pflege [4]; S.101
- Abb. 61: Auch Tonnendächer sind extensiv begrünbar, hier in FR-Weingarten, ergänzt um Solarmodule [1]; S.101
- Abb. 60: Extensives pflegeleichtes Gründach in Vauban ohne Wasserversorgung mit hoher Biodiversität [1]; S.101
- Abb. 62: Intensives Gründach in Kombination mit einer Terrassennutzung [4]; S.102
- Abb. 63: Tiefgaragen Retention mit Notüberlauf in eine Grünfläche, Rummelsburger Bucht, Berlin [4]; S.103
- Abb. 64: Bau einer Füllkörperrigole [4]; S.104
- Abb. 65: Technisch ausgestaltetes Regenrückhaltebecken [4]; S.105
- Abb. 66: Als Teich naturnah ausgestaltetes Regenrückhaltebecken [4]; S.106
- Abb. 67: Vereinfachte Darstellung Entwässerungssystem Vauban [1]; S.107
- Abb. 68: Regen- und Energiespeicher: Eine Solaranlage auf dem Retentionsdach der Flüchtlingsunterkunft in der Chris-Gueffroy-Allee in Berlin (Foto: Berliner Regenwasseragentur/Andreas [FranzXaver] Süß); S.108
- Abb. 69: Aufbau eines Retentionsdachs mit Drossel am Beispiel einer Lösung des Systemherstellers Optigrün (Grafik: Optigrün international AG); S.109
- Abb. 70: Retentions-Teich im Vauban [1]; S.110
- Abb. 71: Straßenfilter [4]; S.113
- Abb. 72: Substratfilterbecken (Visualisierung: Funke Kunststoffe); S.113
- Abb. 73: Filterrinne in Berlin Friedrichshain [4]; S.114
- Abb. 74: Mit Schilf bewachsener Retentionsbodenfilter [4]; S.115
- Abb. 75: Verdunftsbeet als Teil der Hofgestaltung [3]; S.119
- Abb. 76: Dachbegrünung [2]; S.120
- Abb. 77: Pflasterrinne [4]; S.123
- Abb. 78: Muldenstein (Foto: Basamentsteine Böcke); S.123
- Abb. 79: Grabenstruktur als Zuleitung zu Rigole [4]; S.123
- Abb. 80: Schwerlastkastenrinne BircoSolid (Foto: BIRCO GmbH); S.124
- Abb. 81: Muldenrinnen mit Zufluss zu Mulde via Rand-

- steinen auf Lücke [4]; S.125
- Abb. 82: Beispielhafte Planung einer temporär einstauenden multifunktionalen Fläche für den Rückhalt von Starkregenereignissen (Visualisierung: MUST Städtebau) ; S.127
- Abb. 83: Umgestaltung einer Geländesenke zur temporären Speicherung von Starkregenniederschlag [4]; S.128
- Abb. 84: Geplanter temporärer Einstau im Straßenraum für den Starkregenfall und Notüberlauf in Grünfläche (Lageplan Überflutungsvorsorge Rudolfstraße, Berlin, © BGS [5]; S.129
- Abb. 85: Retentionsfläche von Starkregen auf Sportfläche, hier kombiniert mit einem Dachrückhalt [6]; S.130
- Abb. 86: Als Retentionsfläche für Starkregen abgesenkter Quartiersportplatz in München-Giesing [1]; S.131
- Abb. 87: Straßenentwässerung als Notwasserweg [4]; S.133
- Abb. 88: Notwasserweg im Siedlungsgebiet mit Gefälle und ableitender Pflasterrinne [4]; S.133
- Abb. 89: Als Notwasserweg für die angrenzende Straße modellierter Parkweg mit abgesenktem Überlauf in Rasenfläche. Untere Stufe rasenbündig [3]; S.134
- Abb. 90: Hamburg Ohlendorffs Park: Multifunktionale Flächennutzung mit Notwasserweg für die Retention von Starkregen;; S.134
- Abb. 91: Die Munzinger Straße soll beim außergewöhnlichen Starkregen als Notwasserweg in den Mooswald dienen [1]; S.135
- Abb. 92: Aufkantung an Kellereingang (Grafik: MUST Städtebau); S.137
- Abb. 93: Druckfeste Abdichtung Kellerfenster (Foto: IBS Technics GmbH); S.137
- Abb. 94: Mobile Schutzsysteme (Foto: ÖKO-Tec); S.137
- Abb. 95: Versickerungsmulden im Neubauquartier Bugginger Straße [1]; S.140
- Abb. 96: Semizentrale Mulden-Rigole Peter-Sprung-Str./alter Wiehrebahnhof [1]; S.140
- Abb. 97: Versickerungs- und Rückhalteteich in öffentlicher Grünfläche Rieselfeld 4. BA [1]; S.140
- Abb. 98: Straßenentwässerung der Eugen-Martin-Straße in Form einer flachen Mulden Güterbahnhof Nord [1]; S.141
- Abb. 100: Mulden-Rigole als Blühstreifen Rathaus im Stühlinger [1]; S.141
- Abb. 99: Muldengraben zur Versickerung Alter Zollhof Güterbahnhof Nord [1]; S.141
- Abb. 101: Sickerbecken als Pflanzbeet mit Sitzgelegenheit Peter-Sprung-Straße (die Holzaufgaben wurden leider gestohlen) [1]; S.141
- Abb. 102: Bad Herrenalb (Foto: Uli Christmann); S.143
- Abb. 105: Platz der alten Synagoge [1]; S.144
- Abb. 103: Freiburger Bächle [1]; S.144
- Abb. 104: Wasserspiele Zentrum Oberwiehre [1]; S.144
- Abb. 106: Wasserspiel am Platz der alten Synagoge [1]; S.145
- Abb. 107: Trinkwasserbrunnen im Vauban [1]; S.145
- Abb. 108: Brunnen in Freiburg [1]; S.145
- Abb. 109: Botanischer Garten in Freiburg [1]; S.146
- Abb. 110: Grünfläche mit Gewässer im Kurpark Lüneburg [7]; S.146
- Abb. 111: Eschholzpark [1]; S.147
- Abb. 112: Baumallee Eschholzpark [1]; S.147
- Abb. 113: Freiraum des Universitätsklinikums [3]; S.147
- Abb. 114: Wasserplatz zur Ökologischen Aufwertung in Kopenhagen [4]; S.149
- Abb. 115: Kopenhagen Wasserplatz am Spielplatz [4]; S.149
- Abb. 116: Regenspielplatz Haferacker – Multifunktionale Nutzung eines Spielplatzes zur Starkregenvorsorge: Links: Einbau von Rigolen in den erweiterten Sickergraben; Rechts: Spielplatz mit Flutmulde (Fotos: HAMBURG WASSER); S.150
- Abb. 117: Duisburg Teich Schulhof [4] ; S.150
- Abb. 118: Die Gestaltung der Grünfläche in der Südlichen Gartenstadt Potsdam ermöglicht den gefährlosen kurzzeitigen Einstau von Regenwasser bei seltenen Starkregenereignissen [4]; S.150
- Abb. 119: Der beste Wasserplatz in der Stadt: Hitzeentlastung inmitten der Dreisam [1]; S.151
- Abb. 120: Semizentrale Muldenversickerung mit Mehrfachnutzung als öffentliche Grünfläche Alter Messplatz [1]; S.151
- Abb. 121: Kleinste Stauanlage „Biberdamm“ verzögert Hochwasserspitzen an Bergbächen (Foto: Kreisverwaltung Schwalm-Eder); S.154

- Abb. 122: Auslassbauwerk eines Kleinspeichers als Blocksteindrossel (Foto: André Assmann); S.154
- Abb. 123: Geländemulde am Reichenbach mit Potenzial für dezentrale Retentionsmaßnahmen [1]; S.155
- Abb. 124: Prüfung von Potenzial für dezentrale Retentionsmaßnahmen am Reichenbach [1]; S.155
- Abb. 125: Renaturierter Abschnitt der Dreisam hat ein zusätzliches Retentionsvolumen zum Hochwasserschutz geschaffen [3]; S.155
- Abb. 126: Bächle in der Freiburger Altstadt bieten direkte Abkühlung und Erfrischung an heißen Sommertagen [1]; S.155
- Abb. 127: Reichenbach (Kappel) – Potenzial zur Qualifizierung: Hier könnte dem natürlichen Fließgewässer mehr Raum gegeben werden, indem bepflanzte Uferstreifen und abgesenkte Rückhaltebereiche geschaffen werden. Solche Maßnahmen verbessern den Wasserhaushalt am Ufer, schützen vor Nährstoffeinträgen, sorgen für Beschattung und verzögern den Abfluss zum Schutz der Unterlieger. Der Wasserrechtliche Gewässerrandstreifen von 5 bzw. 10 m ist bei der Bewirtschaftung zu beachten. [3]; S.156
- Abb. 129: Roßgässlebach / Moosbach im Industriegebiet Nord – Der im Mittelalter für Wasserkraft und Wiesenwässerung angelegte Kanal liefert bis heute Wasserkraft und auch wichtige Verdunstungskühlung im Hitzehotspot Gewerbegebiet. Potenzial: Mehr schattige Plätze am Wasser würden die Erlebbarkeit und Aufenthaltsqualität erhöhen. [3]; S.156
- Abb. 128: Entwässerungsgraben am Tuniberg mit Potenzial zur Qualifizierung: naturnahe Grabengestaltung mit Uferstreifen und Profilaufweitungen zur Erhöhung der lokalen Wasserspeicherung, Retention und Grundwasseranreicherung. Ggf. ist der Wasserrechtliche Gewässerrandstreifen von 10 m bei der Bewirtschaftung zu beachten, Erhöhung des extensiven Grünlandanteils. [3]; S.156
- Abb. 130: Offen fließende und baulich gefasste Runz (mittelalterliches Kanalsystem für Bewässerung und Wasserkraft) bringt heutzutage Kühlung und ist ein Retentionsraum bei Starkregen. Ziel: Offenhaltung [3]; S.157
- Abb. 131: Runz-Graben an einer Grünfläche mit Potenzial zur Qualifizierung: Uferabflachung zur Erhöhung des Retentionsvermögens. Naturnahe Bepflanzung der Uferbereiche mit schattenspendenden Gehölzen. Schattige Plätze am Wasser bieten kühle Erholungsräume an heißen Tagen. [3]; S.157
- Abb. 132: Die Berg-Mischwälder des Schwarzwaldes bieten den besten Schutz vor Starkregenabfluss sowie ein kühles Klima an heißen Tagen [3]; S.159
- Abb. 133: Schema der „Bad Orber Flutmulden“, Einsatz von Mulden zum Rückhalt des Wegwassers (Quelle: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Merkblatt DWA-M 550 - Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminde- rung, November 2015); S.160
- Abb. 134: Retentionsmulden am Hang bei St. Ottilien dämpfen Abflussspitzen der Bergbäche [1]; S.161
- Abb. 136: Beispiel einer „Abflusskaskade an Wanderwegen“ aus den Alpen: Weg querende Wasserrinnen leiten den Abfluss in kleinste Abschlagsmulden und anschließend ins Gelände und verzögern so Abfluss und Erosion auf Wanderwegen, bei hohem Pflegeaufwand [1]; S.162
- Abb. 137: Beispiel aus den Alpen: in kurzen Abständen eingebaute Wasserrinnen leiten den Hangabfluss ins Gelände [1]; S.162
- Abb. 138: Mooswald: Flachwasserbereiche sind zu vermehren. Lichte Kronen zeigen Trockenschäden aus der früheren Grundwasserabsenkung an. [3]; S.163
- Abb. 139: Konservierende Bodenbearbeitung (Foto: LfULG); S.166
- Abb. 140: Direktsaat (Foto: LfULG); S.166
- Abb. 141: Erosionsrinne in Tiefenlinie (Foto: LfULG); S.167
- Abb. 143: Kleinstmulde vor dem Durchlass reduziert Überflutung des Wirtschaftsweges [1]; S.167
- Abb. 142: Begrünte Hangrinne (Foto: J.Voß, SIB); S.167
- Abb. 144: Beispiel aus den Alpen: natürliche Geländesenken werden für den Wasserrückhalt am Berg genutzt [1]; S.168
- Abb. 145: Begrünte Gassen in Rebflächen wirken Abfluss hemmend [3]; S.168
- Abb. 146: Begrünung der Wegaäume und Rebflächen am Schönberg - Erhalt und Weiterentwicklung des Begrünungsmanagements auf den Freiburger Rebflächen erhöhen das Retentionsvermögen und tragen zur Starkregenvorsorge bei [3]; S.169
- Abb. 147: Schutz- und Bebauungsstatus der kulturhistorischen Wässerwiesen, 01/2023 [1]; S.171
- Abb. 148: Mit der Vision einer revitalisierten Dreismaue im Westen der Stadt würden vielfältige Funktionen der Schwammstadt erfüllt: Retentionsraum

- für Hochwasser, Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes, Verdunstungskühle für hitzebelastete Stadtquartiere (Visualisierung: Link3D). [1]; S.172
- Abb. 149: Stellwehre der historischen Wiesenbewässerung sind mancherorts noch vorhanden [1].; S.173
- Abb. 150: Das wassergeprägte und strukturreiche „Naturschutzgebiet Mühlmaten“ ist wertvoller Lebensraum für seltene Tiere und Pflanzen und kulturhistorisch eine ehemalige Wasserwiese. [3]; S.173
- Abb. 151: Niederungslandschaft bei Tiengen. Ziele: Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes durch die Entwicklung eines zusammenhängenden Natur- und Landschaftsraums der Niederung mit Erhöhung des Grünlandanteils, Extensivierung der grundwasser-geprägten Bereiche, Wiedervernässung oder Reaktivierung von Wasserwiesen. [3]; S.173
- Abb. 152: Die Freiburger Stadtstrukturtypen; S.174
- Abb. 153: Die Freiburger Freiraumtypen; S.175
- Abb. 154: Freistehende Einfamilienhäuser in Freiburg; S.178
- Abb. 155: Umsetzung von Maßnahmen im SST 01 Freistehende Einfamilienhäuser; S.179
- Abb. 156: Offene Blockrandbebauung in Freiburg; S.180
- Abb. 157: Umsetzung von Maßnahmen im SST 05 Offene Blockrandbebauung; S.181
- Abb. 158: Geschlossene Blockrandbebauung in Freiburg; S.182
- Abb. 159: Umsetzung von Maßnahmen im SST 06 Geschlossene Blockrandbebauung; S.183
- Abb. 160: Heterogener Geschosswohnungsbau in Freiburg; S.184
- Abb. 161: Umsetzung von Maßnahmen im SST 08 Heterogener Geschosswohnungsbau; S.185
- Abb. 162: Gewerbe / Industrie in Freiburg; S.186
- Abb. 163: Umsetzung von Maßnahmen im SST 12 Gewerbe / Industrie; S.187
- Abb. 164: Schulen, institutionelle Einrichtungen in Freiburg; S.188
- Abb. 165: Umsetzung von Maßnahmen im SST 13 Schulen, institutionelle Einrichtungen; S.189
- Abb. 166: Öffentliche Parks und Grünanlagen in Freiburg; S.190
- Abb. 167: Umsetzung von Maßnahmen im FRT 01 Öffentliche Parks und Grünanlagen; S.191
- Abb. 168: Plätze und Straßenraum; S.192
- Abb. 169: Umsetzung von Maßnahmen im FRT 04 Plätze und Straßenraum; S.193
- Abb. 170: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (links) und Landschaftsplan (rechts) der Stadt Freiburg; S.198
- Abb. 171: Ausschnitt FNP Bremen, Stand 04.12.2014 (Quelle: [https://www.bauleitplan.bremen.de/fnp25/fnp\\_2025/fnp\\_2025\\_30000.pdf](https://www.bauleitplan.bremen.de/fnp25/fnp_2025/fnp_2025_30000.pdf)); S.200
- Abb. 172: Auszug aus: 25. Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Schleswig „Auf der Freiheit - Westteil“ (Entwurf, Stand 02.09.2020); S.201
- Abb. 173: Auszug Planzeichnung B-Plan 5-121 „Quartier Kleineschholz“, Stadt Freiburg i. Br., Stand vor Offenlage; S.209
- Abb. 174: Auszug aus Planzeichnung und Legende B-Plan Nr. 315 „Orlonweg“, Stadt Gütersloh; S.211
- Abb. 175: Notabflusswege in der Ausführungsplanung der Regenwasser-Entwässerung für den 2. Bauabschnitt (Auszug Lageplan Überflutung - Masuch + Olbrisch / ITWH, März 2003); S.213

## Bildquellen

- [1] Stadt Freiburg
- [2] berchtoldkrass space & options
- [3] bgmr Landschaftsarchitekten
- [4] Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
- [5] BGS, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH,  
Ingenieurbüro Prof. Dr. Sieker mbH
- [6] Projekt MURIEL
- [7] GEO-NET Umweltconsulting GmbH

## Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Übersicht Regenwasserbewirtschaftungsart;  
S.34
- Tab. 2: Erläuterung der Legendenpunkte Regenwasserbewirtschaftungsartenkarte; S.35
- Tab. 3: Übersicht der Maßnahmenkategorien und Maßnahmenvarianten; S.79
- Tab. 4: Dachbegrünungsarten mit ihren Klimaanpassungsleistungen; S.86
- Tab. 5: Freiburger Praxisbeispiele der Mehrfachnutzung von Grünflächen (Quelle: UWSA/FWB, 20.2.2020); S.139
- Tab. 6: Übersicht der Maßnahmenvarianten in Bezug auf ihre Wirkung für Abflussminderung, Abflussverlangsamung und Aufwand; S.165
- Tab. 7: Relevanz der Maßnahmen für die einzelnen Stadtstruktur- und Freiraumtypen; S.176
- Tab. 8: Übersicht der Regelungsmöglichkeiten wassersensibler Stadtentwicklung im Bebauungsplan; S.206





Stadt Freiburg im Breisgau  
Stadtplanungsamt

Fehrenbachallee 12  
79106 Freiburg  
[stadtplanungsamt@stadt.freiburg.de](mailto:stadtplanungsamt@stadt.freiburg.de)