

Regenwasser im Siedlungsraum

Starkniederschlag und Regenwasserbewirtschaftung in der klimaangepassten Siedlungsentwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Regenwasser im Siedlungsraum

Starkniederschlag und Regenwasserbewirtschaftung in der klimaangepassten Siedlungsentwicklung

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

BAFU und ARE sind Ämter des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Projektteam

Autoren:

Cordula Weber (StadtLandschaft GmbH, Zürich, Projektleitung),

Daniel Baumgartner (Hunziker Betatech AG, Bern), Gerhard

Hauber (Ramboll Studio Dreiseitl, Überlingen)

Auftraggeber:

Pamela Köllner (BAFU, Projektleitung), Roberto Loat (BAFU),

Damian Dominguez (BAFU), Melanie Gicquel (ARE)

Beratende Mitwirkung:

Michael Burkhardt (HSR Institut UMTEC, Rapperswil), Thomas

Oesch und Monika Schirmer-Abegg (HSR Institut ILF, Rapperswil)

Begleitung

Reto Camenzind (ARE), Daniela Bächli (Kanton Aargau), Ugo

Bernasconi (Stadt Lugano), Raphaël Berthod (Stadt Sitten),

Guido Derungs (Kanton Basel-Stadt), Jonas Eppler (Kanton

Zürich), Stephan Flury (Verband Kommunale Infrastruktur), Reto

Flury (Holinger AG), Stefan Hasler (Verband Schweizer Abwasser-

und Gewässerschutzfachleute), Stefan Hinter (Schweizerische

Fachvereinigung Gebäudebegrünung), Frédéric Jaques (Stadt

Genf), Martin Jordi (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherun-

gen), Franz Günter Kari (Stadt Zürich), Thomas Lang (Kanton

Basel-Landschaft), David Risi (Verein Schweizer Stadtgärtne-

reien und Gartenbauämter), Christian Schuler (Kanton Zürich),

Roger Strebel (RZU | Planungsdachverband Region Zürich und

Umgebung), Peter Wullschleger (Bund Schweizer Landschafts-

architekten und Landschaftsarchitektinnen), Dominique Zürcher

(Stadt Lausanne), Dörte Aller (Schweizerischer Ingenieur- und

Architektenverein), Damian Jerjen (EspaceSuisse), Frank Argast

(Fachverband Schweizer Raumplaner), Simon Scherrer und Sven

Kotlarski (MeteoSchweiz)

Zitierung

BAFU/ARE 2022: Regenwasser im Siedlungsraum. Starkniederschlag und Regenwasserbewirtschaftung in der klimangepassten Siedlungsentwicklung. Bundesamt für Umwelt (BAFU); Bundesamt für Raumentwicklung (ARE). Umwelt-Wissen Nr. 2201: 114 S.

Lektorat

Fredy Joss, Beatenberg

Grafik

Atelier Scheidegger, Bern

Gestaltung

Cavetti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Einstau mit Drosselablauf zur Strasse.

© Ramboll Studio Dreiseitl

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-2201-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.

Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU/ARE 2022

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	3.6 Interaktive Online-Tools und softwareunterstütztes Planen	26
Vorwort	6	3.7 Fazit	27
1 Über diesen Bericht	7	4 Strategien im Umgang mit Regenwasser und Starkniederschlag	29
2 Hintergrund	8	5 Empfehlungen: Planungsprozesse und -grundsätze	41
2.1 Oberflächenabfluss wird wichtiger	8	5.1 Planungsprozesse	41
2.2 Definition von Starkniederschlag	8	5.2 Planungsgrundsätze	42
2.3 Beispiele von Oberflächenabflussereignissen	9	6 Massnahmen	46
2.4 Oberflächenabfluss und die Rolle der Versicherer	11	6.1 Präventive Massnahmen ausserhalb des Siedlungsraums	50
2.5 Entwicklung der Niederschläge mit dem Klimawandel	11	6.2 Topografie und Flächenbefestigung	54
2.6 Bedeutung des naturnahen Wasserkreislaufs	12	6.3 Massnahmen an Wasserflächen und Gewässern	58
2.7 Das Schwammstadtkonzept	14	6.4 Massnahmen im Frei- und Strassenraum	62
2.8 Die Schwammstadt braucht Platz, teilt ihn aber gern	14	6.5 Massnahmen im Untergrund	70
2.9 Was macht der Bund?	15	6.6 Massnahmen an Gebäuden	76
2.10 Was machen Kantone und Gemeinden?	17	6.7 Temporäre Massnahmen	80
3 Grundlagen und Werkzeuge	18	6.8 Objektschutzmassnahmen	87
3.1 Gesetzliche Grundlagen des Bundes	18	7 Verankerung und Umsetzung	90
3.2 Instrumente der Raumplanung auf kantonaler und kommunaler Stufe	19	7.1 Formelle Instrumente	90
3.2.1 Raumplanungs- und Baugesetze	19	7.2 Informelle Instrumente	93
3.2.2 Richtpläne	19	7.3 Umsetzung über Beratung und Förderung	95
3.2.3 Agglomerations- und Regionalplanungen	20	Anhang 1 Grundlagen und Projekte Schweiz	97
3.2.4 Kommunale Nutzungsplanungen	20	Anhang 2 Gute Beispiele aus dem Ausland	101
3.2.5 Sondernutzungsplanungen	20	Anhang 3 Ausgewählte Fachinformationen	104
3.3 Instrumente der Regenwasserplanung	20	Anhang 4 Abbildungsverzeichnis und Bildnachweis	105
3.3.1 Kantonale Wassergesetze	20	Anhang 5 Glossar	111
3.3.2 Konzepte und Sachpläne	20	Anhang 6 Abkürzungen	113
3.3.3 Gefahregrundlagen Hochwasser	21		
3.3.4 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss	22		
3.3.5 Regionaler Entwässerungsplan REP	23		
3.3.6 Genereller Entwässerungsplan GEP	23		
3.3.7 Abwasserreglement	24		
3.4 Richtlinien und Normen für die Regenwasserplanung	24		
3.4.1 VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter	24		
3.4.2 SN 592 000 Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung (VSA/suissetec)	24		
3.4.3 SIA-Normen	25		
3.4.4 VSS-Normen	25		
3.5 Grundlagen in Deutschland	25		

Abstracts

Climate change is leading to heavier and more frequent precipitation. In urban areas, where development means the total impervious surface area is increasing, there is a growing risk of flooding from surface run-off after heavy rainfall. In climate-adapted and risk-based urban development, there is an increasing need to manage rainwater resources sustainably. The concept of 'sponge cities', which focus on increasing evaporation, infiltration, retention, controlled temporary flooding and providing emergency waterways, is a planning solution to prevent damage from surface run-off and to reduce the effects of heat. This report details strategies and measures to achieve this, with numerous practical examples.

Mit dem Klimawandel werden Starkniederschläge intensiver und häufiger. Im Siedlungsgebiet, wo die Innenentwicklung vielerorts zu zusätzlicher Versiegelung führt, steigt deshalb das Überschwemmungsrisiko durch Oberflächenabfluss nach Starkregen. In der klimaangepassten und risikobasierten Siedlungsentwicklung wird die nachhaltige Bewirtschaftung der Ressource Regenwasser immer wichtiger. Das Schwammstadtkonzept, das auf Verdunstung, Versickerung, Retention, temporären Flutungen und Notwasserwegen beruht, ist ein integraler Lösungsansatz zur Vermeidung von Schäden durch Oberflächenabfluss und zur Verminderung der Hitzebelastung. Der vorliegende Bericht zeigt dazu Strategien und Massnahmen auf und illustriert sie mit zahlreichen Umsetzungsbeispielen.

Du fait des changements climatiques, les fortes précipitations deviennent plus intenses et plus fréquentes. En milieu toujours plus imperméable en raison de l'urbanisation vers l'intérieur, le risque d'inondation lié au ruissellement après de pluies intenses augmente. Le développement urbain adapté aux changements climatiques et fondé sur les risques intègre la gestion durable des eaux pluviales. Conjuguant évaporation, infiltration, rétention, inondation temporaire et corridors d'écoulement de secours, le concept de ville éponge se veut une approche intégrée visant à prévenir les dommages provoqués par le ruissellement et à atténuer l'impact de la chaleur. Le présent rapport indique des stratégies et des mesures et les étouffe par des exemples de mise en œuvre.

Con il cambiamento climatico, le precipitazioni persistenti diventeranno più intense e frequenti. Negli insediamenti urbani, il cui sviluppo interno comporta in molti luoghi ulteriori impermeabilizzazioni, aumenta pertanto il rischio di inondazione causato da ruscellamenti superficiali dovuti a precipitazioni persistenti. Nello sviluppo di insediamenti adattati ai cambiamenti climatici e basato sui rischi, la gestione sostenibile della risorsa «acqua piovana» diventa pertanto sempre più importante. Il concetto di città spugna, basato su evaporazione, infiltrazione ritenzione, inondazioni temporanee o percorsi d'emergenza, costituisce una soluzione integrata volta a prevenire danni da ruscellamento superficiale e a ridurre l'impatto della canicola. Questo rapporto illustra le relative strategie e le misure e le correda con numerosi esempi di attuazione.

Keywords:

climate change, rainwater management, sponge city, heavy precipitation, surface run-off, drought, urban planning, settlement development, adaptation

Stichwörter:

Klimawandel, Regenwasserbewirtschaftung, Schwammstadt, Starkniederschlag, Oberflächenabfluss, Trockenheit, Stadtplanung, Siedlungsentwicklung, Anpassung

Mots-clés:

changements climatiques, gestion des eaux pluviales, ville éponge, fortes précipitations, ruissellement, sécheresse, planification urbaine, développement urbain, adaptation

Parole chiave:

cambiamento climatico, gestione dell'acqua piovana, città spugna, precipitazioni persistenti, ruscellamento superficiale, siccità, pianificazione urbana, sviluppo degli insediamenti, adattamento.

Vorwort

Der vorliegende Bericht zur Anpassung an den Klimawandel behandelt die Gefahren, die von Starkniederschlägen und Oberflächenabfluss ausgehen und zeigt mögliche Schutzstrategien in Siedlungsräumen auf. Dabei kommt der Regenwasserbewirtschaftung eine wichtige Rolle zu.

Gemäss den Schweizer Klimaszenarien CH2018 hat die Niederschlagsmenge der Starkniederschläge seit 1901 um 12 % zugenommen. Diese Zunahme hat auch einige Schweizer Regionen in den letzten Jahren getroffen, wie die Schadenereignisse in Zofingen im Jahr 2017 oder Lausanne im Jahr 2018 zeigen. Bis zur Hälfte aller Hochwasserschäden werden in der Schweiz durch Oberflächenabfluss verursacht. Gemäss den Klimaszenarien wird sich der Trend zu häufigeren und stärkeren Starkniederschlägen fortsetzen.

Aber nicht nur Starkregenereignisse nehmen zu, sondern auch die Hitze- und Trockenperioden im Sommer. Das Wasser, welches zeiteise im Überfluss vorhanden ist, kann kurz darauf knapp werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, das Wasser bei Starkregen zurückzuhalten und in Trockenperioden wieder abzugeben; das ist der Kern des Konzepts der Schwammstadt.

Dieser Bericht schlägt Strategien und Instrumente vor, wie das Problem der Hitze und Trockenheit angegangen und die Sicherheit vor Hochwasser verbessert werden kann. Mögliche Massnahmen sind kontrollierte temporäre Flutungen, die Bereitstellung von Notwasserwegen oder Objektschutzmassnahmen.

Das Schwammstadtkonzept erweist sich besonders in grossen Städten im Ausland, aber auch in der Schweiz als Konzept mit Potenzial. Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist dabei die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure. So geht es darum, dass Verantwortliche für die Siedlungsentwässerung, für den Hochwasserschutz, Fachleute aus den Bereichen Stadtplanung und -entwicklung, Architektur und Landschaftsplanung, Bauherrschaften, politische Akteure etc. gemeinsam Lösungen entwickeln und umsetzen. Wichtige Grundlagen und Planungsinstrumente in den Bereichen Naturgefahren, Siedlungsentwässerung und Raumplanung existieren bereits.

Mit dem Konzept der Schwammstadt wird unser Siedlungsraum sicherer und die Ressource Wasser nachhaltiger genutzt. So kann sichergestellt werden, dass unsere Siedlungen auch in Zukunft eine hohe Sicherheit und Lebensqualität bieten, auch bei einem sich ändernden Klima.

Katrin Schneeberger, Direktorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Maria Lezzi, Direktorin
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

1 Über diesen Bericht

Der Bericht «Regenwasser im Siedlungsraum» wendet sich mit Informationen und Empfehlungen an Personen in Verwaltungen, an Planende, politische Akteure, an Grundeigentümer sowie an Interessierte, die sich mit Klimaanpassung, insbesondere mit Oberflächenabfluss und mit Raumplanung, beschäftigen.

In Ergänzung zum Bericht «Hitze in Städten»⁷ wird in diesem Bericht eine Übersicht über Grundlagen, Strategien und konkrete Massnahmen zur Anpassung an häufigere und intensivere Starkniederschläge gegeben und werden Empfehlungen für die Regenwasserbewirtschaftung in Schweizer Gemeinden formuliert. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des Siedlungsgebiets gegenüber Starkniederschlägen ist der Bericht vor allem auf diesen Raumtyp ausgerichtet.

Der Bericht richtet sich an alle Personen, die sich beruflich mit Regenwasserbewirtschaftung und Starkniederschlag, mit Raumplanung und Anpassung an den Klimawandel befassen. Zu den Adressaten zählen Verantwortliche für Siedlungsentwässerung und Wasserbau, Fachleute aus den Bereichen Stadtplanung und -entwicklung sowie Architektur und Landschaftsarchitektur, Bauherrschaften, Ingenieurinnen und Ingenieure, Vertretende von Wehrdiensten sowie Gebäude- und Versicherungsfachleute.

Der Bericht fokussiert auf den Umgang mit Starkniederschlag und Regenwasserbewirtschaftung. Der Umgang mit weiteren Niederschlagsereignissen wie Schnee resp. Schneeschmelze oder «Rain-on-Snow» wird nicht behandelt, denn sie sind für die grossen Siedlungsräume im Mittelland erfahrungsgemäss von untergeordneter Bedeutung. Auch die Gefährdung durch Hagel wird hier nicht detailliert behandelt. Diese wurde in einem eigenen Projekt «Hagelklima Schweiz» untersucht.¹⁸

Kapitel 2 «**Hintergrund**» beleuchtet die Auswirkungen des Klimawandels auf den Niederschlag und die Siedlungsentwässerung und weist auf Zusammenhänge mit Hitze und Trockenheit hin. Die Gefährdung wird anhand einzelner betroffener Gemeinden aufgezeigt, und die Rollen der unterschiedlichen Akteure werden dargelegt.

Ein Überblick über die **Grundlagen** und die Planungsinstrumente der öffentlichen Hand im Bereich von Naturgefahren und Siedlungsentwässerung sowie in der Raumplanung

auf unterschiedlichen Stufen wird in Kapitel 3 gegeben. Normen und Richtlinien der Verbände werden erläutert, **Werkzeuge** und Hilfsmittel vorgestellt. Die Grundlagen in der Schweiz werden mit der Situation im Ausland verglichen und Rückschlüsse daraus abgeleitet.

Grundlegende Einflussnahme auf die Regenwasserbewirtschaftung bedarf einer städtebaulichen und raumplanerischen **Strategie**. Anhand der Städte Kopenhagen, Hamburg, Berlin, Reutlingen, Lyon und Rennes werden beispielhafte Strategien im Kapitel 4 beleuchtet und reflektiert. Unterschiedliche Strategieansätze aus der Schweiz werden aufgezeigt.

Im Kapitel 5 werden **Empfehlungen** zu Planungsgrundsätzen und -prozessen hergeleitet, die sich bisher in Planungen als Erfolgsfaktoren herauskristallisiert haben.

Die **Massnahmen** in Kapitel 6 zeigen Handlungsmöglichkeiten auf, um dem Risiko durch Oberflächenabfluss zu begegnen und die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung zu fördern. Der Wirkungsgrad der Massnahmen, Synergiepotenziale sowie Einsatzbereiche werden pro Massnahme grafisch aufgeschlüsselt. Herausforderungen und Zielkonflikte werden benannt. Gute Beispiele aus der Schweiz und dem Ausland unterlegen die einzelnen Massnahmen und zeigen Umsetzungen auf.

Kapitel 7 dokumentiert tabellarisch, wie sich die Ansprüche in den formellen und informellen Instrumenten der Raumplanung **verankern und umsetzen** lassen.

Der **Anhang** des Berichts enthält neben Bild- und Quellennachweisen eine Sammlung mit weiterführenden Fachinformationen. Wegen der dort notwendigen Strukturierung weisen die Endnoten im Fliesstext keine aufsteigende Reihenfolge auf.

2 Hintergrund

Das Regenwasser im Siedlungsgebiet wurde in der Naturgefahrenvorsorge und in der Entwässerungsplanung bislang zu wenig beachtet. Erst durch die grossen Schadensereignisse in den letzten Jahren – ausgelöst durch Oberflächenabfluss – rückte es verstärkt in den Fokus. Mit dem Klimawandel werden Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen zunehmen, dadurch wird das Gefährdungspotenzial weiter erhöht. Das Regenwasser darf aber nicht nur als zu bewältigendes Problem betrachtet werden: Vielmehr ist es eine wertvolle Ressource für die Minderung der Hitzebelastung und Trockenheit in Städten und Agglomerationen, die mit dem Klimawandel zunehmen werden. Das vom Regen gespeiste Stadtgrün schafft ein angenehmes Klima im Siedlungsgebiet. Damit es dies auch in Trockenphasen tut, muss das Regenwasser vermehrt zurückgehalten werden, wie dies im natürlichen Wasserkreislauf geschieht.

2.1 Oberflächenabfluss wird wichtiger

Oberflächenabfluss bezeichnet den Anteil des Niederschlags, der direkt auf der Geländeoberfläche abfließt. Erst seit Kurzem wird Oberflächenabfluss als eigener, von der Überschwemmung durch Gewässer unabhängiger Prozess betrachtet. Er kann sich innerhalb des Siedlungsgebietes bilden, wenn Kanalisation, Retentions- und Versickerungsanlagen überlastet sind und die Aufnahmefähigkeit von un- und teilversiegelten Flächen für Regenwasser überschritten wird. Er kann sich aber auch ausserhalb des Siedlungsgebietes, z. B. auf Landwirtschaftsflächen, bilden und von dort ins Siedlungsgebiet abfliessen.

Bei mehreren Niederschlagsereignissen der letzten Jahre zeigte sich, dass ein Grossteil der Schäden ausserhalb der in der Gefahrenkarte Hochwasser bezeichneten Gefahrengebiete auftrat, so z. B. in Zofingen im Jahr 2017 (Abb. 1, vgl. Kap. 2.3). Mit dem Klimawandel werden Starkniederschläge weiter zunehmen (vgl. Kap. 2.5). Die Innenentwicklung führt mehrheitlich zu zusätzlicher Versiegelung und Unterbauung. Dies erhöht die Vulnerabilität und das Schadenspotenzial. Somit ist in Zukunft noch häufiger mit Schadensereignissen zu rechnen.

Eine Herausforderung ist der Umstand, dass die Bewältigung des Oberflächenabflusses zwischen dem Hochwasserschutz und der Siedlungsentwässerung angesiedelt ist und daher eine integrale Betrachtung von den bisher weitgehend unabhängig voneinander behandelten Planungsprozessen verlangt. Nachhaltige Lösungen für den Umgang mit Oberflächenabfluss sind in einer dezentralen, möglichst oberirdischen Bewirtschaftung des Regenwas-

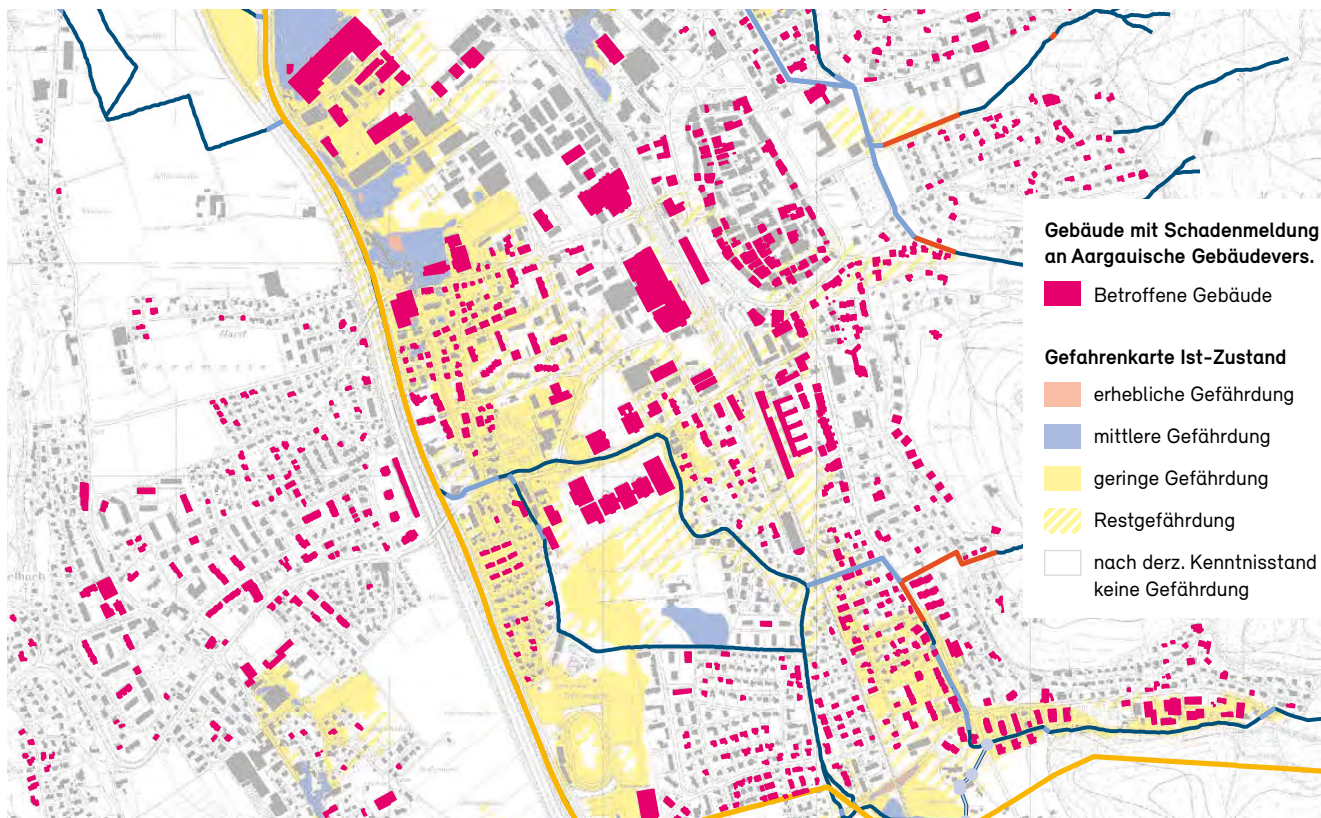
sers zu suchen, was im immer dichter bebauten Siedlungsgebiet zu Nutzungskonflikten führen kann. Die Grundsätze und grossen Linien für den Umgang mit Starkniederschlägen müssen deshalb frühzeitig in den raumplanerischen Instrumenten von Städten und Gemeinden verankert werden (vgl. Kap. 5).

2.2 Definition von Starkniederschlag

Im hydrologischen Atlas der Schweiz wird Starkniederschlag wie folgt definiert: «Starkniederschlag wird definiert als Niederschlag, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität hat und daher selten auftritt. Als Starkniederschlag eingeordnete Ereignisse umfassen meistens eine Dauer von 10 Minuten bis 5 Tage und treten jährlich nur vereinzelt auf. Starkniederschläge führen vor allem in Gewässern mit kleinem Einzugsgebiet zu Hochwasser und verursachen Bodenerosion, Rutschungen sowie Murgänge.»

Der vorliegende Bericht befasst sich mit einem engeren Spektrum der Starkniederschläge, nämlich denjenigen, die Oberflächenabfluss auslösen. Diese dauern nur einige Minuten bis wenige Stunden und zeichnen sich durch eine besonders hohe Intensität aus. Die Niederschlagsintensität drückt aus, in welcher Zeit eine bestimmte Niederschlagsmenge fällt. Die Häufigkeit, mit der bestimmte Intensitäten auftreten, variiert regional stark: Gemäss den Extremwertanalysen von MeteoSchweiz¹⁷ wird in Lugano eine Regenintensität von 21 mm in 10 Minuten im Durchschnitt einmal alle 5 Jahre überschritten. In Zürich hat ein solches Regenereignis eine Wiederkehrperiode von rund 14, in Sitten von 130 Jahren.

Abb. 1: Gefahrenkarte Hochwasser und vom Unwetter 2017 betroffene Gebäude in Zofingen und Strengelbach



Solch kurze, intensive Starkniederschläge sind oft zu kleinräumig und zu wenig voluminös, um in grösseren Fließgewässern Hochwasser auszulösen. Sie überfordern aber lokal das Aufnahmevermögen der Böden und der Siedlungsentwässerung. Der resultierende Oberflächenabfluss kann Erosions- und Überflutungsschäden verursachen. Kanalisationsnetze werden in der Schweiz in der Regel auf eine Wiederkehrperiode von 5 bis 10 Jahren dimensioniert. Was bei selteneren Regenereignissen passiert, wird heute im Rahmen der Entwässerungsplanung nicht systematisch untersucht.

Starkniederschläge können im Sinne des vorliegenden Berichtes somit als «Ereignisse mit einer Dauer von einigen Minuten bis wenigen Stunden und einer Wiederkehrperiode von mehr als 5 bis 10 Jahren» definiert werden.

2.3 Beispiele von Oberflächenabflussereignissen

Das Phänomen Oberflächenabfluss ist durch Unwetterschäden in das Bewusstsein von Behörden und der Fachwelt gerückt. Die Schäden waren aufgrund der Gefahrenkarten nicht vorhersehbar, da diese Aussagen zu den Gewässern machen und Oberflächenabfluss nicht darstellen. Nachfolgend drei Beispiele:

Am 2. Mai 2013 traf ein heftiges Gewitter den **Kanton Schaffhausen**. Es fielen ca. 50 mm Niederschlag, davon über 30 mm in nur 10 Minuten (Abb. 2). Obwohl die Wiederkehrperiode des Ereignisses auf moderate 30 bis 50 Jahre geschätzt wird und früher bereits ähnliche Niederschläge aufgetreten waren, führte dieses Unwetter zu aussergewöhnlich hohen Schäden von 20 bis 25 Millionen Franken.

Von diesem Ereignis war die Hälfte des Kantons Schaffhausen betroffen, allerdings sehr unterschiedlich. Dank einer umfassenden Ereignisanalyse konnte nachfolgend

Abb. 2: Oberflächenabfluss am 2. Mai 2013 beim Werkhof Tiefbau an der Schweizersbildstrasse in Schaffhausen



festgestellt werden, dass rund 90 Prozent der Schäden nicht durch ausufernde Bäche, sondern durch Oberflächenabfluss aus Feldern, Wiesen und Strassen verursacht wurden. Besonders deutlich zeigte sich das Phänomen Oberflächenabfluss in Stetten: Obwohl es in Stetten keinen einzigen Bach gibt, wurde jedes siebte Gebäude durch Wasser beschädigt. Auch in der Stadt Schaffhausen waren die meisten Gebäudeschäden auf Oberflächenabfluss zurückzuführen. Die Ereignisanalyse hält fest: «Viele Gebäude haben hinsichtlich Oberflächenwasser ungenügende bauliche Voraussetzungen: tief liegende Hauseingänge, ungünstige Gefälle, falsche Entwässerung oder gar Öffnungen unter Terrain. Oberflächenabfluss wird bei Planung und Bau von Gebäuden meist nicht erkannt, unterschätzt oder gar vernachlässigt.»

Starke Regenfälle haben in **Zofingen** in der Vergangenheit mehrmals zu Überschwemmungen geführt. Am 8. Juli 2017 fiel in den Einzugsgebieten der Zofinger Stadtbäche innerhalb von drei Stunden ein Gebietsniederschlag von 85 bis 90 mm. Die Wiederkehrperiode eines solchen Ereignisses wird auf über 300 Jahre geschätzt. Der Niederschlag führte zu intensiven Oberflächenabflüssen, insbesondere durch vom Hagel verstopfte Einlaufschächte. Aus der überlasteten Kanalisation wurden Keller über tief liegende Hausanschlüsse geflutet, insbesondere, weil infolge eines Stromausfalls die Entlastungspumpen des regionalen Hauptsammelkanals nicht

Abb. 3: Unwetter 2017 in Zofingen



funktionierten. Mit etwas Verzögerung ufernten auch die lokalen Bäche aus, v. a. aufgrund von Einlaufbauwerken, die durch Schwemmmaterial verstopften. Das Hauptgewässer Wigger in Zofingen war von diesem Ereignis nicht betroffen. Es zeigte nur einen minimalen Pegelanstieg und verursachte keine Überflutungen. Ein Grossteil der beschädigten Gebäude liegt gemäss der Gefahrenkarte Hochwasser ausserhalb der gefährdeten Gebiete, also im weissen Gefahrenbereich. Die Schadenssumme belief sich auf rund 90 Millionen Franken (Abb. 3).

Ende Mai 2018 wurden bei einem weiteren von Hagel begleiteten Regen erneut diverse Keller geflutet. Dieses zweite Ereignis war laut Aufzeichnungen des Verbands Entsorgung Region Zofingen (ERZO) kurz und intensiv und wies eine deutlich geringere Wiederkehrperiode auf. Die Stadt Zofingen hat darauf alle bei diesen Ereignissen von Schäden betroffenen Liegenschaften identifiziert und ein Massnahmenkonzept erarbeitet.³⁷

Am 11. Juni 2018 ging über **Lausanne** ein heftiges Gewitter nieder: In nur 10 Minuten fielen 40 mm Niederschlag, für Lausanne ein weit über 100-jährliches Regenereignis. In einem Grossteil des Stadtgebietes war die Kanalisation überlastet. Ein Phänomen, das vorher nur vereinzelt aufgetreten war. Die in Abwasserkanäle umgewandelten ehemaligen Stadtbäche, die das Rückgrat des Lausanner Entwässerungsnetzes bilden, kamen hingegen nicht an ihre Kapazitätsgrenze. Die überlasteten Zuleitungen und durch Schwemmmaterial verstopften Einlaufschächte führten zu Oberflächenabfluss, der sich in der Hanglage der Stadt seinen Weg zu den tiefsten Stellen suchte.

Die Schäden des Unwetters beliefen sich auf rund 30 Millionen Franken (Abb. 4). Aufgrund der Schadenmeldungen der Gebäudeversicherung, den Rapporten der Wehrdienste und der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss hat Lausanne mittlerweile die am stärksten gefährdeten Objekte in der Stadt identifiziert und Verbesserungsmassnahmen untersucht. Die Strategie umfasst die Schaffung von oberflächlichen Abflusskorridoren in den Strassen, um den Oberflächenabfluss in die Hauptsammelkanäle bzw. in den See abzuleiten.

2.4 Oberflächenabfluss und die Rolle der Versicherer

Rund zwei Drittel der Gebäude in der Schweiz sind potenziell von Oberflächenabfluss betroffen. Etwa die Hälfte davon sind in den Gefahrenkarten Hochwasser dem gefahrenfreien, also dem weissen Gefahrengebiet zugeordnet. Durchschnittlich verursacht Hochwasser Schäden von rund 270 Millionen Franken pro Jahr. Der Oberflächenabfluss macht rund die Hälfte der Schadenfälle und über ein Viertel der Schadensumme aus.⁵² Dies belegt auch eine Studie zu Starkniederschlag und Einsatzplanung von Schutz & Rettung Zürich.¹⁵

Das Versicherungssystem in der Schweiz ist dual geprägt: 19 Kantone verfügen über eine kantonale Gebäudeversicherung (KGV), 7 Kantone sind über Privatversicherer organisiert. Das Schutzsystem der Versicherungen umfasst

neben der eigentlichen Versicherung auch die Themen Prävention und Intervention. In Anbetracht des grossen Handlungsbedarfs lancierte das BAFU in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Versicherungsverband SVV und der Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG ein Public-private-Partnership-Projekt, um mit der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss»⁵ (vgl. Kap. 3.3.4) rasch eine qualitativ hochstehende Planungsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Eine Gruppe, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern von kantonalen Fachstellen, Vertreterinnen und Vertretern der Versicherungswirtschaft und der Fachverbände VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute) und SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) sowie weiteren interessierten Personen, begleitete die Arbeit.

2.5 Entwicklung der Niederschläge mit dem Klimawandel

Die Extremwertanalyse von MeteoSchweiz¹⁷ gibt detaillierte Informationen zu Starkniederschlägen im heutigen Klima. Der Einfluss des Klimawandels auf Starkniederschläge ist noch nicht für alle Ereignisarten und Zeitskalen klar. Für lang anhaltende Starkniederschläge (1 Tag oder mehr), die 1- bis 3-mal pro Jahr auftreten, zeigen über 90 Prozent der Beobachtungsreihen in der Schweiz von 1901 bis 2015 eine Zunahme der Häufigkeit (Abb. 5 links, im Mittel: +30 %) sowie der Intensität (Abb. 5 rechts, im Mittel: +12 %). Für die Entwicklung seltenerer Ereignisse liegen noch keine klaren Aussagen vor. Verlässliche Aussagen über Veränderungen für Ereignisse von weniger als einem Tag Dauer sind auch noch nicht möglich. Betreffend Trockenheit gibt es Hinweise, dass die Sommertrockenheit, z. T. bedingt durch mehr Wärme und Verdunstung, vor allem in den letzten 10 bis 20 Jahren zugenommen hat. Allerdings sind die Trends oft nicht statistisch signifikant.⁹

Die zukünftige Entwicklung von Starkniederschlägen und Sommertrockenheit für die Schweiz wird durch die Klimaszenarien CH2018 detailliert beleuchtet.¹⁶ Trotz der zum Teil noch grossen Modellunsicherheiten lassen sich einige robuste Aussagen ableiten: Viele der bereits beobachteten Trends werden sich auch in Zukunft fortsetzen. Das

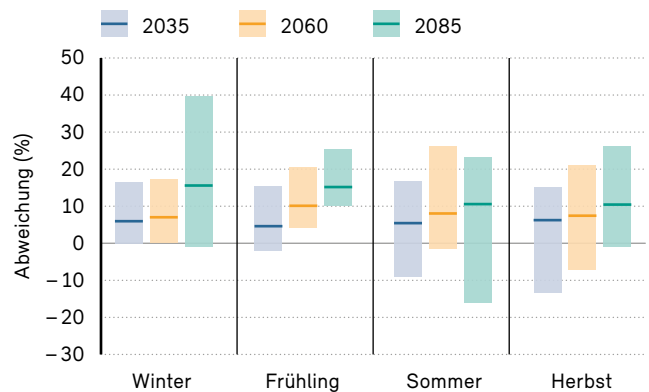
Abb. 4: Der Place Centrale in Lausanne am 11. Juni 2018



Ausmass der erwarteten Veränderungen wird zum Teil deutlich von der Intensität des Treibhausgasausstosses abhängen. Bei ungebremstem Anstieg der globalen Emissionen ist zu erwarten, dass die stärksten 1-Tages-Niederschläge im Winter bis Mitte dieses Jahrhunderts um weitere rund 10 Prozent heftiger ausfallen, bis Ende des Jahrhunderts sogar um etwa 20 Prozent (Abb. 6). Im Sommer bewegen sich die Zunahmen um 10 Prozent. Auch sehr seltene Niederschlagsereignisse, wie sie etwa einmal in 100 Jahren eintreten, werden intensiver. Die Veränderung ist in allen Jahreszeiten ähnlich und beträgt Mitte Jahrhundert 10 bis 20 Prozent, gegen Ende Jahrhundert etwa 20 Prozent. Die Intensivierung betrifft alle Ereigniskategorien: von stündlichen Niederschlägen bis zu Niederschlägen über mehrere Tage. Die Schäden durch Niederschlagsextreme könnten in Zukunft jedoch nicht allein wegen der höheren Niederschlagsmengen zunehmen. Der Anstieg der Schneefallgrenze erhöht insbesondere im Winter den Anteil des flüssigen Niederschlags und erhöht so den Abfluss.

Die beschriebene Intensivierung von Starkniederschlägen gilt insbesondere auch für die Sommermonate, für die in Zukunft mit einem spürbaren Rückgang des Gesamtniederschlags zu rechnen ist. Die sommerlichen Niederschläge werden sich generell auf weniger Tage verteilen. Die Anzahl trockener Tage wird zunehmen. Die längste Trockenperiode des Sommers kann Mitte des Jahrhunderts im Schnitt bis etwa eine Woche länger dauern als heute. Mit fortschreitendem Klimawandel und bei ungebremsten

Abb. 6: Erwartete Änderung des maximalen 1-Tages-Niederschlags
In Prozent in der Nordostschweiz bei ungebremsten Treibhausgasemissionen (Klimamodell RCP8.5) für drei Perioden

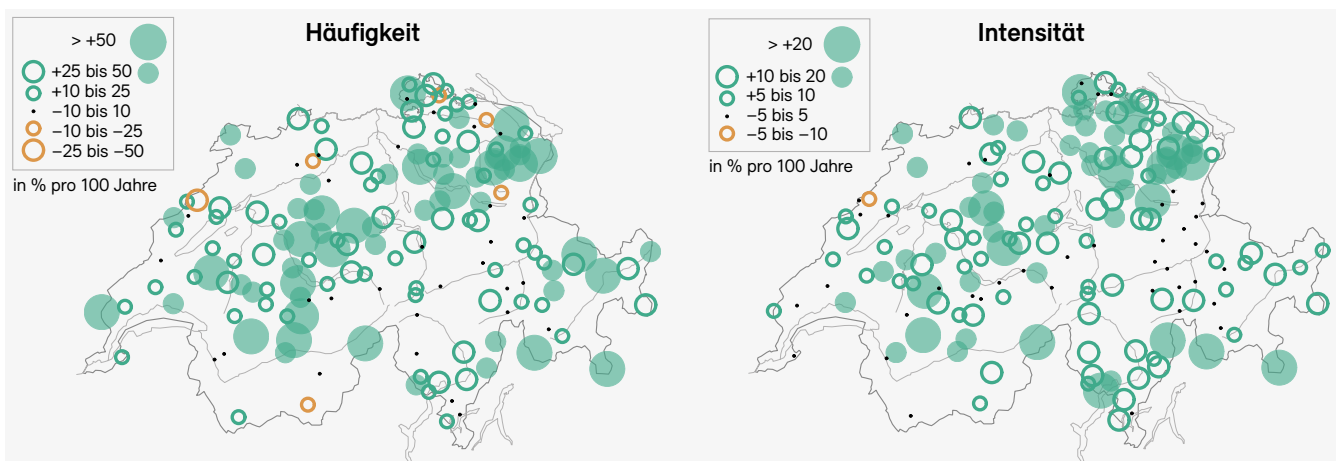


Treibhausgasemissionen nimmt die Tendenz zur Trockenheit weiter zu. Gegen Ende des Jahrhunderts könnte eine Trockenheit, wie sie bisher ein bis zwei Mal in zehn Jahren auftrat, jedes zweite Jahr vorkommen.

2.6 Bedeutung des naturnahen Wasserkreislaufs

Die Grundlage für die Bewältigung von Starkniederschlägen und Trockenphasen ist ein natürlicher Umgang mit schwachen und mittleren Niederschlagsereignissen. Das Gewässerschutzgesetz verlangt die Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs. Die Komponenten des

Abb. 5: Änderung der Häufigkeit und der Intensität von 1-Tages-Starkniederschlägen, die rund 3-mal im Jahr auftreten, von 1901 bis 2015



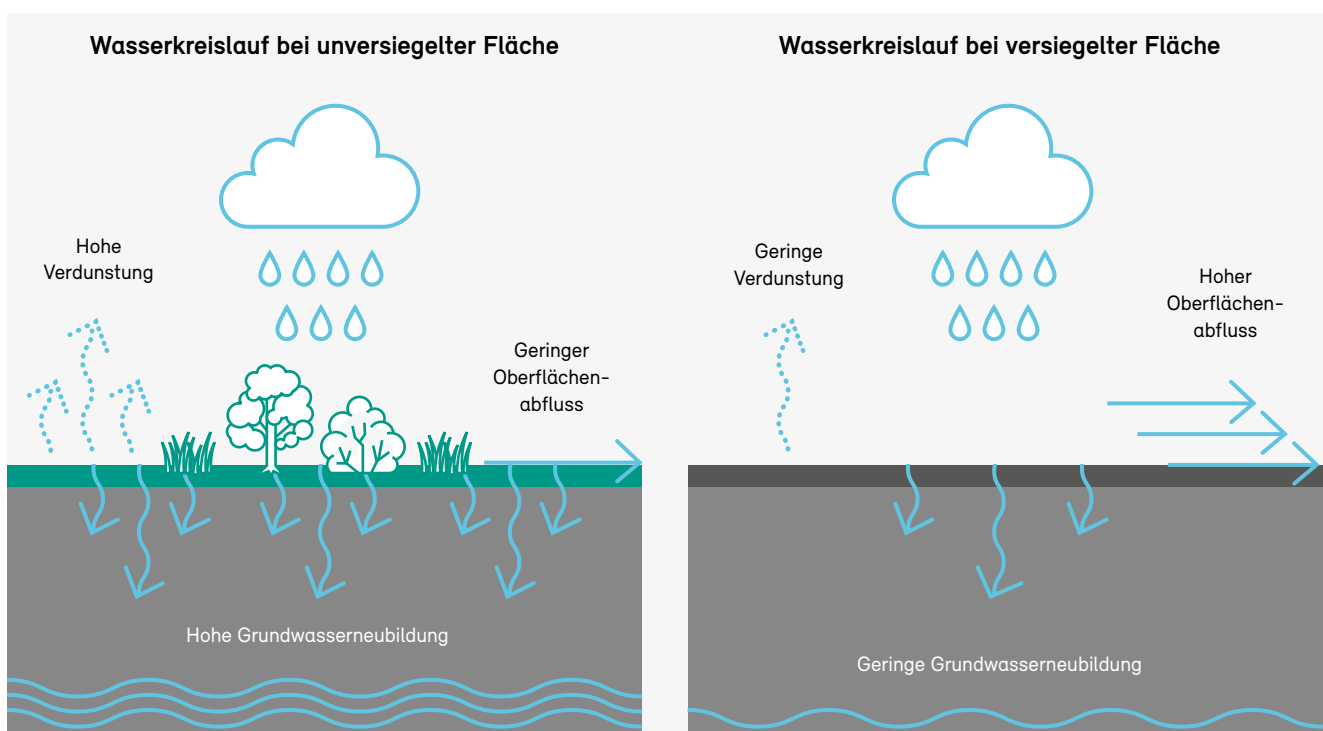
Wasserkreislaufs sind in der Abbildung 7 für eine unversiegelte und für eine versiegelte Fläche dargestellt. Während die Versickerung von Regenwasser im Gewässerschutzgesetz verankert ist, wird die Verdunstung als wichtige Komponente des natürlichen Wasserkreislaufs in der Schweizer Siedlungsentwässerung bislang kaum beachtet. Die Verdunstung und die Versickerung vermeiden, dass bereits bei kleineren Ereignissen Niederschlagswasser oberflächlich abfließt und die Kapazitäten von Kanalisation und Gewässern beansprucht.

Die Verdunstung verlangt noch mehr als die Versickerung nach einer dezentralen Bewirtschaftung des Regenwassers, da sie über offene Flächen und insbesondere über Pflanzen erfolgt. Bäume sind besonders wichtig für die Verdunstung und das Stadtklima (vgl. hierzu auch den Bericht «Hitze in Städten»⁷). Damit sie ihre klimaregulierende Funktion erfüllen können, sind sie auf eine ausreichende Wasserversorgung angewiesen. Somit ergeben sich Synergien mit der Siedlungsentwässerung. Angesichts der zunehmend längeren Trockenphasen wird es immer wichtiger, das Regenwasser als Ressource für das Siedlungsgrün zu nutzen.

Mit einer dezentralen Bewirtschaftung des Regenwassers kann auch das Gefahrenpotenzial reduziert werden: Bei grösseren Regenereignissen fließt insgesamt weniger Wasser ab und Abflussspitzen werden gedämpft.

Die Funktion einer über alle Niederschlagsintensitäten robusten Regenwasserbewirtschaftung veranschaulicht die Abbildung 8. Besonders vielversprechend ist die Möglichkeit, bei Starkregen Flächen kontrolliert zu fluten, die sonst anderweitig genutzt werden. Damit können insbesondere im Grünraum temporär zusätzliche, flexible Rückhaltevolumen geschaffen werden, die Abflussspitzen vermeiden, ohne andere Nutzungen auf diesen Flächen zu konkurrieren. Diese überlagernde temporäre Nutzung bezeichnet man als Multicodierung. Bei einer guten Umsetzung wird das Regenwasser für die Anwohner erlebbar und von ihnen als Mehrwert statt als zu entsorgendes Problem wahrgenommen. Erst bei extremen Ereignissen stehen schliesslich Objektschutzmassnahmen im Vordergrund, die ausschliesslich der Schadenminderung dienen.

Abb. 7: Wasserkreislauf auf unversiegelter und versiegelter Fläche



2.7 Das Schwammstadtkonzept

Das Schwammstadtkonzept ist ein planerischer Ansatz, mit dem in urbanen Verdichtungsräumen den beiden wesentlichen Herausforderungen in der Klimaanpassung begegnet wird: zunehmende Starkregen sowie Trocken- und Hitzeperioden. Abbildung 9 stellt die Grundidee dar. Die Stadt wird als Schwamm entwickelt, der Regen im Überfluss aufsaugt und bei Bedarf langsam wieder abgibt.

In der begrünten, wenig versiegelten Schwammstadt wird das Wasser bei schwachem Niederschlag oberflächennah gespeichert. Es verdunstet anschliessend direkt von den benetzten Flächen oder steht den Pflanzen zur Transpiration zur Verfügung. Bei mittlerem Niederschlag versickert zusätzlich ein Teil des Wassers in tiefere Bodenschichten und reichert das Grundwasser an. Erst bei intensiven Niederschlägen bildet sich zusätzlich Oberflächenabfluss. Auch im naturnahen Wasserregime der Schwammstadt tritt dieser auf und muss bewirtschaftet werden durch die Ableitung in die Kanalisation oder – bei entsprechend starken Ereignissen – auch in oberflächlichen Abflussskorridoren.

Das Schwammstadtkonzept erschliesst damit das Regenwasser als Ressource für eine hohe Aufenthaltsqualität im Siedlungsraum und liefert die Grundlage, um Starkregen möglichst schadenfrei zu bewältigen.

2.8 Die Schwammstadt braucht Platz, teilt ihn aber gern

Um Regenwasser oberflächennah halten und verdunsten zu können, müssen die entsprechenden Flächen zur Verfügung stehen, man spricht auch von «blau-grünen Infrastrukturen» im Siedlungsraum. Soll in zweiter Priorität das Regenwasser versickern können, muss auch der Untergrund durchlässig sein. Es reicht nicht aus, Platz für eine Versickerungsmulde zu reservieren, wenn darunter eine Einstellhalle liegt. Die aus raumplanerischer Sicht erwünschte bauliche Verdichtung und zunehmende Unterbauung erschweren einen naturnahen Wasserkreislauf. Die erforderlichen Freiflächen werden auch durch andere Nutzungen (Erholung, Biodiversität etc.) beansprucht. Es ist deshalb unabdingbar, die Regenwasserbewirtschaftung frühzeitig im Planungsprozess mitzubetrachten. Die blaue Infrastruktur sollte als separater Layer mit dem Städtebau und der Landschaftsplanung überlagert werden, um über alle Bereiche frühzeitig abgestimmte Lösungen zu erreichen (Abb. 10).

Die Ziele einer ganzheitlichen Strategie im Sinne einer Schwammstadt sind multifunktional und ermöglichen Synergien. Der Schutz der Gewässer schafft beispielsweise auch bessere Habitate und Raum für Biodiversität. Das Verhandeln des verfügbaren Platzes und wie er

Abb. 8: Fokusmassnahmen bei verschiedenen Regenereignissen

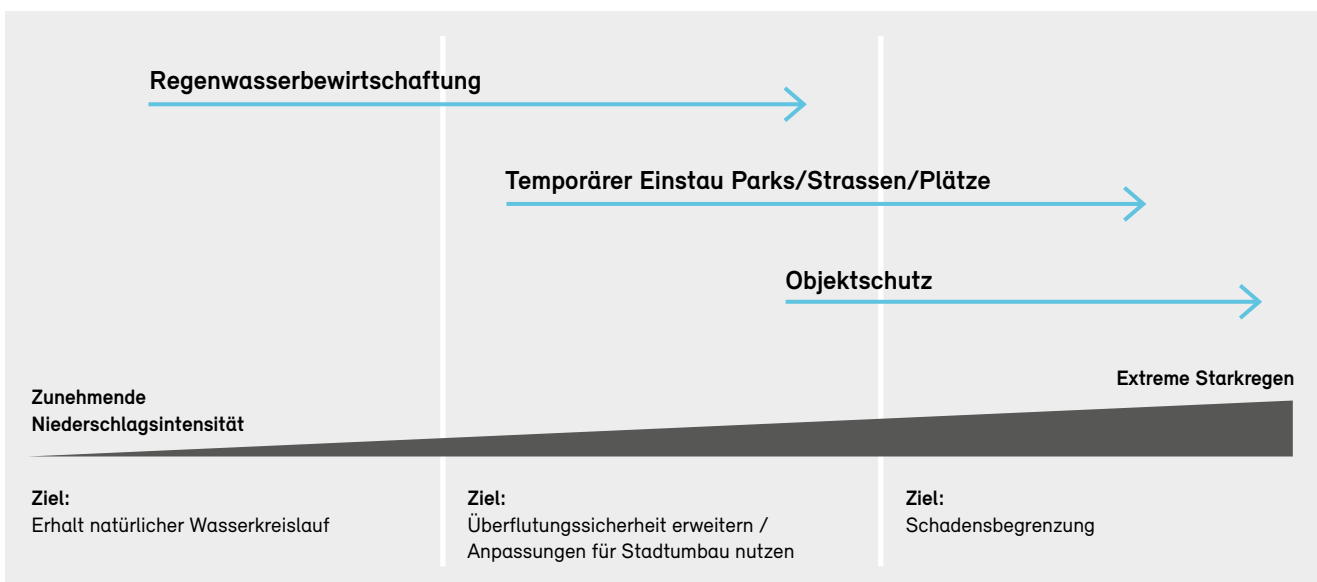
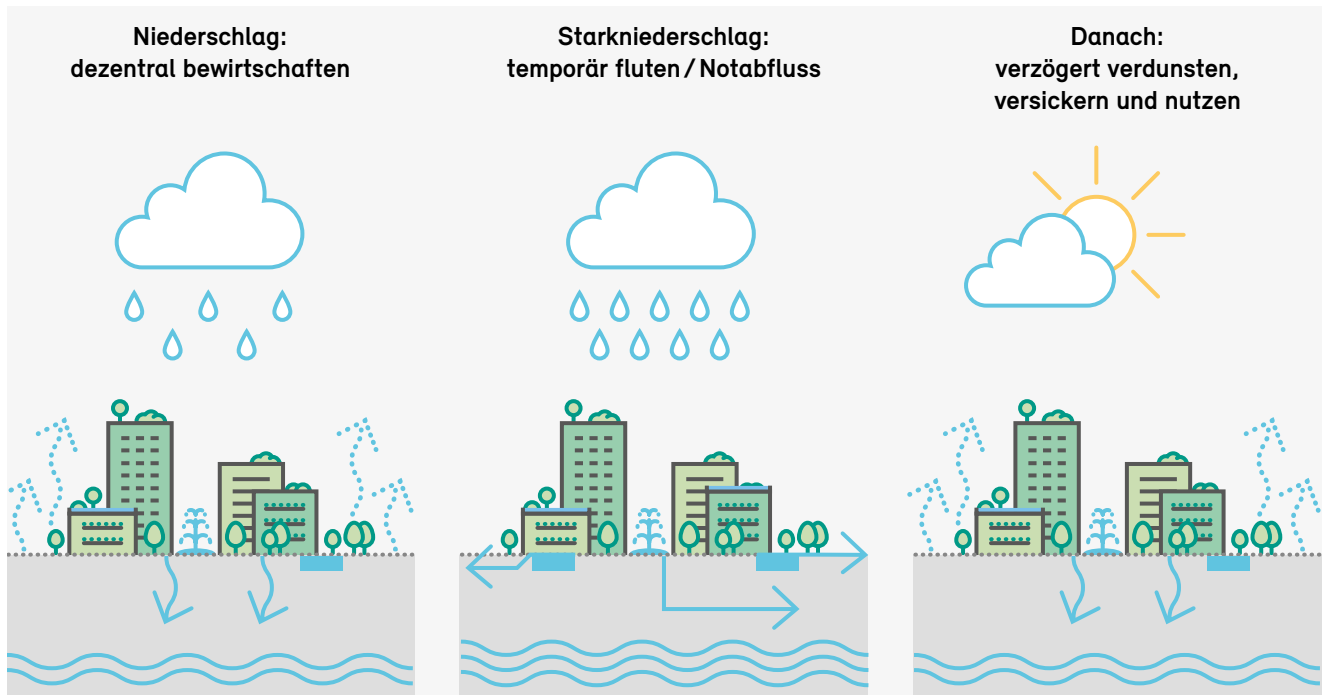


Abb. 9: Das Schwammstadtkonzept



genutzt wird, benötigt daher eine ganzheitliche Betrachtung und Interessenabwägung. Ziele, die in der Projektentwicklung möglichst überlagernd angestrebt werden können, sind in der Abbildung 11 dargestellt.

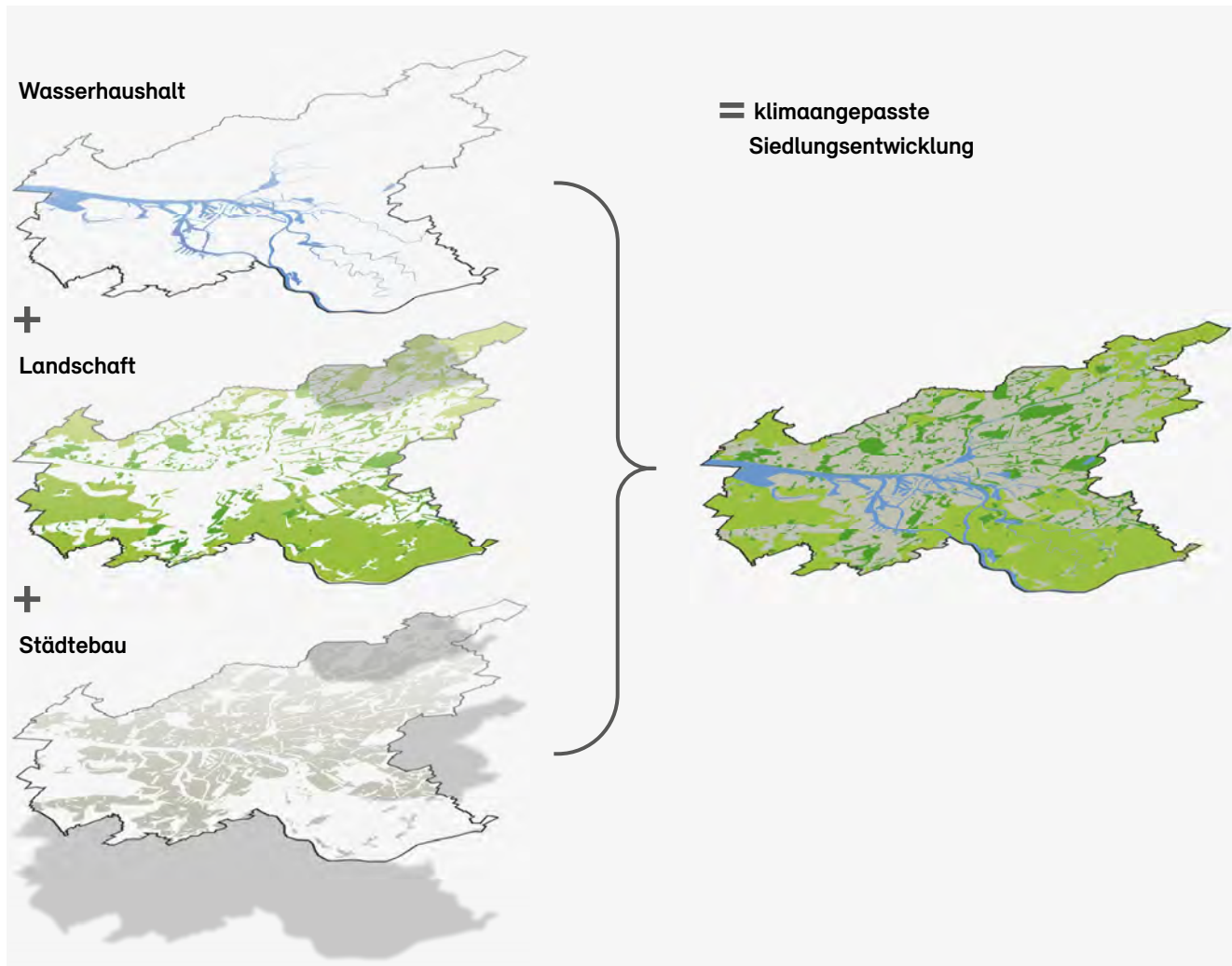
2.9 Was macht der Bund?

Der Bund lenkt die Klimapolitik mit dem CO₂-Gesetz. In der Klimaanpassung nimmt er eine Koordinationsaufgabe wahr. Der Bundesrat legt in seiner Strategie zur «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz»¹ von 2012 die Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder fest. Die Massnahmen zur Umsetzung der Strategie sind in einem Aktionsplan aufgeführt.² Darin enthalten sind unter anderem dieser Grundlagenbericht zu «Regenwasser im Siedlungsraum» sowie die Erweiterung des «Leitfadens Richtplan»¹² um ein Merkblatt zum Klimawandel.

Um die Umsetzung der Anpassungsstrategie auf lokaler, regionaler und kantonaler Ebene anzustossen, lancierte das BAFU das «Pilotprogramm zur Anpassung an den Klimawandel»⁴. Seit 2018 läuft die zweite Phase des Pilotprogramms. Erste Ergebnisse liegen bis Ende 2022 vor.

Im Umgang mit Naturgefahren hat ein Kulturwandel von Gefahrenabwehr hin zu einem integralen Risikomanagement stattgefunden. Der Bericht des Bundesrats «Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz»⁶ von 2016 beschreibt den heutigen Stand des Umgangs, identifi-

Abb. 10: Konsolidierung der blauen, der grünen und der grauen Infrastruktur als Grundlage einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung nach RISA (RegenInfraStrukturAnpassung Hamburg)



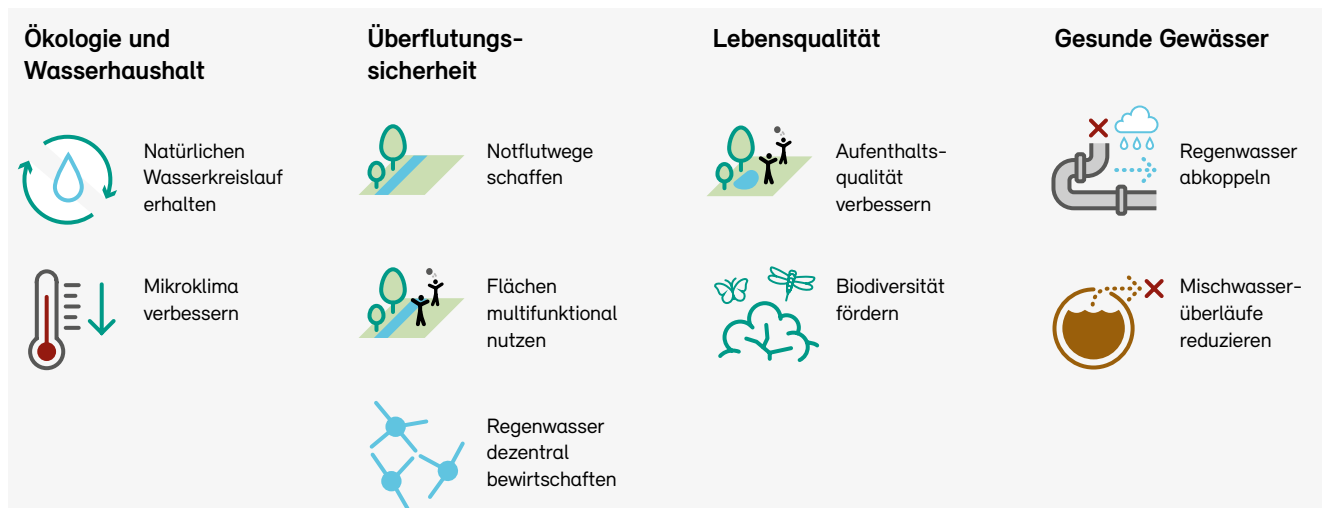
ziert den Handlungsbedarf für die Umsetzung des integralen Risikomanagements (IRM) und legt Massnahmen zur Behebung der Lücken fest, dies auch in Anbetracht des erwarteten Klimawandels. Der Bericht beinhaltet Massnahmen zur Vorsorge im Bereich der risikobasierten Raumplanung, der Siedlungsentwässerung und des Regenwassermanagements. Drei davon zum Thema «Integriertes Regenwassermanagement» (IRWM) werden gegenwärtig zusammen mit dem VSA vertieft und um die Themen «Schwammstadtkonzept» und «blau-grüne Infrastruktur» erweitert:

- GEP Musterpflichtenheft (2021 – 2023)
- Gesamtkonzept Regendaten (2019 – 2021)
- Oberflächenabfluss bei Starkregen (2020 – 2021)

Der Bund fördert zudem den Erfahrungsaustausch und unterstützt die Umsetzung der Strategie, insbesondere über die nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT⁴⁸ sowie über die Erarbeitung von Grundlagen und Arbeitshilfen. Die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss (vgl. Kap. 3.3.4) stellt eine wesentliche Grundlage in der Schadensvorsorge zu Starkniederschlägen dar.

Weiter fördert der Bund innovative Projekte von Gemeinden, Regionen, Agglomerationen und Kantonen über die Modellvorhaben zur nachhaltigen Entwicklung.¹⁴ Im Rahmen der Agglomerationsprogramme werden ausserdem Verkehrsinfrastrukturen mitfinanziert, die mit einer nach-

Abb. 11: Mögliche Ziele im Rahmen einer Projektentwicklung



haltigen Siedlungs- und Landschaftsentwicklung abgestimmt sind.¹¹

Das BAFU hat die Auswirkungen des Hitzesommers 2018 auf Mensch und Umwelt analysiert.⁸ Die Stadt Basel musste nach dem Sommer 2018 beispielsweise trotz Bewässerungen 40 Bäume wegen Trockenheitsschäden und Astabwürfen fällen. Diverse Gemeinden wie Sursee litten unter Wasserknappheit und mussten die Bevölkerung zum sparsamen Umgang aufrufen. Die Verfügbarkeit von Wasser wird bei Hitze und Trockenheit zu einem zentralen Thema.

2.10 Was machen Kantone und Gemeinden?

Die Kantone und Gemeinden haben die Aufgabe, die im Bundesrecht verankerten Vorgaben zu präzisieren und umzusetzen und zählen somit zu den wichtigsten Akteuren in diesem Bereich. Zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Planungsinstrumente auf kantonaler und kommunaler Ebene reglementieren den Umgang mit dem Regenwasser (vgl. hierzu Kap. 3). Erste Anpassungen im Sinne einer integralen Regenwasserbewirtschaftung wurden mancherorts bereits gemacht (vgl. Kap. 7).

Daneben haben erste Kantone und Städte auch Strategien entwickelt, um das Thema umfassend anzugehen (vgl. Kap. 4). Dies gilt auch für die Hitzeanpassung, die in diversen Kantonen und Gemeinden planerisch bereits hoch gewichtet und teilweise in Erlasse eingeflossen ist (vgl. Kap. 7). In diese müssen vorausschauend auch die Themen «Starkniederschlag» und «Regenwasserbewirtschaftung» einfließen.

3 Grundlagen und Werkzeuge

Rechtliche Vorgaben und Planungsinstrumente sowie Normen und Richtlinien sind die Grundlagen für den Vollzug der klimaangepassten Siedlungsentwicklung. Die neue Gefährdungskarte Oberflächenabfluss ist ein wichtiges Werkzeug, das sich bisher bewährt hat. Es braucht nun eine gezielte, aufeinander abgestimmte Anpassung und Ausrichtung der Planungsinstrumente.

Die wichtigsten formellen Grundlagen für den Umgang mit Starkniederschlägen und Regenwasserbewirtschaftung sind die Gesetzgebungen zu Raumplanung, Wasserbau und Gewässerschutz oder das Schweizerische Zivilgesetzbuch (ZGB) auf Bundesebene. Darauf bauen die ausführenden Planungsinstrumente von Kantonen und Gemeinden auf (vgl. Kap. 7.1): Planungs- und Baugesetze, Richt- und Nutzungsplanungen, Gefahrenkarte Hochwasser, Genereller Entwässerungsplan (GEP) und Abwasserreglement. Richtlinien und Normen der Fachverbände ergänzen diese Planungsinstrumente. Werkzeuge, wie die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss⁵, das Naturgefahrenportal des Bundes¹⁹ und diverse weitere Informationsquellen, unterstützen bereits heute den interdisziplinären Umgang mit dem Phänomen Starkniederschlag oder der Regenwasserbewirtschaftung.

3.1 Gesetzliche Grundlagen des Bundes

Der Oberflächenabfluss als massgebliche Folge von Starkniederschlägen wird erst seit wenigen Jahren als eigenständiger Gefahrenprozess betrachtet. Entsprechend ist seine rechtliche Verankerung noch schwach. Demgegenüber ist der Umgang mit Regenwasser und der daraus resultierenden Prozesse – insbesondere Hochwasser aus Gerinnen – umfassend geregelt. Die wichtigsten Grundlagen auf Bundesebene sind die Folgenden:

Das **Wasserbaugesetz WBG** und die **Wasserbauverordnung WBV** verpflichten die Kantone, Gefahrenkarten für Hochwassergefahren zu erstellen und diese in ihrer Richt- und Nutzungsplanung und bei allen raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Der Oberflächenabfluss wird darin nicht explizit erwähnt. Nach heutiger Praxis wird er aber analog den anderen Hochwassergefahren behandelt, und für Schutzmassnahmen können Bundesbeiträge ausgerichtet werden. Das WBG wird zurzeit revidiert

und sollte 2025 in Kraft treten. Der Oberflächenabfluss wird darin als gleichwertige Hochwassergefahrenart aufgenommen. Auch die risikobasierte Raumplanung und die Pflicht von Gesamtplanungen durch die Kantone sollen darin verankert werden.

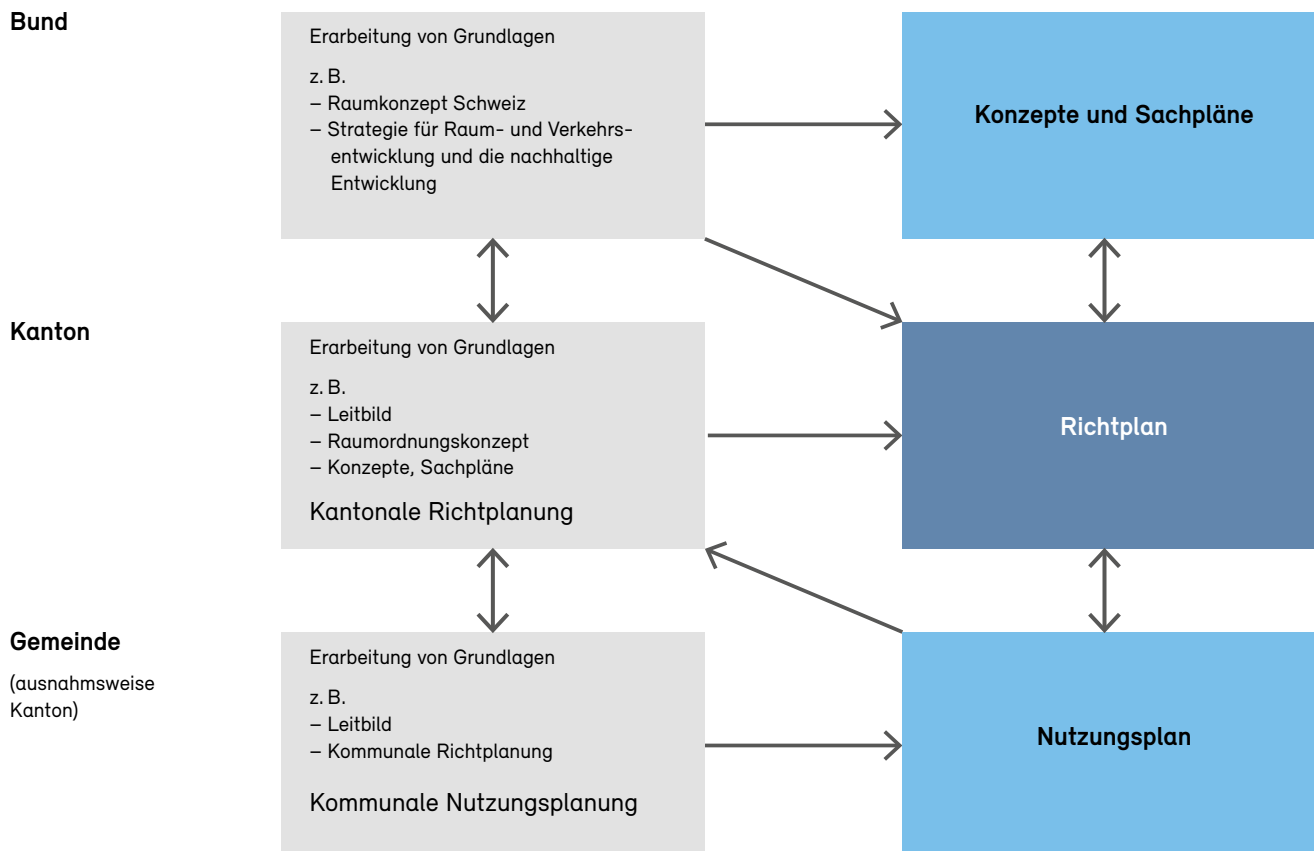
Das **Raumplanungsgesetz RPG** stellt eine zweckmässige und haushälterische Nutzung des Bodens und eine geordnete Besiedlung des Landes sicher (Abb. 12). Für die Erstellung der Richtpläne müssen die Kantone Grundlagen erarbeiten, in denen sie u. a. feststellen, welche Gebiete durch Naturgefahren erheblich bedroht sind (Art. 6 Abs. 2 Bst. c RPG). In der Nutzungsplanung darf zudem nur Land einer Bauzone zugewiesen werden, wenn es sich für eine Überbauung eignet (Art. 15 Abs. 4 Bst. a RPG). Dabei sind u. a. die Naturgefahren und Risiken zu berücksichtigen. Der Prozess Hochwasser und damit auch der Oberflächenabfluss gehören auch dazu. Die Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren¹³ enthält zudem Grundsätze für die Richt- und Nutzungspläne sowie die Baubewilligungen zu den Naturgefahren und zum Umgang mit Risiken.

Das **Gewässerschutzgesetz GSchG** strebt einen naturnahen Wasserkreislauf an und fordert, Niederschlagswasser in erster Priorität versickern zu lassen und erst in zweiter Priorität – möglichst verzögert – in ein Oberflächengewässer abzuleiten. Diese Gebote mindern bis zu einem gewissen Grad den Oberflächenabfluss im Siedlungsgebiet.

Gemäss der **Verordnung über Belastungen des Bodens VBBo** muss der Bodenbewirtschaftler bei Erosion durch konzentrierten Oberflächenabfluss (Talwegerosion) Massnahmen treffen.

Der Bund konkretisiert die gesetzlichen Vorgaben über die zugehörigen Verordnungen sowie z. B. über Vollzugshilfen, Sachpläne, Konzepte und Leitfäden oder Arbeitshilfen (Abb. 12).

Abb. 12: Die Instrumente der Raumplanung gemäss Faktenblatt zur Raumplanung des ARE



Für den Vollzug sind hauptsächlich die Kantone und die Gemeinden zuständig. Der Bund nimmt eine koordinative Aufgabe wahr und genehmigt die kantonalen Richtpläne.

3.2 Instrumente der Raumplanung auf kantonaler und kommunaler Stufe

Kantone und Gemeinden sind für die Umsetzung der übergeordneten gesetzlichen Vorgaben verantwortlich. Dafür stehen unterschiedliche raumplanerische Instrumente zur Verfügung, die nachfolgend kurz erläutert werden:

3.2.1 Raumplanungs- und Baugesetze

Die kantonale Ausführungsgesetzgebung zum Raumplanungsgesetz ist übergeordnetes Recht für die kommunale Nutzungsplanung. Sie enthält teilweise auch Präzisierungen zum Umgang mit Naturgefahren. Aussagen zur Klimaanpassung werden nun in Überarbeitungen aufgenommen, z. B. im Kanton Zürich.

3.2.2 Richtpläne

Ein Richtplan wird hauptsächlich auf kantonaler Ebene erarbeitet, kann aber auch auf regionaler bzw. kommunaler Ebene erarbeitet werden. Er dient der räumlichen Ordnung, der Koordination und der Vorsorge. Er ist dem Wesen nach ein Konzept- und Koordinationsplan und steht somit zwischen Leitbild und Nutzungsplan. Er bestimmt behördenverbindlich und nicht parzellenscharf die Richtung der weiteren Planung und Zusammenarbeit aufgrund einer umfassenden Interessenabwägung und legt die dazu erforderlichen Massnahmen fest. Auch vergleichbare kommunale Planungen wie z. B. Raumentwicklungsleitbilder übernehmen diese Funktionen.

Im Leitfaden für die Richtplanung des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE von 1996¹² werden die Themen Grundwasserschutz, Siedlungsqualität, Naturgefahren und Abwasserentsorgung behandelt. Der Oberflächenabfluss und die übergeordnete Bedeutung des Niederschlagswassers im Siedlungsraum, die eine übergreifende

Betrachtung erfordert, werden nicht explizit thematisiert und fehlen deshalb heute weitgehend in den kantonalen und kommunalen Richtplänen. Der Leitfaden wird nun mit einem Merkblatt um das Thema Klima ergänzt.

3.2.3 Agglomerations- und Regionalplanungen

Agglomerations- und Regionalplanungen legen die Strategien zur Entwicklung fest, koordinieren die beteiligten Akteure und definieren konkrete Massnahmen zur Umsetzung der Strategien.

Agglomerationsprogramme sind übergeordnet angesiedelt (Gemeinden, Regionen, Kantone) und stimmen die Verkehrs- und Siedlungsentwicklung wirkungsvoll aufeinander ab. Im Rahmen des Programms Agglomerationsverkehr beteiligt sich der Bund finanziell an Verkehrsinfrastrukturen von Städten und Agglomerationen. Voraussetzung ist ein Agglomerationsprogramm.¹¹ Die Agglomerationsprogramme enthalten aufeinander abgestimmte Teilstrategien zu Verkehr, Siedlung und Landschaft und teilweise auch spezifische Landschaftsmassnahmen.

Eine überkommunale Zusammenarbeit gewinnt laufend an Bedeutung. Regionen sind gefordert, ihre Planungen und Interessen gemeindeübergreifend abzustimmen und gemeinsam langfristige Entwicklungsvorstellungen z. B. in Form von Raumordnungskonzepten zu definieren.

Agglomerations- und Regionalplanungen bieten ein Potenzial, Massnahmen gegen Gefährdung durch Oberflächenabfluss und zur Förderung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung übergeordnet zu planen und zu verankern.

3.2.4 Kommunale Nutzungsplanungen

Die grundeigentümergebundene Nutzungsplanung umfasst Reglemente und parzellenscharfe Zonenpläne, mit der die Gemeinden die zulässige Nutzung und zugehörige Einschränkungen und Auflagen in ihrem Gemeindegebiet festlegen. In Bezug auf das Niederschlagswasser können dies beispielsweise Vorgaben zur Dach- und Umgebungsgestaltung (Begrünung, Entsiegelung etc.) oder zum Nachweis eines genügenden Schutzes vor Hochwasser oder vor Oberflächenabfluss enthalten.

Die Nutzungsplanung muss die übergeordneten Vorgaben z. B. des Richtplans und verfügbare Grundlagen wie die Gefahrenkarten oder die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss berücksichtigen und eigentümergebunden umsetzen.

Etliche Gemeinden sind dabei, ihre Nutzungsplanung auf die klimaangepasste Siedlungsentwicklung und auch auf die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung auszurichten (vgl. Kap. 7.1).

3.2.5 Sondernutzungsplanungen

Sondernutzungsplanungen (Quartier-, Gestaltungspläne etc.) sind ein Instrument, um bei besonderen Voraussetzungen (Topografie, Denkmalschutz, Erschliessung oder Lärm, Umnutzungsgebiete etc.) und bei speziellen Bauvorhaben von den Vorgaben der Nutzungsordnung abweichen zu können. Sie bieten damit die Möglichkeit, Grundsätze für den Umgang mit dem Niederschlagswasser abgestimmt auf die lokale Situation in einem frühen Stadium in den Planungsprozess einzubinden (vgl. Kap. 7.1).

3.3 Instrumente der Regenwasserplanung

Zum Begriff «Regenwasserplanung»: Im Gegensatz zur Raumplanung existiert für die Planungen im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung kein übergeordneter Begriff. Im Folgenden wird hierfür der Begriff «Regenwasserplanung» verwendet, der alle planerischen Aktivitäten in den Bereichen Hochwasserschutz und Siedlungsentwässerung umfasst, die für die Umsetzung einer integralen Regenwasserbewirtschaftung erforderlich sind.

3.3.1 Kantonale Wassergesetze

Die Kantone präzisieren die ihnen durch das Bundesrecht zugewiesenen Aufgaben in eigenen Gesetzen und Verordnungen. Je nach Kanton werden die Belange des Wassers in einer unterschiedlichen Anzahl verschiedener Gesetze behandelt. Auch die Zuständigkeiten für den Vollzug der einzelnen Aufgaben (z. B. Kanton oder Gemeinde) sind unterschiedlich geregelt.

3.3.2 Konzepte und Sachpläne

Konzepte und Sachpläne sind auch auf kantonaler Stufe behördenverbindliche Instrumente, um Tätigkeiten mit

Auswirkungen auf Raum und Umwelt zu planen und abzustimmen. Beispiele sind die Sachpläne Siedlungsentwässerung der Kantone Bern und Solothurn.

3.3.3 Gefahrgrundlagen Hochwasser

Die Wasserbauverordnung verpflichtet die Kantone, Gefahrenkarten für Hochwasser zu erstellen und sie in ihrer Richt- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen.

Die **Gefahrenkarten** mit zugehörigen Intensitätskarten geben eine detaillierte Übersicht über die lokale Gefährdungssituation im Siedlungsgebiet. Sie machen Angaben zur Gefahrenart, zur räumlichen Ausdehnung und zum Grad der Gefährdung in den Gefahrenstufen rot, blau, gelb, gelb-weiss schraffiert und weiss (Abb. 13). Wichtige Endprodukte bei der Erarbeitung der Gefahrenkarten sind die Intensitätskarten. Sie zeigen pro Wiederkehrperiode (30j, 100j, 300j, Extremereignis) die betroffenen Flächen und die zu erwartenden Intensitäten der Gefahrenprozesse (z. B. Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit bei Überschwemmungen). Sie sind eine wichtige Grundlage für die Dimensionierung von Schutzmassnahmen.

Die Gefahrenkarten dienen der Nutzungsplanung für die Ausscheidung von grundeigentümergebundnen Gefahrenzonen, die Planung und Formulierung von Bauauflagen für den Objektschutz oder die Sicherung von Abflusskorridoren. Die Umsetzung der Gefahrenkarte in der Nutzungsplanung soll in Zukunft vermehrt risikobasiert erfolgen, siehe hierzu Kapitel 5.2, Abschnitt «Risikobasierte Raumplanung zur Risikosteuerung».

In Ergänzung zu den detaillierten Gefahrenkarten zeigen **Gefahrenhinweiskarten** die potenziellen Gefahrengebiete ausserhalb des Siedlungsgebietes auf. Diese Karten enthalten grobe, modellbasierte Abschätzungen über das bei einem Extremereignis maximal betroffene Gefahrengebiet; sie enthalten jedoch in der Regel keine Information über die dabei auftretenden Intensitäten. In einigen Kantonen wird Oberflächenabfluss bereits als Hinweis ausgeschieden, dies aber aufgrund von Erfahrung und Schadenfällen. Die flächendeckenden Gefahrenhinweiskarten dienen der Beurteilung von Baugesuchen ausserhalb des Siedlungsgebietes. Je nach Situation müssen

Abb. 13: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Hochwasser von Zofingen und Strengelbach

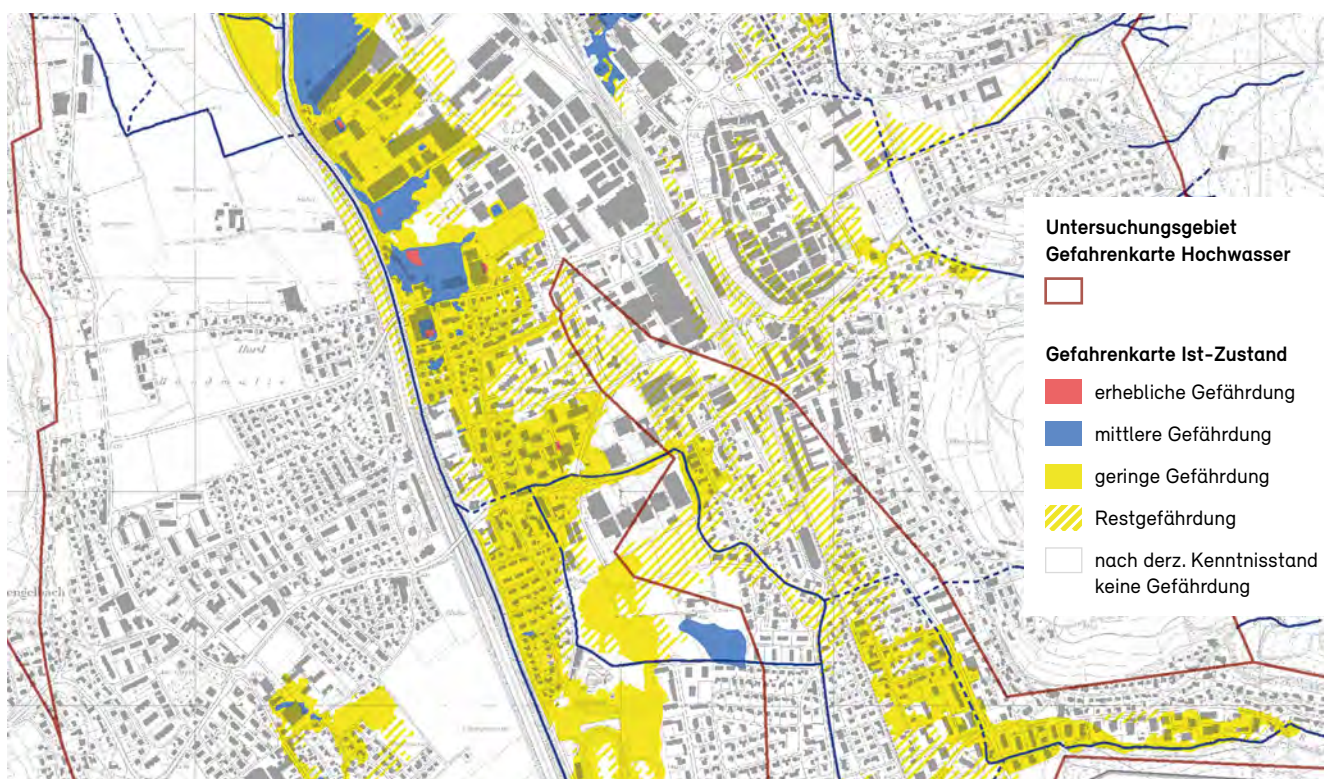
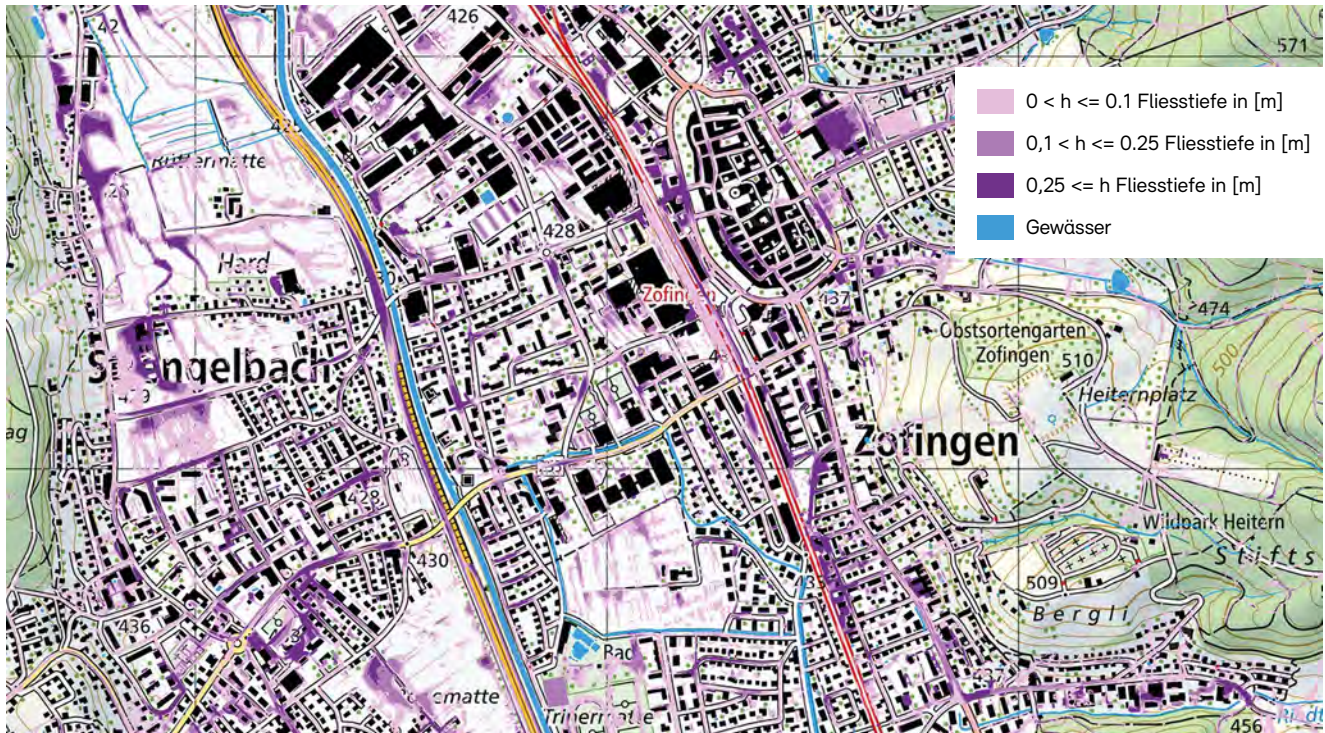


Abb. 14: Ausschnitt aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss⁵ von Zofingen und Strengelbach

genauere Abklärungen zur Gefahrensituation durchgeführt werden.

3.3.4 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

Die seit 2018 verfügbare, elektronische Karte zeigt schweizweit flächendeckend die potenziell durch Oberflächenabfluss gefährdeten Gebiete und die dort zu erwartenden klassierten Fliesstiefen auf.⁵ Sie stellt eine wichtige Ergänzung zu den bestehenden Gefahrengrundlagen dar, insbesondere zu den Gefahrengrundlagen Hochwasser (vgl. Kap. 3.3.3), hat aber rein informativen Charakter. Die Karte erlaubt eine rasche Abschätzung der Gefährdung durch den Prozess Oberflächenabfluss. Die Modellierung weist die Genauigkeit einer Gefahrenhinweiskarte auf. Betroffene Flächen und Fliesstiefen können deshalb nicht ohne Überprüfung vor Ort als Planungs- und Dimensionierungsgrößen verwendet werden. Zu beachten ist auch, dass Dauer, Intensität und Volumen eines Abflusses nicht abgebildet und im Einzelfall zu ermitteln sind. Die Modellrechnung deckt sich gut mit den seither aufgetretenen Schadensbildern, wie Vergleiche zeigen.

Dargestellt sind diejenigen Flächen, die bei seltenen bis sehr seltenen Niederschlagsereignissen durch Oberflächenabfluss potenziell betroffen sind (Wiederkehrperiode > 100 Jahre, Ereignisdauer 1 Stunde). In der Modellierung nicht dargestellt sind jene Gebiete, die durch Überschwemmung aus Fließgewässern oder Grundwasser betroffen sind, sowie die Wirkung der Siedlungsentwässerung.

Die Karte dient einerseits Fachleuten wie Architekten und Architektinnen, Bauherren, Planenden, Behörden oder Interventionskräften als Grundlage. Diese können sich rasch einen Überblick über mögliche Gefahren verschaffen und frühzeitig geeignete Schutzmassnahmen ergreifen (Abb. 14). Sie dient andererseits auch der breiten Öffentlichkeit zur Sensibilisierung, zur Einschätzung der Gefährdungssituation und zur Planung möglicher Schutzmassnahmen und hilft, Schäden zu vermindern. Weil die Karte auch das nicht besiedelte Gebiet abdeckt, kann sie der Landwirtschaft helfen, Bodenschutzmassnahmen zu ergreifen.

Die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss ergänzt die bestehenden Gefahrenkarten. Während einige Gemeinden und Kantone die Karte bereits als verbindliches oder hinweisendes Element in ihren Baugenehmigungsprozessen berücksichtigen, besteht bei anderen noch Unsicherheit, wie sie eingebunden werden soll. Auch wenn bisher noch nicht alle Fragen im Umgang mit der Karte im Detail geklärt sind, ist sie als Grundlage in der Planung zu berücksichtigen.

3.3.5 Regionaler Entwässerungsplan REP

Wenn in einem begrenzten, hydrologisch zusammenhängenden Gebiet die Gewässerschutzmassnahmen aufeinander abgestimmt werden müssen, sorgen die Kantone gemäss Artikel 4 GSchV für die Erstellung eines REP (Abb. 15). Er untersucht den Zustand des Gewässers und berücksichtigt dabei alle Belastungen, Randbedingungen und Nutzungen desselben. Ein REP wird nur ausgelöst, wenn ein Handlungsbedarf besteht, die Massnahmenplanung verschiedener Sektoren (Landwirtschaft, Hochwasserschutz, Siedlungsentwässerung etc.) aufeinander abzustimmen. Die Kantone setzen dieses Instrument bisher zurückhaltend ein. Mit der zunehmenden Gefährdung

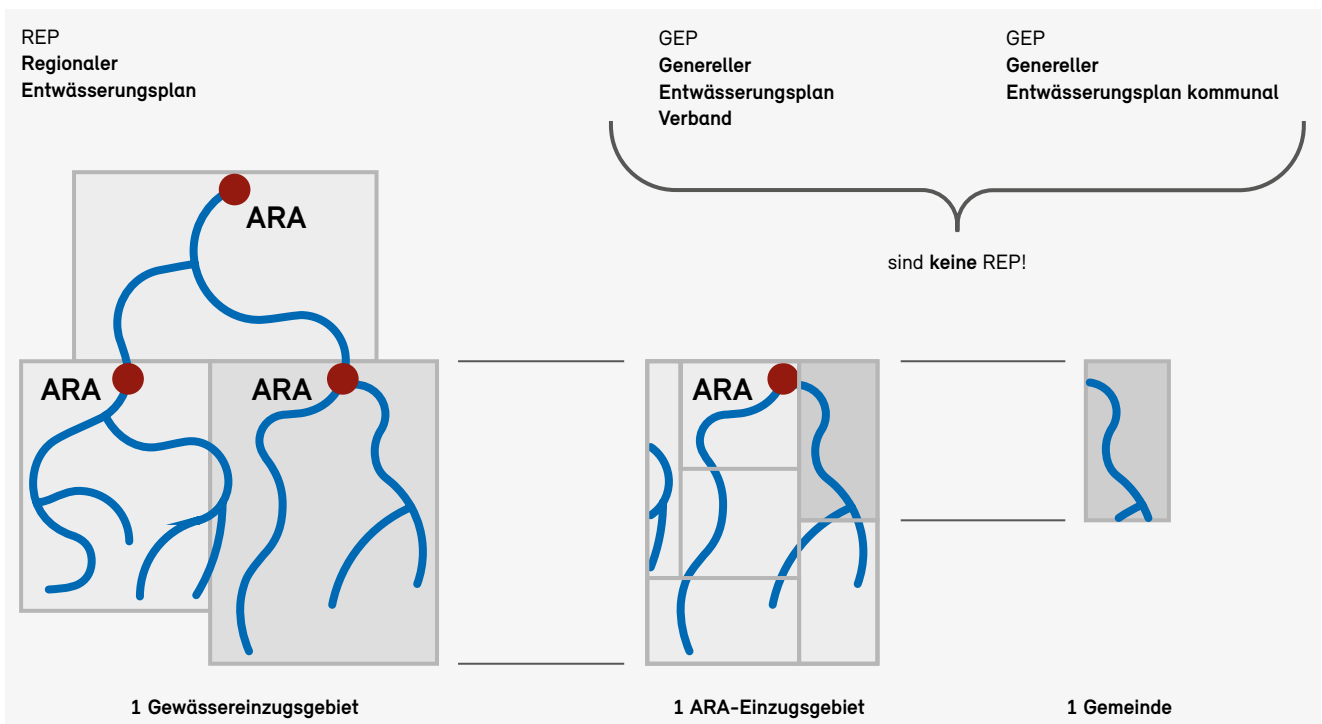
durch Oberflächenabfluss bei Starkregen sowie Wassermangel und hohen Temperaturen in Fließgewässern steigt nun der übergeordnete Planungs- und Koordinationsbedarf.

3.3.6 Genereller Entwässerungsplan GEP

Gemäss Gewässerschutzverordnung sorgen die Kantone für die Erstellung von generellen Entwässerungsplänen (GEP), die in den Gemeinden einen sachgemässen Gewässerschutz und eine zweckmässige Siedlungsentwässerung gewährleisten. In den meisten Kantonen erarbeiten die Gemeinden und Abwasserverbände den GEP aufgrund des GEP-Musterpflichtenheftes des VSA von 2010.

Der GEP umfasst u. a. den Nachweis der hydraulischen Kapazität des Kanalnetzes, wobei auch relevante Zuflüsse aus dem natürlichen Einzugsgebiet zu berücksichtigen sind. Die Jährlichkeit, auf die das Netz dimensioniert wird, ist nicht vorgegeben und wird von den Gemeinden in der Regel bei fünf bis zehn Jahren festgelegt. Normalerweise gilt für alle Gebiete das gleiche Schutzziel, unabhängig von der Nutzung. Betrachtungen zum Überlastfall bei stärkeren Regenfällen werden nicht systematisch

Abb. 15: Planungsinstrumente für den Gewässerschutz



verlangt, womit auch der Oberflächenabfluss innerhalb des Siedlungsgebiets kaum thematisiert wird. Da in der Gefahrenkarte Hochwasser mit wesentlich höheren Jährlichkeiten gearbeitet wird, können Divergenzen zum GEP entstehen, wenn der Abflussanteil von Niederschlagsabwasser aus der Siedlungsentwässerung bei einem Gewässer gross ist. Der VSA will sein GEP-Musterpflichtenheft bis 2023 überarbeiten, um diese Aspekte aufzunehmen.

Der GEP ist behördenverbindlich (in drei Kantonen sogar grundeigentümergebunden) und muss im Rahmen der Baubewilligungsverfahren umgesetzt werden. Er wird in der Regel nach einer Ortsplanungsrevision aktualisiert und berücksichtigt diese. Umgekehrt werden die Bedingungen der Siedlungsentwässerung bei Ortsplanungsrevisionen und Einzonungen heute oft nicht systematisch miteinbezogen.

3.3.7 Abwasserreglement

Das Abwasserreglement (je nach Kanton Kanalisationsreglement, Siedlungsentwässerungsverordnung etc.) präzisiert bei Bedarf die Vorgaben aus dem GEP und der Nutzungsplanung bezüglich des Umgangs mit Niederschlagswasser und regelt die Gebühren. Insbesondere über die Gestaltung des Abwassergebührenmodells bietet sich die Möglichkeit, einen guten Umgang mit Niederschlagswasser zu fördern.

3.4 Richtlinien und Normen für die Regenwasserplanung

Kantone und Gemeinden konkretisieren die Vorgaben des Bundes in eigenen Ausführungsgesetzgebungen, Erlassen, Merkblättern und Leitfäden. Sie beziehen sich hierbei teilweise auch auf Normen und Richtlinien der Fachverbände – z. B. die Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» des VSA. Die Publikationen der Verbände haben von sich aus keine Rechtskraft. Sie erlangen diese aber faktisch, wenn in einem Erlass z. B. auf den Stand der Technik verwiesen wird, den Normen und Richtlinien naturgemäss zum Ausdruck bringen. Richtlinien sind sektoral entwickelt und nehmen deshalb in der Regel keine Interessenabwägung zu den Erfordernissen anderer Sektoren vor, was integrale planerische Lösungen auch behindern kann.

Mehrere Richtlinien und Normen werden demnächst revidiert, womit die Möglichkeit besteht, sie bezüglich Starkniederschlägen und guten Wassermanagements abzustimmen. Die wichtigsten Aspekte daraus werden nachfolgend kurz erläutert:

3.4.1 VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter

Die Richtlinie konkretisiert die Vorgaben der GSchV bezüglich des Umgangs mit dem Niederschlagsabwasser. Sie hat 2019 die VSA-Richtlinie «Regenwasserentsorgung» und die BAFU-Wegleitung «Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen» abgelöst. Eine zentrale Neuerung ist das Gebot, abzuklären, inwiefern der Abfluss von Niederschlagswasser und dessen Belastung durch Schadstoffe vermieden oder verringert werden können, bevor die in der GSchV verankerten Entwässerungsarten – Versickerung, Ableitung in ein oberirdisches Gewässer, Ableitung in die Mischabwasserkanalisation – zum Zug kommen. Damit sollen der Rückhalt und die Verdunstung des Regenwassers gefördert werden.

Der Umgang mit Starkregen ist nicht Gegenstand der Richtlinie. Hierfür erarbeitet der VSA⁴⁶ zurzeit ebenfalls eine Methodik (angestrebtes Sicherheitsniveau, Dimensionierungsgrundlagen), die dereinst in das GEP-Musterpflichtenheft einfließen soll.

3.4.2 SN 592 000 Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung (VSA/suisselec)

Diese Norm aus dem Jahr 2012 bildet die Grundlage für die Planung, die Erstellung und die Abnahme von Anlagen der Liegenschaftsentwässerung. Sie konkretisiert die Vorgaben der Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter bezüglich Konzeption, Bemessung und Konstruktion der Abwasseranlagen im Liegenschaftsbereich. Das Gebot der Abflussvermeidung ist darin noch nicht enthalten. Weiter enthält sie teilweise Vorgaben, die einen guten Umgang mit Niederschlagswasser behindern, z. B. das Verbot, Abwasser von privaten Grundstücken oberflächlich auf den öffentlichen Grund abzuleiten. Zudem ist Regenwasser von unbefestigten Flächen nur in begründeten Fällen zu berücksichtigen, von ausserhalb auf ein Grundstück fliessendes Wasser wird nicht thematisiert. Die Norm soll demnächst aktualisiert werden.

3.4.3 SIA-Normen

Diverse SIA-Normen⁵¹ stellen wichtige Grundlagen für die Umsetzung von Massnahmen dar. Sie werden regelmässig überarbeitet und den neuen Gegebenheiten angepasst. Hinzu kommen internationale Normen, die die Schweiz in ihr Normenwerk übernommen hat. Auf zwei SIA-Normen wird detaillierter eingegangen:

Die **SIA-Norm 312 Begrünung von Dächern** von 2013 enthält die damals aktuellen Erkenntnisse zur Planung und Ausführung von Dachbegrünungen. Ebenso werden umweltspezifische Überlegungen wie Regenrückhaltewirkung und ökologischer Ausgleich behandelt und geeignete Substrate und Bepflanzungen beschrieben. Eine Aktualisierung ist vorgesehen.

Die **SIA-Norm 261/1 Einwirkungen auf Tragwerke – ergänzende Festlegungen** behandelt den Einbezug von gravitativen Naturgefahren bei der Konzeption und Bemessung von Tragwerken. Für Hochwasser wird darin eine Berücksichtigung des 300-jährlichen Hochwassers (inkl. Oberflächenabfluss) gefordert, je nach Bauwerksklasse ist zusätzlich ein Höhenzuschlag zu berücksichtigen. Die zugehörige **SIA-Wegleitung 4002 zum Objektschutz** erläutert mithilfe von Abbildungen, Fotos und Beispielen die Anwendung der Norm für das Hochwasser. **SIA D 0260 Entwerfen und Planen im Hochbau** erläutert das Vorgehen.

3.4.4 VSS-Normen

Der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute unterhält ein umfassendes Normenwerk für das Strassen- und Verkehrswesen. Die Normen zur Strassenentwässerung richten sich nach den Vorgaben des VSA, wobei das Gebot der Abflussvermeidung aus der Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter noch nicht berücksichtigt ist. Naturgemäss ist der Umgang mit dem Niederschlagswasser nur ein Nebenaspekt des VSS-Normenwerks⁵⁰, der entsprechend stark von einer sektoralen Sicht geprägt ist.

3.5 Grundlagen in Deutschland

Gesetze, Instrumente sowie Richtlinien und Normen bilden die Grundlagen für die Regenwasserplanung, den Umgang

mit Naturgefahren und die Projektierung von Umsetzungsmassnahmen für die unterschiedlichen Akteure. Ein Vergleich mit Grundlagen in Deutschland ordnet den Stand in der Schweiz ein:

Nach Paragraph 5 Absatz 1 Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) sind alle Massnahmen mit negativen Einwirkungen auf ein Gewässer zu vermeiden, die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts ist zu erhalten sowie eine Vergrösserung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden. Die Gewässer sind nachhaltig zu bewirtschaften, u. a. mit dem Ziel, möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen sowie an oberirdischen Gewässern so weit wie möglich natürliche und schadlose Abflussverhältnisse zu gewährleisten. Dabei ist insbesondere durch Rückhaltung des Wassers in der Fläche einer Entstehung von nachteiligen Hochwasserfolgen vorzubeugen (vgl. § 6 Abs. 1 Nr. 5 und 6 WHG). Für die Regenwasserbewirtschaftung ist in Abhängigkeit der Schadstoffbelastung des Regenwassers die Versickerung des Regenwassers über die belebte Bodenzone anzustreben (z. B. § 36a Berliner Wassergesetz). Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser (Regenwasser) in Gewässer darf nur erteilt werden, wenn die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten werden kann, wie es nach dem Stand der Technik möglich ist (§ 57 WHG).

Neben den klassischen Themen der Regenwasserbewirtschaftung spielt mehr und mehr der Klimawandel und damit der Starkregen eine Rolle in den Planungs- und Genehmigungsabläufen. Die Mitbetrachtung ist mittlerweile Standard. In der 2016 erschienenen Fassung der Norm DIN 1986-100 ist gefordert, dass jedes Grundstück über 800 m² ein 30-jährliches Regenereignis schadlos bewirtschaften können muss. Eine Ableitung auf Nachbargrundstücke ist nicht erlaubt.

Arbeitsblatt DWA-M102 (noch nicht in Kraft gesetzt): **Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer**

Im Vordergrund stehen die zwei folgenden Schutzgüter: «Entsorgungssicherheit» als sichere und überflutungsfreie Entwässerung für Schmutz-, Misch- und Niederschlagswasser sowie «Gewässerschutz» zur Vermeidung

bzw. vertretbaren Begrenzung niederschlagsbedingter Gewässerbelastungen.

Die Abkopplung abflusswirksamer Flächen von bestehenden Kanalisationen zeigt sich dabei als wirkungsvoller Ansatz zur Reduzierung hydraulischer Systembelastungen, zur Verbesserung des Überflutungsschutzes sowie zur Verminderung der stofflichen und hydraulischen Gewässerbelastung durch Regenwetterabflüsse (u. a. DWA 2007). Als potenziell naturnaher Hochwasserabfluss (HQN) wird der Abfluss bezeichnet, der in einem unversiegelten Gebiet ohne abflussverändernde Eingriffe entsteht. Die Beibehaltung oder Wiederherstellung der natürlichen Abflussdynamik ist nachzuweisen.

Merkblatt DWA-M 119 (Nov. 2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen

Hier erfolgt eine Abgrenzung der technisch und wirtschaftlich angemessenen Überflutungsvorsorge gegenüber der allgemeinen Überflutungsvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe.

Es wird allgemein anerkannt, dass zur Erreichung der Zielvorgabe «angemessener Überflutungsschutz» die alleinige Vergrösserung unterirdischer Ableitungskapazitäten und zentraler Rückhalteanlagen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht zielführend und auch nicht Intention der DIN EN 752 ist. Deshalb kommt – in Ergänzung zu dezentralen Massnahmen der Regenwasserbewirtschaftung – der Nutzung der baulichen Gegebenheiten an der Oberfläche zum temporären Rückhalt und zur schadenfreien Ableitung von Niederschlagswasser sowie dem gezielten Objektschutz durch baulich-konstruktive Massnahmen für den Überflutungsschutz zunehmende Bedeutung zu.

Insgesamt sind Gesetzgebung sowie DIN-Normen (inkl. DWA-Merkblätter) im Bereich Regenwassermanagement und Starkregen gut auf den Klimawandel ausgerichtet. Der Fokus auf einer dezentralen Bewirtschaftung, die Orientierung an einer potenziell natürlichen Wasserbilanz und die Möglichkeit zum temporären Zwischenspeichern an der Oberfläche schaffen einen klaren Rahmen.

3.6 Interaktive Online-Tools und software-unterstütztes Planen

Diverse Tools der öffentlichen Hand oder aus der Privatwirtschaft bieten planerische Unterstützung in der konzeptionellen Wasserbewirtschaftung oder in der Klimaanpassung und unterstützen die interdisziplinäre Bearbeitung und Querschnittsbetrachtung. Das frühe Wissen im Planungsprozess, welche Hitzeminimierungs- oder Wassermanagementbausteine man verwenden kann, um die ganz spezifischen Anforderungen des jeweiligen Ortes oder Projektes zu lösen, wird den Planungsprozess insgesamt wesentlich verändern. Dazu sind bereits viele Wissensdatenbanken oder ortsspezifische Analysetools verfügbar.

In der konkreten Projektplanung gibt es eine grosse Palette an Software zu den Themen Regenwasserbewirtschaftung, Überflutungsprüfungen, Regenwassernutzungs- und Wasserkreislaufstrategien (Grauwassernutzung, Schwarzwassernutzung etc.) sowie Mikroklimaanalysen. Diese Programme sind notwendig, um die übergeordneten Strategien in konkrete und genehmigungsfähige Planungen weiterzuentwickeln. Sie richten sich an spezialisierte Fachleute. Weitere Informationen dazu findet man bei den Fachverbänden (wie VSA, DWA, FbR) und den Herstellern dieser Hilfsmittel. Nachfolgend einige Beispiele:

- MeteoSchweiz bietet mit dem Portal «Extremwertanalysen»¹⁷ Niederschlagssummen für Regendauern von 10 Minuten bis 5 Tagen mit Wiederkehrperioden von 2 bis 300 Jahren. Mit interaktiven Tools und Karten lassen sich beobachtete Regenereignisse einordnen oder geeignete Regenereignisse für Bemessungsaufgaben evaluieren.
- Das Naturgefahrenportal ist die Website der Bundesverwaltung mit Informationen zu aktuellen Naturgefahrensituationen in der Schweiz.¹⁹
- Die Plattform «Schutz vor Naturgefahren»⁴⁷ der breit abgestützten Trägerschaft für guten Gebäudeschutz in der Schweiz bietet Checkwerkzeug und zahlreiche Links zu Hintergrundinformationen und zuständigen Fachstellen. Die Informationsquelle ermöglicht Standortabfragen und bietet separate Ansichten für Bauherren/Eigentümer, Architekten/Fachplaner und Ingenieure/Spezialisten. Mit dem Tool Prevent-Building lässt sich

für Gebäude die Wirtschaftlichkeit von Objektschutzmassnahmen gegen Naturgefahren beurteilen.⁴⁹

- Das BAFU wird 2022 ein Online-Tool zur Anpassung an den Klimawandel zur Verfügung stellen, das die Gemeinden darin unterstützt, die klimabedingten Risiken zu eruieren und Massnahmen zu ergreifen.
- Der Deutsche Wetterdienst DWD bietet mit dem Informationsportal Klimaanpassung INKAS⁹² ein internetbasiertes Beratungswerkzeug für die Stadt- und Regionalplanung und auch für den interessierten Bürger.
- Auf konkreter Projektebene bietet das softwareunterstützte Planungstool «GreenScenario» eine frühe Bewertung zu Performance und Kosten von Klimaanpassungsmassnahmen, eingebunden in einen transparenten und interdisziplinären Planungsprozess.⁸⁷
- «Greenpass» ist eine aus Forschungsprojekten entwickelte Software, die vor allem den Bereich Mikroklima bearbeitet, aber darüber hinaus auch Themen wie Abflussreduzierung, CO₂-Bindung u. a. betrachtet.⁸⁸

3.7 Fazit

In der Schweiz liegt zum Umgang mit Regenwasser vieles übergeordnet vor: Die Bundesgesetzgebung wird mit Richtlinien und Normen der Fachverbände konkretisiert, und die Kantone und Gemeinden haben eine Vollzugspraxis entwickelt, mit der sie die Vorgaben im Rahmen des GEP, des Wasserbaus und der Baubewilligungen umsetzen. Um den zukünftigen Herausforderungen gerecht zu werden, müssen die Instrumente punktuell ergänzt und inhaltlich wie auch in Bezug auf den Planungsablauf besser aufeinander abgestimmt werden. Die Revision des eidgenössischen Wasserbaugesetzes, die geplante Ergänzung des Leitfadens für die Richtplanung des ARE um ein Merkblatt zum Klimawandel sowie die Überarbeitung des GEP-Musterpflichtenheftes des VSA bieten Möglichkeiten hierfür.

Die heutigen Gesetzesgrundlagen und Instrumente lassen aber grundsätzlich bereits einen guten Umgang mit dem Regenwasser zu:

- Ein Rechtsgutachten im Kanton Waadt bringt Klärung zur Handhabung des Oberflächenabflusses: Alle Gefahregrundlagen sind in die Raumplanung und in das Baubewilligungsverfahren einzubeziehen und sind zu berücksichtigen. Dies gilt somit auch für die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. Eine vorgängige Integration in die Gefahrenkarten ist nicht notwendig.
- Bundesbeiträge an Massnahmen zum Schutz vor Oberflächenabfluss sind bereits mit dem heutigen Wasserbaugesetz möglich, werden aber bisher nur selten genutzt. Mit der Revision des Wasserbaugesetzes sollen neu auch raumplanerische Massnahmen, die den Umgang mit Naturgefahren regeln, subventioniert werden können.
- Die VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» propagiert die Abflussvermeidung als «Priorität 0» vor den in der Gewässerschutzverordnung verankerten Prioritäten der Versickerung bzw. Ableitung von Niederschlagswasser.
- Die Bau- und Abwasserreglemente verschiedener Städte und Gemeinden fordern abflussverringende Massnahmen wie Gründächer und gewähren hierfür teilweise auch finanzielle Anreize.

- Generell liegt der Fokus der Bestrebungen heute, basierend auf der Gewässerschutzverordnung, noch vermehrt auf der Versickerung als auf der Verdunstung. Gegenüber der Ableitung fördert aber auch bereits die dezentrale Versickerung die Pflanzenverfügbarkeit des Regenwassers und die damit verbundenen Vorteile bezüglich Mikroklima, Wasserhaushalt etc.
- Auch die Überarbeitung von anderen Normen und Richtlinien ist geplant, z. B. VSA/suissetec SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung oder SIA 312 Begrünung von Dächern.⁵¹ Die Normen des VSS⁵⁰ werden im Durchschnitt alle 5 Jahre revidiert. Es ist anzustreben, bei diesen Revisionen die heute fehlenden sektorübergreifenden Aspekte des guten Umgangs mit Regenwasser einzubringen.

Bei den Instrumenten sind zwei wichtige Elemente, die beispielsweise in Deutschland bereits Standard sind, erst ansatzweise oder noch gar nicht vorhanden:

- Priorität des dezentralen Rückhalts und der Verdunstung des Regenwassers vor Versickerung, vor Ableitung;
- abgestufter, risikobasierter Umgang mit Starkniederschlägen mit Nutzung der baulichen Gegebenheiten an der Oberfläche zum (temporären) Rückhalt und zur schadenfreien Ableitung von Regenwasser.

Weiter laufen verschiedene Bestrebungen, um die oben erwähnten fehlenden Elemente in die Gesetzesgrundlagen und Instrumente aufzunehmen (vgl. Kap. 5.1):

- Das Wasserbaugesetz des Bundes wird zurzeit überarbeitet, der Oberflächenabfluss und die risikobasierte Raumplanung darin verankert.
- Der Leitfaden zur Richtplanung¹² des ARE soll gemäss Aktionsplan zur Anpassung an den Klimawandel (Massnahme AP1-r1²) mit einem Merkblatt zum Thema Klima ergänzt werden. Dies bietet die Möglichkeit, Grundsätze zum Umgang mit dem Regenwasser aufzunehmen.
- Verschiedene Kantone nehmen bei der Überarbeitung ihrer Mustererlasse zur Siedlungsentwässerung und den Abwassergebühren nun Gebote und Anreizsysteme für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung auf.
- Der VSA⁴⁶ erarbeitet zurzeit mit Unterstützung des BAFU ein «Gesamtkonzept Regendaten», das u. a. eine Methodik für den risikobasierten Umgang mit Starkregen und Oberflächenabfluss enthält. Damit soll die konzeptionelle Lücke geschlossen werden, die heute zwischen dem Hochwasserschutz und der Siedlungsentwässerung besteht. Diese Aspekte werden auch in das Musterpflichtenheft für den GEP einfließen, das bis 2023 in einer aktualisierten Fassung publiziert werden soll.

Bisher fehlt eine systematische Abstimmung zwischen der Raumplanung und der Regenwasserplanung. Dies verhindert, dass die nötigen Flächen und Planungsgrundsätze für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in Instrumente der Raumplanung einfließen (vgl. Kap. 5).

4 Strategien im Umgang mit Regenwasser und Starkniederschlag

Die Anpassung an den Klimawandel im Siedlungsraum bedingt frühzeitige und integrale Planung. Hierzu sind konsolidierte Strategien nötig, um Inhalte und Vorgehensweisen übergeordnet zu verankern und die Zusammenarbeit der Fachinstanzen zu fördern. Strategien zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung nach Schwammstadtkonzept und zum Umgang mit zunehmendem Starkniederschlag sind in der Schweiz noch kein planerischer Standard. Hier lässt sich viel von stark betroffenen Städten im Ausland lernen.

Die Auswirkungen des sich ändernden Klimas sind bekannt, die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels hin zu einem anderen Umgang mit den Problemen ebenso. Es gibt genügend Ansätze, um diese Probleme zu lösen. Die Praktiken der wassersensiblen Stadtentwicklung bieten ein reichhaltiges und erprobtes Instrumentarium, um Regenwasser vor Ort zu bewirtschaften. Zusätzliches, nicht bewirtschaftbares Regenwasser kann durch die Schaffung einer Entwässerungstopografie bewältigt werden. Im Extremfall werden dafür gezielt geeignete Flächen geflutet. Allerdings funktionieren diese Systeme nur, wenn sie frühzeitig im Planungsprozess berücksichtigt und integral umgesetzt werden. Dann ergeben sie zudem viele Synergien mit Aspekten wie z. B. einer höheren Resilienz, besserem Gesundheitsschutz, verbesserter Lebensqualität, ökologischer Vernetzung und vielem mehr. Der Blick auf Best-Practice-Beispiele liefert dazu Ideen und Erfahrungen.

Kopenhagen

Die «Wolkenbruch-Strategie» als verpflichtender Regenwassermasterplan mit Fokus auf die Reduzierung von Regenwasserabflüssen (30% bis 2030) strebt die Schaffung einer durchgängigen Entwässerungstopografie an, bei der Stadtparks und Nebenstrassen kurzzeitig geflutet werden können. Den Umbruch schaffte eine Kostenrechnung, die ergab, dass blau-grüne Lösungen deutlich günstiger sind als eine klassische Leitungsentwässerung.

Katastrophen sind oft der Anlass, um Dinge zu ändern, so auch in Kopenhagen. Am 2. Juli 2011 wurde die Stadt von einem sintflutartigen Regen bei gleichzeitig hohem Meereswasserspiegel (Sturmflut) getroffen. Innerhalb

kürzester Zeit waren grosse Teile der flachen Innenstadt überflutet. Strassen, Keller, Geschäfte, Wohnungen und wichtige Infrastrukturen wurden grossflächig beschädigt, insgesamt in einer Grössenordnung von annähernd 1 Milliarde Euro. Danach wurden intensiv Lösungen gesucht, auch unter dem Eindruck der sich zukünftig noch verschlimmernden Extremereignisse. Gefunden wurde ein Konzept, das auf vier Säulen ruht:⁶¹

1. Reduzierung des Regenwasserabflusses generell (mind. 30% bis 2030);
2. Zwischenspeicherung und Überleitung von Regenwasser im Extremereignisfall in Nebenstrassen, Parks, Stadtplätze;
3. notwendiger Stadtumbau als Chance für mehr Lebensqualität und Klimaresilienz;
4. Erweiterung unterirdischer Überläufe in das Hafenbecken.

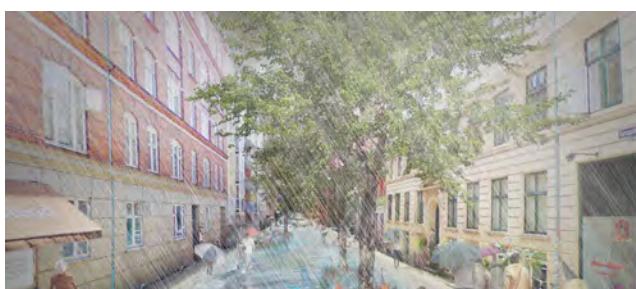
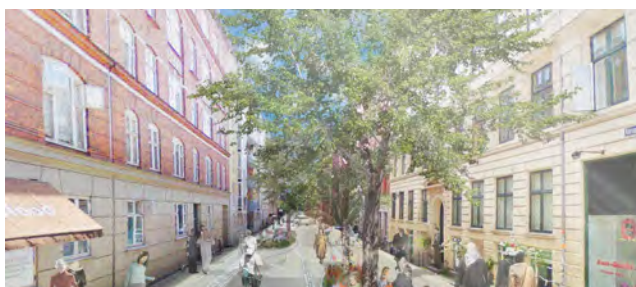
Der Masterplan betrachtete ein Gebiet von etwa 35 km². Für dieses Gebiet wurde bis 2013 flächendeckend eine Entwässerungstopografie entwickelt (Abb. 16). Temporäre Retentionsräume wurden identifiziert, Wolkenbruch-Strassen (Abb. 17) festgelegt und für den schlimmsten Notfall Verbindungstunnel ins Meer konzipiert. Der Plan wurde 2015 von der Stadtbevölkerung nach einem intensiven Beteiligungsprozess bewilligt, obwohl grosse Kosten damit verbunden waren. Überzeugt hat sicherlich auch, dass die Investitionen nicht nur eine bessere Infrastruktur schaffen, sondern weitere sogenannte Co-Benefits wie den nachhaltigen Stadtumbau oder Kosteneinsparungen bei Versicherungen gegen Hochwasserschäden. Inzwischen ist dieser Planungslayer verpflichtende Vorgabe in jedem neuen Projekt. Über 300 Projekte jeder Grösse sollen bis 2030 umgesetzt werden. Die ersten Umsetzungen können bereits besichtigt werden.

Abb. 16: Der «Fingerstrukturplan» zeigt auf, wie das Wasser bei Starkniederschlag abfließt.



- Wolkenbruch-Strasse
- Retention-Strasse
- Zentrale Retentionsfläche
- Grüne Strasse
- Wolkenbruch Tunnel

Abb. 17: Wolkenbruch-Strassen im Normalzustand und bei Starkregen



Erfolgsfaktoren:

- Hohe Aufmerksamkeit gegenüber dem Thema durch alle Planungsbeteiligten, Investoren, Stadtverwaltung, Öffentlichkeit.
- Klare politische Vorgabe, ein guter legaler Rahmen wurde von der Stadtverwaltung geschaffen und ist verpflichtend.
- Finanzierung ist über erhöhten Wasserpreis und teilweise Klimasteuer gesichert.
- Frühzeitige Beteiligung anderer Planungsprozesse unter Berücksichtigung der Wasserthemen.
- Klimaanpassung mit zusätzlichem positivem Nutzen, z.B. Erhöhung der Lebensqualität / höhere Klimaresilienz / Umweltbildung / soziale Aspekte.
- Gesellschaftlich hohe Akzeptanz, da als wichtiges Klimaziel definiert (Branding Kopenhagen).

Hemmnisse:

- Masterplan im Masstab 1 : 10000 war zu grob, musste auf kleinere Gebiete vertieft werden.
- Vor allem die Wolkenbruch-Strassen erweisen sich als sehr schwierig in der Umsetzung, da Anschlüsse unklar sind oder oft nur Teilabschnitte gebaut werden können.
- Letztendlich wird doch viel unterirdisch gebaut, weil einfacher und im Bestand oft günstiger.
- Planungshoheit und Finanzierung sind ständiges Diskussionsthema, weil viele unterschiedliche Kompetenzbereiche tangiert sind.
- Ausbildung der Bearbeiter in den Verwaltungen und auf Planerseite bisher oft unzureichend.

Es handelt sich insgesamt um eine starke Strategie, die die Stadt definitiv klimaresilienter machen wird. Gleichzeitig wird sich das Erscheinungsbild nach und nach verändern, und das positive Branding Kopenhagens als Klimavorreiter wird weiter vorangetrieben.

Reutlingen

Aus einer reinen Risikobetrachtung zum Umgang mit Starkregen sowie der Erkenntnis, dass Ingenieurbauwerke und grössere Leitungen nicht die gewünschten Lösungen bringen, entwickelt die Stadt den «Leitfaden Regenwasser», mit dem Regenwasser in jeder Bau-massnahme frühzeitig integriert werden muss und Starkregenabflüsse verhindert bzw. kontrolliert gesteuert werden sollen.

Einen weniger ganzheitlichen, dagegen sehr erfolgreichen und sich ständig weiterentwickelnden Weg geht die Stadt Reutlingen. Durch die steilen Hanglagen und den begrenzten Talbereich wird auch Reutlingen immer wieder von Starkregenereignissen getroffen. Als eine der ersten Kommunen in Baden-Württemberg hat sich die 115 000 Einwohner zählende Stadt mit dem Umgang von Starkregen beschäftigt. Neben den klassischen Hochwassergefahrenkarten werden schon seit 2008 Starkregengefahrenkarten für gefährdete Bereiche erstellt. Die Ergebnisse dieser Analyse flossen zum einen in Notfallmassnahmen wie Frühwarnsysteme (u. a. Bürgerwarn-App), Feuerwehreinsatzpläne und Objektschutzsteckbriefe ein, zum anderen wurden präventive Massnahmen wie planungsrechtlich festgesetzte bauliche Anforderungen an den Umgang mit Regenwasser auf dem Grundstück festgelegt. Diese Themen wurden bisher im Wesentlichen von den Stadtentwässerungsbetrieben vorangetrieben, die die zunehmenden Gefahren ernst nahmen. Es wurde aber deutlich, dass die Risikovorsorge nur ganzheitlich gelingen kann, wenn andere Ämter wie die Stadtplanung, das Grünflächenamt und weitere dieses Thema in ihre Projektplanung integrieren.

Zentrale Rückhaltebecken oder andere technische Infrastrukturen sind teuer, statisch und bringen wenig zusätzliche Synergien. Als Ziel wurde deshalb ab 2019 ein dezentraler Ansatz definiert, damit das Regenwasser am Ort, wo es auf den Boden trifft, schon bewirtschaftet werden kann und gar nicht erst abfließt. Zugleich werden Synergien mit Hitzethemen und nachhaltiger Lebensqualität in Städten immer drängender. Die Stadt erarbeitete daraufhin ab 2019 den sogenannten Regenwasser-Leitfaden⁷⁵. Darin wird die Vision definiert, wie Wassermanagement und Stadtplanung integriert betrachtet

werden können. Es sind konkrete Planungsmethoden und Massnahmen sowie die planungsrechtliche Sicherung festgelegt und Beispielprojekte initiiert, an denen der multidisziplinäre Planungsprozess geübt und die Umsetzungserfolge überprüft werden können. Ergebnis ist ein sich ständig verbessernder Planungs- und Umsetzungsprozess, der auf einer Vision hin zur wassersensiblen und klimaresilienten Stadt basiert.

Erfolgsfaktoren:

- Hoher Fokus und kontinuierliche Weiterentwicklung durch ein bis drei städtische Mitarbeiter, die dieses Thema vorantreiben.
- Bündel an Massnahmen aus Risikoanalyse, Prävention, Gefahrenabwehr, Einsatzplanung.
- Beteiligung an Forschungsvorhaben und Initiativen des Landes Baden-Württemberg.
- Nach hohem Fokus auf Gefahrenanalyse und -abwehr nun Entwicklung von wasserwirtschaftlichen Leitlinien (Schwammstadtkonzepte).
- Wasserrechtlicher Begleitplan als Fachbeitrag zum rechtlich verbindlichen Bebauungsplan (noch kaum verwendet in Deutschland).

Hemmnisse:

- Zusammenarbeit zwischen den Ämtern ist schwierig: Stadtplanungsamt und Grünflächenamt sehen die Aufgabe nach wie vor als Aufgabe der wasserwirtschaftlichen Fachämter und nicht als gesamtheitliche Aufgabe.
- Kompetenz- und Finanzierungsunklarheiten zu Investitions- und Unterhaltungsmassnahmen verlangsamen Prozess und Umsetzung.

Hamburg

RISA (RegenInfraStrukturAnpassung) ist eine umfassend ausgearbeitete Strategie, die auf Dezentralität und frühzeitige Integration von Regenwassermanagement setzt, klare Planungsprozesse definiert und viel Wissen zur Verfügung stellt. Bisher fehlt es aber noch an einer konsequenten Umsetzung.

Eine hohe Siedlungsentwicklung, volle Entwässerungskanäle (Siele) und der Klimawandel zwangen auch die Stadt Hamburg, sich mit dem Umgang mit Regenwasser

und Extremregen zu beschäftigen. Die damalige Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt tat sich 2009 mit «Hamburg Wasser», dem städtischen Wasserver- und -entsorger, zusammen und setzte das RISA-Projekt⁵⁹ auf. Mit RISA sollten die Grundlagen zur Umsetzung des sogenannten Integrierten Regenwassermanagements (IRWM) entwickelt werden, um die langfristige Annäherung an die drei übergeordneten RISA-Handlungsziele zu forcieren:

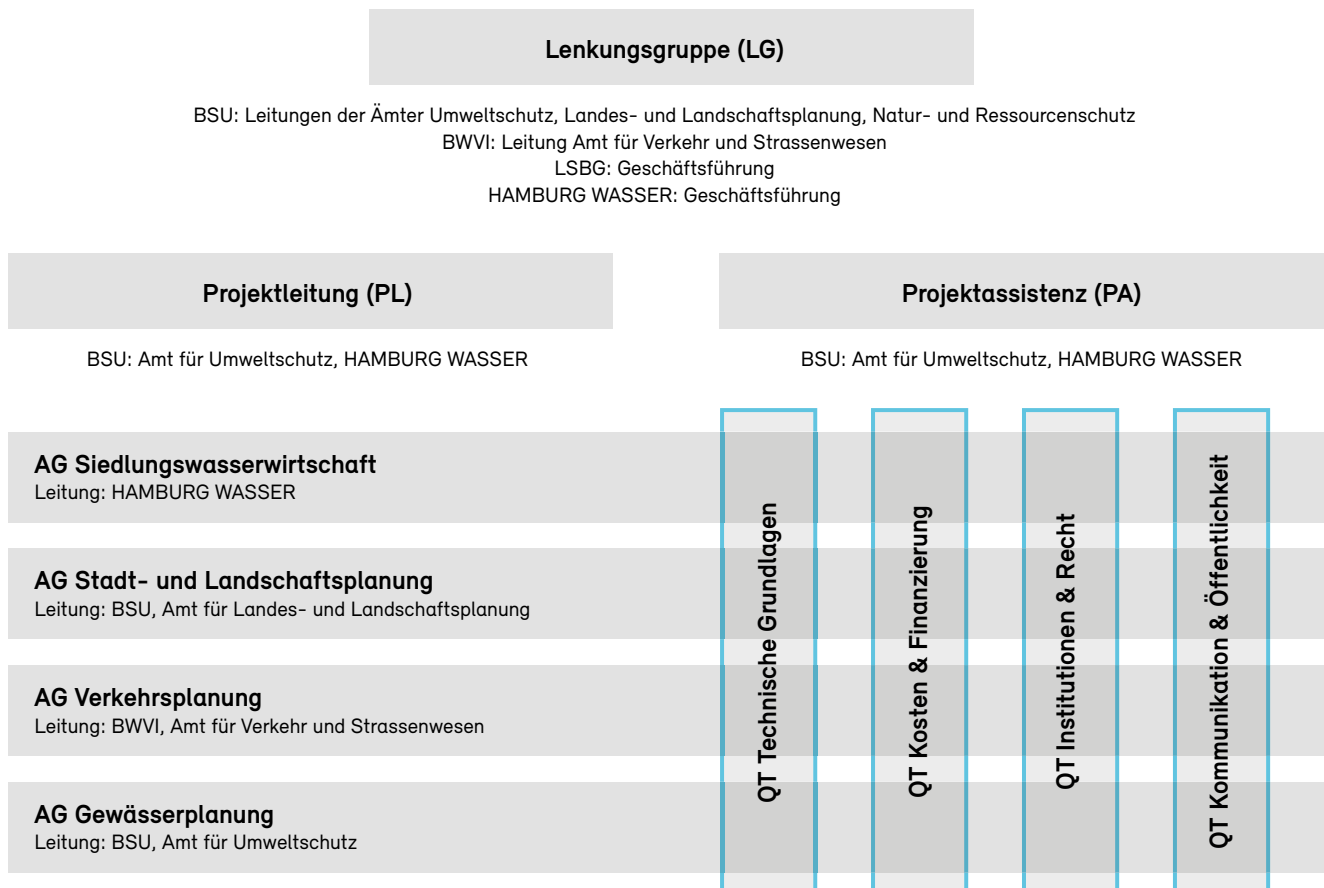
- naturnaher lokaler Wasserhaushalt
- weitergehender Gewässerschutz
- angemessener Überflutungs- und Binnenhochwasserschutz

Dazu wurde eine Projektstruktur eingerichtet, die über viel querschnittsorientierte Zusammenarbeit alle Aspekte des Regenwassermanagements abdecken sollte: von

der technischen oder rechtlichen Seite über die interdisziplinäre Planung bis hin zur Umsetzung in Pilotprojekten. Sichtbar wird das sehr gut an der Struktur der Projektteiligten bzw. deren Organisation (Abb. 18):

Bis zum Abschluss im Jahr 2015 wurde das komplexe Thema sehr umfassend beleuchtet und spezifische Lösungen für Hamburg entwickelt. Dabei wurden unter anderem Planungsinstrumente aufgezeigt, die eine koordinierte und abgestimmte Beteiligung und die Integration wasserwirtschaftlicher Belange in den städtischen Planungsprozess möglich machen sollten. Hierzu gehören für die gesamtstädtische Ebene der «Wasserplan» und für die Bebauungsplanebene (rechtsverbindliche Planung) der «Wasserwirtschaftliche Begleitplan». Zusätzlich wurden Pilotprojekte gesucht, in denen innovative Lösungen der wasserwirtschaftlichen Mitbenutzung umgesetzt wer-

Abb. 18: Die ganzheitliche Projektstruktur der RISA-Strategie



AG = Arbeitsgruppe
 QT = Querschnittsthemen

den konnten. Diese Ergebnisse wurden im Transformationspfad «Klimaanpassung» des aktuellen Hamburger Klimaplanes zur weiteren Umsetzung aufgegriffen. Der Klimaplan dient dazu, die in RISA begonnenen Prozesse in kontinuierliches Handeln zu überführen. Dabei sollte die Einbindung wasserwirtschaftlicher Belange in der Stadtentwicklung so weit institutionalisiert werden, dass sie in ganz Hamburg standardmässig umgesetzt werden.

Nach Beendigung des RISA-Projekts wurde 2016 eine Befragung ehemaliger Mitglieder der Arbeitsgruppen und Mitarbeitenden in den Bezirksämtern durchgeführt, um den Handlungsbedarf für eine weitere Umsetzung der Inhalte zu ermitteln. Sie zeigte auf, dass der Strukturplan nur sehr eingeschränkt in den Bezirken und Fachämtern angewendet wurde. Grund hierfür war ein grosses Wissensdefizit dazu, wie die vorgestellten Inhalte in der Praxis der Bezirke, insbesondere der Stadt- und Landschaftsplanung, umgesetzt werden können. Wesentliche Wissensdokumente wie die «Hinweise für eine wassersensible Strassenraumgestaltung (BWVI)» oder die Borschüre zu «Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren» waren kaum bekannt. Auch Pilotprojekte wurden nur wenige umgesetzt. Aus dieser Erkenntnis heraus soll nun vermehrt die Wissensvermittlung forciert werden. Unter anderem wird eine Broschüre erstellt, die beispielhaft zeigt, wie verschiedene Massnahmen aus dem Katalog der blau-grünen Infrastruktur angewendet werden können.

Erfolgsfaktoren:

- Umfassende, interdisziplinär und grundlegend erarbeitete Strategie auf verschiedenen Planungsebenen.
- Erarbeitung konkreter Handlungsanweisungen zu verschiedenen Themen.
- Regelmässiger Bürgerdialog.

Hemmnisse:

- Fehlender Fokus auf Umsetzung.
- Nicht ausreichende Wissensvermittlung und Hilfestellung.
- Konflikt zwischen Landesebene (RISA-Masterplan) und Bezirksebene (Umsetzung).
- Noch zu wenig Fokus auf Synergien in der ganzheitlichen Klimaanpassung.

Berlin

Die Einleitbeschränkung in Berlin zwingt jedes neue Bauvorhaben, Starkregenvorsorge zu betreiben. Viele Pilotprojekte, eine neue Regenwasseragentur und teure Schadensereignisse treiben die Umsetzung voran.

Berlin beschäftigt sich schon sehr lange mit den Themen der nachhaltigen und klimaangepassten Stadtentwicklung. In den 1990er-Jahren wurden Projekte wie das «Urbane Gewässer» am Potsdamer Platz mit Vorgaben entwickelt, die das Regenwasser auf dem Grundstück bewirtschaften und damit Abflüsse in den überlasteten Mischwasserkanal verringern. Mit dem 2011 vom Berliner Senat beschlossenen Stadtentwicklungsplan (STEP) wurden die wassersensible Stadtplanung und der Umgang mit Starkregen strategisch verankert.⁵⁴ Im STEP und vor allem dem 2016 ergänzten STEP Klima KONKRET werden auch Synergien mit Stadtentwicklung, Hitze, Energie oder geschlossenen Wasserkreisläufen und viele Beispielprojekte gezeigt. 2018 riefen die Berliner Wasserbetriebe die «Regenwasseragentur» ins Leben, die sich als koordinierende Institution um eine möglichst flächendeckende Umsetzung einer wassersensiblen Stadtentwicklung bemüht. Ebenfalls im Jahr 2018 wurde verpflichtend eine Einleitbeschränkung für alle zukünftigen Bauprojekte festgelegt: 10 l/s und Hektar bei Entwässerung in ein Gewässer 1. Ordnung (grosse, überregionale Flüsse, meist Bundeswasserstrassen) oder die Kanalisation, 2 l/s und Hektar bei Entwässerung in ein Gewässer 2. Ordnung (regionale Flüsse). Durch den Grundstückseigentümer ist sicherzustellen, dass die darüberliegende Regenmenge schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten wird und somit ein Schutz vor Überflutung bei Starkregen gegeben ist. Das Regenwasser darf nicht in den Strassenraum oder in angrenzende Grundstücke entlastet werden bzw. zu Schäden bei Dritten führen. Für Grundstücke über 800 m² ist ein entsprechender Überflutungsnachweis im Sinne der technischen Regelwerke (30-jährliches und 100-jährliches Ereignis) zu erbringen.

Der Senat (Stadtregierung) hat eine Abteilung Starkregenrisikomanagement aufgebaut, die mit zwei Vollzeitstellen seit 2020/2021 dieses Thema vorantreibt. Parallel dazu wird an einem sogenannten Überstauatlas gearbeitet (Daten basieren auf Feuerwehreinsätzen, Störungs-

meldungen, digitalen Daten wie Topografie etc.). Dabei werden hydraulisch modellierte Risikohinweiskarten erstellt, die auch das Kanalnetz berücksichtigen.

Weiteres Ziel ist die Erarbeitung von Massnahmenplänen zu einem frühen Planungszeitpunkt in moderierter Zusammenarbeit mit Stadtplanung, Verkehrsplanung, Umweltplanung, Träger der Infrastrukturen, Land- und Forstwirtschaft, Gewerbebetrieben, genereller Öffentlichkeit etc., um ganzheitliche und integrierte Lösungen zu verhandeln.

Erfolgsfaktoren:

- Einleitbeschränkung schafft klare und rechtlich bindende Vorgaben.
- Zusammenarbeit zwischen Politik (Senat) und Berliner Wasserbetrieben als die genehmigende Behörde schafft klare Abläufe und definiert Ziele.
- Lange Tradition in der Beschäftigung mit diesem Thema schaffte grosse Erfahrung und gute Pilot- und Vorbildprojekte.
- Hohe Qualität an relevanten Forschungsprojekten wie SAMUWA⁸⁴ oder KURAS⁸³ und Umsetzungshilfen (Brochüren, Regenwasseragentur etc.).

Hemmnisse:

- Umsetzung von Senatsebene auf Bezirke dauert lange.
- Einleitbeschränkung definiert nur Quantitäten, aber keine Qualitäten in der Umsetzung der Massnahmen.

Lyon

Lyon setzt auf möglichst klare und einfach zu verstehende Vorgaben (Service-Levels), auf Förderzuschüsse und auf eine Wissensvermittlung, die für jeden Bürger verständlich ist.

In Frankreich basiert das Regenwassermanagement auf den Vorgaben aus dem *Loi sur l'eau* (Wasserbaugesetz). Dort werden die Vorgaben zum Umgang mit Regenwasser vor allem aus dem Schutz der Wasserressourcen und der terrestrischen und aquatischen Naturschutzräume entwickelt. Interessant ist die nächste Ebene an regionalen Verwaltungen, die sogenannten Flusseinzugsgebietsorganisationen, die sich nicht an politischen Grenzen, sondern Wassergrenzen orientieren. Zum Regenwasser-

und Starkregenmanagement sind folgende Prinzipien definiert:⁵³

- Vermeidung von Versiegelung, Abfluss und Einleitung in das Kanalisationsnetz.
- Reduzierung der Auswirkungen von Starkregenfällen durch Speichern, Puffern und gedrosselten Abfluss.
- Kompensieren von Versiegelung durch Entsiegelung an anderer Stelle.
- Antizipieren des Regenwasserflusses bei Starkregen sowie bei geotechnischen Einschränkungen oder Verschmutzungsrisiken.

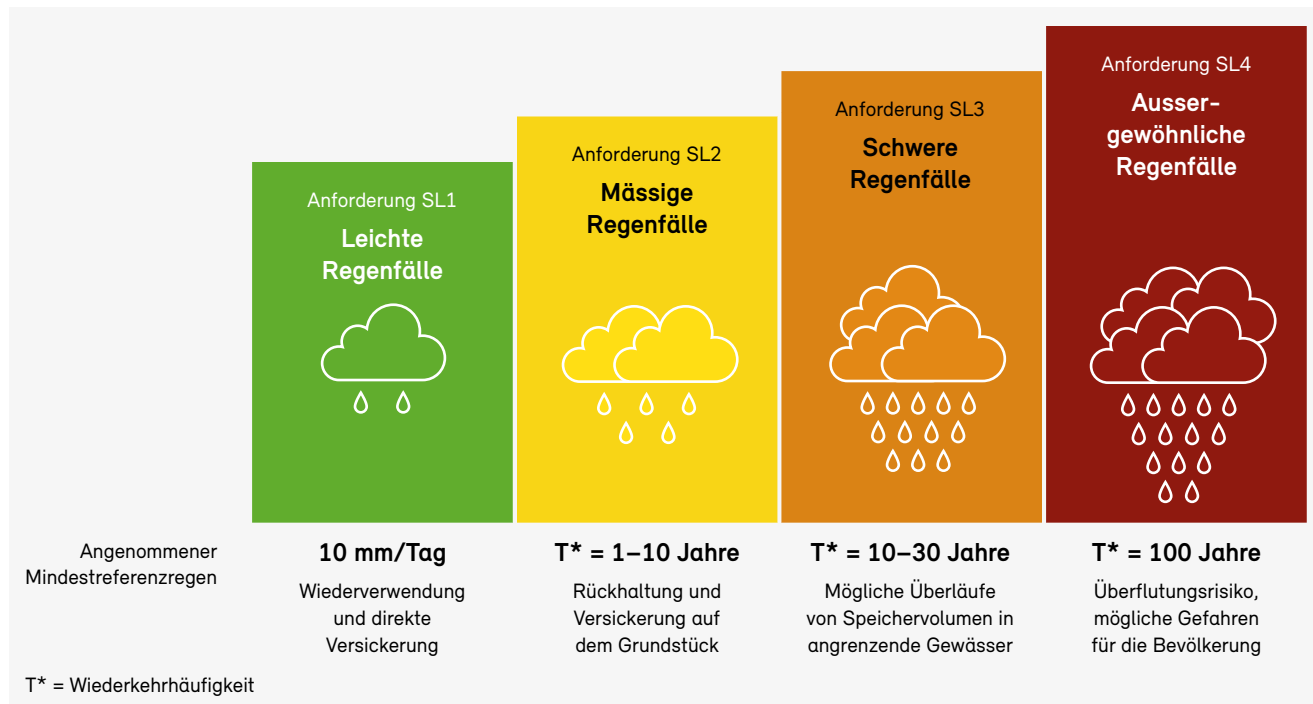
Darüber hinaus wird erwähnt, dass Regenwassermanagement in den Flächennutzungsplan integriert werden muss. Die Synergien mit Biodiversität oder Klimaanpassung sind berücksichtigt. Sehr konkrete Vorgaben werden durch die Definition von Service-Levels gemacht: Das 1-jährliche Regenereignis bzw. bis zu 10 mm Niederschlag muss auf dem Grundstück innerhalb von 24 Stunden versickert bzw. verwendet werden (Service-Level 1). Service-Level 2, d. h. bis zum 10-jährlichen Regenereignis, muss ebenfalls komplett auf dem Grundstück bewirtschaftet werden. Für Service-Level 3, Starkregenereignisse, muss nachgewiesen werden, dass keine Schäden an Gebäuden oder Infrastrukturen entstehen. Für Service-Level 4, das 100-jährliche Starkregenereignis, können Strassen und andere Flächen überflutet werden (Abb. 19).

Lyon versucht darüber hinaus durch viel Wissensvermittlung und finanzielle Unterstützung die Anwendung und Umsetzung von Projekten zu forcieren. Als besonderer Service steht ein umfassendes Online-Informations- und -Beratungstool zur Verfügung, das auch Regenvolumen für das jeweilige Grundstück errechnet und Vorschläge für die Bewirtschaftung macht.⁶⁸

Erfolgsfaktoren:

- Klare Richtlinien und verständliche Vorgaben durch die Service-Levels.
- Hoher Fokus auf kleine Regenereignisse (die oft 80 % des Jahresniederschlags ausmachen).
- Nachweis der Überflutungssicherheit.

Abb. 19: Das Regenwassermanagement von Lyon legt Service-Leveln fest.



Hemmnisse

- Oft fehlende Ausbildung und fehlendes spezifisches Wissen in Behörden und aufseiten der Fachplaner.
- Hoher Druck durch Investoren, die Prinzipien eher im öffentlichen Raum als auf den Privatflächen umzusetzen.

Rennes

Rennes entwickelt eine Entwässerungstopografie. Sie bezieht bestehende Naturräume, aber auch industrielle Relikte ein, damit Regenwasser komplett innerhalb des Quartiers bewirtschaftet werden kann und genug Retentionsvolumen für Starkregen zur Verfügung steht. Gleichzeitig wird eine hohe Biodiversität ermöglicht.

La Courrouze⁷⁴ ist eine ehemalige Industriebrache am Stadtrand von Rennes in Frankreich. Sie umfasst ca. 115 ha. Das Quartier soll dereinst rund 10 000 Einwohnende beherbergen. Das vom Gemeindeverband Rennes Métropole getragene Projekt startete 2003 mit einem internationalen Wettbewerb und ist heute rund zur Hälfte realisiert. Der Abschluss ist für 2028 geplant.

Basierend auf dem französischen Wassergesetz darf bei Neuüberbauungen der Anteil des oberflächlichen Abflusses gegenüber dem vorherigen Zustand nicht steigen. Für La Courrouze bedeutet das eine Abflussbeschränkung auf 3l/s und Hektar für ein 10-jährliches Regenereignis, wobei die Dimensionierung effektiv sogar auf ein 20-jährliches erfolgte. Der «Lauf des Regenwassers» ist ein Schwerpunkt des Entwicklungsprojektes. Die Notwendigkeit, den Abfluss von Beginn an zu beschränken und zu verzögern, bot die Gelegenheit, trotz Nutzungsänderung den einzigartigen Charakter der Landschaft über ein System von Grünflächen zu bewahren. Die Devise lautet: das Wasser erlebbar machen. Dafür sollen dauerhafte, einfache, pflegeleichte und kostengünstige Lösungen gesucht werden, die verschiedenste Nutzungen zulassen. In der Regel sind dies grosse Wiesenflächen bzw. Mulden, die zeitweise geflutet werden können.

Es werden drei Strategien verfolgt:

1. Sämtliches Niederschlagswasser wird im öffentlichen Raum bewirtschaftet. Dies bedeutet geringere Kosten für Grundstückseigentümer, weil die entsprechende Infrastruktur entfällt.

2. Befestigte Flächen werden zugunsten von Grünflächen und halbdurchlässigen Belägen auf ein Minimum reduziert.
3. Das Wasser wird über miteinander verbundene Gräben und Geländemulden möglichst oberflächlich geführt. Dies ersetzt auch die künstliche Bewässerung der Grünflächen. Im Überlastfall dienen die Strassen als Notwasserwege, womit die privaten Parzellen bis zum 100-jährlichen Regenereignis vor Überflutungen geschützt sind.

Dank diesen Massnahmen können auch die Anforderungen an die Starkregenvorsorge gewährleistet werden, denen Rennes Métropole als Trägerschaft unterworfen ist: Abflussspitzen sind zu vermeiden oder zu vermindern. Das Kanalisationsnetz ist vor Überlastung und die Liegenschaften sind vor Überflutungsschäden zu schützen. Die Massnahmen wirken auch der Bildung von Hitzeinseln entgegen. Auch im Projekt La Courrouze verleiht der Klimawandel diesen Zielen eine zusätzliche Dringlichkeit.

Die verfolgten Strategien lassen das Regenwasser nicht mehr als zu beseitigendes Problem, sondern als Werkzeug zur Gestaltung einer vielfältigen Stadtlandschaft erscheinen. So entstehen unterschiedliche Vegetationsräume – je nach Feuchtegrad und der gewählten Unterhaltsintensität –, die ineinander übergehen und sich mit der Zeit verändern.

Erfolgsfaktoren:

- Einleitbeschränkung schafft klare Vorgaben.
 - Der Anspruch der öffentlichen Trägerschaft an eine nachhaltige Siedlungsentwicklung führte zu einer übergeordneten Strategie im Umgang mit Niederschlagswasser über das gesamte Entwicklungsgebiet.
 - Bündelung: Seit 2018 sind Gemeindeverbände wie Rennes Métropole zuständig für die Gewässer und den Hochwasserschutz. Das ermöglicht, diese vormals auf mehrere Behörden aufgeteilte Aufgabe integral wahrzunehmen.
 - Aus einer durch die Natur teilweise wieder zurückeroberten Industriebrache heraus wurde ein ganzes Stadtquartier entwickelt, das seiner natürlichen Beschaffenheit und seiner Geschichte Rechnung trägt.
- Die Anlagen zum Regenwassermanagement liegen weitgehend auf öffentlichem Grund (kostengünstig für private Bauherren).

Hemmnisse:

- Üblicherweise erfolgen Retention und Versickerung auf den privaten Grundstücken, und die Kosten für Bau und Unterhalt der Anlagen werden von den Investoren getragen. In La Courrouze liegen die Anlagen im öffentlichen Raum. Allein die öffentliche Hand ist zuständig, was bei einem nächsten Projekt vermieden werden soll. Keine geregelte, langfristige Kostenstrategie.

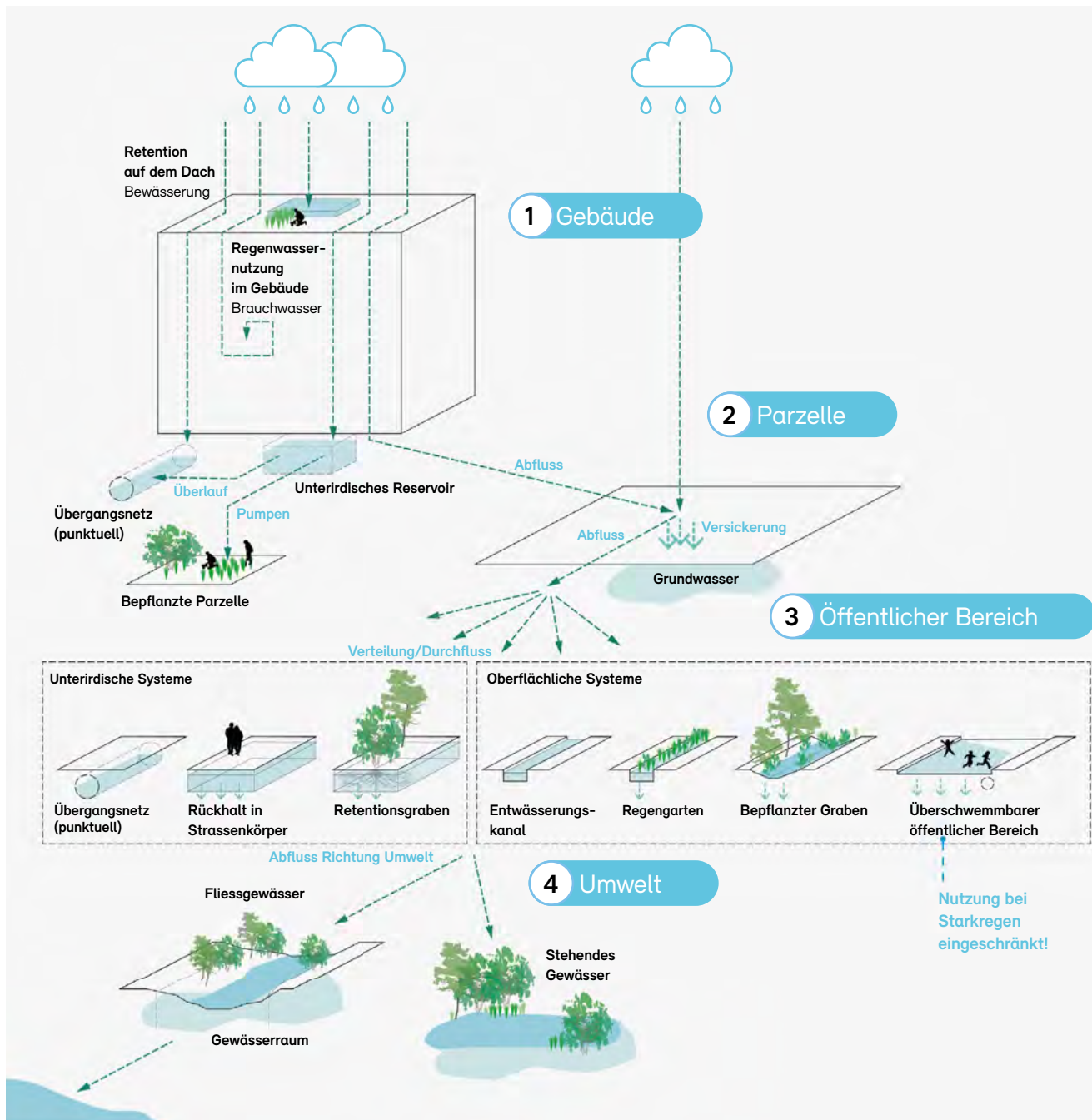
Kanton Genf

Wassermanagement wird im Kanton Genf mit «Wasser in der Stadt» in den Mittelpunkt der Siedlungsentwicklung gerückt. Kantonale Bauten sind Vorreiter und zeigen, wie es gehen kann. Aber die Überzeugung von privaten Bauherren erweist sich als aufwendig.

Der Klimaplan 2018–2022 des Kantons Genf verlangt die Erarbeitung eines Konzepts zur Integration des Wassers in der Stadt. Als Pilotgebiet des Projektes «Wasser in der Stadt» dient das bisher industriell genutzte Quartier Grosselin in Carouge.²⁸ Es liegt im Zentrum des Raumentwicklungsprojektes PAV (Praille Acacia Vernets), das sich über 230 Hektar der Städte Genf, Carouge und Lancy erstreckt.²² Das Quartier Grosselin soll langfristig zu einer Wohn- und Mischzone mit 3700 Wohneinheiten umgenutzt werden. Die Entwicklung wird begleitet von einem partizipativen Prozess, in den alle Anspruchsgruppen eingebunden sein sollen. Die Baubewilligung für ein erstes Projekt liegt mittlerweile vor.

«Wasser in der Stadt» will das Wasser im Quartier Grosselin ins Zentrum stellen als Element, das einerseits den negativen Folgen des Klimawandels entgegenwirkt, aber auch zahlreiche Funktionen zugunsten der Bevölkerung und des Ökosystems wahrnimmt. Auf Stufe Quartierplan wurde eine Sammlung möglicher Schwammstadt- und Starkregenpräventionsmassnahmen zusammengestellt (Abb. 20).

Abb. 20: Vernetzte Wasserwege gemäss Strategie «Wasser in der Stadt» im Kanton Genf



Weiter hat der Kanton Genf auch einen Leitfaden zuhanden der Genfer Gemeinden publiziert, um sie bei der Integration des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in die raumwirksamen Tätigkeiten zu unterstützen.²⁰ Als Hebel der Gemeinden als Planungsinstanz werden der kommunale Richtplan, der Quartierplan und das Baugesuch identifiziert. Direkten Einfluss kann die Gemeinde nehmen,

wo sie selbst Bauherrin ist. Als konkrete Handlungsanweisungen an die verschiedenen relevanten Fachbereiche sind Themenblätter zusammengestellt (Siedlungsentwässerung, Regenwasserbewirtschaftung, Bepflanzung mit Bäumen, Umgang mit Hitzeinseln).

Erfolgsfaktoren:

- Integraler, sektorübergreifender Ansatz.
- Entwicklung der Strategie anhand eines konkreten Pilot-Quartiers.
- Der Kanton Genf übernimmt aufgrund seiner administrativen und räumlichen Eigenheiten traditionell Aufgaben, für die in anderen Kantonen die Gemeinden zuständig sind. Dies erleichtert die in den Agglomerationen unabdingbare gemeindeübergreifende Abstimmung.
- Schaffung von Bewusstsein bei allen Akteuren, dass eine Anpassung an den Klimawandel nötig ist, insbesondere im Umgang mit dem Wasser.

Hemmnisse:

- Anspruchsvoller und entsprechend langwieriger Prozess, der mit den Gemeinden und den privaten Anspruchsgruppen abgestimmt werden muss.
- Notwendige Ausbildung der Akteure (Ingenieure, Architekten, technisch Verantwortliche bei Kanton und Gemeinden) im Hinblick auf eine geänderte Praxis in der Regenwasserbewirtschaftung und im Hochwasserschutz.
- Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Bepflanzung mit Bäumen verursachen zusätzliche Kosten, insbesondere für die Verlegung von Werkleitungen.

Bern

Der Masterplan zur Entwicklung des Gebiets Viererfeld/Mittelfeld sieht bezüglich Klimaanpassung u. a. vor, Regenwasser zu sammeln und zu nutzen, statt abzuleiten. Bei Starkregen werden Gassen und Strassen zu Notflutwegen.

Sowohl das Viererfeld als auch das angrenzende Mittelfeld sind heute landwirtschaftlich genutzte, un bebauete, aber sehr gut erschlossene Areale. Auf ihnen soll ein lebendiges und vielfältiges neues Stadtquartier für rund 3000 Einwohnende entstehen.

Die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit haben einen hohen Stellenwert im Masterplan²⁶, darunter ein gesundes Stadtklima und ein naturnaher Wasserhaushalt (Abb. 21). Aufgrund der Bodenbeschaffenheit im Perimeter ist eine Versickerung so gut wie unmöglich. Die Ableitungskapazitäten für Regenwasser sind begrenzt. Gleichzeitig legt die Zunahme an Hitze- und Trockenperioden ohnehin eine komplette Wasserrückhaltung und Speicherung nahe. Retentionsmulden, Wasserschalen und Retentionsflächen dienen dem Sammeln und Verdunsten des Regenwassers. Das Wasser von den Dächern der Kleinbauten soll gesammelt und zusammen mit dem überschüssigen Wasser aus Brunnen und Retentionsanlagen in dezentral verteilte Zisternen geleitet werden. Aus diesen werden die Stadtgärten und Bäume bewässert, bei Hitze die Oberflächen zur Kühlung benetzt. Das Wasser auf den Dächern der übrigen Gebäude soll zurückgehalten und langsam verdunstet oder zur Bewässerung der Fassadenbegrünung verwendet werden.

Im Park kann mit gezielter Geländemodellierung, z. B. im Bereich der Hecken, der Abfluss des Wassers gesteuert und gegebenenfalls verzögert werden. Bei Starkregen werden die Wohngassen, die Stammstrasse und die Mittelfeldstrasse zu Notwasserwegen.

Erfolgsfaktoren:

- Frühzeitige ganzheitliche Planung eines grossen Neubaureals.
- Hohe Ansprüche an Nachhaltigkeit der Stadt Bern.

Abb. 21: Regenwasserbewirtschaftung gemäss Masterplan

**Hemmnisse:**

- Noch weiter Weg bis zur Umsetzung durch die privaten Grundeigentümer.

Ostermundigen

Regenwasser auf den Grundstücken halten anstatt ableiten und Kanäle grösser bauen: Die seit 2006 praktizierte Subventionsstrategie von Ostermundigen zeigt Erfolge.

Die Berner Agglomerationsgemeinde Ostermundigen stellte bei der Erarbeitung des GEP im Jahr 2001 fest, dass das teilweise organisch gewachsene Kanalisationsnetz diverse Engpässe aufweist.³³ Statt eines flächendeckenden Ausbaus der Kanäle begann die Gemeinde, die Versickerung des Niederschlagswassers auf den Liegenschaften zu fördern. Seit 2006 ist die Versickerungspflicht im Abwasserreglement explizit verankert. Wer kein Niederschlagswasser ableitet, spart die einmalige Anschluss- und die jährlich wiederkehrende Regenwassergebühr. Ist eine Versickerung wegen des dafür ungeeigneten Untergrundes nicht möglich, muss dies mit einem Versickerungsversuch nachgewiesen werden. Je nach

Auslastung der lokalen Kanalabschnitte muss in diesem Fall der Spitzenabfluss über eine Retentionsanlage gedrosselt werden. Diese Bemühungen werden mit der Halbierung des Gebührentarifs pro Quadratmeter entwässerte Fläche belohnt. Damit konnte erreicht werden, dass bei Neubauten nur noch ein geringer Teil des Regenwassers abgeleitet wird.

Um einen merklichen Effekt zu erzielen, sollten aber auch die Eigentümer von bestehenden Gebäuden motiviert werden, die Kanalisation zu entlasten. Hierfür setzte die Gemeinde einerseits auf das Opportunitätsprinzip: Bei anstehenden Sanierungen von öffentlichen Kanälen wurde auch der Zustand der privaten Anschlussleitungen untersucht und ggf. die privaten Eigentümer zur Instandstellung verpflichtet. Die Gemeinde riet den Eigentümern zu prüfen, ob eine Versickerungsanlage erstellt und damit die Kosten für eine Sanierung der Regenwasseranschlussleitungen gespart werden könnten. Daneben wurde auch auf den ökologischen Nutzen einer solchen Massnahme hingewiesen, ein für viele Eigentümer relevantes Argument.

Mit der Revision des Abwasserreglements im Jahr 2018 ging Ostermundigen noch einen Schritt weiter: Seither

wird die Anschlussgebühr für Flächen, die bei bestehenden Bauten vom Kanalisationsnetz abgekoppelt werden, zum aktuellen Tarif zurückerstattet. Die Rückerstattung ist begrenzt auf 50 Prozent der Erstellungskosten für die nötige Versickerungsanlage. Besonders für grössere Liegenschaften wie Mehrfamilienhäuser kann diese Investition in kurzer Zeit amortisiert werden, da zukünftig auch die jährlich wiederkehrende Regenwassergebühr entfällt. Auch bei Neubauten kann es sich für alle Beteiligten lohnen, für den Neubau und die umliegenden bestehenden Bauten eine gemeinsame Versickerungsanlage zu erstellen und so von tiefen spezifischen Kosten zu profitieren.

Erfolgsfaktoren:

- Finanzielle Anreize motivieren Privateigentümer, Niederschlagswasser zu versickern, statt abzuleiten.
- Die Möglichkeit der Rückzahlung von Anschlussgebühren erweitert die Fördermöglichkeiten auf bestehende Bauten.
- Die Gemeinde spart Kosten für den sonst nötigen verstärkten Ausbau der Kanalisation.

Hemmnisse:

- Der administrative Aufwand für die Erhebung und Nachführung der entwässerten Flächen und die Kontrolle der Versickerungsanlagen ist nicht zu unterschätzen. In Ostermündigen mit seinen 18 000 Einwohnern ist dafür eine Vollzeitstelle erforderlich.
- Die Förderung beschränkt sich auf die Versickerung von Niederschlagswasser. Die Förderung des oberflächennahen Rückhalts und der Verdunstung sowie der Umgang mit dem Überlastfall ist nicht explizit vorgesehen.

Fazit

In einigen Städten und Kantonen der Schweiz werden erste übergeordnete, ganzheitliche Strategien angegangen. Meist handelt es sich noch um lokale oder bereichsbezogene Ansätze. Auslöser sind oft Akteure, die einen besonderen Anspruch an die Nachhaltigkeit haben und dabei auch das Wasserthema integrieren. Teilweise ist auch die Vorsorge gegen Starkniederschläge eine Hauptmotivation – meist an Orten, wo schon Schäden aufgetreten sind.

Die vorhandene, auf Versickerung und Ableitung ausgelegte Entwässerungsinfrastruktur ist vielerorts in gutem oder akzeptablem Zustand und der akute Handlungsdruck gering, zumindest solange keine grossen Siedlungsentwicklungen anstehen.

Da auch in der Schweiz die Trockenperioden und Starkregenereignisse zunehmen und Letztere überall und jederzeit auftreten können, ist jetzt die Zeit zu handeln. Die Beispiele aus Kopenhagen, Reutlingen oder Hamburg (so unterschiedlich sie auch sein mögen) zeigen auf, dass es nicht zielführend ist, sich lediglich auf die Schadensvermeidung zu konzentrieren. Alle Beispiele streben ein Konzept an, bei dem es letztendlich um die stärkere und frühzeitige Integration der Regenwasserplanung in die Raumplanung geht. Alle Beispiele arbeiten in Richtung einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und suchen flexible Flächen und Volumen, die bei Starkniederschlägen aktiviert werden können. Von einer rein technischen, auf baulichen Volumen oder hoher (unterirdischer) Ableitung basierenden Strategie haben sie sich verabschiedet: Die Kosten sind zu hoch, der Platz ist auch im Untergrund beschränkt und es entsteht kein Zusatznutzen über die Siedlungsentwässerung hinaus.

Eine gute Mischung aus klaren rechtlichen Vorgaben, die schnell greifen (wie die Einleitbeschränkung in Berlin), und einem Bündel an begleitenden Massnahmen erwies sich als erfolgreich: ein integraler Planungsprozess, die Ausbildung von Planenden, städtischen Akteuren und Fachleuten, die Errichtung von Pilotprojekten, erklärende Öffentlichkeitsarbeit und Weiteres. Ohne die politische Unterstützung hin zu einem integralen und nachhaltigen Risiko- und Wassermanagement wird die Anpassung zu lange dauern.

5 Empfehlungen: Planungsprozesse und -grundsätze

Die Empfehlungen zu Planungsprozessen und -grundsätzen basieren auf Erkenntnissen aus der Analyse und Recherche im In- und Ausland und beziehen sich auf die Ausgangslage in der Schweiz. Sie zeigen einen erfolgversprechenden Ansatz für eine frühzeitigere und engere Einbindung der Regenwasserbewirtschaftung nach Schwammstadtkonzept in die Raumplanung auf. Die Planungsgrundsätze spiegeln die Erfolgsfaktoren von beispielhaften Klimaanpassungsprojekten wider und können daher die planerische Tätigkeit und Projektentwicklungen unterstützen.

5.1 Planungsprozesse

Die Klimaanpassung und insbesondere der Umgang mit Oberflächenabfluss und der Anspruch an eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung sind bisher erst vereinzelt in den formellen und informellen Planungsinstrumenten verankert. Hier sind Anpassungen in den Vorgaben und ein früherer raumplanerischer Einbezug der «Regenwasserplanung» nötig, um langfristige Wirkung zu erzielen.

Klimaangepasste Siedlungsentwicklung ist eine Querschnittsaufgabe und kann daher insbesondere über eine strategische und integrale Planung erreicht werden. Die vorliegenden Grundlagen des Bundes wie die Klimaszenarien CH2018¹⁶ und die hydrologischen Szenarien Hydro-CH2018³, die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, die kantonalen Gefahregrundlagen sowie die Normen der Verbände bilden die Basis für die planerische Tätigkeit und sind einzubeziehen.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für einen guten Umgang mit Regenwasser ist der frühzeitige und konsequente Einbezug des Sachthemas in die Prozesse der Raumplanung und des Baubewilligungswesens. Entwickeln Sie daher regionale und kommunale Strategien zum gesamtheitlichen Umgang mit Regenwasser als Grundlage für die Richt- und Nutzungsplanung sowie arealbezogene Regenwasserkonzepte als Bestandteil von Sondernutzungsplanungen. Erfolgversprechend ist auch der Ansatz, frühzeitig im Baubewilligungsverfahren Aussagen zu dezentralen Regenwasserkreisläufen einzufordern. Das Zusammenspiel von Massnahmen am Gebäude und in der Umgebung für einen dezentralen Wasserkreislauf ist aufzuzeigen. Ein zielführendes Vorgehen, um die

Regenwasser- und die Raumplanung frühzeitig aufeinander abzustimmen, ist als Anregung in Abbildung 22 dargestellt.

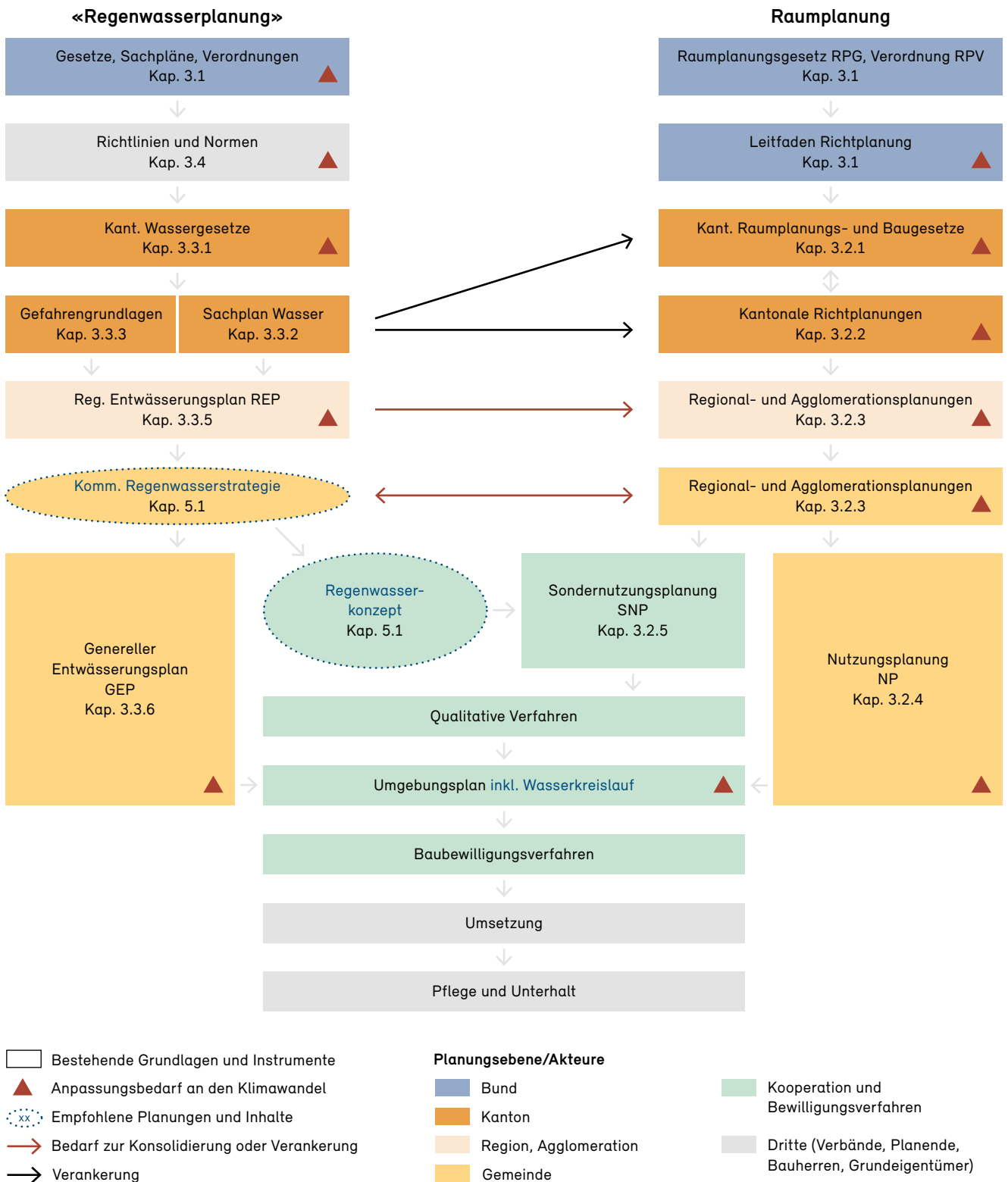
Über eine behördenverbindliche Verankerung der Ziele zur Regenwasserbewirtschaftung unterliegen auch Verkehrs- und Strassenbauprojekte der Selbstbindung der Verwaltung und einer Interessenabwägung. Dieser Prozess wird hier daher nicht separat erläutert.

Die Einbindung der Einsatzplanung zur Schadensprävention und -behebung ist ebenfalls nicht im Prozessablauf dargestellt. Empfehlungen dazu folgen in den Planungsgrundsätzen (Kap. 5.2).

Der Anpassungsbedarf an den bestehenden Instrumenten sowie empfohlene Planungen zur Regenwasserbewirtschaftung werden nachfolgend beschrieben.

Die Grundlagen und Instrumente der Regenwasser- und Raumplanung sind bisher mehrheitlich noch nicht auf den Klimawandel, insbesondere nicht auf die zunehmende Gefährdung durch Oberflächenabfluss bei Starkniederschlägen oder auf eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung, ausgerichtet. **Anpassungen** sind daher notwendig. Die Grundhaltungen, wie in den Planungsgrundsätzen (Kap. 5.2) empfohlen, sollen nach Möglichkeit implementiert werden, insbesondere in die Richtlinien und Normen, die kantonalen Wassergesetze und den GEP. Der Bund wird den Leitfaden Richtplanung¹² um ein Merkblatt zum Thema Klima ergänzen. Er wird zukünftig eine entsprechende Auseinandersetzung einfordern, wo diese nicht bereits begonnen ist. Weiter sind gezielte Anpassungen in den raumplanerischen Instrumenten auf kanto-

Abb. 22: Empfohlener Einbezug der Regenwasserplanung in die Raumplanung



trachtung. Sehen Sie als Planungsfachleute oder Grundeigentümer das Regenwasser nicht primär als Problem, sondern nutzen Sie es chancenorientiert als Beitrag zur klimaangepassten Siedlungsentwicklung. Richten Sie den Unterhalt der Flächen darauf aus.

Von der Einzelbetrachtung zur systematischen Klimaanpassung

Entwickeln Sie als Behörde frühzeitig übergeordnete Strategien oder räumliche Leitbilder zum Wasserkreislauf und zum Umgang mit Starkniederschlägen als Grundlage für Planungs- und Bauprojekte. Fordern Sie bei Sondernutzungsplanungen bereits zu Planungsbeginn und vor dem Baugesuch ein Regenwasserkonzept ein. Schaffen Sie damit die Voraussetzungen für eine dezentrale, sichere Regenwasserbewirtschaftung, die sich in ein Gesamtkonzept einfügt.

Integrale und wirkungsorientierte Planung ermöglicht Lösungen

Drehen Sie den Planungsprozess um und bringen Sie die Regenwasserbewirtschaftung bereits zu Beginn einer Planung ins Spiel, um innovative Lösungen zu ermöglichen. Denken Sie dabei ganzheitlich und beziehen Sie alle relevanten Fachdisziplinen und Anspruchsgruppen ein. Definieren Sie die Funktionen und Rollen in den jeweiligen Planungsprozessen und stellen Sie die nötigen Ressourcen sicher. Die Planerleistungen für ein Regenwassermanagement (Integrations-, Koordinations- und Vermittlungsdienstleistung für die verschiedenen Fachplaner) sind anspruchsvoll. Sie müssen zugewiesen, zeitlich eingeplant und auch bezahlt werden. Es kann sinnvoll sein, dafür ein Pflichtenheft zu entwickeln mit definierten Aufgaben und Abläufen.

Multicodierung von Freiräumen – auch von Verkehrsräumen

Freie Fläche wird zunehmend zum knappsten Gut im Siedlungsraum. Freiflächen müssen daher überlagernd unterschiedlichen Nutzungsansprüchen gerecht werden, aber bei dringlichem Bedarf zunehmend auch temporär zur Schadensprävention dienen. Nutzen Sie daher generell die Grün- und Freiflächen als Versickerungs- oder befristete Retentionsflächen und speichern Sie Regenwasser auf Flachdächern. Beziehen Sie als öffentliche Hand die Strassen in die übergeordnete Konzeption ein und bilden

Sie bei Bedarf Strassenabschnitte gezielt als Notabläufe oder temporäre Einstaubereiche bei Starkniederschlag aus (vgl. Kap. 6.4 und 6.7). Planen und unterhalten Sie die Freiräume zielgerichtet.

Synergien als Chancen nutzen

Vorausschauende Planungen erkennen positive Wechselwirkungen, bieten gegenseitigen Mehrwert und ermöglichen dank einer Interessenabwägung die Entschärfung von Zielkonflikten. Diese Projekte werden breit abgestützt mitgetragen. Eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung wirkt der Trockenheit entgegen, kann hohe Synergien mit Erholungsnutzung bieten, das Stadtbild positiv beeinflussen und als Vernetzungsstruktur zur Biodiversität beitragen. Prüfen und nutzen Sie daher sich bietende Synergiepotenziale immer breit und chancenorientiert, unabhängig vom Auslöser einer Planung. Die Interessenabwägung sollte möglichst in einem transparenten Planungs- und Beteiligungsprozess verhandelt werden (vgl. Kap. 6).

Risikobasierte Raumplanung zur Risikosteuerung

Bei Schutzmassnahmen gegen Hochwasser lag der Fokus auf den Gebieten mit einer erheblichen oder mittleren Gefährdung. Aber nicht nur die Gefährdung eines Ortes, sondern vor allem seine Nutzung, der Wert und die Verletzlichkeit bestimmen das Risiko: Mit dem Schadenspotenzial steigt in der Regel auch das Risiko. Häufig liegen die grössten Schäden in Gebieten mit einer geringen Gefährdung, weil diese Gebiete intensiver genutzt werden. Tragen Sie dem Rechnung, indem Sie die Richt- und Nutzungsplanung risikobasiert ausrichten und stärker auf die Empfindlichkeit der Nutzung und das damit verbundene Schadenspotenzial fokussieren. Je nach Nutzung ist es sinnvoll, auch in Gebieten mit geringer Gefährdung Auflagen zu prüfen. Im Gegenzug sind unter Umständen auch in Gebieten mit mittlerer oder erheblicher Gefährdung wenig sensible Nutzungen mit entsprechenden Schutzmassnahmen möglich. Dieser risikobasierte Ansatz wird auch bei einer Gefährdung durch Oberflächenabfluss empfohlen. Arbeiten Sie darauf hin, dass die Gefahrengrundlagen nachgeführt werden und die Veränderungen durch den Klimawandel abdecken.

naler und kommunaler Stufe vorzunehmen, um mittel- bis langfristig die erwünschte Wirkung einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung zu erzielen, die auch den Umgang mit Regenwasser beinhaltet (vgl. auch Kap. 3.7).

Die Recherchen zeigen, dass die etablierten Planungsfässer durch **Ergänzungen** und **neue Planungen** effektiv justiert werden können, um früher eine integrale Ausrichtung zu ermöglichen. Es handelt sich dabei um Empfehlungen zu vielversprechenden Herangehensweisen, die in einzelnen Schweizer Städten bereits erprobt werden:

Eine **kommunale Wasserstrategie** kann die gesamtheitlichen Ziele für den Umgang mit Regenwasser festlegen und Lösungsansätze aufzeigen. Sie umfasst die Belange des Hochwasserschutzes und der Siedlungsentwässerung. Ihr Umfang ist auf die effektiven Bedürfnisse der Gemeinden abzustimmen. Mögliche Themen sind das räumliche Festlegen von Prioritäten zum Umgang mit dem Regenwasser (z. B. wo der Rückhalt für ein gutes Stadtklima besonders wichtig ist), das Verorten von möglichen Retentionsflächen und Abflusskorridoren zur Gefahrenvorsorge bei Starkniederschlägen (z. B. bestimmte Strassen und Gewässer) oder eine erste Abstimmung mit den Anforderungen der Wehrdienste. Eine kommunale Wasserstrategie ermöglicht eine konsolidierte planerische Ausrichtung der Siedlungsentwicklung und eine frühzeitige behördenverbindliche Verankerung der Anliegen im kommunalen Richtplan, der nachfolgenden Nutzungsplanung und dem GEP. Es kann zweckmässig und effizient sein, wenn sich Nachbargemeinden zu einer regionalen Regenwasserstrategie zusammenschliessen, die durch den Kanton fachlich begleitet wird.

Damit die generellen Grundsätze zur Entwässerung in der Projektierung rechtzeitig und korrekt weiterentwickelt werden, verankert z. B. die Stadt Zürich in ihren Sondernutzungsplänen bei Bedarf die Pflicht zur Erstellung eines Flächenentwässerungskonzepts. Dieses muss vor der ersten Baueingabe eingereicht und soll im Projektverlauf zu einem immer konkreteren Flächenentwässerungsplan weiterentwickelt werden. Die Stadt erhält damit die Gewähr, dass ihre Auflagen zweckmässig umgesetzt werden. Die Bauherrschaft erhält im Gegenzug Planungssicherheit. Ein gesamtheitliches, arealbezogenes **Regenwasserkonzept** ist hilfreich, um die dezentrale

Regenwasserbewirtschaftung chancenorientiert in Sondernutzungsplanungen umzusetzen. Es ist auf dezentrale Schliessung des Wasserkreislaufs auszurichten und soll auch das Thema des Oberflächenabflusses bei Starkniederschlag beinhalten.

Weiter wird den Kantonen und Gemeinden zur Implementierung eines **Umgebungsplans mit Aussagen zu Regenwasserbewirtschaftung und Oberflächenabfluss** als verbindlichem Bestandteil der Baueingabe und -bewilligung geraten. Der Umgebungsplan soll frühzeitig im Prozess vorliegen und nicht mehr ausgelassen oder nachgereicht werden dürfen, ansonsten ist eine Ausrichtung auf geschlossene Kreisläufe in der Regelbauweise kaum oder zu spät zu erreichen.

5.2 Planungsgrundsätze

Aus Gesprächen mit Spezialisten und in der Auswertung erfolgreicher Strategien und Projekte in den untersuchten Städten im In- und Ausland ergeben sich Erkenntnisse, die als generelle Empfehlungen wertvolle Hinweise zur Regenwasserbewirtschaftung geben. Orientieren Sie sich bei Ihren Vorhaben und Tätigkeiten an den folgenden Planungsgrundsätzen:

Verdunstung vor Versickerung vor Ableitung

Stellen Sie sicher, dass Wasser prioritär direkt vor Ort verdunstet oder ansonsten direkt versickern kann. Halten Sie zudem möglichst Wasser für Hitze- und Trockenphasen zurück. Regenwasser als knappe Ressource soll einerseits zur Bewässerung und Kühlung verfügbar bleiben und andererseits bei Starkregen keine Schäden verursachen. Berücksichtigen Sie daher die mit dem Klimawandel zunehmenden Extremsituationen von Beginn weg und planen Sie nach Schwammstadtkonzept.

Geschlossene Wasserkreisläufe vor Ort sichern

Konzipieren Sie das Regenwasser als eine zukünftig noch wertvollere Ressource in kleinräumigen Kreisläufen. Nutzen Sie es wirkungsvoll vor Ort und planen Sie sowohl einen möglichen Mangel als auch einen Überfluss vorausschauend ein. Ändern Sie Ihre Herangehensweise von einer entsorgungsorientierten hin zu einer ganzheitlichen Regenwasserstrategie mit risikobasierter Überlastfallbe-

Einsatzplanungen für Naturgefahrenereignisse

Einsatzplanungen werden im Rahmen der kommunalen Risikovorsorge durch den Bevölkerungsschutz, insbesondere die Feuerwehren, erarbeitet, und die Einsatzkonzepte werden kontinuierlich angepasst und weiterentwickelt. Diese Einsatzpläne basieren auf bekannten Schadensereignissen, auf zu schützenden Infrastruktureinrichtungen und auf den Gefahrenkarten. Auch die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss soll, wo noch nicht berücksichtigt, eingebunden werden. Nutzen Sie diese Informationen, um potenziell gefährdete Regionen bei zukünftigen Planungen vorausschauend zu entlasten. Oft bieten grosse Risikogebiete viel Handlungsspielraum, und der Handlungsdruck ermöglicht es, integrierte und weitgehende Regenwasserstrategien umzusetzen. Der Leitfaden «Einsatzplanung gravitative Naturgefahren»¹⁰ unterstützt Sie.

Rechtsgrundlagen, Reglemente und Strategien auf Klimaanpassung ausrichten

Übergeordnete Vorgaben sind der grösste Hebel für eine langfristige klimaangepasste Entwicklung, sowohl als behördenverbindliche Anweisung als auch zur Einflussnahme auf die baulichen Entwicklungen nach Regelbauweise. Verankern Sie als Behörde daher die Ansprüche zur Regenwasserbewirtschaftung in den übergeordneten Instrumenten: vorausschauend auf die zukünftigen Bedingungen ausgerichtet und wirkungsvoll. Im Gegensatz zur Hitzevorsorge liegen zum Umgang mit Regenwasser umfassende Richtlinien und Normen vor. Nehmen Sie als öffentliche Verwaltung dort Einfluss, wo Sie die Möglichkeit haben: Verankern Sie Gebote und Anreizsysteme für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Berücksichtigung des Oberflächenabflusses in Ihrer Richt- und Nutzungsplanung und im Abwasserreglement. Nutzen Sie den erhöhten Spielraum in Sondernutzungsplanungen und beraten Sie die Bauherren (vgl. Kap. 7.1).

Bewusstsein und Bildung sind grundlegend

Überflutungsrisiken sind zwar bezüglich Gewässer, nicht aber bezüglich Oberflächenabfluss im Bewusstsein der Bevölkerung oder von Planenden verankert – zumindest solange diese nicht von Schäden betroffen sind. Investieren Sie daher in die Information der Bevölkerung und die Sensibilisierung der politischen Vertreter, bilden Sie die Spezialisten in der Verwaltung sowie die planenden

Fachleute weiter, um die Gefährdung durch Starkregen und das Potenzial der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in der klimaangepassten Siedlungsentwicklung zu vermitteln. Dies ermöglicht es Ihnen, vorausschauend und breit abgestützt zu planen und Synergien zu nutzen. Binden Sie Erkenntnisse aus angewandten Forschungsprojekten in Ihre Planungen ein (vgl. Kap. 7.3).

Leuchtturmprojekte ebnen den Weg

Eine konsequente Ausrichtung von Planungen auf die Auswirkungen des Klimawandels ist eine Herausforderung, die in der Schweiz mehrheitlich erst zu einzelnen Aspekten wie Hitze oder Versickerung vorbildlich umgesetzt oder integral in Konzepten und Masterplänen aufgenommen ist. Umso wertvoller sind daher beispielhafte Konzepte und umgesetzte Projekte im In- und Ausland als Vorbilder, die die Entwicklung vorantreiben. Nutzen Sie daher sich bietende Chancen, um Leuchtturmprojekte zu initialisieren. Kommunizieren Sie die Projekte breit und werten Sie diese als Anregung für weitere Planungen aus. Vernetzen Sie sich gut, um von den Erfahrungen anderer zu profitieren (vgl. Kap. 4, gute Projektbeispiele aus Kap. 6 sowie Kap. 7.2).

6 Massnahmen

Die folgenden Massnahmen zeigen Möglichkeiten im Umgang mit Starkregen und zur Umsetzung einer Wasserbewirtschaftung nach Schwammstadtkonzept auf, die zur Anpassung an den Klimawandel erforderlich sind. Der Beschrieb pro Massnahme und deren Wirkung ist unterlegt mit Beispielen, die direkt übertragbar sind oder als Anregungen für eine Weiterentwicklung dienen. Auf Synergien und Einsatzbereiche wird systematisch hingewiesen, ebenso werden Herausforderungen und Zielkonflikte angesprochen.

Die Massnahmen zur Reduzierung von Regenwasserabflüssen sind alt und aus dem Beobachten von Naturprozessen heraus entwickelt. Ein Blick in eine Weisen-Wald-Landschaft und die darin ablaufenden Prozesse bei Regen zeigt das eindrücklich. Regenwasser wird zum grössten Teil dort, wo es anfällt, aufgenommen, benetzt und bewässert die Flora und den Boden. Fällt mehr Wasser, saugt sich der Boden voll, und Versickerungs- bzw. Reinigungsprozesse beginnen. Das Grundwasser wird dadurch mit gefiltertem, sauberem Wasser angereichert. Bleibt Wasser an der Oberfläche stehen, kann es verdunsten oder ebenfalls langsam versickern, bei Starkregen auch abfliessen. Boden und Wasser bilden die Lebensgrundlage für Pflanzen und Tiere aller Art.

Die im Folgenden beschriebenen Massnahmen sollen nicht nur Regenwasser bewirtschaften, sondern Synergien zu weiteren Ansprüchen ermöglichen und zu sicheren, dynamischen und lebenswerten Städten, Gemeinden und Landschaften beitragen. Es handelt sich dabei mehrheitlich um sogenannte No-regret-Massnahmen, die unabhängig vom Verlauf des Klimawandels einen Nutzen erbringen und sinnvoll sind. Um eine optimale Wirkung zu erzielen, sind Massnahmen gemäss integriertem Risikomanagement jeweils gezielt auf die effektive Problematik, das Risiko vor Ort und auf übergeordnete Gesamtkonzepte auszurichten. Abwägung und Abstimmung zur optimalen, wirkungsvollen Massnahmenkombination erfolgen auf Basis des tragbaren Risikos. Im Sinne der Nachhaltigkeit sind dabei Massnahmen mit möglichst kleinem Eingriff oder hohen Synergien anzustreben.

Die Struktur der Massnahmen stellt keine Priorisierung dar. Die Auswahl beginnt mit Massnahmen **ausserhalb der Siedlung**, denn dort können oft erfolgreich und mit geringen Kosten Abflussreduzierungen erzielt werden. Der sorgfältige Aufbau einer **Entwässerungstopografie** und die Vermeidung von Abflüssen durch die Wahl der

Flächenbefestigung bildet die nächste Kategorie. Massnahmen an stehenden und fliessenden **Gewässern** sind eine weitere Kategorie, gefolgt von Massnahmen in **Frei- und Strassenräumen**. Diese Massnahmenkategorien bilden die Grundlage des Schwammstadtkonzeptes mit den breiten Synergieeffekten.

Die nächste Kategorie bilden Massnahmen **im Untergrund**. Sie sind in urbanen Räumen unvermeidlich, bieten aber nur Synergien bezüglich Nutzung des gesammelten Regenwassers. Es folgen Massnahmen **am Gebäude**.

Die letzten beiden Kategorien fokussieren auf sichere Wasserbewirtschaftung im **Starkregenfall**: Die Nutzung von verschiedensten Flächen zur **temporären Flutung** verhindert Schäden an und in Gebäuden oder Infrastrukturen. Ein gezielter **Objektschutz** sichert wichtige Infrastrukturen und Bauwerke im Extremfall.

Abbildung 23 zeigt die Massnahmenstruktur und eine Bewertung ihrer jeweiligen Wirkung in der Regenwasserbewirtschaftung nach Schwammstadtkonzept und ebenso eine Bewertung ihrer Wirkung bei Starkregen: Im Schwammstadtkonzept kommt der direkten Verdunstung, der Grundwasserbildung und dem Rückhalt für Trockenperioden grosse Bedeutung zu. Gezielte Ableitung erfolgt bei Starkniederschlägen (vgl. Kap. 2.7). In der Spalte Starkregen wird die Massnahme in ihrer Wirkung hinsichtlich Vermeidung bzw. Reduzierung der Überflutungsgefahr durch Oberflächenabfluss bei Starkregen beurteilt. Die Bewertung bezieht sich dabei auf eine grossräumigere Wirkung im Siedlungsraum, nicht allein auf ein Objekt (vgl. Kap. 2.1).

Die einzelnen Massnahmen werden in den nachfolgenden Kapiteln 6.1 bis 6.8 beschrieben, deren Anwendung in ausgewählten Beispielen aufgezeigt sowie **Herausforderungen und Zielkonflikte** in der Umsetzung angesprochen.

Abb. 23: Massnahmenübersicht und Bewertung der Wirkungen in der Regenwasserbewirtschaftung



Herausforderungen und Zielkonflikte erkennen und bewerten

Eine integrierte Regenwasserbewirtschaftung zwingt dazu, Vorgehensweisen und Massnahmen neu zu bewerten und abzuwägen. Es gibt Herausforderungen und Zielkonflikte, die manchmal offensichtlich und manchmal erst auf den zweiten Blick erkennbar sind. Wichtig ist, diese zu erkennen, eine Interessenabwägung zu machen und transparente Entscheidungen zu treffen. Auf die Herausforderungen und Zielkonflikte wird in den jeweiligen Massnahmen in Stichworten hingewiesen. Wesentliche Themen sind:

- **Überflutungssicherheit versus Nutzungseinschränkungen:** Temporäre Überflutungen von üblicherweise anders genutzten Flächen (Parks, Strassen, Sportplätze etc.) im Extremregenfall bedeuten eine Nutzungseinschränkung, entweder nur für die konkrete Überflutungszeit oder auch danach (Abtrocknen von Rasenflächen, Reinigung von Stadtplätzen, reduzierte Barrierefreiheit etc.). Je länger Wasser in multicodierten Flächen gehalten wird, desto länger besteht auch die Nutzungseinschränkung. Dies kann im dicht genutzten Siedlungsgebiet ein Problem darstellen. Die Überlagerungen müssen geplant, erklärt und in die Wartungs- und Unterhaltungsabläufe aufgenommen werden.
- **Flächen und Zeit für stehendes Wasser versus Sicherheit und Gesundheit:** Je länger Wasser im Siedlungsgebiet gehalten wird, desto mehr kann verdunsten oder versickern und als Ressource im Kreislauf bleiben. Bisher wird jedoch Retentionsvolumen in der Regel möglichst schnell wieder für den nächsten Regenfall gebraucht und zeitnah entleert. Zu lange stehendes Wasser kann sonst ein Gesundheits- und Sicherheitsrisiko darstellen: Es entstehen Mückenprobleme, Mulden verschlammen oder fehlende Abgrenzungen zu offenem Wasser werfen ungelöste Sicherheits- und Haftungsfragen auf. Auf temporär überflutete Verkehrsflächen muss z. B. hingewiesen werden. In Notwasserwegen mit Gefälle kann die Fliessenergie erheblich sein.
- **Schnelle technische Lösungen versus aufwendigere integrale Konzepte:** Es ist bedeutend einfacher, eingezäunte Retentionsbecken am Rand der Siedlung, unterirdische Speicherbecken, Stauraumkanäle oder Rigolen zu bauen, als eine oberflächige Entwässerungstopografie zu entwerfen und ein dezentrales, aber vernetztes System aufzubauen. Die Umsetzung ist aufwendiger, aber die hohen und unbezahlbaren Synergieeffekte dieser Planungsstrategie sind eindeutig.

Die Umsetzung ist aufwendiger, aber die hohen und unbezahlbaren Synergieeffekte dieser Planungsstrategie sind eindeutig.

- **Speicherpotenzial versus Regenwassernutzung:** Die Siedlungsentwässerung hat ein Interesse an leeren Retentionsvolumen. Zur Vorsorge gegen Trockenheit und zur Bewässerung soll aber auch Wasser gespeichert werden. Ein Lösungsansatz sind dynamisch zu regulierende Wasservolumen. Einstaudächer, deren Retentionsvolumen zur Bewässerung genutzt werden, können je nach Wettervorhersage vor einem Regenereignis entleert werden und haben so wieder ausreichend Volumen zur Verfügung. Retentionszisternen oder Zisternen, die zusammenschaltet sind, bieten ebenfalls Redundanz und variable Volumen. Zukünftig sollten Retentionsvolumen vermehrt gesteuert werden, denn Regenwasser ist eine zu wertvolle Ressource.
- **Flächenkonkurrenz Bebauung versus Boden:** Freie Fläche wird in der Siedlungsentwicklung zunehmend zum knappen Gut. Die Flächenkonkurrenz unter den verschiedenen Ansprüchen ist daher gross. Im Rahmen der baulichen Verdichtung nehmen Versiegelung und Unterbauungen oft überproportional zu. Unterbauungen sind meist nicht mit Grenzabständen reglementiert und daher bis an die Parzellengrenzen möglich. Es bestehen noch kaum Strategien zum Bauen im Untergrund und zum Schutz von gewachsenem Boden. Die dichte Be- und Unterbauung erhöht das Schadenspotenzial bei Starkniederschlägen und erschwert eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung, macht sie aber gerade deshalb umso notwendiger.
- **Natur versus Stadt:** Stadt und Natur darf kein Gegensatz sein. Eine konsequente Anwendung der Prinzipien einer Schwammstadt wird unser Stadtbild verändern. Deshalb ist es notwendig, diese Ausrichtung im Städtebau und die absehbaren Veränderungen, Konflikte und Anpassungsprozesse nun zu diskutieren.

Die Massnahmen werden bezüglich ihres Beitrags zur Schwammstadt und ihrer Wirkung zur Schadensprävention bei Starkregen bewertet. Ihre **Synergiewirkungen** werden aufgezeigt und die **Einsatzbereiche** in den unterschiedlichen Planungsebenen dargelegt:

Synergien als Chancen nutzen

Eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung ermöglicht viele Synergien mit anderen Anliegen. Diese sollten im Sinne der klimaangepassten, nachhaltigen Siedlungsentwicklung genutzt werden. Folgende Synergien sollten im Planungsprozess untersucht, diskutiert und bewertet werden:

- **Hitzevorsorge:** Mehr Grün in der Stadt ist ein wesentlicher Baustein der Hitzevorsorge. Mehr Grün bedeutet weniger Versiegelung, mehr Schatten und mehr Verdunstung. Mehr Grün benötigt aber auch Wasser. Grün kann ideal mit Regenwasserspeichern zum bewussten Einsatz von aktiver Verdunstung kombiniert werden. Insgesamt eine wichtige Synergie, die immer mitberachtet werden sollte.
- **Vorsorge gegen Trockenheit:** Aktuell starten viele Projekte mit dem Ziel, vorhandene und nicht genutzte oder zukünftig bei Veränderungsprozessen vorzusehende grossräumige Speicher einzuplanen, um Wasser für Trockenperioden zurückzuhalten. Dies unterstützt die Retention von Regenwasser.
- **Natürlicher Wasserhaushalt:** Eine Bewirtschaftung des Regens mit Fokus darauf, wo er auf den Boden trifft, schützt und regeneriert auch den natürlichen Wasserhaushalt. In Zukunft sollte eine Veränderung oder Bebauung nicht mehr zulasten natürlicher Systeme wie z. B. des Wasserhaushalts gehen. Regenwasser ist vor Ort zu verdunsten oder dem Grundwasser zuzuführen.
- **Lebensqualität, Erholung und Gesundheit:** Regenwasserbewirtschaftung als transparenter und gestalteter Teil des Freiraums schafft viel Grün und Natur im Siedlungsgebiet. Das Sichtbarwerden von dynamischen, natürlichen Prozessen durch fliessendes, stehendes oder versickerndes Wasser im unmittelbaren Lebensumfeld fördert das Naturverständnis. Vielseitige, attraktive Freiräume fördern nachweisbar die Erholung und die mentale und physische Gesundheit.
- **Biodiversität:** Regenwassermassnahmen wie ein speziell gestaltetes Retentionsdach oder wechselfeuchte Mulden können die Biodiversität fördern. Gewässerrandstreifen können bei guter Gestaltung als Bewegungs- und Vernetzungskorridore dienen. Ein Wassernetzwerk kann immer auch Bestandteil der ökologischen Vernetzung sein.

Einsatzbereiche

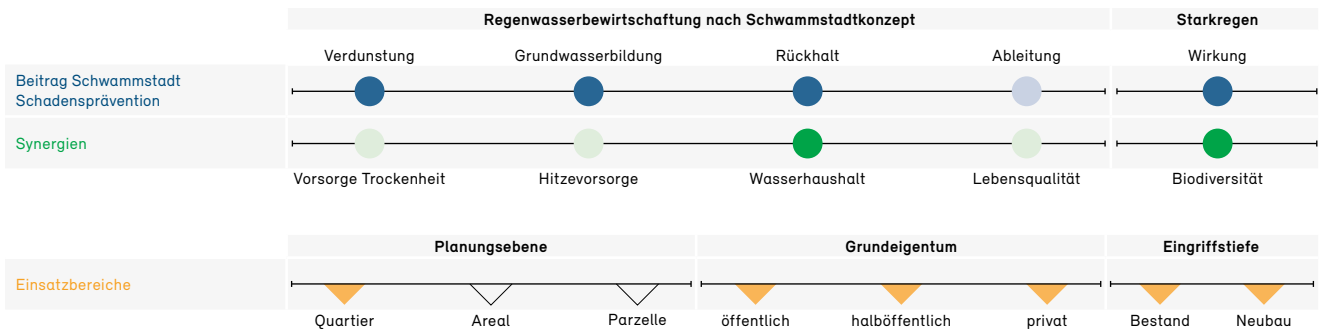
Die Einsatzbereiche der jeweiligen Massnahme können sich grundlegend unterscheiden. Einige machen z. B. nur übergeordnet, eher im öffentlichen Raum oder nur bei Neubauten Sinn. In der Regel werden fast immer mehrere Massnahmen eingesetzt und in Systemkonzepten hintereinandergeschaltet, um hohe Wirkung zu erzielen.

- **Planungsebene: Quartier – Areal – Parzelle:** Grundlage eines integrierten Regenwasserkonzeptes muss eine übergeordnete Quartierplanung sein, die die Bewirtschaftungsparameter vorgibt. Die Auswahl der Massnahmen hängt von dem jeweils spezifischen Konzept ab. Auf Parzellenebene macht es oft mehr Sinn, nur die angestrebte Wirkung zu definieren und die Massnahmenauswahl dem Bauherrn zu überlassen. Das schafft oft mehr Spielraum und Verbindlichkeit.
- **Grundeigentum: öffentliche Hand – halböffentlich – privat:** Ein durchgängiges Regenwassersystem ist immer ein Netzwerk. Die Bewirtschaftung erfolgt unabhängig davon, ob der Niederschlag auf private Grundstücke oder öffentliche Flächen fällt. Je nach Gesetzeslage und Prozess sind oft keine Möglichkeiten verankert, private Eigentümer zu Massnahmen zu verpflichten. Dann muss zwangsläufig mehr auf den öffentlichen Flächen gewirtschaftet werden. Wichtig ist, hier eine Abwägung und sinnvolle Lastenteilung anzustreben.
- **Eingriffstiefe: Bestand – Neubau:** Bei Neubauprojekten lassen sich viele Vorstellungen umsetzen. Im gebauten Bestand sind Verbesserungen und Anpassungen ohne weitreichende bauliche Eingriffe weit schwieriger. Blaugrüne Einstaudächer sind beispielsweise im Bestand aus statischen Gründen nicht umsetzbar. Die Massnahmen werden daher auch aus diesem Aspekt beleuchtet.

Die Legende ist auf der letzten Inhaltsseite ersichtlich und dient als Lesehilfe.

6.1 Präventive Massnahmen ausserhalb des Siedlungsraums

M 1.1 Wasserrückhaltung



Der Oberflächenabfluss aus der umliegenden offenen Landschaft kann bei Starkniederschlag zu Schäden im Siedlungsraum führen. Die planerische Analyse des gesamten Einzugsgebietes ist daher sinnvoll, um nötige Massnahmen zum Rückhalt einzuleiten.

Eine rückhaltorientierte Gestaltung von Entwässerungssystemen in land- und forstwirtschaftlichen Gebieten und eine geringe Bodenverdichtung tragen massgeblich dazu bei, unkontrollierten Abfluss in Siedlungsgebiete zu reduzieren oder gar zu verhindern. Hierzu können u. a. grossflächige Retentionsräume, Dämme mit Retentionsmulden, offene Grabensysteme oder Querstrukturen in Hanglagen errichtet werden. Diese können punktuell in Gefahrenbereichen oder dezentral zur generellen Abflussreduzierung zum Einsatz kommen. Basis dafür ist eine Analyse, die jeweils das ganze Einzugsgebiet betrachtet und nicht auf politische oder privatrechtliche Grenzen Rücksicht nimmt. Investiert wird schliesslich dort in Massnahmen, wo sie möglich, effizient und wirtschaftlich sinnvoll sind.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Hocheffiziente Massnahme, jedoch Flächenverfügbarkeit oft schwierig (H)
- Politische und Besitzgrenzen verhindern oft die effektivste Platzierung (H)
- Industrielle Landwirtschaft strebt ausgeräumte Flächen ohne Störstrukturen an (Z)

Die Kleinstadt **Leonding in Österreich** hat ein einfaches, aber wirkungsvolles Projekt realisiert:⁶⁵ Aufgrund der Gefahrenhinweiskarte für Starkregen wurde klar, dass viel

Abfluss aus den oberhalb Leondings liegenden landwirtschaftlich genutzten Hanglagen kommt. In der Siedlung führte das immer wieder zu Überschwemmungen, so auch im Juni 2016. Daraufhin wurden Verhandlungen mit den Landwirten aufgenommen und ca. 5 Prozent der Hangbereiche in lineare Mulden umgebaut. Gleichzeitig wurde mit den Landwirten eine Änderung der Bewirtschaftung vereinbart. Ernteauffälle für die Übergangszeit werden von der Stadt ausgeglichen.

Der **Buechbach in Lindau (ZH)** verläuft oberhalb des Siedlungsgebietes in einer zu knapp bemessenen Eindolung.²⁹ Bei Starkregen fliesst Bachwasser oberflächlich Richtung Siedlungsrand. Bereits 1999 wurde deshalb ein Rückhaltebecken erstellt und dessen Damm 2014 noch einmal erhöht, damit er auch ein 100-jährliches Hochwasser zurückhalten kann (Abb. 24). Das Becken fängt auch den gemäss Gefährdungskarte auftretenden Oberflächenabfluss aus dem Gebiet westlich des Buechbachs auf (Abb. 25). Für den Fall der Verstopfung des Auslaufbauwerks besteht ein erhöht angeordneter Notüberlauf, der ebenfalls in den unterhalb wieder eingedolten Buechbach führt. Im Überlastfall tritt die überschüssige Wassermenge beim definierten überströmbaren Bereich des Damms aus und wird z. T. zurück in die Kanalisation geführt oder über die Strasse durch das Siedlungsgebiet abgeleitet. Um das verbleibende Risiko weiter zu vermindern, soll bei der nächsten Sanierung der Strasse die Fahrbahn tiefer gelegt bzw. der Randstein erhöht werden, um eine Überschwemmung der angrenzenden Liegenschaften zu verhindern.

Abb. 24: Erhöhter Damm mit Auslaufbauwerk und hoch liegendem Notüberlauf

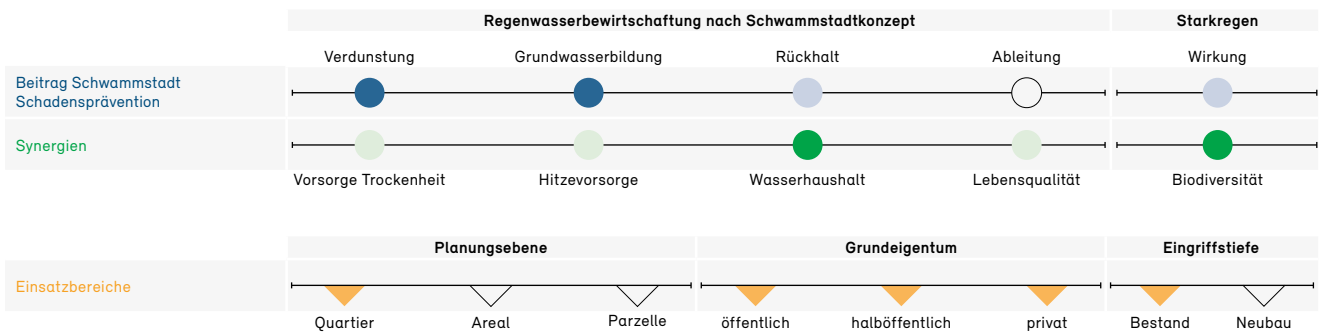


Abb. 25: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss beim eingedolten Buechbach: blau die offenen Abschnitte; grosse, dunkelviolette Fläche unten rechts das Rückhaltebecken



6.1 Präventive Massnahmen ausserhalb des Siedlungsraums

M 1.2 Landnutzung und -bewirtschaftung



Eine angepasste Nutzung und Bewirtschaftung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen trägt über Wasserrückhalt und Bewuchs zur Prävention und zum Schutz des Siedlungsraums bei.

In der offenen Landschaft kann eine Nutzung wie eine bodenbedeckende Grünlandbewirtschaftung oder konservierende Bodenbearbeitungen wie Mulch- bzw. Direktsaaten die Gefährdung des Siedlungsraums reduzieren. Hierdurch wird die Speicherkapazität des Bodens erhöht. Oberbodenaufbauten, wie man sie aus der ökologischen Landwirtschaft kennt, können bis zu sieben Mal mehr Wasser speichern als vergleichbare Böden aus traditioneller Bewirtschaftung. Angepasste Bewirtschaftungsmassnahmen, beispielsweise das Pflügen von Äckern

parallel zum Hang, können den Abfluss weiter verringern und bremsen.

Beim Einsatz von Keylines wird die Topografie durch die Anordnung von quer zum Hang verlaufenden Bewirtschaftungslinien zum Speichern und Versickern von Regenwasser genutzt (Abb. 26 und 27).

Auch Agroforstsysteme, bei denen flächige Landwirtschaft mit Gehölzstrukturen kombiniert wird, sind perfekte Wasserspeichersysteme. Dies ist nicht nur wichtig für den Hochwasserschutz, sondern fördert auch den Erosions-, Gewässer- sowie den Arten- und Biotopschutz.

Abb. 26: Keyline-Design

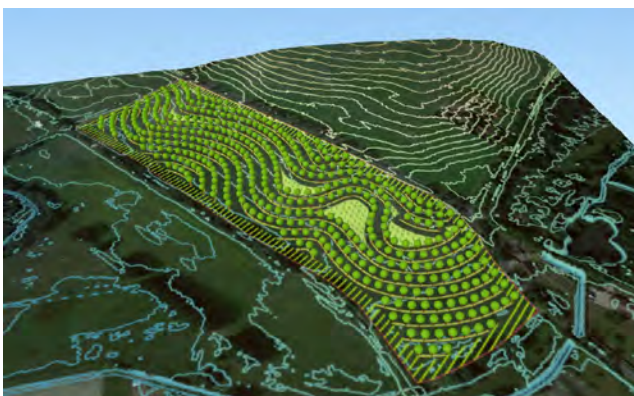
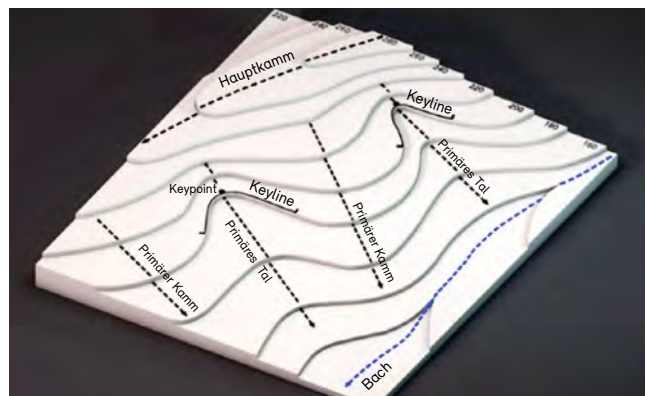


Abb. 27: Topografische Platzierung von Keylines zur optimalen Sammlung von Regenwasser



In der Forstwirtschaft tragen stabile, naturnahe und reich strukturierte Wälder zum Hochwasserschutz bei. Waldböden sind in der Lage, einen Grossteil der Niederschläge zu speichern und somit das Abflussvolumen stark zu verringern. Auenwälder entlang von Bächen und Flüssen ertragen anhaltende Überschwemmungen problemlos. Der Erhalt und die Mehrung von Waldflächen kann insbesondere in Regionen mit Überflutungsproblemen ein wichtiger Baustein zum Hochwasserschutz sein.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Änderungen der Bewirtschaftung bedürfen Wissensvermittlung und finanzieller Förderung (H)
- Konflikt mit anderen Nutzungen (Siedlungsentwicklung, traditionelle Landwirtschaft etc.) (Z)

In Australien, den USA (Abb. 28), in Schweden und Deutschland gibt es einige Projekte, die mit den Praktiken der Keylines arbeiten. Dies erfolgt aber bisher vor allem aus landwirtschaftlicher Sicht. Die gezielte Anwendung in Siedlungsbereichen, die durch Oberflächenabflüsse gefährdet sind, muss noch weiter getestet und die Effizienz untersucht werden.

In der Schweiz setzt das solidarische Landwirtschaftsprojekt «Minga» in Meilen (Abb. 29) Keylines zum Wassermanagement bzw. zur besseren Wasserspeicherung und -verteilung ein.

Abb. 28: Einbau der Keylines durch maschinell erstellte Boden-erhebungen

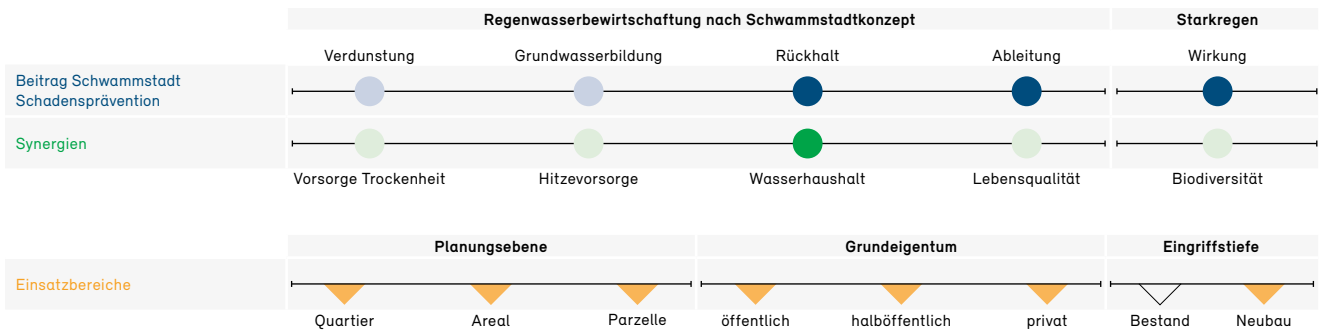


Abb. 29: Landwirtschaftlicher Anbau mit Keyline-Methode in Meilen



6.2 Topografie und Flächenbefestigung

M 2.1 Entwässerungstopografie



Über die Topografie lassen sich Schäden durch Oberflächenabfluss vermeiden oder verringern. Durchgängige Fließstrukturen, Rückstauvolumen oder die Ausbildung von Kanten und Gefällen sind Grundlagen der Gebietsplanung.

Die topografische Analyse insbesondere der Fließwege und Senken (Staubereiche) ist essenziell, um mit dem Oberflächenabfluss umzugehen. Sie bildet die massgebende Grundlage für die Gebietsplanung und das Starkregenmanagement, insbesondere auch auf der Parzelle. Wenn sich Strassen, Wege und Grünzüge an bestehenden

Fließwegen oder zumindest einer neu geschaffenen durchgängigen Fließstruktur orientieren, können sie in der Regenwasserbewirtschaftung gezielt als Abflusswege konzipiert werden. Durch Gefälleanpassung oder Ausbildung von Bordsteinkanten können zusätzliche Stauräume geschaffen werden. Der Einbezug von topografisch geeigneten Potenzialflächen, wie Parkplätzen, Sportanlagen oder anderen gefahrenfrei überflutbaren Flächen, kann das Rückstauvolumen stark erweitern (vgl. Kap. 6.7).

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Sorgfältige Analyse der Fließwege aus dem gesamten Einzugsgebiet vor einer Festlegung der städtebaulichen Struktur (H)
- Allfällige Einschränkungen für Erschliessungseffizienz und Flächenausnutzung (Z)

Abb. 30: Lageplan Scharnhäuser Park mit Entwässerungskonzept



Beim Projekt **Scharnhäuser Park in Ostfildern**⁷¹, südöstlich von Stuttgart, sollte weder eine Regenwasserkanalisation erstellt werden, noch gab es einen Vorfluter, in den

Abb. 31: Retentionsmulden Scharnhäuser Park



überschüssiges Wasser in nennenswerten Mengen abgeleitet werden konnte. Zudem war aufgrund der Bodenbeschaffenheit keine Versickerung möglich. Es musste daher alles Regenwasser an der Oberfläche bewirtschaftet werden, auch in den Bestandsgebieten der ehemaligen Militärkaserne. Entstanden ist ein Konzept mit vielen Gründächern, wenig versiegelten Flächen und mit über Rinnen verbundenen multifunktionalen Retentionsmulden (Abb. 30). Das zentrale Landschaftsgestaltungselement, die sogenannte Landschaftstreppe, ist eine riesige Mulden-(Kies-)Rigolen-Kaskade (Abb. 31). Deren reduzierter Überlauf fließt in Rinnen zum Rand der Siedlung, wo weitere Retentionsmulden ergänzt wurden. Diese entwässern über Steigrohre in das angrenzende Feuchtgebiet, um den Eintrag von Verschmutzungen zu verhindern.

Mit diesen Massnahmen kann der Abfluss eines 5-jährlichen Regenereignisses aus der Siedlung bewirtschaftet (gedrosselte Einleitung – 90% Reduktion der Abflussspitzen) und zudem eine vollumfängliche Wasserbehandlung durch Oberbodenfiltration erreicht werden. Auch im Stark-

regenfall funktioniert dieses Gesamtsystem: Es wird komplett befüllt, die durchgängige Entwässerungstopografie leitet das Wasser im Überflutungsfall sicher durch die Siedlung in das angrenzende Feuchtgebiet.

Zofingen wurde am 8. Juli 2017 von einem Starkniederschlagsereignis getroffen, wie es nur rund alle 300 Jahre auftritt.³⁷ Es verursachte Schäden von rund 150 Millionen Franken. Neben der Ausuferung von Bächen trug der Oberflächenabfluss wesentlich zu diesem Ausmass bei. Basierend auf einer Situationsanalyse wurden mittlerweile verschiedene lokale Massnahmen umgesetzt, u. a. topografische Anpassungen im Strassenraum, um den Oberflächenabfluss möglichst schadensarm zu lenken (Abb. 32).

Das gleiche Konzept verfolgte die Stadt **Steckborn** im Kanton Thurgau. Die Schwelle im Strassenraum eingangs Altstadt lenkt den Oberflächenabfluss über den gewünschten Abflusskorridor zurück in den Talerbach (Abb. 33 und 34).

Abb. 32: Schutz der Zofinger Altstadt vor Oberflächenabfluss durch Bombierung der Strasseneinmündung
Gefälle vor (Bild links) und nach der Anpassung (rechts)



Abb. 33: Schwelle eingangs Altstadt zur Umleitung des Oberflächenabflusses in Steckborn

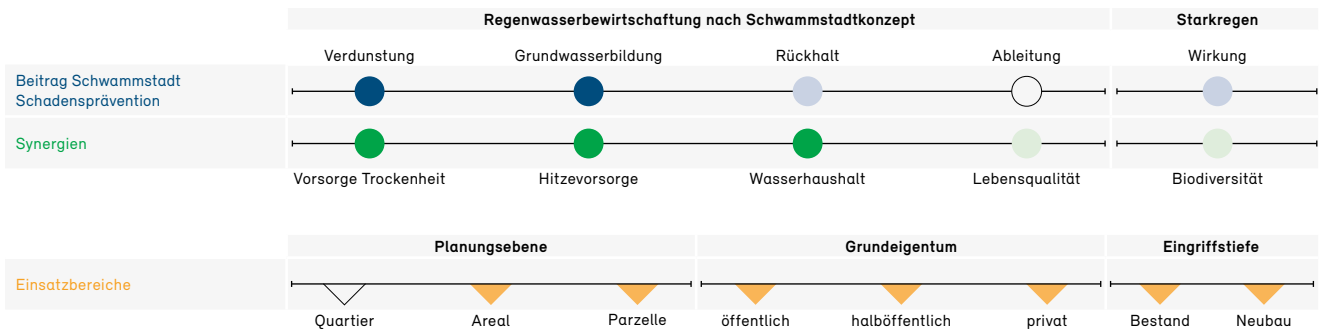


Abb. 34: Über die Strasse gelangt der Oberflächenabfluss zurück in den Talerbach.



6.2 Topografie und Flächenbefestigung

M 2.2 Wasserdurchlässige Freiflächen



Wasserdurchlässige Beläge reduzieren den Abfluss von Niederschlag, da zumindest ein Anteil versickern oder verdunsten kann. In Bauprojekten ist daher auf geeignete Beläge und einen geringen Versiegelungs- und Unterbauungsgrad zu achten. Freiflächen im Bestand sind wo möglich und sinnvoll zu entsiegeln.

Neben dem Erhalt von Grünflächen wird die Nutzung von teildurchlässigen Belägen für Plätze, Strassen und Wege empfohlen. Dabei handelt es sich zum Beispiel um Fugenpflaster, Sickerpflaster, Rasenfugensteine oder Schotterrasen. Intensiv wird auch an homogenen, langfristig wasserdurchlässigen ungebundenen Oberflächen geforscht und entwickelt.^{89, 90} Präzise gemischte und in Schichten mit unterschiedlicher Körnung aufgebaute Trag- und Belagsschichten versprechen langfristige Wasserdurchlässigkeit, was klassische Chaussierungen nicht leisten. Teildurchlässige Beläge verzögern den Abfluss und erhöhen im Idealfall die Versickerung und Verdunstung, was zur Entlastung der Entwässerungssysteme führt. Die mittleren Abflussbeiwerte der Flächen können von 0,9 (= 90% Abfluss wie z. B. Asphaltdecken) auf bis zu 0,25 (25% Abfluss wie z. B. modernes Sickerpflaster) reduziert werden. Mehr und mehr werden Betonpflasterflächen komplett ohne Entwässerungssysteme gebaut und die Fugen sowie die Trag- und Frostschutzschichten als kurzfristige Zwischenspeicher verwendet. Das Regenwasser kann je nach anstehendem Boden verdunsten oder versickern, oder der Aufbau muss entwässert werden. Das Porenvolumen der Tragschichten kann ca. 3 Vol.-% an Wasser aufnehmen, was in etwa 15 l/m² entspricht (ca. ein 1-jährlicher 15-Minuten-Regen).

Ein weiterer Vorteil teildurchlässiger Beläge ist die positive Wirkung auf das Mikroklima, indem die Erwärmung in Hitzeperioden durch die Verdunstungskühlung verringert werden kann. Eine komplette Entsiegelung ist nur in dafür funktional geeigneten Bereichen umsetzbar, sollte aber in wenig intensiv genutzten Flächen konsequent mitbetrachtet werden.

Die zunehmende Unterbauung reduziert die wasserwirtschaftliche Wirkung von durchlässigen Belägen signifikant. Anzustreben und in dichten Agglomerationen als strategische Planungsaufgabe zu verstehen sind daher unterirdische Masterpläne. Sie sollen in Abwägung der Nutzungsansprüche ausreichende Flächen an gewachsenen Böden für die Regenwasserbewirtschaftung und die notwendige Versickerung sichern. Dies kommt auch anderen wichtigen Planungsanliegen wie z. B. Standorte für Bäume, die alt werden können, zugute.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Wenig Reinigung des Regenwassers vor Versickerung, bei wenig befahrenen Nebenstrassen aber akzeptabel (H)
- Unterbauungen/Tiefgaragen reduzieren Effekt (Z)
- Unterhalt/Winterdienst für wassergebundene oder wenig befestigte Flächen aufwendiger (Z)
- Grundwasserschutz sicherstellen (Z)

Ein Projekt, bei dem konsequent auf Versickerung und offenporige Beläge gesetzt wurde, ist der **Zollhallenplatz in Freiburg i. Br.**⁵⁷ Was nicht direkt über die Fugen in den Natursteinbelägen oder die Grüninseln versickert, wird über Rinnen in einen unterirdischen Rigolenkörper mit vorgeschaltetem technischem Filter eingeleitet und kann dort über längere Zeit versickern (Abb. 35). Der Platz selbst kann im Extremregenfall bis zu 10 cm überstaut werden. Es gibt keinen Kanalisationsanschluss.

Die Verwendung von sickerfähigen Materialien hat auch in der Schweiz eine lange Tradition. Anfängen von Projekten, bei denen Chaussierungen eingesetzt werden, über gebundene, aber durchlässige Beläge für Nebenflächen und wenig befahrene Platzflächen oder Schotterterrassen bis hin zu wasserdurchlässigen Pflasterungen gibt es alle Varianten.

In **Oberdorf (BL)** wurden beispielsweise die Lehrerparkplätze und das Velohaus bei einem Schulhaus mit dem durchlässigen Saibro-Belag befestigt (Abb. 36), in **Lugano** der Gehweg mit Resineo (Abb. 37). Auch begrünte Parkplätze oder Tramtrasses leisten einen Beitrag (Abb. 38 und 39).

Abb. 36: Nebenverkehrsflächen und Pausenplatz an der Sekundarschule Oberdorf (BL)



Abb. 37: Fussweg und Velostellplätze in Lugano



Abb. 38: Horburgstrasse in Basel – Tramtrasse nach der Begrünung

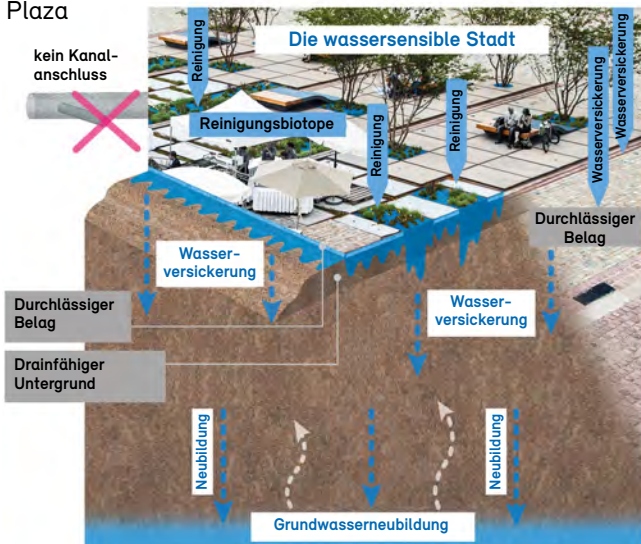


Abb. 39: Beispiel für Rasenfugenpflaster als Parkplatz, Lugano Suglio



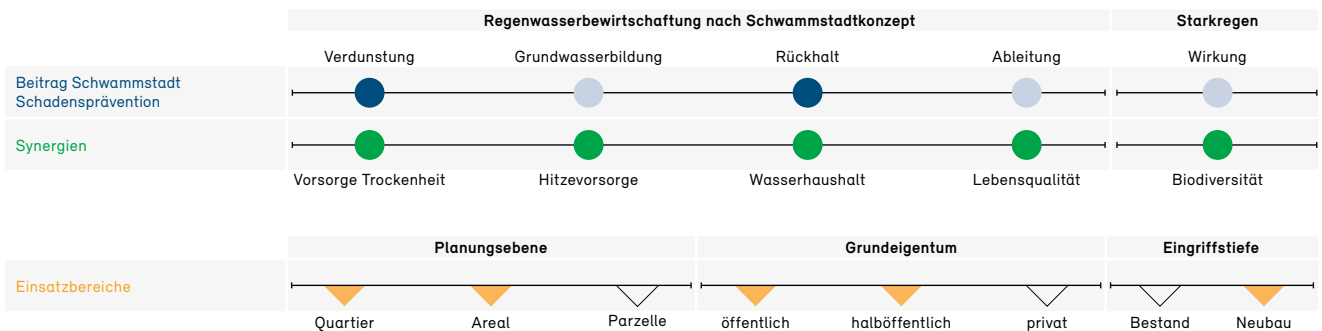
Abb. 35: Freiburg – Versickerung auf dem Zollhallenplatz

Starkregen
Plaza



6.3 Massnahmen an Wasserflächen und Gewässern

M 3.1 Wasserflächen mit zusätzlicher Einstaufunktion

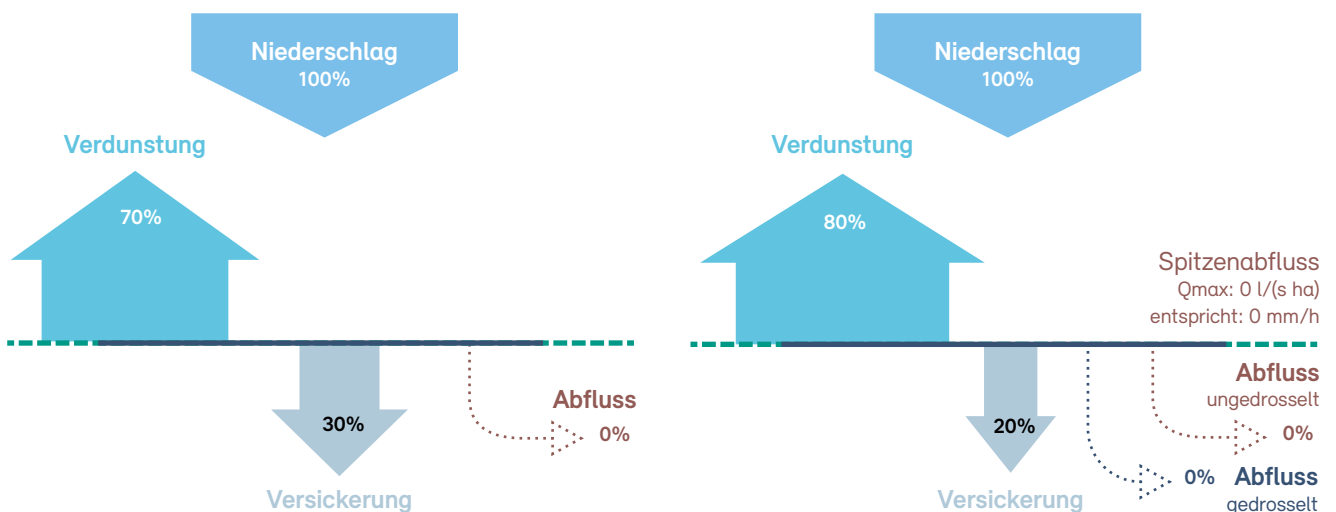


Bestehende Wasserflächen haben das Potenzial, über einen temporär höheren Wasserstand zusätzliche Starkregenmengen zurückzuhalten. Die Versickerung im Uferbereich und mehr Zeit für Verdunstung stärken den natürlichen Wasserhaushalt.

Teiche und Seen können dank ihrer grossen Fläche selbst bei geringen Einstauhöhen sehr einfach grosse Rückhaltevolumen zur Verfügung stellen. Die so geschaffenen Retentionsvolumen dienen als Zwischenspeicher mit gedrosseltem Abfluss (Abb. 40).

Die erweiterten Einstauflächen an Gewässern sollten an Geländetiefpunkten geschaffen und von kritischer Bebauung freigehalten werden. Daher ist die Realisierbarkeit von den vorhandenen Platzverhältnissen und der Geländetopografie abhängig. Im Zusammenhang mit naturnahen Gewässerauen oder überstaubaren Uferbereichen sind vielfältige Synergien möglich, insbesondere beim Thema Biodiversität.

Abb. 40: Wasserbilanz eines Teiches mit angeschlossener Fläche gleicher Grösse und Überlaufrigole



Mittlere jährliche Wasserbilanz
(für Berliner Klimaverhältnisse mit ca. 600 mm Niederschlag)

Wasserbilanz für einen Starkregen
(für einen Starkregen hN=16,6 mm, Regendauer 30 min)

Neben der Bewirtschaftung des Bemessungsregenereignisses können offene Wasserflächen durch Verdunstung für kühlende Effekte im Stadtraum sorgen.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Wasserflächen brauchen Platz und sind wenig multifunktional nutzbar (H)
- Unterhaltungsaufwand höher als einfache Grünflächen (H)
- Sicherheits- und Gesundheitsaspekte (Abgrenzungen, Tigermücke etc.) (Z)

Ein Beispiel für die gelungene Verbindung von Funktion und Gestaltung ist der Retentionssee im Zentrum des **Projektes Arkadien Winnenden⁸¹ in Stuttgart** (Abb. 41). Er schafft eine besondere Atmosphäre in der Siedlung, ist Lebensraum für Flora und Fauna und kann bis zu 90 m³ Regenwasser zwischenspeichern, bevor es verzögert in

Abb. 41: Winnenden – Lageplan mit Retentionssee



Abb. 42: Integrierte Infrastruktur zur Regenwasserbewirtschaftung kann auch so aussehen.



den angrenzenden Bach abfließt (Abb. 42). Der See wird ergänzt durch ein Rinnen- und Muldensystem, wodurch das Gesamtgebiet komplett ohne Regenkanalisation realisiert werden konnte.

Ein gutes Schweizer Beispiel dieser Art ist der 2006 gebaute **See im Opfikerpark³² in Opfikon (ZH)**. Der rund 2,3 Hektar grosse See wird im Wesentlichen durch das Dachabflusswasser der angrenzenden Bebauung gespeist. Im Extremregenfall fungiert er als Retentionsspeicher. Ab einer bestimmten Höhe fließt das Regenwasser über in die Glatt. Der See ist ein beliebter Natur- und Erholungsraum. Dank der guten Wasserqualität kann darin sogar gebadet werden.

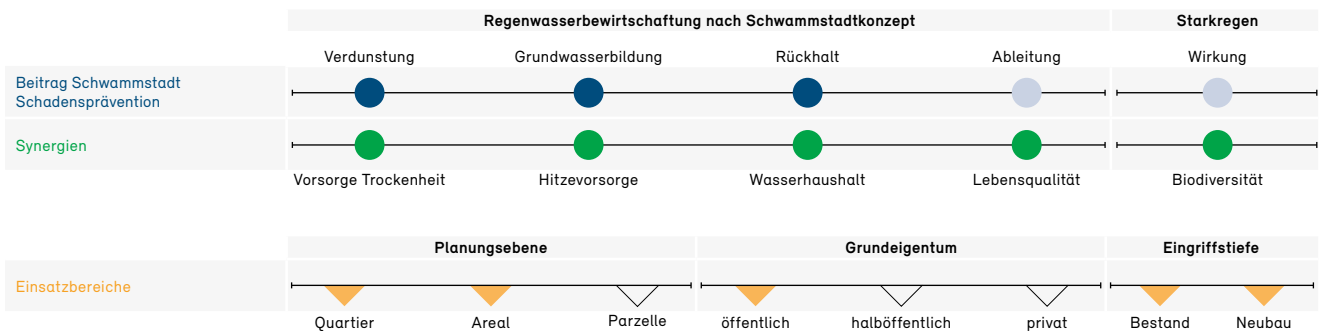
Das Rückhaltebecken im **Gebiet Wigarten³⁶ in Wetzikon (ZH)** wurde Mitte der 1990er-Jahre im Zusammenhang mit der Erschliessung und Überbauung des Quartiers erstellt. Gemäss Entwässerungskonzept ist das Gebiet im Trennsystem zu entwässern. Wegen des undurchlässigen Bodens und der Topografie kann das Regenwasser nur schlecht versickern. Die nahe gelegenen Gewässer Vogelsangbach und Lendenbach sind bereits überlastet. Mit dem Bau des Rückhaltebeckens können die im Gebiet Wigarten anfallenden Regenwasserspitzen abgefangen und dosiert in den Bach weitergeleitet werden. Das Gebiet mit seinen rund 100 Hochstamm-bäumen, Hecken- und Randstrukturen hat sich inzwischen zu einem Naturschutzgebiet von kommunaler Bedeutung entwickelt (Abb. 43).

Abb. 43: Rückhaltebecken Wigarten



6.3 Massnahmen an Wasserflächen und Gewässern

M 3.2 Bach(revitalisierungen) mit Retention



Begradigte oder eingedolte Bachläufe können ihre Rückhalte- oder Drosselungsfunktion bei Starkniederschlägen nur beschränkt oder gar nicht wahrnehmen. Mit einer naturnahen Gestaltung resp. Bachöffnung können die Abflussgeschwindigkeit verlangsamt, Einstaubereiche geschaffen und die Verdunstung gefördert werden.

Bäche sind ausgesprochen wichtige (Lebens-)Adern, nicht nur für die Wasserbewirtschaftung im Siedlungsgebiet. Sie müssen konsequent mit ihren natürlichen Funktionen in das örtliche Wassergesamtsystem integriert sein oder reintegriert werden. Angrenzende landwirtschaftliche oder andere temporär verfügbare Flächen sollten in die Betrachtung miteinbezogen werden und ergänzende Volumen zur Abflussreduzierung ermöglichen. Ziel ist auch hier, Volumen dezentral zur Verfügung zu stellen, um das Überflutungsrisiko im Unterlauf zu verringern.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Retentionsraum in urbanen Gebieten ist selten einfach verfügbar und teuer (Z)
- Abwägung zwischen Natur- und Erholungsraum, Retentionsvolumen und Sicherheit (Z)

Die eingedolte **Alna in Groruddalen**⁷⁰, einem Industriegebiet am Rande **Oslos**, sollte freigelegt werden. Zugleich sollte möglichst viel Retentionsvolumen, aber auch (Er-)Lebensraum für Flora, Fauna und die Anwohner geschaffen werden. Entstanden ist ein Flusstal, das der Alna Raum zum Mäandrieren gibt (Abb. 44). Integriert ist auch ein Naturschwimmteich (Abb. 45). Alle Grün- und Wasserflächen können überstaut werden und schaffen somit Volumenspeicher für Starkregenereignisse.

Abb. 44: Lageplan – Freilegung der Alna in Oslo



Abb.45: Naturschwimmteich mit Retention und Überlauf



Im Herzen Singapurs liegt der **Park Bishan-Ang Mo Kio**⁷⁹. Durch ihn fliesst der Kallang River, der die für die Trinkwasserversorgung genutzten Seen mit dem Meer verbindet. Früher floss dieses Wasser neben dem Park in einem Betonkanal, der die subtropischen Regenfälle möglichst schnell in Richtung Meer ableiten sollte. Mit der Neugestaltung des Parks nach der Strategie, dass Wassermanagement integriert und gleichzeitig Raum für Mensch, Flora und Fauna geschaffen werden soll, wurde der Kanal abgebrochen und der Fluss durch den Park geleitet. Der Kallang River ist jetzt ein attraktiver Lebensraum und fliesst durch ein Flusstal, das sich bei stärkeren Regenereignissen auch füllen kann (Abb. 46 und 47).

Der **Albisrieder Dorfbach**⁴⁰ fliesst auf weiten Strecken offen durch das gleichnamige Zürcher Stadtquartier und nimmt dabei auch Niederschlagsabwasser aus der Siedlungsentwässerung auf. Die Strassen quert er unterirdisch. Der Durchlass unter der Rautistrasse ist dabei bewusst so knapp bemessen, dass sich die oberhalb liegende Parkfläche bei Regenwetter temporär einstaut (Abb. 48 und 49).

Abb. 46: Renaturierter Kallang River im Park Bishan-Ang Mo Kio bei Normalwasser



Abb. 47: Kallang River bei ca. 20-jährlichem Regenereignis

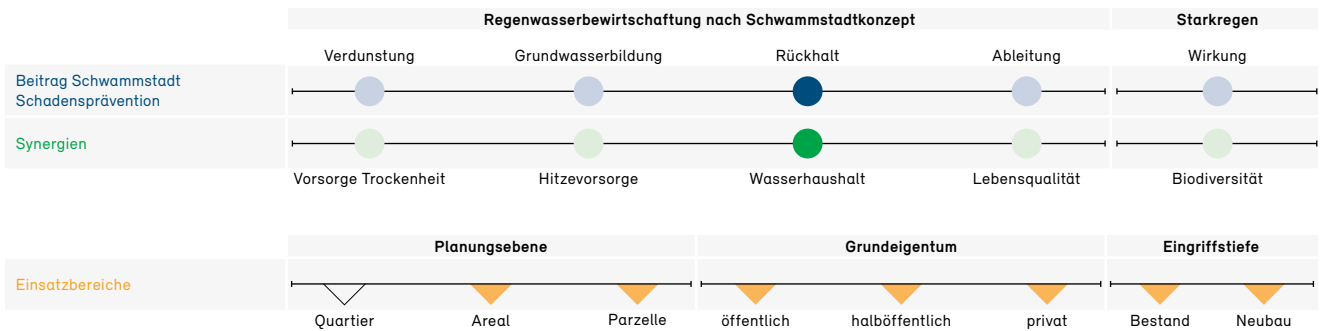


Abb. 48 und 49: Der Albisrieder Dorfbach bei Normalwasser und nach einem Regenereignis



6.4 Massnahmen im Frei- und Strassenraum

M 4.1 Mulden



Eine wirksame Möglichkeit zur dezentralen Versickerung und Verdunstung sind begrünte Mulden, die in der Regel trocken sind und bei Starkniederschlägen Wasser zwischenspeichern. Sie sollten sich innerhalb von 24 Stunden wieder entleeren, um Zielkonflikte zu vermeiden.

Auf einfache, aber wirkungsvolle und natürliche Art und Weise können Mulden als bepflanzte Geländevertiefungen in unmittelbarer Nähe von versiegelten Flächen, von Gebäuden oder von Strassenraum sehr effizient Regenwasser bewirtschaften. Die Weisungen von VSA und Kantonen zu einer allfällig nötigen Reinigung des Regenwassers sind zu beachten. Mulden dienen der gesammelten, dezentralen Versickerung bei einem mittleren Flächenbedarf. Das Verhältnis der Muldenfläche zur angeschlossenen Fläche sollte im Bereich von 1 : 10 liegen. Je nach Sickerfähigkeit des Bodens und Regenhäufigkeit oder -intensitäten muss dieses Verhältnis individuell angepasst werden. Mulden sind ausserhalb

von Regenereignissen trocken und dauerhaft begrünt, in der Regel durch eine Grasschicht. Die Entleerung erfolgt durch Versickerung durch die oberen Bodenschichten und Verdunstung. Mulden sollten sich innerhalb maximal eines Tages komplett entleeren und benötigen daher möglichst sickerfähigen anstehenden Boden, sonst müssen sie sich über Drosseln langsam entleeren können. Das Speichervolumen kann unterhalb der Geländeoberfläche durch Rigolen vergrössert werden. In dem Fall spricht man von einem Mulden-Rigolen-System. Über Rigolen kann das Wasser flächensparend unterhalb der Mulde gespeichert und verzögert in den Boden versickert werden. Zusätzliche gedrosselte Abläufe ermöglichen den Einbau von Rigolen bei weniger durchlässigen Böden.

Eine weitere, weniger verbreitete Form von Mulden sind Verdunstungsmulden. Diese Mulden sind abgedichtet und dienen ausschliesslich der verzögerten Abführung und Verdunstung von Oberflächenwasser. Sie werden meist strassenbegleitend eingesetzt.

Abb. 50 und 51: Parc des Guillaume's mit überlagernden Funktionen als Natur-, Erholungs- und Retentionsraum



Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Hohe Anforderungen an Bautechnik und Unterhaltung, um Multifunktionalität dauerhaft gewährleisten zu können (H)
- Nutzungseinschränkungen im Regenfall (Z)

In **Noisy le Sec in Frankreich** dient der sich wie ein grüner Fluss durch das Gebiet schlängelnde **Parc des Guillaumes**⁷³ dazu, das Wasser aus den umgebenden Wohn- und Gewerbeflächen in grossflächigen Mulden zu versickern und zu verdunsten (Abb. 50). Die Randbereiche des Parks sind intensiv genutzt (Abb. 51). Auch die zentralen Naturflächen können, wenn es nicht regnet, zur Erholung genutzt werden.

Die vorbildliche dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im 25 Hektar umfassenden Pilotprojekt im **Quartier Les Vergers**³¹ in **Meyrin (GE)** wurde möglich durch den kantonalen Klimaschutzplan, dessen Massnahme Nr. 5.4 darauf abzielt, «die Massnahmen im Zusammenhang mit dem Konzept des Wassers in der Stadt zu stärken». Auch hier wird mit Mulden im Strassenraum und im Wohnumfeld (Abb. 52) gearbeitet.

Abb. 52: Mulde in Gärten im Quartier Les Vergers



Abb. 53: Bepflanzte Mulden nehmen bei Starkniederschlägen das Wasser am Turbinenplatz auf.



Der **Turbinenplatz**⁴⁴ ist ein zentraler Freiraum im ehemaligen Industriegebiet Escher-Wyss-Areal in **Zürich**. Das Niederschlagsabwasser von den befestigten Platzflächen und den angrenzenden Strassen gelangt über die oberflächigen Entwässerungsrinnen in bepflanzte Mulden (Abb. 53). Zum Schutz des angrenzenden Technoparks sind diese mit einem Notüberlauf in die Kanalisation ausgestattet (ausgelegt auf ein 10-jährliches Regenereignis), für den Fall, dass die Sicker- und Verdunstungsleistung in Kombination mit dem Rückhaltevolumen der Mulden überlastet sind.

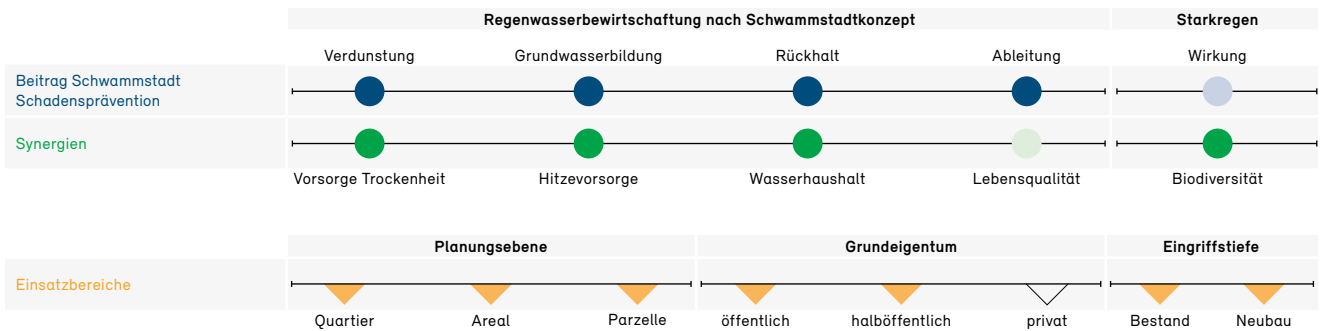
Über Jahre bildeten sich bei starkem Regen am **Max-Bill-Platz**⁴³ in **Zürich** Pfützen beziehungsweise kleine Seen (Abb. 54). Zeitweise fanden sich sogar Enten ein. Als Lösung wurde im Jahr 2018 eine begrünte Versickerungsmulde erstellt, die das Volumen von Starkniederschlägen aufnimmt. Zudem wurden 30 neue Bäume gepflanzt (Abb. 55).

Abb. 54 und 55: Der Max-Bill-Platz vor und nach dem Umbau



6.4 Massnahmen im Frei- und Strassenraum

M 4.2 Offene Gräben



Offene Gräben führen im Gegensatz zu Mulden meistens Wasser. Sie entwässern, dienen der Retention und Verdunstung. Sie können wertvolle Erholungs- und Natur-elemente sein.

Gräben werden mehrheitlich wasserführend, können aber auch trocken betrieben werden (lineare Mulde). Ähnlich den Verdunstungsmulden dienen auch Gräben grösstenteils der Entwässerung, der erhöhten Verdunstung über die Wasseroberfläche und Pflanzen, der Retention über wechselnde Wasserspiegel sowie in Abhängigkeit der Bodenverhältnisse auch teilweise der Versickerung.

Einfache Gräben sind von alters her bekannt. Sie können kostengünstiger erstellt werden als technische Lösungen wie Rohrleitungen und ermöglichen zusätzlich die Erlebbarkeit von Wasser im Siedlungsraum, bieten erhöhte Kühlleistung durch Verdunstung und Lebensraum für Flora und Fauna.

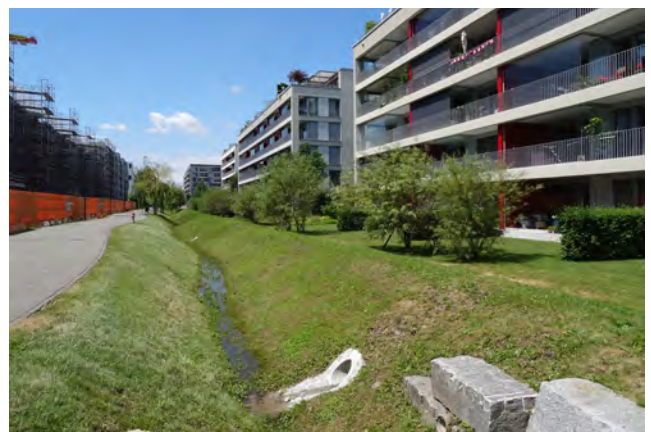
Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Wasserzulauf muss sichergestellt sein, da im Sommer hohe Verdunstung (H)
- Sicherheit und städtebauliche Integration oft schwierig (H)
- Durch Bewegung des Wassers und Fressfeinde eine Mückenentwicklung minimieren (H, Z)

Abb. 56: Wohnpark Trabrennbahn Farmsen mit Regenwasserkanal



Abb. 57: Gräben leiten das Regenwasser der Gebäude zum See im Opfikerpark.



In **Hamburg** wurde die ehemalige **Trabrennbahn im Stadtteil Farmsen**⁵⁶ in eine nachhaltige Wohnsiedlung umgestaltet. Ein Kanal greift die Form der ovalen Trabrennbahn auf und wird damit zentrales Freiraum- und Wasserelement (Abb. 56). Regenwasser wird teilweise direkt in den Gräben eingeleitet. Im Falle stärkerer Regenereignisse kann sich Wasser in den Gräben bis zu 20cm höher einstauen.

Gräben sind einfach herzustellende Elemente, um Regenwasser zu transportieren. Im Glattpark in Opfikon (ZH) leiten die Gräben das Regenwasser der Dächer zum See im **Opfikerpark**³² (siehe auch Kap. 3.1). Wichtig ist auch bei diesem Element eine frühzeitige Planung, um eine gute Integration in den Freiraum zu erreichen: Der Graben in Abbildung 57 könnte deutlich flacher sein, würde das Regenfallrohr auf Erdgeschossniveau enden und nicht unter der Gebäude-Bodenplatte geführt werden.

Im **Labitzke-Areal in Zürich** wurde die Regenwasserbewirtschaftung von Beginn weg mitgedacht und in die Gestaltung des Aussenraums integriert (Abb. 58). Retentionsgräben umgeben das Areal. Sie sammeln das Regenwasser der befestigten Umgebungsflächen und ermöglichen eine Verdunstung durch die Bepflanzung mit Schilf und Gras sowie die Versickerung in den Lim-matschotter (Abb. 59). Ein Kanalisationsanschluss dafür erübrigt sich.

Abb. 58: Im Labitzke-Areal wird das Regenwasser in Retentionsgräben und Grünflächen geleitet.

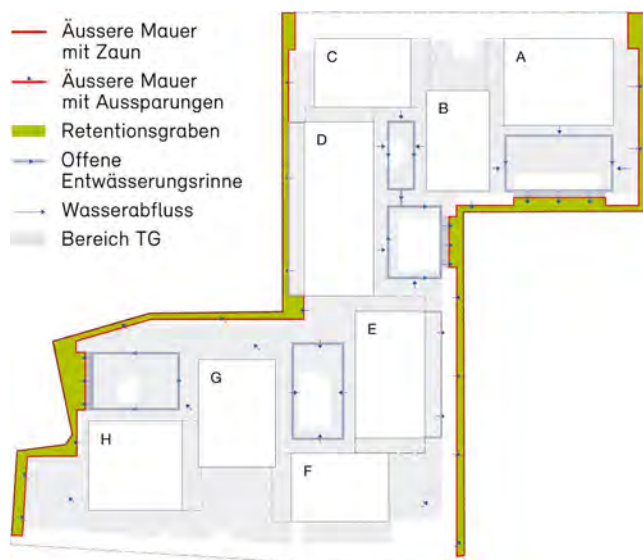
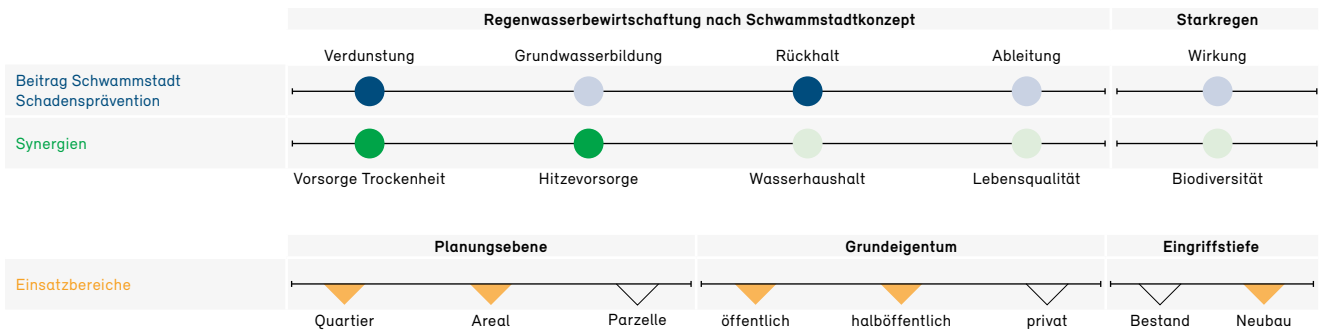


Abb. 59: Offene Gräben für Verdunstung und Versickerung



6.4 Massnahmen im Frei- und Strassenraum

M 4.3 Baumrigolen



Baumrigolen unterstützen über Einstau- und Versickerungsflächen die Schliessung der Wasserkreisläufe vor Ort. Sie verbessern zugleich die Lebensbedingungen der Stadtbäume und erhöhen deren Wirkungen gegen Hitze dank Schattenwurf und Verdunstung.

Die Baumstandorte können gezielt abgesenkt und als Einstau- und Versickerungsfläche genutzt werden. Wasser sickert durch die durchwurzelten Bodenschichten in ein darunterliegendes Rigolensystem. Die Rigole (nach unten abgedichtet) stellt ein zusätzliches Wasserreservoir für den Baum dar. Das Wasser kann dort über längere Zeiträume gespeichert und während Trockenphasen vom Baum genutzt und verdunstet werden. Diese Rigolen können auch linear unter den Gehweg oder strassenbegleitende Parkplätze erweitert werden und bilden so ein grosses Potenzial für die Regenwasserbewirtschaftung.

Stadtbäume wirken sich im Sommer durch ihren Schattenwurf positiv auf das Mikroklima aus. Gleichzeitig besitzen Bäume in der Vegetationsperiode das höchste Verdunstungspotenzial aller Bausteine der blau-grünen Infrastrukturmassnahmen und können so einen Beitrag sowohl in der Hitzeminderung wie auch in der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung leisten. Baumrigolen schaffen sehr viel bessere Lebensbedingungen für Stadtbäume. Das ist sehr wichtig, denn Bäume entwickeln erst mit zunehmendem Alter ihr volles Potenzial für die Verdunstung, als Schattenspender und als Lebensraum.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Bauweise ist noch relativ neu und wenig erforscht (H)
- Probleme im Umgang mit Stauwasser im Wurzelraum und Schadstoffeintrag in den Boden (H)
- Flächenkonkurrenz im Untergrund, Infrastrukturbedarf (Z)

Abb. 60: Prinzip der Baumrigole in Hamburg-Harburg

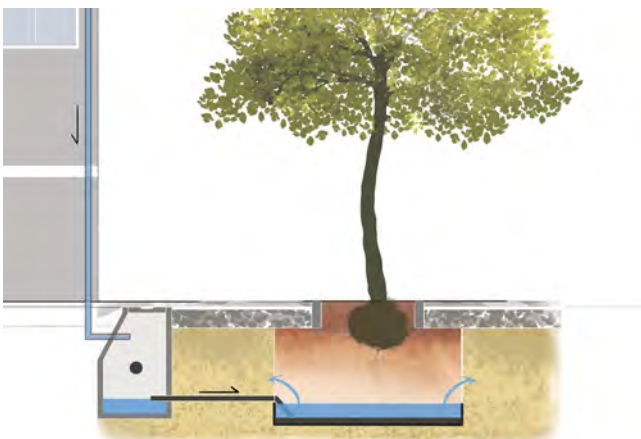
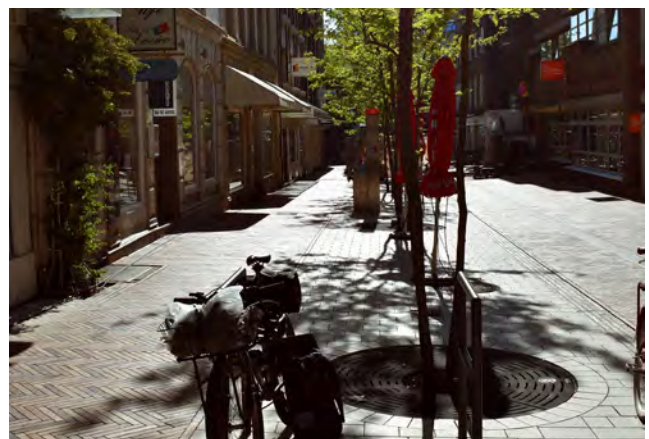


Abb. 61: Baumrigole im Strassenbild



Ein sehr aktuelles Beispiel, entwickelt und betreut von der HafenCityUniversität, sind die Baumrigolen in der **Hölerthiende in Hamburg-Harburg**⁶⁰. Dort werden in einer innerstädtischen Fussgängerzone mehrere Baumrigolen errichtet, in die das Dachwasser der angrenzenden Gebäude über Verteilerschächte eingeleitet wird (Abb. 60 und 61). Durch eine wasserdichte Bodenwanne werden ca. 1000l Wasser pro Baum gespeichert und können vom Baum aufgenommen und langsam verdunstet werden. Durch ein umfangreiches Monitoring und die eingebaute Sensorik soll im Lauf der nächsten Jahre die Wasserspeicherung, die Lagestabilität des Substrates, der Sauerstoff- und CO₂-Gehalt sowie der Trockenstress des Baumes untersucht werden.

In Planung befindet sich derzeit auch ein Baumrigolenprojekt in der **Scheuchzerstrasse in Zürich**⁴⁵. Eine neue Fernwärmeleitung und der Ausbau zur Veloroute geben den Anlass, auch die Baumstandorte und den Umgang mit dem Oberflächenwasser neu zu entwickeln. Um zum einen den Bäumen eine bessere Lebensgrundlage zu geben und zum anderen das Regenwasser vor Ort zu verdunsten bzw. zu versickern, werden grosszügige Substratvolumen teilweise unter dem Gehweg geschaffen und möglichst in Längsrichtung miteinander verbunden (Abb. 62 und 63). Eine wasserdichte Lage ermöglicht die Speicherung und den Rückhalt des Regenwassers. Eingeleitet wird das Regenwasser von Strasse und Trottoir.

Abb. 62: Längsschnitt mit Baumrigolen an der Scheuchzerstrasse mit teilweise verbundenen Mulden

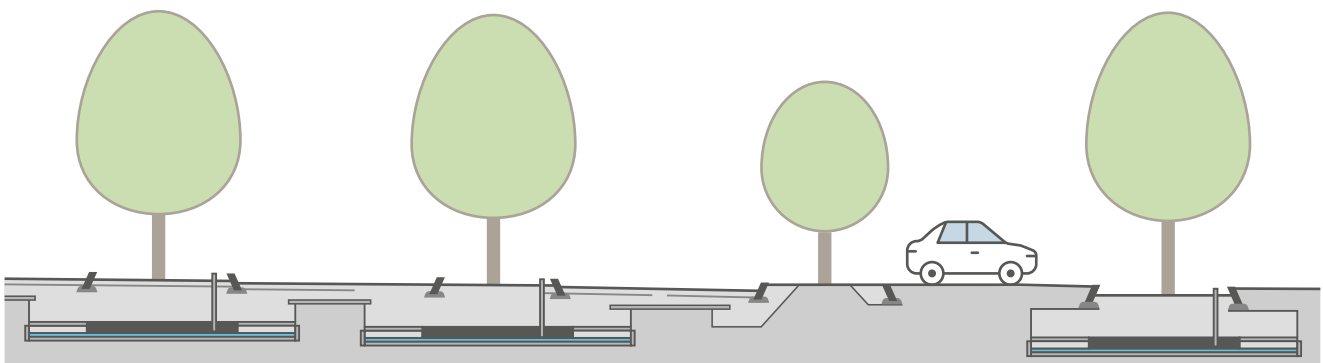
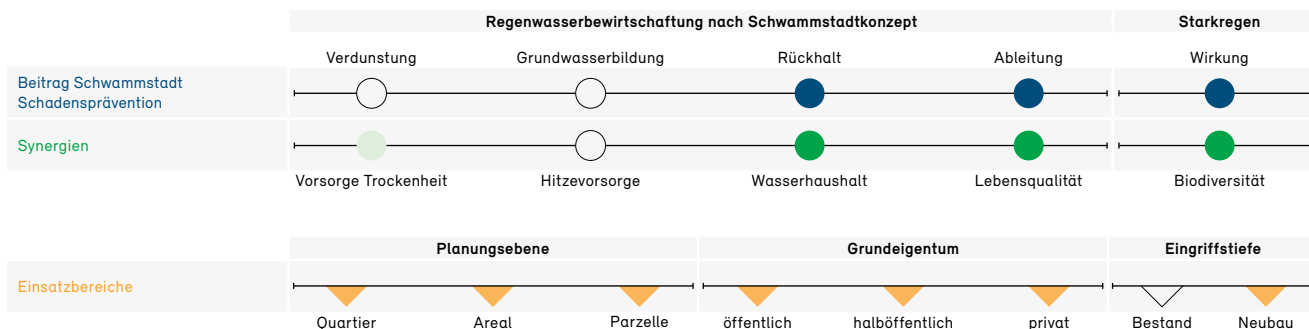


Abb. 63: Lageplan



6.4 Massnahmen im Frei- und Strassenraum

M 4.4 Flutmulden



Flutmulden sind – in Abgrenzung zu lokalen Mulden – grosse Bodenvertiefungen im Freiraum einer Siedlung. Sie dienen als Schutzanlagen und zur Entlastung bei Hochwasser, da sie bei Extremereignissen geflutet werden können.

Flutmulden sind gross angelegte, meist längliche, technische oder landschaftliche Bodenvertiefungen, die insbesondere der direkten Schadensverringerung bei Hochwasser und Überschwemmung dienen. Sie sind in der Regel wesentlich grösser und tiefer als dezentrale Entwässerungsmulden und werden als Schutzanlagen um Grundstücke oder Siedlungsgebiete oder parallel zu Gewässern angelegt. Wenn es zu einem Hochwasser kommt, werden diese Anlagen prioritär geflutet und nehmen einen Teil des Hochwassers auf, bevor es zu unkontrollierten Überflutungen kommen kann. Diese Elemente ergeben sich oft aus landschaftlichen Gegebenheiten oder historischen Strukturen, die heute einer anderen Nutzung zugeführt werden. Sie können aber auch ganz bewusst neu angelegt werden. Ihre Funktion basiert auf einer grossräumigen Analyse der Wasserverhältnisse und der Abflüsse bei starken Regenereignissen.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Grossräumige Berücksichtigung der Gegebenheiten und Fliesswege notwendig (H)
- Multifunktionale Nutzung vorausschauend miteinplanen (H)
- Bei grossräumiger Planung frühzeitige Flächensicherung notwendig (H)
- Flächenkonkurrenz (Z)

Ein gutes Beispiel einer Flutmulde ist **Landshut⁶⁴ in Bayern**. Sie dient vor allem dazu, die Altstadt bei Hochwasser aus der Isar vor Überflutungen zu schützen. Auch überschüssiger Starkregen wird in die Mulde eingeleitet (Abb. 64).

Abb. 64: Flutmulde Landshut



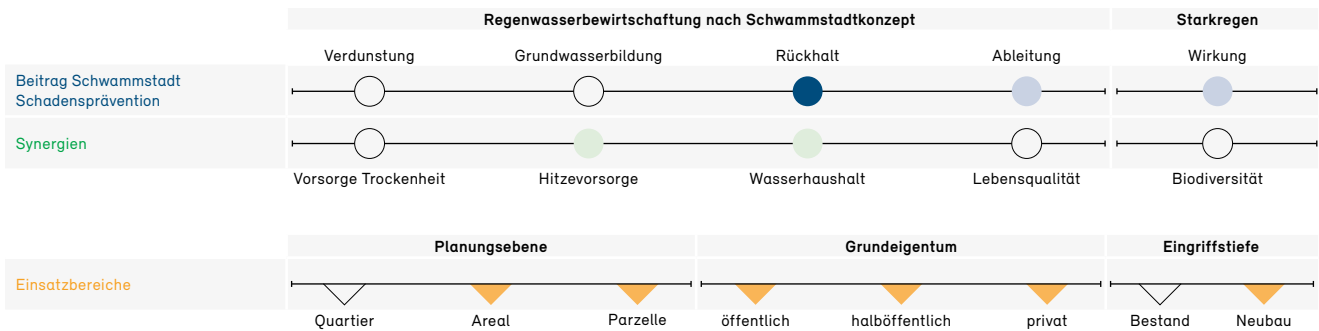
Der **Abistbach**³⁰ in der Gemeinde **Marthalen** (ZH) hat in der Vergangenheit wiederholt Überschwemmungen verursacht. Entsprechend dem kommunalen Hochwasserschutzkonzept wurde beim Ausbau des Bachs die Abflusskapazität nicht auf die zu erwartende Hochwassermenge ausgelegt. Der Vollausbau im Dorfbereich hätte das geschützte Ortsbild zerstört. Mit einem Hochwasserrückhaltebecken wird nun die Hochwasserspitze so gedämpft, dass das Abflussvermögen des Abistbachs im Dorfbereich ausreicht. Grössere Abflüsse werden in der Flutmulde gestaut und zurückgehalten. Nach Abklingen des Hochwassers ist das Becken innert Stunden wieder geleert. In der Flutmulde integriert sind zwei Fussballplätze, die bei seltenen Hochwasserereignissen überstaut werden. Gegen kleinere Hochwasser sind die Fussballplätze mit niederen Dämmen geschützt. Im häufig überschwemmten Beckenteil entsteht ein wertvoller Feuchtbereich mit dem revitalisierten Bach (Abb. 65).

Abb. 65: Die Flutmulde in Marthalen



6.5 Massnahmen im Untergrund

M 5.1 Rigolen



Rigolen als unterirdische Bauwerke sind flexible Zwischenspeicher. Sie werden vorwiegend bei Platzmangel, wenig durchlässigen Böden oder hohem Grundwasserstand angewendet und möglichst mit oberirdischen Lösungen kombiniert.

Rigolen sind unterirdische, in ein Geotextil oder in Folien eingefasste Speicher und teilweise auch Versickerungsanlagen aus hohlräumbildenden Baustoffen (Abb. 66). Diese Baustoffe können z. B. Kunststoffkörper sein (verfügbares Porenvolumen über 90 %) oder auch Einkornkies (verfügbares Porenvolumen max. 30 %) (Abb. 67). Niederschlagsabflüsse können in den Rigolen zwischengespeichert und nach vorheriger Filterung und Reinigung gemäss Vorgabe des VSA bzw. der Kantone flächig in den Unter-

grund versickert werden. Rigolen sind kombinierbar mit oberflächigen Versickerungsanlagen wie Mulden oder Baumstandorten. Die Ausführung mit zusätzlichem Drainagerohr mit gedrosselter Ableitung ermöglicht einen Einbau auch bei wenig durchlässigen Böden oder bei zu hoch anstehendem Grundwasser. Rigolen sollten nur angewendet werden, wenn andere, oberflächige Bewirtschaftungsmassnahmen ausgeschöpft sind (Überwachbarkeit, monofunktionale Anlage).

Abb. 66: Bau einer Rigole



Abb. 67: Die untersten Lagen bestehen aus Kunststoffelementen (Löschwassernutzung), die weitere Auffüllung hier aus Lava (hohes Porenvolumen).

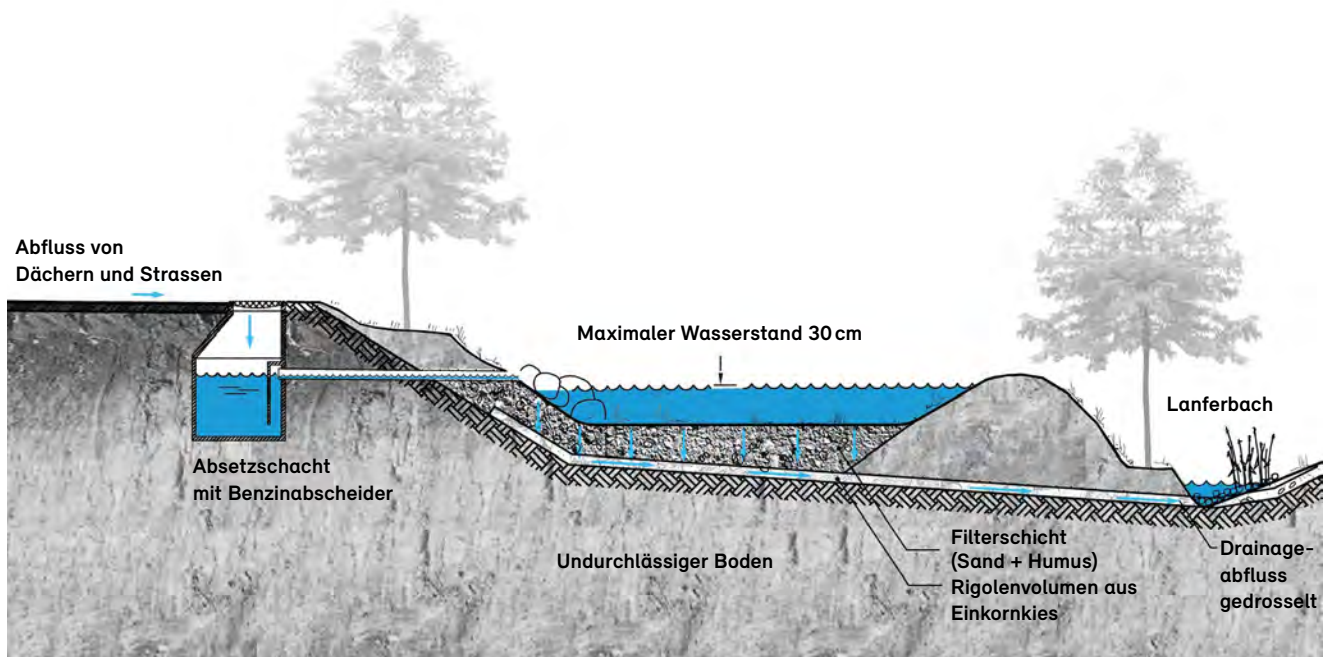


Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Nur anwenden, wenn alle oberirdischen Massnahmen ausgereizt sind (H)
- Einfache Bauweise, aber rein unterirdisches und technisches Bauwerk, wodurch kaum Synergien zu anderen Nutzungen als der Siedlungsentwässerung möglich sind (Z)

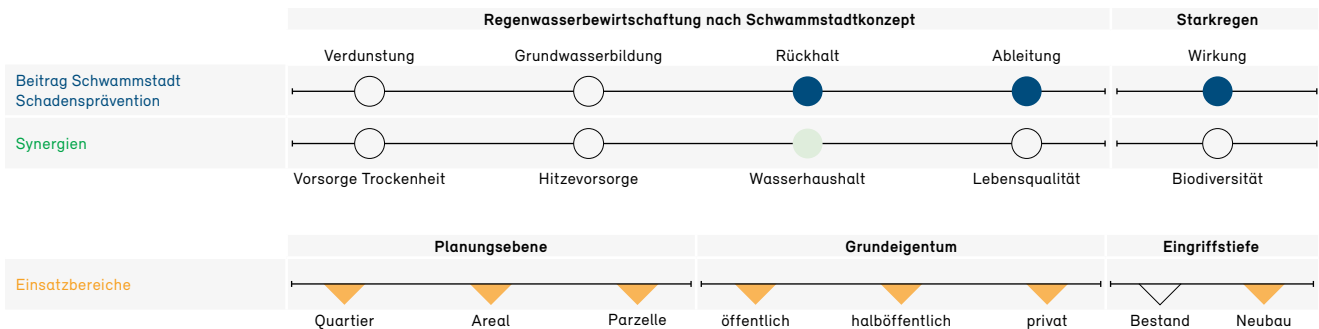
Rigolen können sehr gut mit Mulden kombiniert werden. Dadurch wird über die belebte Bodenzone gereinigtes Wasser in die Rigolen eingeleitet und kann dann entweder versickern oder in den Vorfluter abgeleitet werden (Abb. 68). Bei einem Projekt in **Gelsenkirchen in Nordrhein-Westfalen** wird die Entwässerung aus der Siedlung über ein solches System bewirtschaftet und gereinigt und dient als unregelmässige Zuspeisung für den vormaligen **Lanferbach**⁵⁸. Dadurch konnte ein neues Feuchtbiotop entstehen.

Abb. 68: Schnitt Mulden-Rigolen-System



6.5 Massnahmen im Untergrund

M 5.2 Rückhaltebecken



Rückhaltebecken haben die Aufgabe, bei Starkregenereignissen Wasser auf befristete Zeit aufzunehmen, um die Abflussspitze zu brechen. Ansonsten liegen sie trocken und dienen keiner anderen Nutzung.

Rückhaltebecken im Siedlungsraum sind künstlich angelegte grosse, meist unterirdische Becken. (Die oberirdischen, in der Regel landwirtschaftlich genutzten Rückhaltebecken, wie sie im Wasserbau verbreitet sind, werden in der Massnahme M 1.1 thematisiert.) Bei Starkregenereignissen wird das Wasser in diesen Becken zentral gesammelt. Es läuft nach Abklingen des Regenereignisses gedrosselt ab, sodass die Becken anschliessend wieder trockenfallen und das Speichervolumen zur Verfügung steht. Die frühzeitige Planung solcher Volumen ermöglicht oft eine einfache und kostengünstige Herstellung. So können z. B. sowieso notwendige Aushubarbeiten erweitert werden oder ungünstige Bauvolumen, die anderweitig kaum nutzbar sind, dafür verwendet werden. Es kann auch über das eigene Gebäude oder Grundstück hinaus nach Möglichkeiten gesucht werden, um zentrale Rückhaltebecken herzustellen. Unter Umständen findet man dort einfachere und kostengünstigere Lösungen als auf dem eigenen Grundstück. Rückhaltebecken sind monofunktional und weisen kaum Synergien auf.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Unterirdische monofunktionale Speicher nur als letzte mögliche Massnahme einsetzen (H)
- Synergien zur Nutzung des Wassers suchen (H)
- Flächenbedarf und -konkurrenz im Untergrund (Z)
- Eingriffe ins Grundwasser sind abzuwägen (H, Z)

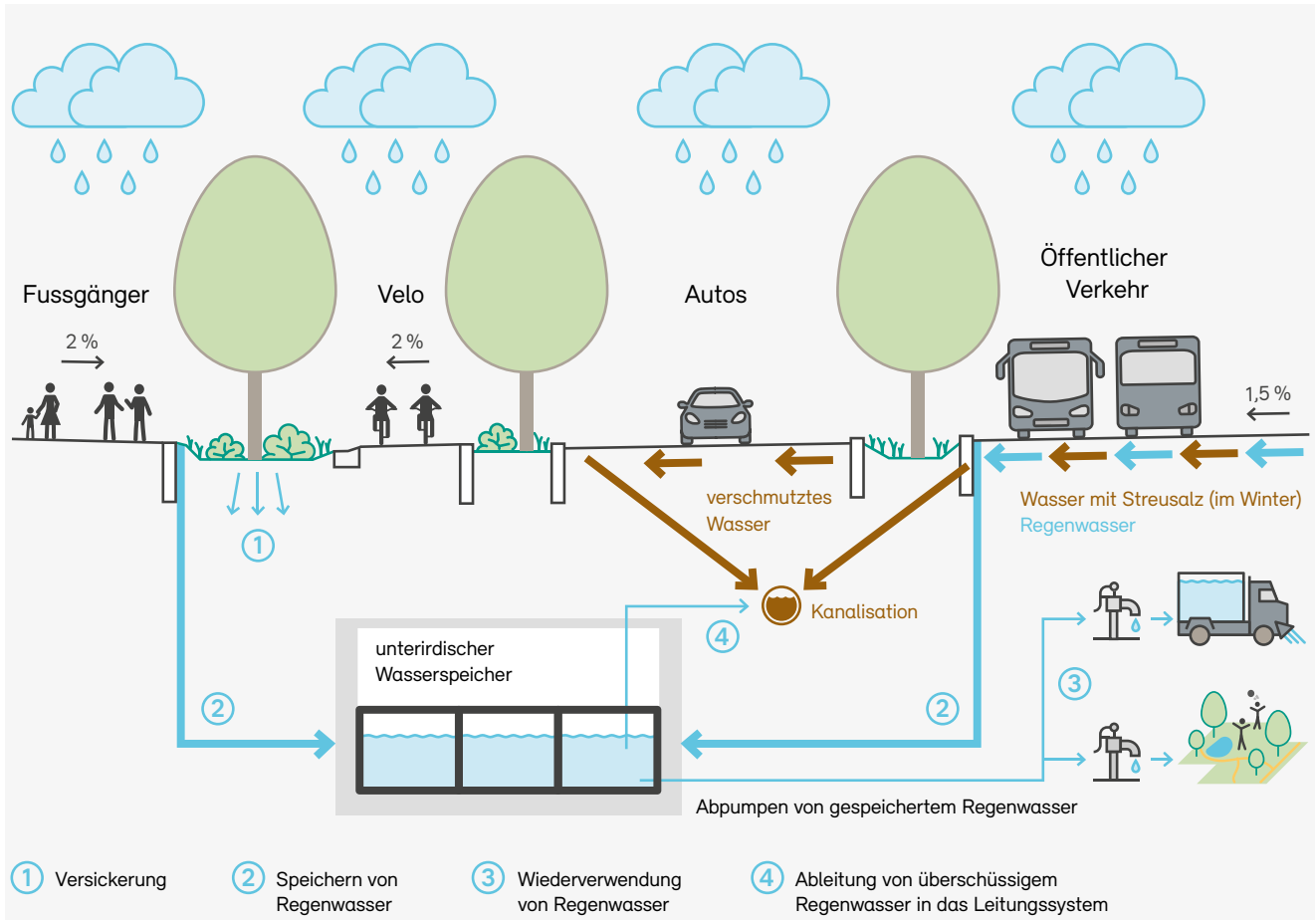
In **Rotterdam**⁷⁷ wurde der Bau einer Tiefgarage für den Museumpark dafür genutzt, fehlendes Retentionsvolumen für Starkregenfälle herzustellen (Abb. 69). Unter der Einfahrtsrampe befindet sich ein Rückhaltevolumen von ca. 10 000 m³.

In **Lyon** wurde die frühere Stadtautobahn, die **Rue Garibaldi**⁶⁶, in eine normale Stadtstrasse umgebaut. Alle Nebenflächen wie Fusswege und Plätze entwässern in begleitende Sickermulden, das verschmutzte Wasser der Fahrbahnen wird in den Kanal abgeleitet. Fällt mehr Regen bzw. Starkregen, werden unterirdische Rückhaltebecken gefüllt, die zuvor die Funktion von Strassenunterführungen hatten (Abb. 70). Dieses Wasser wird verwendet, um Strassen zu reinigen und Grünflächen zu bewässern.

Abb. 69: Schematischer Schnitt der Tiefgarage mit Retentionsvolumen



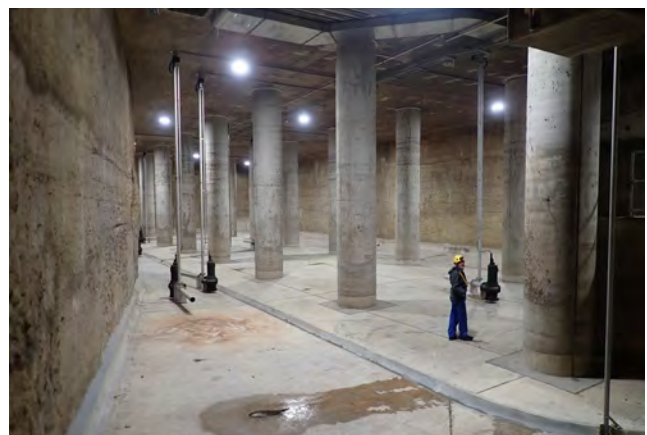
Abb. 70: Umbau von Strassenunterführungen in Rückhaltebecken



Regenrückhaltebecken gehören zu den Infrastrukturen, die vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts für viel Geld erstellt und heute kaum mehr wahrgenommen werden. Das 2019 in Betrieb genommene medizinische Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung «siteminsel» in **Bern** ist ein Leuchtturmprojekt. Das sich darunter das 1974 erstellte Regenrückhaltebecken Zieglerstrasse befindet, das mit 6000 m³ Nutzinhalt die Grösse einer mittleren Turnhalle aufweist, dürfte hingegen kaum jemandem bekannt sein (Abb. 71). Das Becken wurde erstellt, weil die maximalen Zuflüsse zum Inselplatz ein Vielfaches der Ableitungskapazität betrogen und ein Ausbau der Kanalisation aufgrund der Platzverhältnisse in der Zieglerstrasse nicht möglich war. Das Rückhaltebecken drosselt nun den Abfluss und speichert das überschüssige Wasser, bis wieder genügend Kapazität im Kanalnetz vorhanden ist. Das Beckenvolumen ist auf ein 10-jährliches Regenereignis ausgelegt. Für den Überlastfall besteht ein Notüberlauf

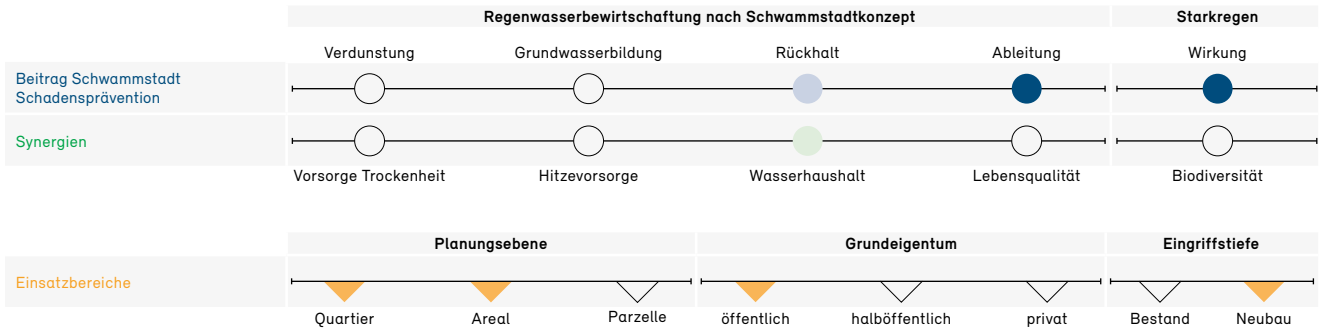
in die abgehende Kanalisation. Naturgemäss wird nur wenige Male pro Jahr Wasser in das Rückhaltebecken geleitet.

Abb. 71: Regenrückhaltebecken Zieglerstrasse



6.5 Massnahmen im Untergrund

M 5.3 Kanalisationen/Entlastungskanäle



Die Ausnutzung von Retentionsvolumen in der Kanalisation kann eine sinnvolle Ergänzung zu oberirdischen Systemen bilden und mit wenig Investitionen zusätzliche Sicherheiten im Starkregenfall schaffen.

Durch die Rohrsysteme der Kanalisationen lässt sich Regenwasser schnell und sicher ableiten. Das bewährte System wird nicht immer vollständig ausgenutzt und bietet als Entlastungsanlage eine sinnvolle Ergänzung zu oberirdischen Systemen. Sollte das oberirdische Entwässerungssystem an seine Kapazitätsgrenzen gelangen, kann überschüssiges Wasser durch Entlastungskanäle abgeführt werden, um Überflutungen im Siedlungsgebiet zu vermeiden oder zu reduzieren.

Vor allem in grösseren Städten gibt es in den umfangreichen Kanalsystemen grosse Rückhaltepotenziale. Durch eine intelligente Steuerung könnten diese Potenziale mit vertretbarem Aufwand genutzt werden.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Komplexe Datenerfassung, Planung und Bemessung (H)
- Entwicklung einer Steuerung im laufenden Betrieb notwendig (H)
- Veränderungen an einem weitgehend funktionierenden System generieren möglicherweise neue Probleme (Z)

In **Berlin** wurde im Forschungsprojekt KURAS⁸³ (Konzept für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme) untersucht, wie die motorbetriebenen Kanalwehre der Wasserbetriebe so gesteuert werden können, dass bei grossen Regenereignissen mehr Speichervolumen in den Kanälen zur Verfügung steht. In einer hydrau-

lischen Kanalnetzsimulation wurden die besten Stellen für diese Wehre errechnet. Es konnte aufgezeigt werden, dass im Kanalnetz mehrere Tausend Kubikmeter ungenutztes Speichervolumen vorhanden ist – ein einfach zu erschliessendes Potenzial. Die Erprobungsphase läuft derzeit.

Im Regenüberlaufbecken Morillon in der Gemeinde **Köniz** (BE) wird das Mischabwasser vorbehandelt, das bei starken Niederschlägen in die Aare entlastet wird. Wegen des Gefälles von rund 4 Prozent im untersten Kanalabschnitt entwickelt das zufließende Wasser eine Energie, die im (bisher noch nicht aufgetretenen) Überlastfall zu Bauwerksschäden und zu Wasseraustritten führen könnte. Dies gefährdet die Liegenschaften am steilen Aarehang. Um das Risiko zu minimieren, wurden im oberen Teil des

Abb. 72: Zulaufkanal in Köniz mit Drosselblende. Im schwarzen Schutzrohr befindet sich eine Sonde zur Wasserstandsmessung.



Zulaufs statische Drosselblenden (Abb. 72) eingebaut, die die Abflusskapazität reduzieren. Bei einem Starkregen wird zuerst das verfügbare Kanalvolumen aktiviert. Bei einem noch stärkeren Ereignis kommt es zum Rückstau in die angeschlossenen Liegenschaften und auf die Oberfläche, dank der Drosseln allerdings in flacherem Gelände und mit geringeren Intensitäten.

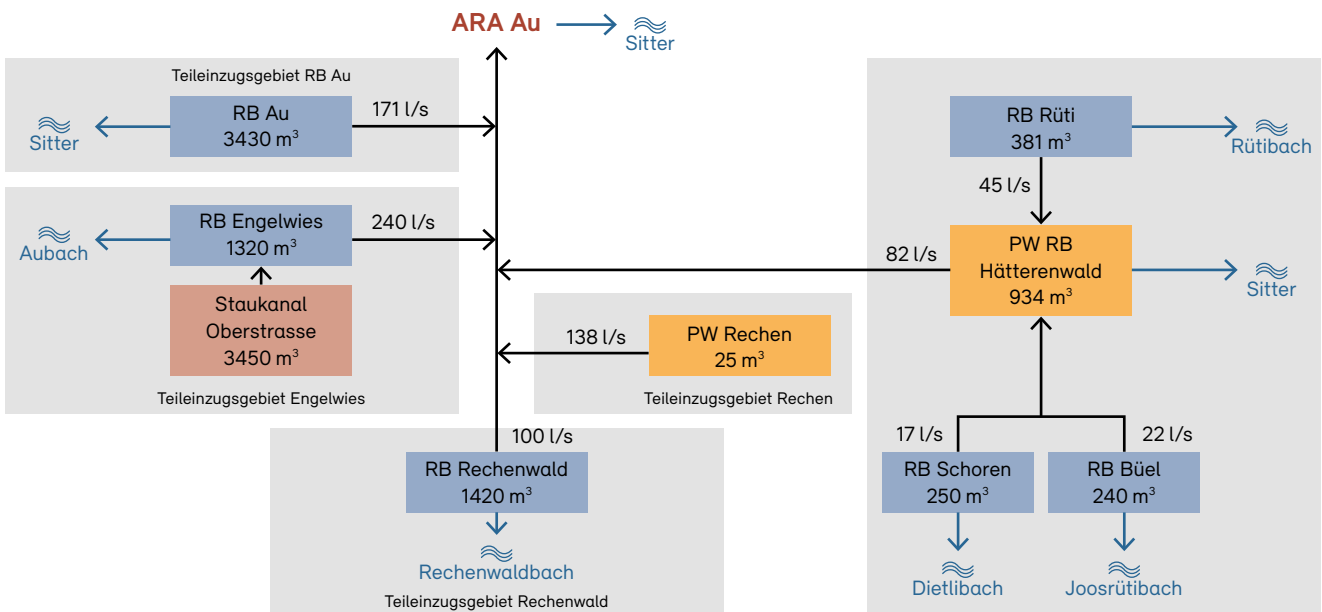
Diese kosteneffiziente Lösung konnte gewählt werden, da der auf den Prognosezustand dimensionierte Kanal noch erhebliche Kapazitätsreserven besitzt. Bei einer starken Zunahme der Abflussmengen müssten die Drosseln rückgebaut und andere, wesentlich teurere Massnahmen im Bereich des Regenüberlaufbeckens ergriffen werden.

Die Stadt **St. Gallen** hat in den vergangenen Jahren im Einzugsgebiet der ARA Au schrittweise eine Kanalnetzbe-
 wirtschafterung mittels Verbundsteuerung eingeführt (Abb. 73). Das Ziel ist die Optimierung der systembedingt erforderlichen Mischabwasserentlastungen in die Gewässer bei Niederschlagsereignissen im Sinne des Gewässerschutzes. Aufgrund der Abflüsse und der Wasserstände in den verschiedenen Regenüberlaufbecken werden die Weiterleitmengen über motorisierte Drosselschieber von einer zentralen Steuerung reguliert. Ziel ist, die vorhande-

nen Speichervolumen möglichst vollständig auszunutzen und sicherzustellen, dass allenfalls trotzdem erforderliche Entlastungen in möglichst unempfindliche Gewässerabschnitte erfolgen. Die Stadt St. Gallen hat für dieses Projekt 2019 den «Smart City Innovation Award» vom Programm «EnergieSchweiz» erhalten.³⁵

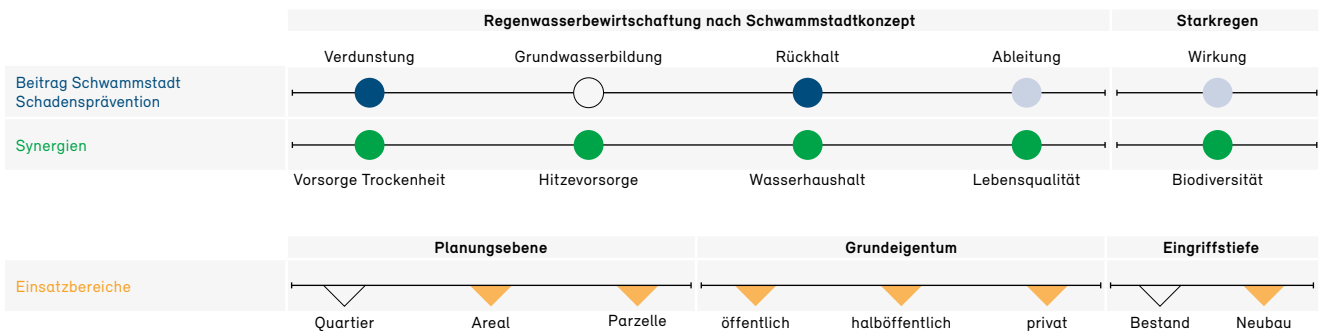
Das System zielt nicht auf Starkniederschläge ab, da bei diesen die Becken und die Kanäle weitgehend ausgenutzt werden und in der Regel auch gute Verdünnungsverhältnisse in den Gewässern herrschen. Es wäre aber denkbar, mit einer solchen Kanalnetzsteuerung auch das Schadenrisiko bei Starkniederschlägen zu minimieren, im Sinne, wie es die Gemeinde Köniz im oben beschriebenen Beispiel mit statischen Drosseln macht. Dies stellt allerdings hohe Anforderungen an die Mess-, Leit- und Regeltechnik: Starkniederschläge sind räumlich und zeitlich typischerweise stark variabel, was eine hohe Dichte von Messsensoren und schnelle Reaktionszeiten z. B. für das Zufahren von Schiebern voraussetzt. Ausserdem muss das System auch bei Stromausfall, der häufig bei starken Gewittern eintritt, in einem sicheren Zustand verbleiben.

Abb. 73: Schematische Darstellung des Einzugsgebiets der ARA Au St. Gallen mit den in die Verbundsteuerung eingebundenen Aussenbauwerken



6.6 Massnahmen an Gebäuden

M 6.1 Dachbegrünungen/ Einstaudächer



Dachbegrünungen bieten ein hohes Potenzial zur Verdunstung. In Form von Einstaudächern bieten sie auch zusätzliches Speichervolumen für Rückhalt bei Starkniederschlag resp. für Wasserspeicherung in Trockenperioden.

Der Anteil von Dachflächen an der Gesamtfläche ist in dicht besiedelten Gebieten hoch. Daher ist es sinnvoll, diese Flächen für die Regenwasserbewirtschaftung besser zu nutzen. Durch Dachbegrünung können Dachabflüsse reduziert und verzögert werden. Gleichzeitig wird die Verdunstung durch Pflanzen stark gefördert. Begrünte Dächer sind nicht nur attraktiv, sondern wirken sich positiv auf das Mikroklima aus, reduzieren Schadstoffe im Niederschlagsabfluss und dienen als Schutz und Wärmedämmung der Gebäude. Eine vielfältige Bepflanzung schafft Lebensräume für Flora und Fauna.

Bei den Dachbegrünungen wird zwischen extensiv und intensiv unterschieden:

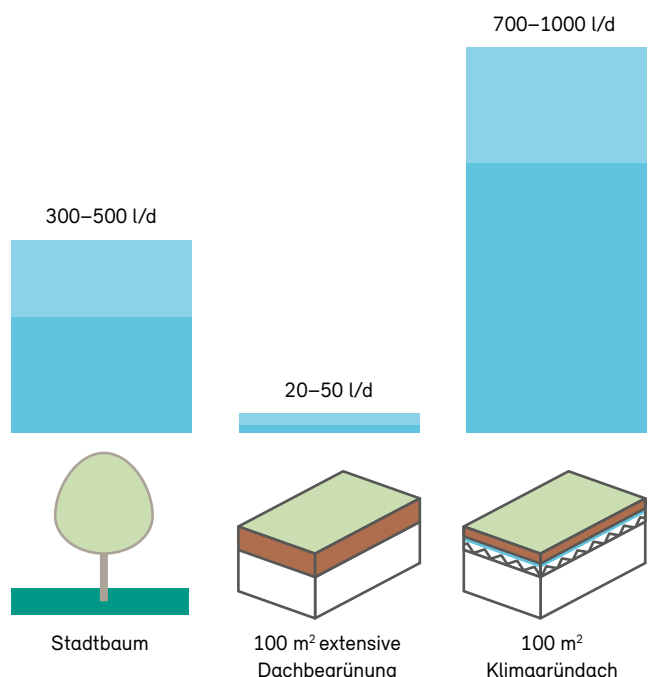
Extensive Begrünungen haben geringen Substrataufbau, sind daher Magerstandorte und flach begrünt (z. B. Moos-Sedum-Dächer). Sie sind weniger pflegeintensiv, haben jedoch in der Regel begrenzte Wasserspeicherkapazität und können austrocknen.

Intensiv begrünte Dachflächen haben grössere Substratstärken (25 – 150 cm) und sind höher und vielseitiger begrünt. Der Abflussbeiwert wird durch die intensive

Begrünung stärker gesenkt und an den natürlichen Zustand angenähert. Intensive Dachbegrünungen sind pflegeintensiver als extensive Begrünungen, sie haben aber eine höhere Verdunstungsleistung und damit auch eine bessere Kühlfunktion bei Hitze.

Einstaudächer, die Regenwasser-Speichervolumen in der Regel unter der Begrünungsebene ermöglichen, können einen grossen Beitrag zur Wasserwirtschaft leisten. Sie

Abb. 74: Verdunstungsleistung eines Stadtbauums und unterschiedlicher Dachaufbauten pro Tag im Vergleich



werden mit kapillaren Bewässerungssystemen kombiniert, um die Verdunstung weiter zu erhöhen (Abb. 74). Werden diese Retentionsvolumen auch noch wetterabhängig gesteuert, können Verdunstung, Speicherung und Rückhalt von Starkniederschlägen noch effizienter kombiniert werden.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Dachbegrünung kann zur Verdunstung von Regenwasser optimiert werden (H)
- Anpassung im Bestand oft statisch heikel (Z), frühzeitige Planung aber sehr effektiv (H)
- Flächenkonkurrenz mit Energieproduktion (H, Z)
- Stauvolumen füllen als Rückhalt für Bewässerung in Trockenphasen versus Leerhalten für Starkniederschläge (Z)
- Ansprüche Biodiversität für extensive Begrünung und entsprechende Regelungen in Bauordnungen. Extensive Begrünungen bringen aber für die Verdunstung weniger positiven Effekt als intensive Begrünungen (Z)

Das **Goethequartier in Offenbach**⁶⁹ zeigt die konsequente Anwendung von Gründächern im Hinblick auf die Regenwasserbewirtschaftung (Abb. 75). Insgesamt wurden 7500 m² Dachflächen und 5600 m² Flächen auf Tiefgaragen mit verschiedenen Retentionsboxsystemen geplant. Eine Langzeitsimulation zeigte, dass sowohl der Bemessungsregen als auch ein bis zu 100-jährliches Regenergeignis sicher auf dem Grundstück bewirtschaftet werden können und dass im Jahresmittel 78 Prozent des Regenwassers verdunstet. Dies erreichen sonst lediglich nicht bebaute Grünflächen. Die restlichen 22 Prozent können auf den wenigen Flächen ohne Unterbauung versickern. Damit ist kein Kanalisationsanschluss notwendig.

Abb. 75: Dachflächen im Goethequartier in Offenbach



Eine **wetterabhängig gesteuerte Motordrossel**⁸⁵ ermöglicht es, den Einstau zur Bewässerung des Gründachs kurzfristig zu entleeren, wenn Regenwetter vorhergesagt ist. Dadurch kann der Zielkonflikt zwischen Freihaltung von Retentionsvolumen und Nutzung des gespeicherten Wassers zur Bewässerung optimiert werden.

Gesteuerte Systeme scheinen mit der allgemeinen Entwicklung hin zu «smart buildings» eine zukunftsfähige Lösung zu sein (Abb. 76).

Das **Toni-Areal** liegt im dicht bebauten Westen von **Zürich** und beherbergt den Campus der Fachhochschule. Für eine hohe Aufenthaltsqualität wurden die begehbaren und vom Hochhausteil einsehbaren Dachflächen konsequent begrünt (Abb. 77). Die Inseln mit intensiver Begrünung weisen einen Substrataufbau von 50 cm mit darunterliegenden Retentionsmatten als Drainageschicht auf. Auch die befestigten Flächen liegen auf einer Substratschicht, die das Regenwasser aufnimmt. Die Einleitbeschränkung in die stark ausgelastete städtische Kanalisation kann dadurch eingehalten werden.

Abb. 76: Gesteuertes und kombiniertes Retentions- und Bewässerungsvolumen

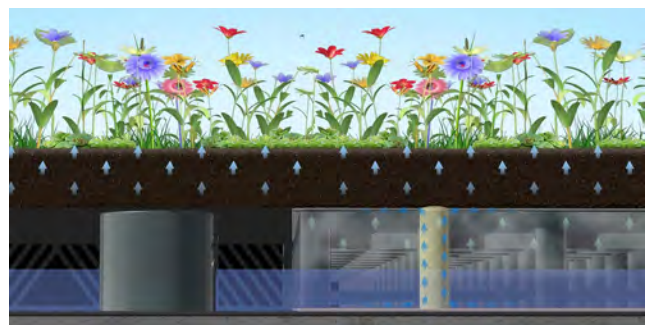
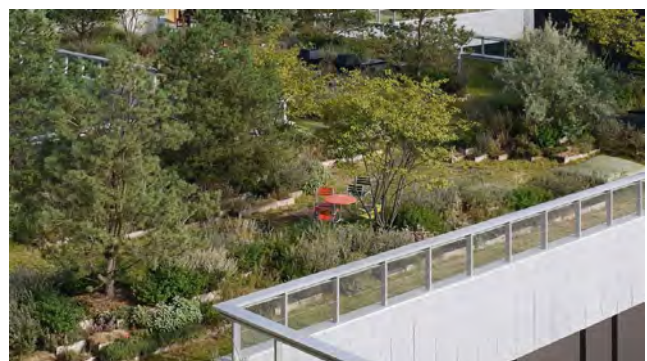
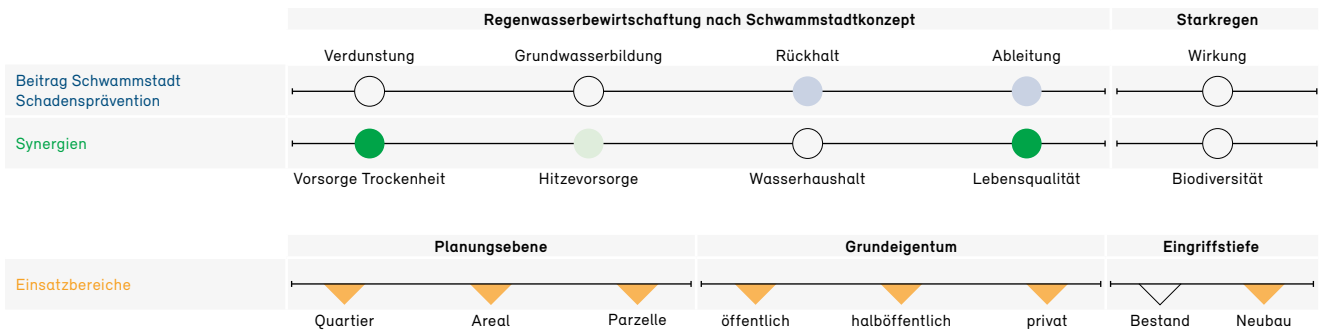


Abb. 77: Intensiv begrüntes Dach auf dem Toni-Areal in Zürich



6.6 Massnahmen an Gebäuden

M 6.2 Wasserzisternen



Zisternen dienen der Regenwasserspeicherung mit dem Ziel einer späteren Nutzung. Sie verringern bei ausreichendem Speichervolumen auch den Abfluss bei Starkregenereignissen und halten Wasser in Trockenperioden verfügbar.

Zisternen speichern Niederschlagswasser für typische Nutzungen wie Toilettenspülung oder die Bewässerung. Der Bewässerungsbedarf von Grünflächen wird sich mit dem Klimawandel durch die Zunahme von Trockenperioden weiter verstärken, insbesondere wenn die Vegetation nicht auf natürlichem Boden wächst, wie zum Beispiel über einer Tiefgarage. Der Wasserbedarf wird daher voraussichtlich weiter steigen. Zisternen verringern nicht nur das Niederschlagsabflussvolumen während eines Starkregenereignisses, sie reduzieren dank Regenwasserspeicherung auch die Verwendung von Trinkwasser. Um das

Potenzial zur Schadensvorsorge nutzen zu können, muss ein Teil des baulichen Volumens als Retentionsvolumen ausgelegt und nach Füllung auch wieder entleert werden. Dabei spricht man von Retentionszisternen.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Umsetzung ohne Zwang bedarf eines hohen Beratungs- und Überzeugungsaufwands (H)
- Speichervolumen für Retention und Regenwassernutzung wird in der Regel noch getrennt betrachtet und zur Verfügung gestellt (H, Z)
- Kostenintensive Erstellung: Durch den niedrigen Wasserpreis gibt es lange Amortisationszeiten, deshalb lohnt es sich wirtschaftlich noch zu wenig (Z)
- Wirksamkeit je höher, desto mehr Zisternen eingesetzt werden (H)

Abb. 78: Eine Sickermulde filtert das Regenwasser, bevor es in die Zisterne fließt.



Abb. 79: Zisterne mit Retentions- und Speichervolumen



Ein Projekt, bei dem neben anderen Massnahmen auf Regenwasserzisternen gesetzt wurde, ist der **Neckarpark⁸⁰** in **Bad Cannstatt bei Stuttgart**. Auf dem 22 Hektar grossen Areal des ehemaligen Güterbahnhofs entsteht das neue Wohn- und Gewerbegebiet Neckarpark mit Parks, Plätzen und Strassen. Es entstehen 850 Wohneinheiten für ca. 2000 Menschen und Gewerbeflächen, die seit 2021 nach und nach bezogen werden. Das Regenwasserkonzept besteht aus bebauungsrechtlich vorgeschriebenen Gründächern und Zisternen (830 m³ im Gesamtgebiet), Retentionsmulden im zentralen Park, einer Zisterne mit Wasserlauf (dauernde Umwälzung zur Verdunstungs- und Versickerung des gesammelten Regenwassers) (Abb. 78 und 79), Sickerpflaster auf allen Plätzen und Nebenstrassen und zusätzlichem unterirdischem Speichervolumen in Stauraumkanälen und Rigolen. Durch eine 30-jährige Langzeitsimulation kann nachgewiesen werden, dass im Jahresmittel über 80 Prozent des Regenwassers verdunstet und weniger als 10 Prozent abfließt. Die Zisternengrösse wird in Anlehnung an den natürlichen Abfluss von 10 l/sec pro Hektar bei einer 5-jährlichen Wiederkehrhäufigkeit bemessen. Das bedeutet ein Retentionsvolumen von 7 m³/1000 m² Grundstücksgrösse.

Interessant ist auch das Konzept der Gemeinde **Langenau bei Ulm⁶³**. Schon Anfang der 1990er-Jahre war deutlich, dass die vorhandene Mischwasserkanalisation durch Siedlungserweiterungen überlastet wird. Die Stadt entschied sich deshalb schon damals für eine Abwassergebühr, bei der Regenwassergebühren nach den tatsächlich angeschlossenen Flächen zu entrichten ist. Je weniger Regenwasser abgeleitet wird, desto geringer ist die Gebühr. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass alle zukünftigen Bauungen im Rahmen der Siedlungsentwicklung eine Retentionszisterne vorsehen müssen (Zisternengrösse 11 m³, davon 7 m³ als Retentionsvolumen). Die Strategie ging für die Gemeinde auf, denn die Entwässerungsinfrastruktur konnte dadurch klein und günstig gehalten werden. Zu erwähnen ist, dass sowohl die Abwassergebühr als auch die Integration der Zisternen nur mit einem hohen Aufklärungs- und Betreuungsaufwand bei den Bürgern erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Das Verwaltungsgebäude des Bundes am Guisanplatz in **Bern²⁷**, das 2019 in Betrieb genommen wurde, hat

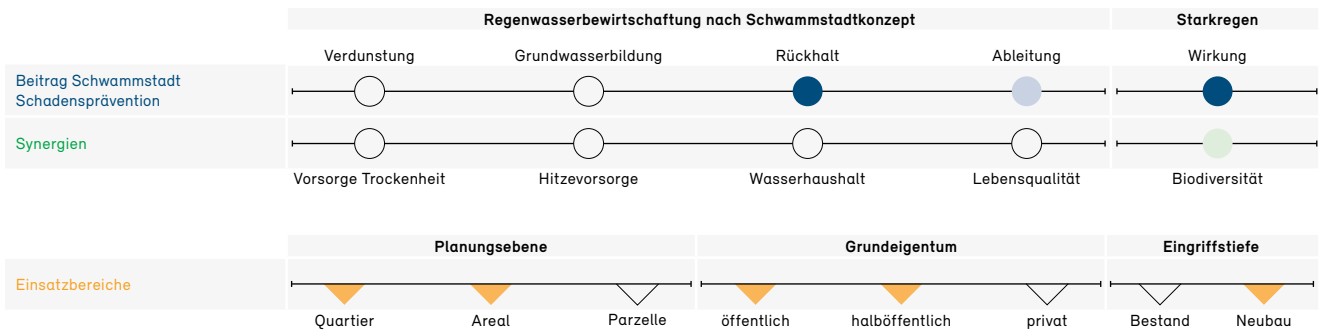
im Untergeschoss ein Regenwasserbecken mit einem Nutzvolumen von 2500 m³. Das Becken wurde aufgrund der Auflage der Stadt Bern erstellt, dass eine maximale Niederschlagswassermenge von 96 l/s in die städtische Kanalisation eingeleitet werden darf. Beim Bau des Rückhaltebeckens wurde im unteren Teil ein Brauchwasservolumen für die Gebäudekühlung und die WC-Spülung angelegt. Das Brauchwasser wird im unteren Teil des Beckens gespeichert: Über eine Absetzkammer gelangt es in das Hauptbecken, von wo es mit Tauchpumpen über eine Ultrafiltrationsanlage in das Brauchwassernetz eingespeist wird. Die nötige Anlagentechnik und das doppelte Wasserleitungsnetz haben ihren Preis: Ist zu wenig Niederschlagswasser vorhanden, kommt Trinkwasser zum Einsatz. Für die Kühlanlage muss dieses über eine Enthärtung und eine Umkehrosmose aufbereitet werden. Im oberen Teil des Regenwasserbeckens befindet sich der Retentionsteil, der sich nach einem Regenereignis über eine Abflussdrossel selbsttätig in die Kanalisation entleert und für das nächste Regenereignis wieder zur Verfügung steht (Abb. 80). Als erstes Bauprojekt überhaupt hat das Verwaltungsgebäude Guisanplatz mit «Platin» die höchste Auszeichnung des Netzwerks Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS) erhalten.

Abb. 80: Rechts die Abflussdrossel und links der Notüberlauf des Retentionsteils



6.7 Temporäre Massnahmen

M 7.1 Flutbare Grünflächen



Grünflächen bieten ein grosses Potenzial, um über temporäre Flutung die Abflussspitzen zu brechen. Sie sind zukünftig auf Multicodierung auszurichten und entsprechend zu planen und zu unterhalten.

Grünflächen wie Parks oder Sportflächen sind in der Regel dezentral über die Siedlungsgebiete verteilt. Sie bieten daher in Extremsituationen ein grosses Potenzial als kurzzeitiges Speichervolumen für überschüssiges Regenwasser. Gegenüber der Umgebung abgesenkte Bereiche können bei trockenem Wetter uneingeschränkt zur Erholung genutzt werden. Bei Starkregenereignissen findet eine Zuleitung von Regenwasser statt. In der Regel ist dieses Wasser wenig verschmutzt, da mit dem Beginn des Regens die Verschmutzung der Oberflächen über das reguläre Entwässerungssystem bereits abgeleitet wurde. Es kann allerdings zu Erosion und Ablagerung von mitgeführten Sedimenten kommen. Wichtig bei der Planung ist vor allem das Einhalten einer maximalen Überstauhöhe, das Vorsehen von sicheren Wegen aus dem Bereich und die Information bzw. Warnung der Nutzenden und der Bevölkerung.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Massnahme darf zu keinen Gefahren durch die Flutung führen (H)
- Unterhalt, Reinigung und Wartung der Flächen muss regelmässig und nach Überflutungsereignissen erfolgen (H)
- Kommunikation an die Nutzenden, dass die Flutung kein Problem oder eine Fehlfunktion darstellt, sondern so geplant ist (H)
- Mögliche Nutzungseinschränkungen sind im Sinne eines ganzheitlichen Gesamt-Regenwasserkonzeptes zu erklären (H, Z)

Abb. 81: Die «Grüne Mitte»



In der **Sonnensiedlung Egert in Esslingen**⁵⁵ (Deutschland) wurden diese Strategien umgesetzt. Aufbauend auf einer oberflächigen Entwässerungstopografie wird Regenwasser über dem Bemessungsregen über Rinnen in den Strassen zu dezentralen Retentionsbereichen geleitet. Ein temporär nutzbares Retentionsvolumen im Starkregenfall ist die «Grüne Mitte» (Abb. 81). Der sonst als Nachbarschaftstreff und Spielfläche genutzte Bereich ist etwa 30 cm tiefer gelegt und mit Drosselementen in der Begrenzungsmauer zur Strasse versehen (siehe Titelbild). Die Treppe dient als Notüberlauf und leitet das Wasser in den nächsten tiefer gelegenen Retentionsbereich.

Abb. 82: Flutbarer Spiel- und Fussballplatz in Freiburg. In der hinteren Ecke ist das Einlaufbauwerk in die Kanalisation sichtbar.



Noch einfacher können solche Massnahmen bei Sportanlagen integriert werden. Ein gutes Beispiel dafür ist **Portes des Alpes**⁶⁷ in **Lyon**. Dort wird ein grosses Gebiet über einen See und mehrere Retentions-Filterbecken komplett oberflächlich entwässert, da der Boden undurchlässig und keine Versickerung möglich ist. Der Fussballplatz wird als Notflut-Volumen bereitgehalten und bei grösseren Regenereignissen geflutet.

Das Quartier Bourguillon am Rande von **Freiburg** wird im Trennsystem in einen kleinen Bach entwässert. Um ihn vor Abflussspitzen zu schützen, wurde der Spielplatz als Retentionsmulde ausgestaltet (Abb. 82). Ein Drosselorgan limitiert den Abfluss, grössere Wassermengen von Starkregen werden auf dem Spielplatz temporär zurückgehalten. Die Betriebserfahrungen sind positiv. Abgesehen von kleinen Sandablagerungen, die im Bereich des Einlaufes auftreten können und entfernt werden müssen, ist nach Regenereignissen dank dem nur wenig verschmutzten Regenwasser kein weiterer Unterhalt erforderlich.

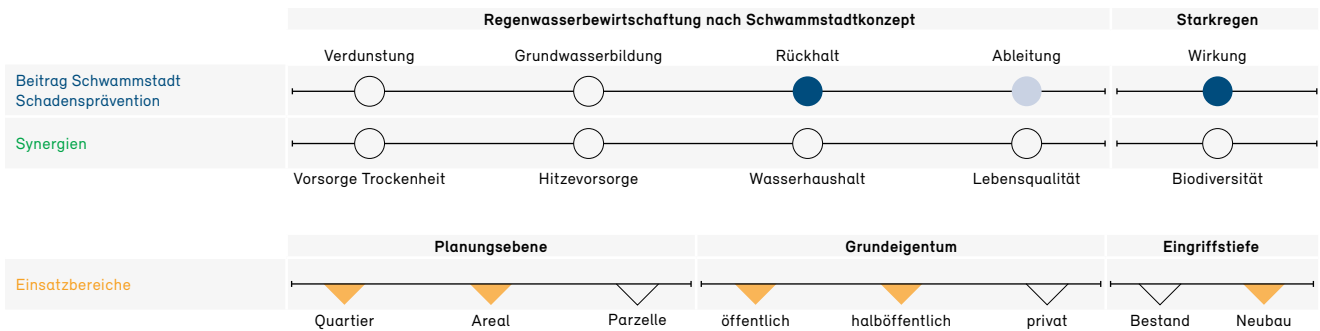
In **Zofingen**³⁷ wird der Veloparkplatz vor der «Badi» bei Starkregen selber zum Schwimmbad: Durch die Anpassung des Terrains kann oberflächlich abfliessendes Regenwasser temporär zurückgehalten und versickert werden (Abb. 83). Die umliegenden Gebäude werden dadurch vor Wasserschäden geschützt.

Abb. 83: Der Veloparkplatz des Schwimmbades Zofingen vor (links) und nach der Geländeangepassung (rechts)



6.7 Temporäre Massnahmen

M 7.2 Flutbare befestigte Freiflächen



Befestigte Freiflächen können zukünftig vermehrt gezielt als temporär flutbare Speicher ausgestaltet werden, um im Extremereignis unkontrollierte Schäden zu mindern.

Befestigte Freiflächen wie Stadtplätze oder Parkplätze können als temporär flutbare Speicher während Starkregenereignissen genutzt werden. Hierbei findet keine Versickerung in den Boden statt. Das Wasser wird lediglich gespeichert und läuft anschliessend über Drossel- einrichtungen verzögert ab. Strategisch eingesetzt und flächendeckend sowie dezentral platziert, können diese Volumen helfen, kurzfristig Spitzenabflussszenarien zu entlasten. Oft reicht eine Verzögerung von 20 bis 30 Minuten, um grosse Schäden durch unkontrollierte Überläufe zu reduzieren.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Verständnis bei Nutzern im Vorfeld herstellen (H)
- Nutzung im Überflutungsfall eingeschränkt (Z)
- Sicherheit muss in jedem Fall gewährleistet sein (H, Z)
- Unterhalt und Freihalten der Flächen wichtig für Funktion, Reinigung muss regelmässig und nach Überflutungsereignissen erfolgen (H)

Ein frühes Vorzeigebispiel ist der **Benthemplein in Rotterdam**⁷⁸. Dort wurde diese Art von Zwischenspeicher als Teil eines Gesamtkonzeptes zur Bewirtschaftung von Starkregen realisiert (Abb. 84).

Abb. 84: Benthemplein im Trockenzustand (links) und während eines Starkregens (rechts)



In **Roskilde, Dänemark**⁷⁶ mussten zusätzliche Retentionsvolumen für die weitere städtebauliche Entwicklung des früheren Industriegeländes im Musicon-Quartier errichtet werden. Aus einem Wettbewerb entstand die Idee, einen knapp 500 m langen Regenwasserentlastungskanal als Verbindung zum Retentionsbecken als Skatepark zu entwickeln (Abb. 85). Auch die Retentionsbecken wurden entweder als Freizeitsee oder als Skatebowl zur multifunktionalen Nutzung errichtet (Abb. 86). Dadurch können über 32 000 m³ Wasser im Starkregenfall sicher bewirtschaftet werden. Ein eigens erstellter Warn- und Hinweisplan stellt die Mehrfachnutzung sicher.

Abb. 85: Verbindungskanal als Skateanlage in Roskilde



In **Zürich** gibt es ein dezentes, aber gut funktionierendes Beispiel eines überstaubaren Platzes – den **Vulkanplatz** (Abb. 87). Dort wurde eine Chaussierung so angelegt, dass sie bis zu 3 cm überstaut wird, bevor es zum Überlauf kommt (Abb. 88). Das Wasser versickert in der Chaussierung, und wenn dieses sich im Lauf der Zeit zusetzt (kolmatiert), führt leichtes Gefälle zu den Baumbeeten dazu, dass es dort versickern kann. Ein Grossteil der Niederschläge ist kleiner als 30 mm, somit können rund 80 Prozent aller Regenereignisse dezentral bewirtschaftet und der Kanalisation vorenthalten werden. Die kleine Aufkantung ist behindertengerecht ausgeführt und stellt kein Hindernis im Stadtraum dar.

Abb. 86: Retentionsbecken als naturnaher See



Abb. 87: Platzrand mit 3 cm hoher Überstaukante

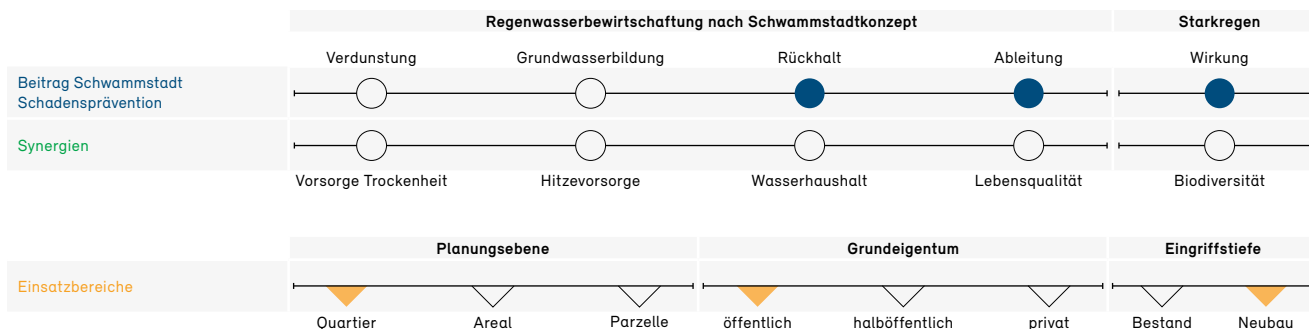


Abb. 88: Multicodierter Vulkanplatz



6.7 Temporäre Massnahmen

M 7.3 Flutbare Strassen



Ein durchgängiges Netzwerk aus Retentionsvolumen und Notflutwegen im Strassenraum kann teure Bauten im Untergrund trotz zunehmenden Extremereignissen überflüssig machen.

Strassen werden schon immer als Teil der Notentwässerungssysteme verwendet. Diese Strategie ist nicht neu und wird weltweit angewendet. Neu ist es, ein durchgängiges Netzwerk aus Notflutwegen oder Retentionsvolumen in Strassen zu schaffen und dieses Netzwerk zudem zu einem durchgängigen System zu entwickeln, idealerweise in einer ganzen Stadt, wie dies z.B. Kopenhagen zurzeit umzusetzen beginnt. Die Synergien bei dieser Umbaustrategie sind eindeutig, können doch durch diesen Stadtumbau auch noch andere aktuelle Massnahmen und Anforderungen wie Radwege, Busspuren, Baumrigolen oder weitere Notwendigkeiten integriert werden. Zudem wird nicht in teure und unsichtbare graue Infrastruktur im Untergrund investiert.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Kurzfristige Nutzungseinschränkungen müssen frühzeitig kommuniziert und erklärt werden (H)
- Umbau in bestehender Stadt zu einem durchgängigen Netz ist kompliziert und langwierig (H)
- Viele Zwischenzustände notwendig, Planung muss vorausschauend angelegt werden (H)
- Langfristige Sicherung ist anspruchsvoll (H)
- Unterhalt der Flächen, Freihalten von Notflutwegen (H)
- Ausgestaltung als Notflutwege steht im Widerspruch zum Anspruch an schwellenlose Gestaltung (Z)

In **Valencia** sind die stark versiegelten Altstadtviertel und eine unzureichende unterirdische Entwässerungsinfrastruktur kein grosses Problem, denn die Altstadtgassen sind, wo notwendig, als Entlastungsentwässerungseinrichtungen angelegt (Abb. 89).

Abb. 89: Historische Altstadt Valencia mit Entwässerungsrinnen



In **Kopenhagen** entstehen zurzeit Projekte dieser Art. Ein erstes gebautes Projekt ist der **St.-Annæ-Platz**⁶², bei dem ein grüner Mittelstreifen als Park angelegt wurde, der gleichzeitig als Notflutweg dient, um das Zuviel an Wasser im Starkregenfall ins Hafenbecken abzuleiten (Abb. 90 und 91).

Was in den Schweizer Städten noch kaum anzutreffen ist, existiert ausserhalb des Siedlungsgebietes bereits im grossen Massstab: Im Nachgang zum verheerenden Hochwasser von 1987 wurde der Hochwasserschutz an der Reuss ausgebaut. Zwischen Attinghausen und Seedorf im **Kanton Uri** verläuft die Reuss aber dicht neben der Autobahn A2, sodass mangels Platzes das Gerinne nur auf ein Ereignis ausgebaut werden konnte, wie es alle

50 Jahre eintritt. Um bei noch grösseren Abflussmengen Dammbürche zu verhindern, wurde bei Altdorf eine sogenannte Entlastungsanlage errichtet.²³ Das Bauwerk lässt die Wassermassen kontrolliert über den Damm auf die Autobahn strömen. Diese wird zum Entlastungsgerinne – natürlich erst, nachdem sie gesperrt wurde und frei von Autos ist (Abb. 92).

Ein analoges Konzept verfolgt nun die Stadt **Lausanne**: Im Nachgang zum verheerenden Starkniederschlagsereignis von 2018 sollen oberflächliche Abflusskorridore in den Strassen geschaffen werden, um den Oberflächenabfluss in die Hauptsammelkanäle bzw. in den See abzuleiten (vgl. hierzu auch den Abschnitt zu Lausanne im Kap. 2.1).

Abb. 90: Prinzipschnitt mit tiefer liegendem Grünstreifen

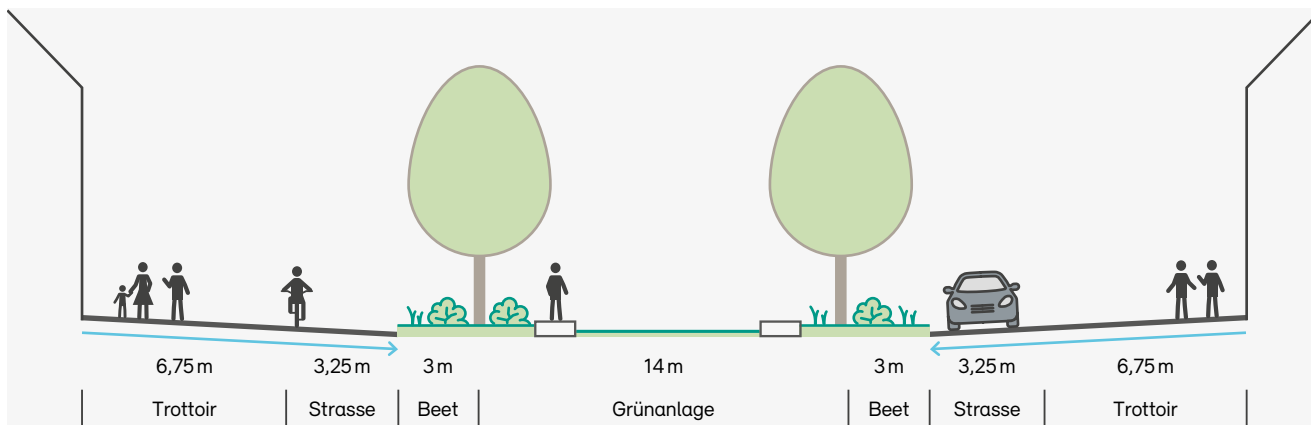
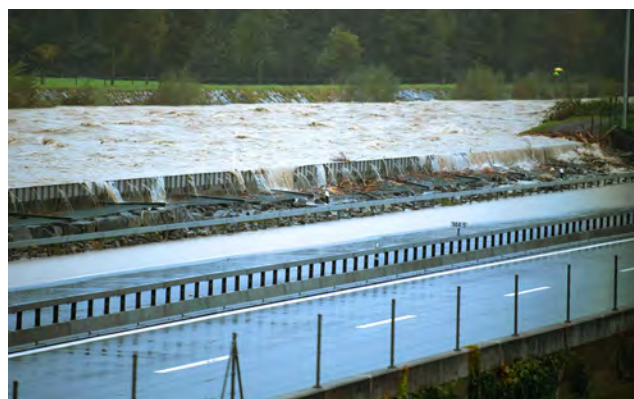


Abb. 91: Blick auf den St.-Annæ-Platz

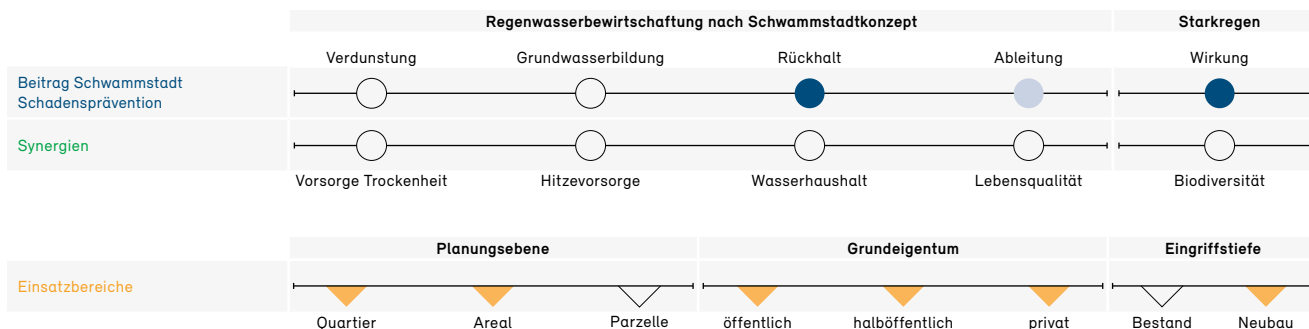


Abb. 92: Flutbarer Abschnitt der Autobahn A2 zwischen Attinghausen und Seedorf (UR) während des Hochwasserereignisses vom Oktober 2020



6.7 Temporäre Massnahmen

M 7.4 Flutbare Bauwerke



Ein grosses und platzsparendes Potenzial an temporärem Rückhaltevolumen bieten gezielt darauf ausgerichtete Bauwerke. Die Planung und ein Konzept zur permanenten Bereitstellung, Räumung und Wartung sind jedoch anspruchsvoll.

Bauwerke wie Unterführungen, Tunnel, ungenutzte Keller oder im Einzelfall sogar Tiefgaragen können sich aufgrund ihres grossen Volumens und der tiefer liegenden Lage als Regenrückhaltung anbieten, wenn sie in überschaubarer Zeit gesperrt oder geräumt werden können. Vorteil ist, dass durch die Doppelnutzung als Wasserspeicher während eines Regenereignisses und in Trockenperioden kein zusätzlicher Platz für das Starkregenmanagement benötigt wird. Allerdings muss hier eine entsprechende Einbindung in einen Notfallplan vorliegen, um zu verhindern, dass sich Personen oder Objekte während der Starkregenereignisse im Bauwerk befinden. Die Abdichtung und Statik der Bauwerke müssen entsprechend diesen Anforderungen gewährleistet sein. Ein Reinigungs- und Wartungskonzept ist notwendig, um nach entsprechenden Ereignissen die Nutzung wieder ermöglichen zu können.

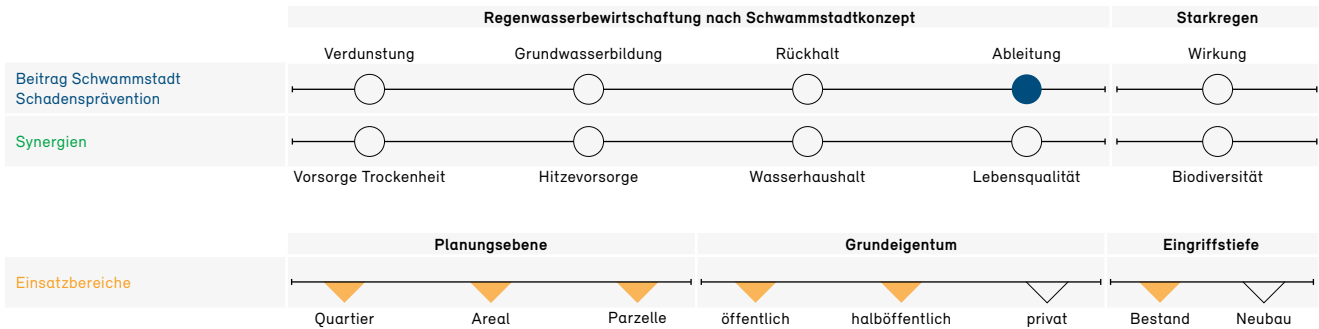
Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Sicherstellung, dass die Volumina im Notfall rechtzeitig geräumt werden können (H)
- Planung und Bau aufwendig, da die Konstruktion für den Wassereintrittsfall ausgelegt werden muss (Z)
- Sicherheitsaspekte (Z)

Explizit für Starkregen gibt es derzeit noch keine (bekannt) entsprechenden Massnahmen. Für Hochwasserbereiche werden solche Massnahmen durchaus angewendet. Im Rahmen von zukünftig digital gesteuerten Extremfallmanagementsystemen sind solche Optionen sicher zweckmässig und können als Ergänzung zu anderen, weniger aufwendigen Massnahmen sinnvoll eingesetzt werden.

6.8 Objektschutzmassnahmen

M 8.1 Temporäre Schutzmassnahmen



Temporäre Objektschutzmassnahmen werden als mobile oder stationäre Barrieren bei Gefährdung durch Hochwasser aufgebaut, um kritische Infrastrukturen gezielt zu sichern. Sie sind auf rechtzeitige Warnung und effiziente Einsatzplanung angewiesen und rein auf Schadensbegrenzung ausgelegt.

Beim temporären Überschwemmungsschutz handelt es sich in der Regel um kurzfristig aufgebaute Barrieren, die bestimmte Bereiche oder kritische Infrastrukturen für befristete Zeit vor Hochwasser aus Gewässern oder vor Oberflächenabfluss schützen sollen. Diese Systeme sind nicht baulich. Sie nehmen daher während Trockenphasen keinen Platz im öffentlichen Raum ein. Sie müssen aber in Reichweite gelagert werden, sodass sie ohne hohen Zeitaufwand am Zielort verfügbar sind. Die Barrieren lassen sich einfach und schnell montieren und sind flexibel einsetzbar, je nach Auftreten und Ort des Hochwassers.

Wesentlich für den Hochwasserschutz durch mobile Massnahmen ist die rechtzeitige Warnung und ein effizientes Einsatzkonzept. Sie garantieren keinen Schutz bei spontanen Starkregenereignissen und Hochwasser ohne ausreichende Vorlaufzeit. Selbstauslösende Systeme sind noch kaum verfügbar und bedürfen regelmässiger Wartung, damit sie auch jederzeit einsatzbereit sind. Bei den Barrieren handelt es sich um reine Schadensbegrenzungsmassnahmen, die keinen Einfluss auf das Hochwasserereignis selbst haben. So kann damit zum Beispiel keine Abflussspitze gedämpft werden.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Genügende Vorwarn- und Reaktionszeit muss sichergestellt sein (H)
- Reine Schutz- und Ableitungsmassnahmen, andere Bereiche werden allenfalls stärker belastet. Verlagerung des Problems. (Z)
- Temporäre Konflikte zwischen Nutzung und Behindertergerechtigkeit möglich (Z)

Wird ein Starkregenereignis im Bereich wichtiger Infrastrukturen mit ausreichender Vorwarnzeit angekündigt, kann mit wassergefüllten Schutzdämmen schnell und effektiv ein Schutz aufgebaut werden (Abb. 93).

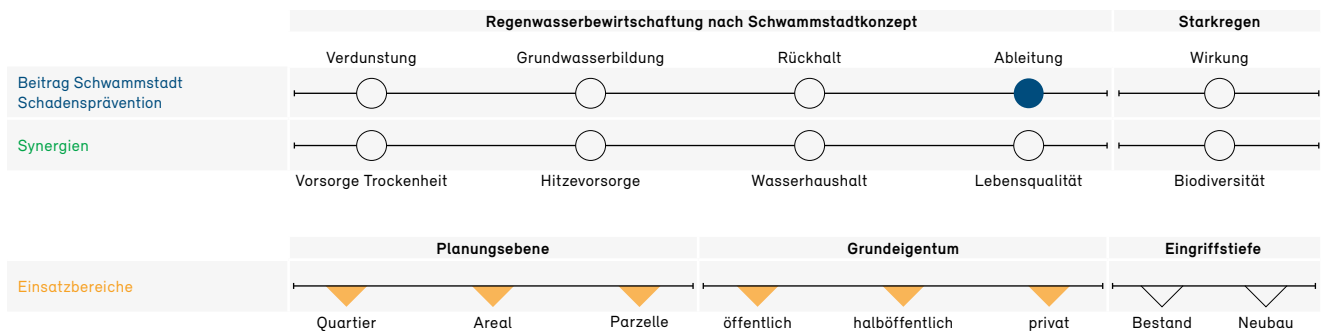
Zahlreiche Beispiele von mobilen Objektschutzmassnahmen finden sich in der 2020 erschienenen **SIA-Wegleitung 4002 zur Norm SIA 261/1**.

Abb. 93: Mobiler, mit Wasser gefüllter Schutzdamm



6.8 Objektschutzmassnahmen

M 8.2 Permanente Schutzmassnahmen



Gefährdete Bauten und Infrastrukturen können gezielt mit konzeptionellen oder technischen, in die Nutzung integrierten Massnahmen gesichert und so dauerhaft vor Überflutung geschützt werden. Konzeptionelle, permanente oder teilmobile Schutzmassnahmen sind rein auf Ab- bzw. Weiterleitung des Wassers ausgelegt.

Auf Basis von Gefahren- und Risikokarten und Erfahrungen können gefährdete Gebäude, Infrastrukturen oder andere zu schützende Elemente erkannt werden. Je nach Gefährdungsklasse und Systemrelevanz wird ein Schutzkonzept erarbeitet. In erster Priorität sind konzeptionelle Massnahmen wie ein geeigneter Gebäudestandort vorzusehen. Die verfügbaren baulichen und technischen Möglichkeiten der Schutzmassnahmen sind ausgereift und gehen von der Abschirmung über die Durchleitung bis zur gezielten Flutung von Teilen des Grundstücks bzw. Gebäudes. Rückschlagklappen in der Kanalisation, wasserdichte Fassaden, Fenster und Türen oder Schutzmauern sind einige Beispiele.

Herausforderungen (H) und Zielkonflikte (Z)

- Schutzmassnahmen städtebaulich integrieren (H)
- Nutzungs- und Sicherheitskonzepte erstellen (H)
- Zugänglichkeit und schwellenloses und behindertengerechtes Bauen gewährleisten (H, Z)
- Schutz- und Ableitungsmassnahmen dürfen die Gefährdung von benachbarten Bauwerken nicht unverhältnismässig erhöhen (Verlagerung des Problems) (H, Z)

Eine wichtige Weiterentwicklung von Hochwasser- und Starkregenschutzbauten ist, die richtige Kombination aus konzeptionellen, permanenten oder teilmobilen Schutzvorrichtungen und flexiblen Ergänzungen im Extremfall zu definieren. Wie können diese Elemente zur Stadtqualität beitragen und nicht nur technische Schutzbauten monofunktionaler Ausprägung sein? Anschaulich und sehr konsequent wird das im Projekt **The Big U⁷² in Manhattan** gezeigt. Dieses Konzept wurde zwar vorrangig für den Hochwasserschutz entwickelt. Es zeigt aber Ideen und eine integrierte Herangehensweise auf, die auch für Starkregensituationen vorbildlich ist. Hier wurden notwendige

städtebauliche Nutzungen in die Infrastrukturplanung integriert (Abb. 94). Unter und neben der Highline wurde eine Treppenanlage als Schutzdamm gebaut. Bei besonders starken Ereignissen kann eine Schutzwand heruntergefahren werden (Abb. 95).

Zahlreiche Beispiele von Objektschutzmassnahmen finden sich in der 2020 erschienen **SIA-Wegleitung 4002** und in den **Normen SIA 261/1** sowie **0260**. Weil diese in der Praxis schon weit verbreitet sind, wird an dieser Stelle darauf verzichtet, Schweizer Beispiele aufzuführen.

Abb. 94: Multifunktionale Nutzung und städtebauliche Integration von Schutzmassnahmen in New York

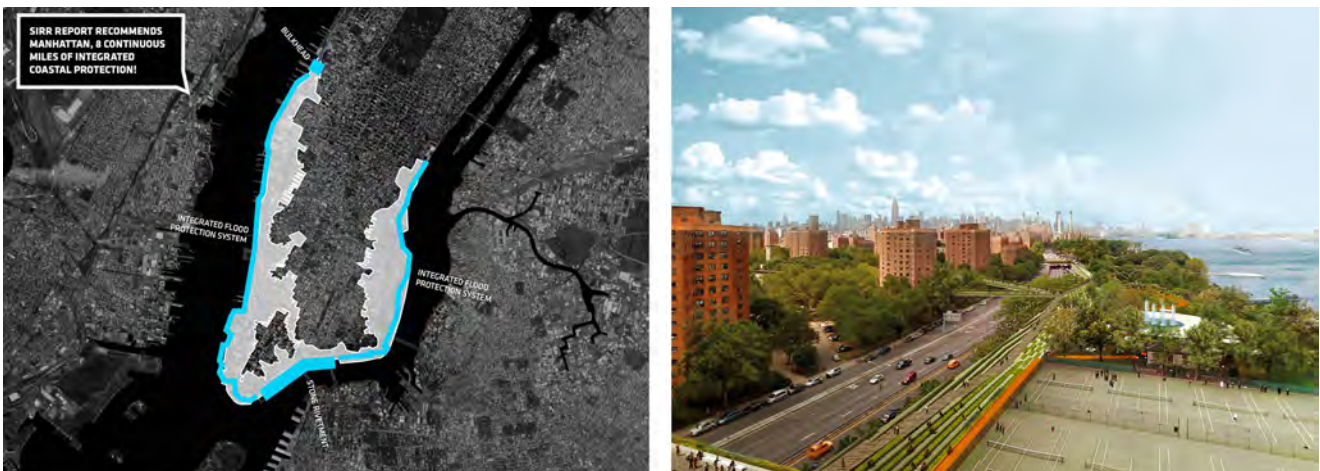
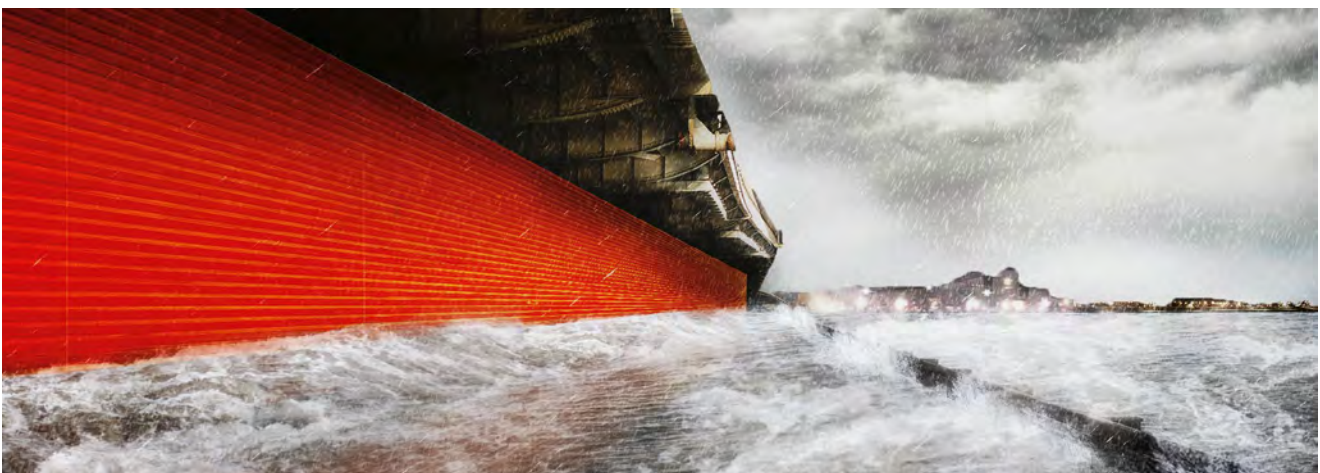


Abb. 95: Die heruntergefahrte Schutzwand bei einem starken Regenereignis (Visualisierung)



7 Verankerung und Umsetzung

Den formellen und informellen Instrumenten sowie einer gezielten Beratung und Sensibilisierung durch die öffentliche Verwaltung kommt grosse Bedeutung zu, um die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Anpassung an den Klimawandel frühzeitig und wirkungsvoll in den Planungen zu verankern und Schäden durch Oberflächenabfluss vorzubeugen.

Wie in Kapitel 3.7 dargelegt, ist die Verankerung der Ansprüche und Ziele zur Vorsorge gegen Schäden durch Starkniederschläge und zur gesamtheitlichen, dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in den formellen Rechtsgrundlagen, Planungsinstrumenten, Normen und Richtlinien ein wesentlicher Schritt, um die klimaangepasste Siedlungsentwicklung zu stärken und den Vollzug in den Planungs- und Baubewilligungsprozessen zu erleichtern. Diese Verankerung wird daher von Fachleuten mit Nachdruck gefordert. Die risikobasierte Betrachtungsweise zur Vorbeugung gegen Schäden durch Oberflächenabfluss ist in die Rechtsgrundlagen aufzunehmen. Offene Fragen zur multicodierten Nutzung von Flächen und Infrastrukturen sind zu klären. Die Ausrichtung auf das Schwammstadtkonzept mit Verdunstung vor Ort und Wasserspeicherung für Trockenperioden ist bisher höchstens ansatzweise verankert.

Neben den Normen und Richtlinien der Fachverbände, die den Stand der Technik dokumentieren und dadurch indirekt auch eine gewisse rechtliche Verbindlichkeit erhalten, hat die öffentliche Verwaltung eine breite Palette an Möglichkeiten, die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und die Überflutungsvorsorge durch Oberflächenabfluss stärker und frühzeitiger in den Planungen zu verankern (vgl. Kap. 5). Dieses Kapitel zeigt die Spielräume dazu auf – von formellen und informellen Instrumenten bis zu aktiver Beratung, Sensibilisierung und Mitwirkung.

7.1 Formelle Instrumente

Die Anpassungen der formellen Instrumente umfasst die Ausrichtung der **Gesetze**, der **behördenverbindlichen Vorgaben** sowie der **grundeigentümergebundenen Festsetzungen** durch die Behörden und die Politik (Tab. 1). Die Ansprüche der klimaangepassten Siedlungsentwicklung sind dabei integral zu berücksichtigen: Die Vorsorge gegen Überflutungen, gegen Trockenheit und Hitze bedin-

gen eine vorausschauende Regenwasserbewirtschaftung und ein Schliessen der Kreisläufe vor Ort.

Die Anpassungen formeller Vorgaben benötigen einen langen Vorlauf. Sie wirken sich daher zwar erst mittelfristig auf die grundeigentümergebundene Vorgaben und die Umsetzung im Siedlungsraum aus, zeigen dann aber grosse Wirkung. Die Ansprüche einer gesamthaften Betrachtung und der Schliessung von Kreisläufen sind in den nun oft anstehenden Anpassungen der übergeordneten Vorgaben daher explizit zu benennen, um eine Verankerung auf kommunaler Stufe zu fordern und zu fördern. Den Kantonen kommt daher grosse Bedeutung zu: Sie sind federführend für den Vollzug der Siedlungsentwässerung und des Wasserbaus und können die Berücksichtigung des guten Umgangs mit dem Regenwasser und einer integralen Gefahrenvorsorge in den Planungsinstrumenten der Gemeinden einfordern. Über Mustererlasse wie Baugesetze und Abwasserreglemente können sie die grundeigentümergebundene Verankerung von zielführenden Grundsätzen in den Gemeinden fördern, z. B. verursachergerechte Gebühren für die Ableitung von Niederschlagswasser über die öffentliche Kanalisation, die bei dezentraler Versickerung oder Verdunstung entfallen.

Den Gemeinden wird neben der Ausrichtung des GEP auf dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und Oberflächenabfluss eine Verankerung der Ansprüche in der Richt- (sofern vorhanden) und der Nutzungsplanung empfohlen. Über ein «Regenwasserkonzept» können bei Arealüberbauungen gezielt Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung vereinbart und mit der Bauherrschaft in den verschiedenen Planungsschritten konkretisiert werden, ohne dass auf der Ebene der Sondernutzungsplanungen bereits alle Details verankert werden müssen, was oft als nicht stufengerecht erachtet wird. Die Stadt Zürich hat damit bereits gute Erfahrungen gemacht. Weiter soll ein Umgebungsplan inkl. Aussagen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung als verbindlicher Bestand-

teil des Baubewilligungsverfahrens verankert werden, um die Ansprüche früh zu koordinieren und aufeinander abzustimmen. Auch Verträge bieten Möglichkeiten, die Anforderungen an eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung zu verankern.

Tabelle 1

Lösungen zur formellen Verankerung der klimaangepassten Siedlungsentwicklung hinsichtlich Regenwasserbewirtschaftung. Beispiele zur Information und Anregung.

Gesetze und Verordnungen auf Ebene Bund und Kantone		
Bund	Wasserbaugesetz WBG	Art. 1, 3,6 Revision geplant, u. a. um Oberflächenabfluss zu integrieren
	CO ₂ -Gesetz / Verordnung	Art. 8 / Art. 15
	Wasserbauverordnung WBV	Art. 21, 27
	Raumplanungsgesetz RPG	Art. 3, 6, 15
	Gewässerschutzgesetz GSchG	Art. 6, 7, 11, 36a
	Gewässerschutzverordnung GschV	Art. 5, 11, 13
	Verordnung über Belastungen des Bodens VBBö	Art. 6
	Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (DZV)	Art. 16, 17
	ZGB	Art. 689
	Waldgesetz WaG	Art. 36
	Waldverordnung WaV	Art. 17, 39
	Kanton	Raumplanungs- und Baugesetze
Wassergesetze		<ul style="list-style-type: none"> • Kt. BS: In Überarbeitung in Hinblick auf Klimaanpassung • Kt. BS: Vorschriften zur Bewirtschaftung von Ackerflächen bei betroffenen Hanglagen
Verordnungen		Kt. ZH, AWEL: Abwasserreglement SEVO (Siedlungsentwässerungsverordnung) ist als Musterreglement in Arbeit. Förderung Verdunstung und Entsiegelung. Versickerung soll gebührenrelevant werden.
Behördenverbindliche Festlegungen (alle Ebenen)		
Bund	BAFU: Programmvereinbarungen 2020 – 2024, Teil 6: Schutzbauten und Gefahregrundlagen	Oberflächenabfluss ist subventionsberechtigter Gefahrenprozess (Beiträge von 35 % an Frühwarnsysteme und technische Schutzmassnahmen, 50 % an Gefahregrundlagen)
	Leitfaden Richtplanung ¹²	Ergänzung um die Aspekte der Klimaanpassung ist vorgesehen (Merkblatt)

Behördenverbindliche Festlegungen (alle Ebenen)

Kanton	Kantonale Richtpläne	<ul style="list-style-type: none"> • Kt. GE: Concept de l'aménagement cantonal: In diesem strategischen Teil der Genfer Richtplanung wird der Einbezug des Wassers als strukturierendes Element in der Stadt als Ziel genannt. • Kt. AG: Kap. L1.2 zu Hochwasser: Bei den Herausforderungen sind Versickerung, Entsigelung oder standortgemässe Land- und Waldwirtschaft erwähnt. • Kt. ZH: Teilrevision in Arbeit. Begriff Schwammstadt im Entwurf 2020 aufgenommen.
	Kantonale Sachpläne	Kt. BE: Sachplan Siedlungsentwässerung: Priorisierung des Handlungsbedarfs der Gemeinden über alle Themen der Siedlungsentwässerung
	Regionaler Entwässerungsplan REP	Kte. BE, BL, BS, JU, SO: REP Birs
	Anleitungen zu kommunalen Richtplänen und Klima	Kt. GE: Programmes urbains, fiche «Gestion de l'eau» ²⁰
Region	Regionale Richtpläne	Regionaler Richtplan Stadt Zürich: Stadtklima und ausgeglichener Wasserhaushalt
Gemeinden	Gemeindeordnungen	Stadt Zürich Art. 2: Aktive Sicherung von öffentlichem Grünraum in allen Quartieren. Ergreifung von Massnahmen, um unversiegeltes Land zu schützen. Multifunktionale Nutzung des Grünraums.
	Kommunale Richtpläne	Sitten: Kapitel Siedlungsentwicklung: Freiräume mit Beitrag an die Klimaanpassung, insbesondere zum Schutz vor Hochwasser und Hitze
	Gefahrenkarte Hochwasser	Übergeordnete Regelung zur Berücksichtigung Oberflächenabfluss von Bund an Kantone fehlt noch
	Genereller Entwässerungsplan GEP	<ul style="list-style-type: none"> • Kte. SO und BE: Teilprojekt Oberflächenabfluss im GEP-Musterpflichtenheft. In gewissen Kantonen ist der GEP grundeigentümerverbindlich. • Kt. BS: Kommunale GEPs weisen Zonen mit Versickerungs- und Retentionspflicht aus.

Grundeigentümerverbindliche Festlegungen auf kommunaler Ebene

Nutzungsplanungen NP	Gefahrenvorsorge	<ul style="list-style-type: none"> • Lyss: Hochwasserschutz-Artikel im Baureglement als Grundlage für einen risikobasierten Zonenplan unter Berücksichtigung des Oberflächenabflusses • Diverse Aargauer Gemeinden wie z.B. Herznach, § 22: Oberflächenwasserschutz berücksichtigen, Einforderung von Fachgutachten • Stadt Luzern: Art. 38 Naturgefahren, Art. 41 Gebotszone Wasser
	Versickerung, Umgebungsgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Baden § 60: Versickerung von Regenwasser oder Ableitung in Bäche. In grossen Überbauungen die Kanalisation von Oberflächenwasser entlasten durch ausreichende Puffervolumen, möglichst als natürliche Wasserfläche. • Dübendorf, Art. 38a: Versickerungsflächen, Flachdachbegrünung zur Entlastung der Kanalisation, Umgebungsplan • Buchs AG, Entwurf Bauordnungsrevision Art. 55 Umgebungsgestaltung: Verdunstung, Versickerung, offene Wasserflächen • Stadt Bern Art. 13 oder Basel BPG § 52 und 55: Begrünung von Hof- und Grenzabstandsräumen • Kt. GE: «Schéma directeur de gestion d'évacuation des eaux» als Anhang zum Quartierplan, in dem der Umgang mit dem Niederschlagswasser und die zugehörige öffentliche und private Infrastruktur festgelegt werden
	Grün- und Freiflächenziffern	Reinach BL: Anrechenbarkeit Gebäudebegrünung an GFZ
	Unterbauung, Versiegelung	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Luzern: Art. 33 Umgebungsgestaltung. 40% der Freifläche in offener Bauweise darf nicht unterbaut werden. Die Freiflächen sind wasserdurchlässig auszugestalten. • Stadt Bern: Mustertexte zu maximalem Versiegelungsgrad und Begrünung je nach Bebauungsdichte in Arbeit
	Flachdachbegrünung	<ul style="list-style-type: none"> • Winterthur, Entwurf Revision BZO, Art. 74a: Flachdachbegrünung: Begrünung wasserspeichernd, mit genügend starker Vegetationstragschicht. Solaranlagen entbinden grundsätzlich nicht von dieser Pflicht. • Kriens, Art. 9: Minimale Wasserrückhaltekapazität von mind. 45l/m², ab Fläche >200m² Einreichung eines Dachgestaltungsplans mit einzelnen Substraterhöhungen

Grundeigentümergebundene Festlegungen auf kommunaler Ebene		
Verordnungen	Gebühren	Stadt Zürich: Gebührenverordnung in Überarbeitung: Ausweitung auf Anforderungen Regenwassermanagement geplant
	Qualitative und quantitative Anforderungen	Lausanne, Stadt Zürich, zahlreiche weitere Gemeinden: Durchlässige Beläge, Dachbegrünung, maximale Ableitraten
Sondernutzungsplanungen SNP	Vorgaben zum Umgang mit Niederschlagswasser	Stadt Zürich: Verankerung Flächenentwässerungskonzept für Quartier- oder Gestaltungspläne angestrebt, um den Platz für Retention/Versickerung frühzeitig zu sichern. Prozess wurde bereits mit guten Erfahrungen angewendet. (vgl. Kap. 5)
	Gestaltungspläne	<ul style="list-style-type: none"> • Dübendorf, GP Giessen⁸⁶ Art. 10 und 15: Verhinderung von Regenwasser-Abflussspitzen über begrünte Dächer mit Retentionsvolumen und mit abflussregulierten Dachwasserabflusssystemen. Mit Baueingabe ist ein verbindlicher Umgebungsplan einzureichen mit u. a. Aussagen zu Retention und Dachbegrünung. • Stadt Zürich, privater GP Koch Areal: Art. 11 und 47 zu Entwässerung und Retention, Bericht 3.2.1 bis 3.2.3 zu Retention, Verdunstung und Entwässerung³⁹ • Stadt Zürich, GP GreenCity Manegg⁴¹: Praktisch kein Regenwasserabfluss fliesst aus dem Gebiet. 60% Rabatt auf Abwassergebühr, wenn das Dachwasser zu 100% versickert. • Zürich, GP Avaloq⁴² Art. 18: Entwässerungskonzept vorgängig zur Baueingabe eingefordert. Vorgaben für Meteorwasserversickerung auf Areal. Grünes Dach mit Wasserspeicherfunktion. • Reinach AG, GP Voco-Areal: Das Thema der grossflächigen Retention von Hochwasser in die Gestaltung der Freiräume integriert
Reglemente	Siedlungsentwässerungsverordnung/Abwasserreglement	<ul style="list-style-type: none"> • Rund ein Drittel der Gemeinden im Kt. BE haben die Gebührenpflicht für Niederschlagswasser schon verankert. • Zürich: Gebührenverordnung in Überarbeitung: Ausweitung auf Anforderungen Regenwassermanagement geplant
Baubewilligungsverfahren		Stadt Basel: Der Antragsteller/Eigentümer muss bestätigen, dass er die Gefährdung der Parzelle überprüft hat.
Verträge	Baurechtsverträge	Stadt Zürich: Koch-Areal ³⁹
	Städtebauliche Verträge	
	Privatrechtliche Verträge	Stadt Zürich: Entwicklungsplanung Leutschenbach: Sicherung «Innerer Garten» mit angrenzenden Grundeigentümern

7.2 Informelle Instrumente

Integrale Strategien oder Leitbilder zur räumlichen Entwicklung sowie sektorale Fachstrategien und -konzepte geben als informelle Planungsinstrumente die mittelfristige Ausrichtung der Behörden vor. Je nach Festsetzung wirken sie behördenverbindlich oder konsultativ. Planungen müssen Risiken abwägen und sich gefahrgerecht ausrichten. Retention, temporäre Flutungen und Notwasserwege bei Starkniederschlägen sind daher zukünftig einzuplanen. Auch der Verdunstung und Wasserspeicherung kommen zunehmend Bedeutung in Hitze- und Dürreperioden zu.

Integrale Projekte wie das Pilotquartier Praille Acacias Vernet in Genf fördern und sichern die ganzheitliche Betrachtung und nachhaltige Entwicklung über den frühzeitigen Einbezug der Ansprüche.

Sektorale Fachplanungen ermöglichen eine vertiefte Betrachtung und legen die Grundlage für die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die in Kapitel 5.1 empfohlene «kommunale Wasserstrategie» wird beispielsweise im Kanton Genf bereits mit dem Projekt «Wasser in der Stadt» gelebt. Es legt die Basis für eine breite, interdisziplinäre Diskussion über die zukünftige Siedlungsentwicklung, über angestrebte Qualitäten und die nachfolgende Verankerung in der Richtplanung. Dies ermöglicht transparente Interessenabwägungen und fördert das gegenseitige Verständnis.

Indikatoren, Werte und definierte Standards unterstützen die Planung, erleichtern die Bewertung der Entwicklung und dienen dem Monitoring. Hierzu gibt es bisher kaum definierte Standards.

Tabelle 2

Beispielhafte Lösungen zur informellen Verankerung der Regenwasserbewirtschaftung für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung

Integrale Strategien, Konzepte, Leitbilder und Projekte		
Programme der Exekutive	Legislaturziele, Aktionspläne	Kt. SO: Aktionsplan zur Anpassung an den Klimawandel
	Schwerpunktprogramme	Programm ACCLIMATASION ³⁴
Räumliche Strategien	Räumliche Entwicklungsstrategien	<ul style="list-style-type: none"> • Kt. ZH: Langfristige Räumliche Entwicklungsstrategie LaRES mit Teilprojekt Lokalklima • Stadt Zürich: Entwicklungsplanung Manegg⁴¹
	Masterpläne	Stadt Bern: Masterplan Viererfeld/Mittelfeld: Stadtklima ²⁶
	Pilotprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Genf: Pilotquartier Praille Acacias Vernets 2020²⁸ • Stadt Luzern: ewl-Areal als Vorzeigequartier in Planung, auch bezüglich dezentraler Wasserbewirtschaftung
Sektorale Fachstrategien und -konzepte		
	Naturgefahren/Wasserplanungen	<ul style="list-style-type: none"> • Bericht Naturgefahren Schweiz des Bundesrates⁶ • Kt. ZH: Projekt Überarbeitung Gefahrenkarte Naturgefahren • Riehen, Masterplan Gesamtentwässerung Moostal: Integrale Betrachtung Drainagenetz, Hochwasserschutz und Oberflächenabfluss • Kt. GE: Konzept zur optimalen Integration von «Wasser in der Stadt»²¹ • Zofingen: Massnahmenkonzept Starkniederschlag³⁷
	Klimaschutz / Klimaanpassung	Kt. GE: Kantonaler Klimaplan. Teil 2. Massnahme Nr. 5.3 zu «Wasser in der Stadt» ²¹
	Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • Kt. ZH: Massnahmenplan Anpassung an den Klimawandel²⁴ • Winterthur, Grundsatzpapier Klimawandel: Aspekt c und e sowie HF5 • Stadt Zürich, Konzept Freiraumberatung: Vermeidung Unterbauung, Umgang mit Meteorwasser, Feuchtigkeit zum Schutz vor Überhitzung
Indikatoren, Werte, Standards		
Indikatoren	Versiegelungsgrad	Kt. BS, Indikatorenportal: Bodenversiegelung, Hochwasser
Ziel- und Richtwerte		

7.3 Umsetzung über Beratung und Förderung

Neben der Einflussnahme auf die Bautätigkeit oder der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand auf eigenen Flächen gibt es weitere Möglichkeiten, eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung im Umgang mit Starkniederschlägen und einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu unterstützen. Über **Beratung, Sensibilisierung oder aktive Unterstützung und Förderung** kann eine angestrebte Entwicklung bei Planenden und Privaten angestossen und gelenkt werden.

Vollzugshilfen und Merkblätter lenken die Planungen. Programme, Anreizsysteme und gezielte Mitarbeit der Verwaltung leisten einen aktiven, unterstützenden Beitrag.

Kampagnen und der Einbezug von Anspruchsgruppen z. B. über partizipative Verfahren verankern die Anliegen einer klimaangepassten Entwicklung in der Bevölkerung, fördern das Verständnis und erhöhen die Akzeptanz von Massnahmen wie temporären Flutungen.

Der Bund fördert über die Modellvorhaben und über die Agglomerations- sowie Pilotprogramme zur Klimaanpassung neue Ansätze und Methoden: Lokale, regionale und kantonale Akteure erhalten einen Anreiz, Lösungsideen in den vom Bund gesetzten Schwerpunkten zu entwickeln und vor Ort zu erproben. Das Erreichte sowie das Gelernte sollen verankert und zum Vorbild für andere Vorhaben werden.

Tabelle 3

Angebote zur Beratung, Sensibilisierung sowie zur aktiven Unterstützung und Förderung einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung

Beratung, Sensibilisierung		
Vollzugshilfen	Landwirtschaft	BAFU und BLW: Bodenschutz in der Landwirtschaft, Vollzugshilfe
	Hochwasserschutz	BAFU und ARE: Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren ¹³
	Bau- und Nutzungsordnung	Kt. AG: Muster-BNO, Leitfaden Siedlungsentwicklung
	Gefahrenkarte	Kt. AG: Empfehlung zur Umsetzung in der Nutzungsplanung inkl. Berücksichtigung Oberflächenabfluss
	GEP	Diverse Kantone wie Kt. AG, LU, SO: Musterpflichtenheft
	Siedlungsentwässerungsverordnung/ Abwasserreglement	Diverse Kantone wie Kt. BE, ZH: Mustererlasse
Praxis in der Baubewilligung	Merkblätter und Checklisten	• Stadt Zürich: Arbeitshilfe Versickerung ³⁸ , Checkliste Dachbegrünung • Kt. ZG: Merkblatt Versickerung und Retention von Regenwasser im Liegenschaftsbereich
	Leitfaden	Kt. ZH: Leitfaden Naturgefahren Hochwasser/Oberflächenabfluss
	Standards	Kt. BS: Standards Stadtgärtnerei ²⁵
	Bauberatung	Stadt Zürich: Labitzke-Areal
Mitwirkung	Partizipative Verfahren	Carouge, Quartier Grosselin: Workshops und Forum zur Quartierentwicklung ²⁸
Kampagnen	Wasser und Klima	Kt. GE: «Wasser in der Stadt» ²¹
	Ökologie	Lausanne: «Réseau écologique urbain»

Aktive Unterstützung und Förderung		
Agglomerationsprogramme	Erste bis vierte Generation	Aspekte klimaangepasste Siedlungsentwicklung / Wasserstrategie bisher nicht behandelt
Modellvorhaben	Nachhaltige Raumentwicklung	Projekte 2020 – 2024: Integrale Strategien, Landschaft ¹⁴
Pilotprogramm	Anpassung an den Klimawandel BAFU	Phase I: ACCLIMATASION ³⁴ Phase II: Projekte zu Hochwasserrisiko, Sommertrockenheit ²
Anreizsysteme	Bund	BAFU: Beiträge zur Prävention der Oberflächenabflussgefährdung
	Kantone	<ul style="list-style-type: none"> • Kt. ZH: In Muster-SEVO § 14 kommunale Investitionsbeiträge an RW-Austrennungsmassnahmen • Kt. BE Musterreglement: Regenabwassergebühr in Art. 28, 30, 31
	Gemeinden	<ul style="list-style-type: none"> • Ostermundigen, Abwasserreglement Art. 31 / Baden, Abwasserreglement § 48: Rückerstattung Anschlussgebühr bei Entsiegelung / Bau Versickerungsanlage im Bestand³³ • Baden, Abwasserreglement § 55: Gebührenbefreiung von Dachwassernutzung für WC-Spülung o. ä. • Lausanne: Subventionen zu Dachbegrünungen und Wiederverwendung von Regenwasser • Ecublens: Beiträge an Versickerung • Stadt Zürich: Reduktion Abwassergebühren gem. VPA bei geringem Versiegelungsgrad und bei Versickerung des Dachwassers
Mitwirkung in privaten Planungen (nebst SNP)	Qualitative Verfahren, Testplanungen etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt Zürich: ZHA Boulevard Campus Höggerberg – Neugestaltung: Mikroklima mit Versickerung und Retention im Pflichtenheft. Umsetzung Konzept «Wassermanagement Höggerberg» der ETHZ. • Stadt Zürich: Hunziker-Areal, Genossenschaft «Mehr als Wohnen»
Zusammenarbeit mit Fachverbänden	Grundlagen und Konzepte	<ul style="list-style-type: none"> • BAFU – VSA zu Naturgefahren Schweiz, Gesamtkonzept Regendaten, Aktualisierung GEP-Musterheft • BAFU – VKG Gefährdungskarte Oberflächenabfluss
	Erarbeitung von Normen und Richtlinien	SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung: Gemeinsame Erarbeitung durch VSA und suissetec

Anhang 1 Grundlagen und Projekte Schweiz

Bund

Bundesrat

1

Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel

www.bafu.admin.ch/klima-anpassungsstrategie

2

Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2020–2025

www.bafu.admin.ch/ui-2022-d

Bundesamt für Umwelt BAFU

3

Hydrologische Szenarien HydroCH2018

www.nccs.admin.ch/hydro

4

Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel

www.bafu.admin.ch/klimaanpassung-pilotprogramm

5

Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Schweiz

www.bafu.admin.ch/oberflaechenabfluss

6

Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz

www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/dossiers/

[umgang_mit_naturgefahreninderschweiz.pdf](http://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/dossiers/umgang_mit_naturgefahreninderschweiz.pdf)

7

Hitze in Städten

www.bafu.admin.ch/uw-1812-d

8

Hitze und Trockenheit im Sommer 2018

www.bafu.admin.ch/uz-1909-d

9

Klimawandel in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen.

www.bafu.admin.ch/uz-2013-d

10

Leitfaden Einsatzplanung gravitative Naturgefahren

www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/fachinfo-daten/leitfaden-einsatzplanung-gravitative-naturgefahren.pdf.download.pdf/Leitfaden%20Einsatzplanung%20gravitative%20Naturgefahren.pdf

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

11

Richtlinien Programm Agglomerationsverkehr (RPAV)

www.are.admin.ch/pav

12

Leitfaden Richtplanung

www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/kantonale-richtplaene.html

13

Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren

www.are.admin.ch/naturgefahren

14

Modellvorhaben nachhaltige Raumentwicklung

www.modellvorhaben.ch

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

15

Starkniederschlag und Einsatzplanung Schutz & Rettung Zürich

www.babs.admin.ch/klima

→ *Bevölkerungsschutz und Klimawandel*

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie**MeteoSchweiz**

16

Klimaszenarien CH2018

www.klimaszenarien.ch

17

MeteoSchweiz: Extremwertanalysen

www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/extremwertanalysen.html

18

Hagelklima Schweiz

www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/das-nccs/themen-schwerpunkte/hagelklima-schweiz.html

Naturgefahrenfachstelle des Bundes

19

Naturgefahrenportal

www.naturgefahren.ch

Kantone**Kt. Genf**

20

Anleitung kommunaler Richtplan und Klima

www.ge.ch/document/planification-territoriale-communale-climat

21

Eau en Ville

www.ge.ch/document/eau-ville-gestion-eaux-pluviales-changement-pratiques

22

Entwicklungsareal PAV

www.ge.ch/dossier/praille-acacias-vernets-pav

Kt. Uri

23

Notentlastung Reuss auf Autobahn A2

www.ur.ch/themen/2786

Kt. Zürich

24

Klimaanpassung

www.zh.ch/de/umwelt-tiere/klima/klimaanpassung.html

Gemeinden**Basel**

25

Richtlinien und Standards (Bäume, Grünflächen, Beläge)

www.stadtgaertnerei.bs.ch/ueber-uns/geschaeftpartner/richtlinien-standards/standards.html

Bern

26

Entwicklung Viererfeld/Mittelfeld

www.bern.ch/themen/planen-und-bauen/stadtentwicklung/stadtentwicklungsprojekte/viererfeld

27

Verwaltungsgebäude Guisanplatz

www.bbl.admin.ch/bbl/de/home/bauten/bauwesen/aktuelle-bauprojekte/verwaltungszentrum-am-guisanplatz-1-in-bern.html

Carouge

28

Quartier Grosselin

www.ge.ch/dossier/praille-acacias-vernets-pav/quartiers/grosselin

Lindau

29

Buechbach

www.lindau.ch/pressemitteilungen/239298

Marthalen

30

Hochwasserschutz

www.krene.ch/download.php?doc=MzM1MzQzLjY4**Meyrin**

31

Ökoquartier Les Verges

www.lesvergers-meyrin.ch/ecoquartier**Opfikon**

32

Glattpark

www.glattpark.ch/opfikerpark**Ostermundigen**

33

Kostengünstige Alternative zum Ausbau der Abwasserkanäle

https://vsa.ch/wp-content/uploads/2020/04/Kostenguenstige_Alternative_zum_Ausbau_der_Abwasserkanale.pdf**Sitten**

34

ACCLIMATASION

www.sion.ch/acclimatasion**St. Gallen**

35

Verbundsteuerung

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/EnergieSchweiz-verbibt-ersten-Smart-City-Innovation-Award-in-Basel**Wetzikon**

36

Wigarten

<https://m.wetzikon.ch/index.php?apid=15998681&jsr=1>**Zofingen**

37

Schadenfälle durch Starkniederschläge in Zofingen

www.zofingen.ch/public/upload/assets/5238/Bericht%20Starkregen%20Analyse%20und%20Massnahmen.pdf sowie

Ereignisbericht Hochwasser 8. Juli 2017

www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/hochwasserschutz/hochwasserschutzmassnahmen/ereignisbericht/ereignisbericht_1.jsp**Zürich**

38

Arbeitshilfe Versickerung in Stadträumen

www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/fachunterlagen/richtlinien.html#arbeitshilfen_versickerung

39

Koch-Areal

www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/Projekte/laufende-projekte/koch-areal.html

40

Albisrieder Dorfbach

www.portal.zh-affoltern.ch/files/zh-affoltern/images/quartierinfo/SW_Bachkonzept_1306.pdf

41

Entwicklungsplanung Manegg

www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/staedtebau/planung/entwicklungsgebiete/manegg.html

42

Avaloq-Areal

www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/staedtebau/planung/entwicklungsgebiete/manegg/projekte_geplant/avalog.html

43

Max-Bill-Platz

www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur-erleben/park-und-gruenanlagen/parkanlagen-von-az/max-bill-platz.html

44

Turbinenplatz

www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur-erleben/park-und-gruenanlagen/parkanlagen-von-az/turbinenplatz.html

45

Pilotprojekt Scheuchzerstrasse

www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz.html

Verbände, Institutionen, Medien und Tools

46

Fachverband für Wasser in der Schweiz VSA

www.vsa.ch

47

Plattform «Schutz vor Naturgefahren» mit Grundlageninformationen, Angeboten zu Standortabfrage, Produkteliste für Hochwasserschutz und guten Beispielen

www.schutz-vor-naturgefahren.ch

48

PLANAT – Nationale Plattform für Naturgefahren. Strategie 2018 «Umgang mit Risiken aus Naturgefahren».

www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Strategie2018/Strategie_de.pdf

49

Prevent-Building – Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen

www.schutz-vor-naturgefahren.ch/spezialist/service/wirtschaftlichkeit.html

50

VSS-Normen

www.vss.ch

51

SIA-Normen

www.sia.ch/de/dienstleistungen/normen

insb. Norm 261/1 «Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen» und zugehörige Wegleitung 4002 «Hochwasser» sowie Dokumentation 0260 «Entwerfen und Planen mit Naturgefahren im Hochbau» sowie weitere: 318, 190, 271/272, 2050

52

Werkzeuge zum Thema Oberflächenabfluss als Naturgefahr – eine Entscheidungshilfe

<https://naturwissenschaften.ch/service/publications/107224-werkzeuge-zum-thema-oberflaechenabfluss-als-naturgefahr---eine-entscheidungshilfe>

Anhang 2 Gute Beispiele aus dem Ausland

Staats- und Landesverwaltungen

53

Région Grand-Est

www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/eaux-pluviales-r7012.html sowie
www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/doctrine_pluviale_grand_est-compresse.pdf

Städte und Gemeinden

Berlin

54

STEP Klima KONKRET

www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_konkret.pdf

Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung

www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/SenStadt_Regenwasser_dt_bfrei_final.pdf

Schumacher-Quartier

www.schumacher-quartier.de

Begrenzung der Einleitung von Regenwasser

www.berlin.de/senuvk/umwelt/wasser/regenwasser/de/Hinweisblatt-BReWa-BE.pdf

Esslingen

55

Sonnensiedlung

www.dreiseitl.com/de/portfolio?typology=gew%C3%A4sser#residential-area-egert

Farmsen

56

Trabrennbahn

<https://trabrennbahn-farmsen.de> und
www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de/NSP/SharedDocs/Projekte/WSPProjekte_DE/Hamburg_Farmsen_Wohnpark_Trabrennbahn.html

Freiburg im Breisgau

57

Zollhallenplatz

www.dreiseitl.com/de/portfolio?region=deutschland#zollhallen-plaza

Gelsenkirchen

58

Lanferbach

www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Emscher_Landschaftspark/PDFs/2010_Masterplan_Emscher_Landschaftsplan.pdf

Hamburg

59

Projekt RISA

www.risa-hamburg.de

60

Hölertwiete Hamburg-Harburg

www.hcu-hamburg.de

Kopenhagen

61

Climate resilience programme for storm water and sewer services

www.hofor.dk/wp-content/uploads/2016/09/climate_resilience_programme_faktaark_2016.pdf

62

St.-Annæ-Platz

<https://stateofgreen.com/en/partners/schonherr/solutions/sankt-annae-square>

Lagenau bei Ulm

63

Gesplittete Abwassergebühr

www.verwaltungsverband-langenau.de/wissenswertes/gesplittete-abwassergebuehr

Landshut

64

Flutmulde

www.wwa-la.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/flutmulde/index.htm

Leonding

65

Überschwemmungsschutz

<https://ib-humer.at/ueberschwemmungsschutz-in-leonding>

Lyon

66

Eaux pluviales

www.roannaise-de-leau.fr/competences/eaux-pluviales

Rue Garibaldi

www.grandlyon.com/actions/lyon-rue-garibaldi.html

67

Porte des Alpes

www.graie.org/OMEGA2/IMG/pdf/Rapport_Final_Constance_Thual.pdf

68

Parapluie-Hydro

<https://parapluie-hydro.com/grandlyon> sowie www.grandlyon.com/services/gestion-des-eaux-pluviales.html

Offenbach

69

Goethequartier

www.offenbach.de/leben-in-of/planen-bauen-wohnen/wohnen/wohnungsbauprojekte_/goethequartier_/goethequartier13.09.2017.php

Oslo

70

Groruddalen

www.dreiseitl.com/de/portfolio#holalokka

Ostfildern

71

Scharnhäuser Park

www.ostfildern.de/Stadt+_Geschichte/Ostfildern+entdecken/Scharnhäuser+Park.html

New York

72

The Big U

www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u

Noisy le Sec

73

Parc des Guillaumes

www.urbanwater.fr/?projects=france-noisy-le-sec-parc-des-guillaumes

Rennes

74

L'écoquartier La Courrouze

www.lacourrouze.fr/decouvrir-le-projet-urbain/l-ecoquartier

Reutlingen

75

Das Beste für Wasser

www.ser-reutlingen.de/willkommen sowieLeitfaden Regenwasser und Hochwasserrisiko-
managementwww.stadtverwaltung-reutlingen.de/programme/RIS/ris_web.nsf/xsp/download?documentId=6669834F721449ABC125861E004C6858&file=Vorlage_Infrastrukturangepassung%20der%20SER%20infolge%20des%20Klimawandels%20Leitfaden%20Regenwasser%20und%20Hochwasserrisikomanagement%20in%20der%20Stadt%20Reutlingen.pdf**Roskilde**

76

Musicon-Quartier

<https://ghb-landskab.dk/projekter/musicon-en-musisk-bydel>**Rotterdam**

77

Museumpark

<https://paulderuiter.nl/projects/museumpark>

78

Bentemplein

www.db-bauzeitung.de/db-themen/db-archiv/temporaer-geflutet**Singapur**

79

Bishan–Ang Mo Kio Park

www.nparks.gov.sg/gardens-parks-and-nature/parks-and-nature-reserves/bishan---ang-mo-kio-park**Stuttgart**

80

Bad Cannstatt, Neckarpark

www.stuttgart.de/leben/stadtentwicklung/neckarpark.php

81

Winnenden

<https://de.ramboll.com/projects/germany/arkadian-winnenden>**Institutionen**

82

Informationsportal Klimaanpassung in Städten INKAS
des Deutschen Wetterdienstes DWDwww.dwd.de/DE/leistungen/inkas/inkasstart.html

Anhang 3 Ausgewählte Fach- informationen

Dezentrales Regenwassermanagement / Schwammstadt in der Forschung und Anwendung

83

KURAS – Konzept für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme

www.kuras-projekt.de

84

SAMUWA – Verbundforschungsvorhaben

<https://nawam-inis.de/de/inis-projekte/samuwa>

Gebäudebegrünung

85

Optigrün

www.optigruen.de/fileadmin/05-prospekte/dachbegruener/dachbegruener-2017-01.pdf

86

Dübendorf, Gestaltungsplan Giessen

www.duebendorf.ch/_docn/2368973/5_Factsheet.pdf

oder www.duebendorf.ch/newsarchiv/283806

87

GreenScenario

www.dreiseitl.com/de/news/green-scenario

88

Greenpass

<https://greenpass.io/de>

89

Interreg Projekt Verdeval – verde e clima urbano

<https://verdevale.eu>

90

Auszeichnung Blauer Kompass 2020 für Firma HanseGrand:

www.youtube.com/watch?v=sRZQNFrel7I

Anhang 4 Abbildungsverzeichnis und Bildnachweis

Abbildungen

Abbildung 1

Gefahrenkarte Hochwasser und vom Unwetter 2017 betroffene Gebäude in Zofingen und Strengelbach

Quelle: Stadt Zofingen, Ressort Tiefbau

Abbildung 2

Oberflächenabfluss am 2. Mai 2013 beim Werkhof Tiefbau an der Schweizersbildstrasse in Schaffhausen

Quelle: Urs Gyseler, Amt für Geoinformation des Kantons Schaffhausen, urs.gyseler@sh.ch

Abbildung 3

Unwetter 2017 in Zofingen

Quelle: Stadt Zofingen, Ressort Tiefbau

Abbildung 4

Der Place Centrale in Lausanne am 11. Juni 2018

Quelle: 345307193 KEYSTONE / Valentin Flauraud

Abbildung 5

Änderung der Häufigkeit und der Intensität von 1-Tages-Starkniederschlägen, die rund 3-mal im Jahr auftreten

Quelle: Scherrer S. C., Fischer E. M., Posselt R., Liniger M. A., Croci-Maspoli M., Knutti R. 2016: Emerging trends in heavy precipitation and hot temperature extremes in Switzerland, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, 2626–2637, <https://doi.org/10.1002/2015JD024634>

Abbildung 6

Erwartete Änderung des maximalen 1-Tages-Niederschlags

Quelle: NCCS (Hrsg.) 2018: CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich.

Abbildung 7

Wasserkreislauf auf unversiegelter und versiegelter Fläche

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 8

Fokusmassnahmen bei verschiedenen Regenereignissen

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 9

Das Schwammstadtkonzept

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 10

Konsolidierung der blauen, der grünen und der grauen Infrastruktur als Grundlage einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung nach RISA (RegenInfraStruktur-Anpassung Hamburg)

Quelle: Projekt Ramboll Studio Dreiseitl (angepasst)

Abbildung 11

Mögliche Ziele im Rahmen einer Projektentwicklung

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl (angepasst)

Abbildung 12

Die Instrumente der Raumplanung gemäss Faktenblatt zur Raumplanung des ARE

Quelle: ARE (angepasst)

Abbildung 13

Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Hochwasser von Zofingen und Strengelbach

Quelle: Gefahrenkarte Hochwasser, Geoportal Kanton Aargau, 1. Oktober 2021

Abbildung 14

Ausschnitt aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss von Zofingen und Strengelbach

Quelle: swisstopo, BAFU

Abbildung 15

Planungsinstrumente für den Gewässerschutz

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 16

Der «Fingerstrukturplan» zeigt auf, wie das Wasser bei Starkniederschlag abfließt.

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 17

Wolkenbruch-Strassen im Normalzustand und bei Starkregen

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 18

Die ganzheitliche Projektstruktur der RISA-Strategie

Quelle: RISA Strukturplan (angepasst)

Abbildung 19

Das Regenwassermanagement von Lyon legt Service-Levels fest.

Quelle: Region Grand-Est

Abbildung 20

Vernetzte Wasserwege gemäss Strategie «Wasser in der Stadt» im Kanton Genf

Quelle: BASE-ATM & Etat de Genève, «Eau en Ville – Gestion des eaux pluviales: vers un changement de pratiques?», www.ge.ch/document/20618/telecharger

Abbildung 21

Regenwasserbewirtschaftung gemäss Masterplan

Quelle: Masterplan Viererfeld/Mittelfeld; Stadtplanungsamt Bern, 20. Mai 2020

Abbildung 22

Empfohlener Einbezug der Regenwasserplanung in die Raumplanung

Quelle: eigene Darstellung Projektteam

Abbildung 23

Massnahmenübersicht und Bewertung der Wirkungen in der Regenwasserbewirtschaftung

Quelle: eigene Darstellung Projektteam

Abbildung 24

Erhöhter Damm mit Auslaufbauwerk und hoch liegendem Notüberlauf

Quelle: Hunziker Betatech AG

Abbildung 25

Gefährdungskarte Oberflächenabfluss beim eingedolten Buechbach: blau die offenen Abschnitte; grosse, dunkelviolette Fläche unten rechts das Rückhaltebecken.

Quelle: swisstopo

Abbildung 26

Keyline-Design

Quelle: Philipp Gerhardt, <http://baumfeldwirtschaft.de>

Abbildung 27

Topografische Platzierung von Keylines zur optimalen Sammlung von Regenwasser

Quelle: <http://crkeyline.ca/what-is-keyline-design/>

Abbildung 28

Einbau der Keylines durch maschinell erstellte Boden-erhebungen

Quelle: www.regrarians.org

Abbildung 29

Landwirtschaftlicher Anbau mit Keyline-Methode in Meilen

Quelle: Urs Ambühl

Abbildung 30

Lageplan Scharnhäuser Park mit Entwässerungskonzept

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 31

Retentionsmulden Scharnhäuser Park

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 32

Schutz der Zofinger Altstadt vor Oberflächenabfluss durch Bombierung der Strasseneinmündung.

Quelle: Stadt Zofingen, Ressort Tiefbau

Abbildung 33

Schwelle eingangs Altstadt zur Umleitung des Oberflächenabflusses in Steckborn
Quelle: Hunziker Betatech AG

Abbildung 34

Über die Strasse gelangt der Oberflächenabfluss zurück in den Talerbach.
Quelle: Hunziker Betatech AG

Abbildung 35

Freiburg – Versickerung auf dem Zollhallenplatz
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 36

Nebenverkehrsflächen und Pausenplatz an der Sekundarschule Oberdorf (BL)
Quelle: SAIBRO – Wasserdurchlässiger Festkiesbelag (Hersteller Saibro GmbH)
Foto: H. Imholz / 2011

Abbildung 37

Fussweg und Velostellplätze in Lugano
Quelle: Giorgio Benicchio

Abbildung 38

Horburgstrasse in Basel – Tramtrasse nach der Begrünung
Quelle: Kanton Basel-Stadt, Planungsamt, S&A

Abbildung 39

Beispiel für ein Rasenfugenpflaster als Parkplatz, Lugano Suglio
Quelle: Studio Rodel, Landschaftsarchitektur, Lugano.

Abbildung 40

Wasserbilanz eines Teiches mit angeschlossener Fläche gleicher Grösse und Überlaufriogle
Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

Abbildung 41

Winnenden – Lageplan mit Retentionssee
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 42

Integrierte Infrastruktur zur Regenwasserbewirtschaftung kann auch so aussehen
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 43

Rückhaltebecken Wigarten
Quelle: ILF – Institut für Landschaft und Freiraum, Thomas Oesch

Abbildung 44

Lageplan – Freilegung der Alna in Oslo
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 45

Naturschwimmteich mit Retention und Überlauf
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 46

Renaturierter Kallang River im Park Bishan-Ang Mo Kio bei Normalwasser
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 47

Kallang River bei ca. 20-jährlichem Regenereignis
Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 48

Der Albisrieder Dorfbach bei Normalwasser
Quelle: Entsorgung und Recycling Zürich

Abbildung 49

Albisrieder Dorfbach: Einstau nach Regenereignis
Quelle: Entsorgung und Recycling Zürich

Abbildung 50

Parc des Guillaume mit überlagernden Funktionen als Natur-, Erholungs- und Retentionsraum
Quelle: Urbanwater-Paris

Abbildung 51

Parc des Guillaume mit überlagernden Funktionen als Natur-, Erholungs- und Retentionsraum
Quelle: Urbanwater-Paris

Abbildung 52

Mulde in Gärten im Quartier Les Vergers

Quelle: Etat de Genève, Théo Gardiol

Abbildung 53

Bepflanzte Mulden nehmen bei Starkniederschlägen das Wasser am Turbinenplatz auf.

Quelle: Niculin Cathomen, ERZ

Abbildung 54

Der Max-Bill-Platz vor dem Umbau

Quelle: Pia Meier / Quartierzeitung «Zürich Nord»

Abbildung 55

Der Max-Bill-Platz nach dem Umbau

Quelle: StadtLandschaft GmbH

Abbildung 56

Wohnpark Trabrennbahn Farmsen mit Regenwasserkanal

Quelle: bgmr Landschaftsarchitekten GmbH

Abbildung 57

Gräben leiten das Regenwasser der Gebäude zum See im Opfikerpark.

Quelle: StadtLandschaft GmbH

Abbildung 58

Im Labitzke-Areal wird das Regenwasser in Retentionsgräben und Grünflächen geleitet.

Quelle: Schmid Landschaftsarchitekten GmbH

Abbildung 59

Offene Gräben für Verdunstung und Versickerung

Quelle: StadtLandschaft GmbH

Abbildung 60

Prinzip der Baumrigole in Hamburg-Harburg

Quelle: BlueGreenStreets, HafenCity Universität Hamburg (HCU)

Abbildung 61

Baumrigole im Strassenbild

Quelle: HCU, Michael Richter

Abbildung 62

Längsschnitt mit Baumrigolen an der Scheuchzerstrasse mit teilweise verbundenen Mulden

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 63

Lageplan

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 64

Flutmulde Landshut

Quelle: Klaus Leidorf,
www.leidorf-aerial.com

Abbildung 65

Die Flutmulde in Marthalen

Quelle: ILF, Thomas Oesch

Abbildung 66

Bau einer Rigole

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 67

Die untersten Lagen bestehen aus Kunststoffelementen (Löschwassernutzung), die weitere Auffüllung hier aus Lava (hohes Porenvolumen).

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 68

Schnitt Mulden-Rigolen-System

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 69

Schematischer Schnitt der Tiefgarage mit Retentionsvolumen

Quelle: Paul de Ruiter

Abbildung 70

Umbau von Strassenunterführungen in Rückhaltebecken

Quelle: Luce Ponsar, Métropole de Lyon (angepasst)

Abbildung 71

Regenrückhaltebecken Zieglerstrasse

Quelle: Tiefbauamt der Stadt Bern

Abbildung 72

Zulaufkanal in Köniz mit Drosselblende. Im schwarzen Schutzrohr befindet sich eine Sonde zur Wasserstandsmessung.

Quelle: Gemeindebetriebe Köniz

Abbildung 73

Schematische Darstellung des Einzugsgebiets der ARA Au St. Gallen mit den in die Verbundsteuerung eingebundenen Aussenbauwerken

Quelle: Entsorgung St. Gallen

Abbildung 74

Verdunstungsleistung eines Stadtbaums und unterschiedlicher Dachaufbauten pro Tag im Vergleich

Quelle: ZinCo

Abbildung 75

Dachflächen im Goethequartier in Offenbach

Quelle: Büro Landes&Partner

Abbildung 76

Gesteuertes und kombiniertes Retentions- und Bewässerungsvolumen

Quelle: Optigrün international AG

Abbildung 77

Intensiv begrüntes Dach auf dem Toni-Areal in Zürich

Quelle: Studio Vulkan, Zürich

Abbildung 78

Eine Sickermulde filtert das Regenwasser, bevor es in die Zisterne fließt.

Quelle: Thomas Wagner

Abbildung 79

Zisterne mit Retentions- und Speichervolumen

Quelle: Mall AG

Abbildung 80

Rechts die Abflussdrossel und links der Notüberlauf des Retentionsteils

Quelle: BBL, Rudenz Flühmann

Abbildung 81

Die «Grüne Mitte»

Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl

Abbildung 82

Flutbarer Spiel- und Fussballplatz in Freiburg. In der hinteren Ecke ist das Einlaufbauwerk in die Kanalisation sichtbar.

Quelle: ILF, Thomas Oesch

Abbildung 83

Der Veloparkplatz des Schwimmbades Zofingen vor (links) und nach der Geländeanpassung (rechts)

Quelle: Stadt Zofingen

Abbildung 84

Bentemplein im Trockenzustand (links) und während eines Starkregens (rechts)

Quelle: MUST Städtebau

Abbildung 85

Verbindungskanal als Skateanlage in Roskilde

Quelle: GHB

Abbildung 86

Retentionsbecken als naturnaher See

Quelle: GHB

Abbildung 87

Platzrand mit 3 cm hoher Überstaukante

Quelle: StadtLandschaft GmbH

Abbildung 88

Multicodierter Vulkanplatz

Quelle: StadtLandschaft GmbH

Abbildung 89

Historische Altstadt Valencia mit Entwässerungsrinnen

Quelle: Ramboll Dänemark

Abbildung 90

Prinzipschnitt mit tiefer liegendem Grünstreifen

Quelle: Ramboll/Schonherr

Abbildung 91

Blick auf den St.-Annæ-Platz

Quelle: Ramboll

Abbildung 92

Flutbarer Abschnitt der Autobahn A2 zwischen Attinghausen und Seedorf (UR) während des Hochwasserereignisses vom Oktober 2020

Quelle: Valentin Luthiger

Abbildung 93

Mobiler, mit Wasser gefüllter Schutzdamm

Quelle: Hydrobaffle – Mobiler Damm

Abbildung 94

Multifunktionale Nutzung und städtebauliche Integration von Schutzmassnahmen in New York

Quelle: Rebuild by Design/The BIG Team

Abbildung 95

Die heruntergefahrne Schutzwand bei einem starken Regenereignis (Visualisierung)

Quelle: Rebuild by Design/The BIG Team

Tabellen (Quelle: Projektteam)

Tabelle 1

Lösungen zur formellen Verankerung der klimaangepassten Siedlungsentwicklung hinsichtlich Regenwasserbewirtschaftung. Beispiele zur Information und Anregung

Tabelle 2

Beispielhafte Lösungen zur informellen Verankerung der Regenwasserbewirtschaftung für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung

Tabelle 3

Angebote zur Beratung, Sensibilisierung sowie zur aktiven Unterstützung und Förderung einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung

Anhang 5 Glossar

Abflussbeiwert

Konstante, die angibt, welcher Anteil des Regens zum Abfluss gelangt. Es wird zwischen zwei Abflussbeiwerten unterschieden: der Spitzenabflussbeiwert, der angibt, wie gross der maximale Abfluss im Vergleich zum maximalen Niederschlag während einer bestimmten Regendauer ist; und der mittlere Abflussbeiwert oder Gesamtabflussbeiwert, der angibt, welcher Anteil des Niederschlagsvolumens zum Abfluss gelangt.

Bemessungsregen

Historisches oder modelliertes Regenereignis, mit dem die hydraulische Leistungsfähigkeit eines bestehenden oder geplanten Bauwerks nachgewiesen wird.

Blau-grüne Infrastruktur

Blau-grüne Infrastruktur verbindet hydrologische Funktionen mit der städtischen Natur, Landschaftsgestaltung und Stadtplanung. Dabei dienen das Blau (Wasser) und das Grün (Wiesen, Büsche, Bäume) dem Schutz vor Überschwemmungen und anderen Auswirkungen des Klimawandels.

Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

Mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird Regenwasser vor Ort zurückgehalten, genutzt, zur Verbesserung des lokalen Klimas verdunstet, dem Grundwasser durch Versickerung zugeführt, durch eine Bodenpassage gereinigt und falls erforderlich gedrosselt in ein Gewässer oder in die Kanalisation abgeleitet.

Klimaresilienz

Die Fähigkeit eines sozialen oder ökologischen Systems, auf Störungen des Klimas zu reagieren und dabei seine Struktur und Funktionsweise, die Fähigkeit zur Selbstorganisation und die Anpassungsfähigkeit gegenüber Belastungen und Veränderungen zu bewahren.

Multicodierung

Als Multicodierung wird eine sinnvolle Überlagerung von Nutzungen und Verknüpfung verschiedener Interessen und Funktionen bezeichnet: Frei- und Grünflächen dienen überlagernd unterschiedlichen Nutzungsansprüchen (Multifunktionalität). Dies kann auch die Klimaanpassung beinhalten, indem sie beispielsweise im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung zum temporären Rückhalt von Starkregen (Überstauung) oder zur gezielten Ableitung als Notwasserwege im Extremfall ausgebildet werden.

Oberflächenabfluss

Anteil des Niederschlags, der über die Geländeoberfläche abfließt. Oberflächenabfluss tritt auf, wenn der Niederschlag wegen der Beschaffenheit des Untergrunds (z. B. versiegelte Flächen, verdichteter Boden) kaum infiltrieren kann oder nach Sättigung des Bodens, wenn also Wasser nicht mehr eindringen kann.

Regenwasserplanung

Im vorliegenden Bericht wird der Begriff «Regenwasserplanung» verwendet, der alle planerischen Aktivitäten in den Bereichen Hochwasserschutz und Siedlungsentwässerung umfasst, die für die Umsetzung einer integrierten Regenwasserbewirtschaftung erforderlich sind.

Rigole

Versickerungsanlage, in der das nicht verschmutzte Niederschlagsabwasser in einer Mulde gesammelt und anschliessend über eine humusierete Bodenschicht in eine tiefer liegende Sickerleitung versickert wird.

Schwammstadt

Konzept der HYPERLINK https://de.wikipedia.org/wiki/Stadtplanung_Siedlungsplanung, bei dem das Siedlungsgebiet so gestaltet wird, dass es anfallendes Regenwasser wie ein Schwamm aufnimmt und verzögert wieder abgibt. Dadurch können Überschwemmungen bei Starkniederschlagsereignissen vermieden, das Stadtklima verbessert und die Hitzebelastung durch Verdunstungskühlung reduziert werden.

Starkniederschlag

Niederschlag, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Intensität aufweist und selten auftritt. Der vorliegende Bericht befasst sich mit Starkniederschlägen, die Oberflächenabfluss auslösen. Diese dauern wenige Minuten bis Stunden und zeichnen sich durch eine sehr hohe Intensität aus.

Verdunstungskühlung

Abkühlung beim Übergang des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand, also zu Wasserdampf. Die zum Verdunsten benötigte Wärmeenergie wird dabei der Flüssigkeit und der Umgebung entzogen.

Anhang 6 Abkürzungen

ARE

Bundesamt für Raumentwicklung

BABS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz

BAFU

Bundesamt für Umwelt

DWA

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

FbR

Bundesverband für Betriebs- und Regenwasser e. V.

GEP

Genereller Entwässerungsplan

KVG

Vereinigung Kantonale Feuerversicherungen

REP

Regionaler Entwässerungsplan

RISA

RegenInfraStrukturAnpassung Hamburg

SFG

Schweizerische Fachvereinigung für Gebäudebegrünung

SIA

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

SVGW

Fachverband für Gas, Wärme und Wasser

SVV | ASA

Schweizerischer Versicherungsverband

SWV

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

VKG

Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen

VSA

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute

VSS

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Lesehilfe für Massnahmenblätter

Beitrag zur Schwammstadt und Wirkung zur Schadensprävention bei Starkregen

- hoch
- mittel
- tief

Synergien

- hoch
- mittel
- tief

Einsatzbereiche

- vorwiegender Einsatz
- wenig relevanter Einsatz