



Forschungsentwicklungsplan FEPI Reallabor Raum & Landschaft Schweiz

Regenwasser länger an der Oberfläche
halten, gestalten und nutzen



INSTITUT FÜR
LANDSCHAFT UND FREIRAUM



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

Impressum

Auftraggeber:	Forschungs- und Entwicklungsplan HSR FEPI
Auftragnehmer:	HSR Hochschule für Technik Rapperswil ILF Institute für Landschaft und Freiraum Oberseestrasse 10 CH-8640 Rapperswil T +41 55 222 49 11 F +41 55 222 44 00 ilf@hsr.ch www.ilf.hsr.ch
Autoren*:	Prof. Thomas Oesch (thomas.oesch@hsr.ch), Projektleitung Monika Schirmer-Abegg Martin Schlatter Nadja Schläpfer Andrej Koci
Expertengruppe:	Prof. Dr. Michael Burkhardt (UMTEC) Hans Balmer, AWEL Kanton Zürich Jonas Eppler, AWEL Kanton Zürich Franz-Günter Kari, ERZ (Entsorgung Stadt Zürich) Gerhard Hauber, Studio Ramboll Dreiseitl Martin Schlatter HSR (IRAP)
Stand:	20. Oktober 2020
Zitiervorschlag:	ILF (2020). Forschungsentwicklungsplan FEPI. Reallabor Raum & Landschaft Schweiz. Regenwasser an der Oberfläche länger halten, gestalten und nutzen. HSR Hochschule für Technik Rapperswil. ISSN 1662-5684, ISBN 978-3-9524933-5-9

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen meistens die männliche Form gewählt, es ist jedoch immer die weibliche Form mitgemeint.

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	7
1 EINLEITUNG	8
1.1 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPLAN	8
1.2 BEZUG ZUM VERWEILENDEN WASSER	8
1.3 HYPOTHESEN	9
2 AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG	11
2.1 KLIMAWANDEL UND HITZE ALS ANLASS.....	11
2.2 BEZUG ZUM GEWÄSSERSCHUTZGESETZ, GEP UND REGENWASSERMANAGEMENT	12
2.3 EINE REFERENZ AUS ANDALUSIEN – DIE ALHAMBRA IN GRANADA	12
2.4 NATIONALE UND INTERNATIONALE TRENDS.....	13
3 ZIELE UND VORGEHEN	16
3.1 ZIELE	16
3.2 METHODIK	16
3.2.1 Interviews.....	16
3.2.2 Feldbegehungen.....	16
3.2.3 Expertenworkshops	17
3.2.4 Vorträge/ Veranstaltungen.....	17
4 RECHERCHEN UND ERKENNTNISSE	18
4.1 ÄSTHETIK UND SINNLICHKEIT DES VERWEILENDEN WASSERS	18
4.2 AM WASSER IST EIN HOTSPOT DER BIODIVERSITÄT	19
4.3 KÜHLEISTUNG DURCH VERDUNSTUNG	20
4.4 PROBLEMATIK MÜCKEN.....	23
4.4.1 Mücken in der Schweiz – Status Quo.....	23
4.4.2 Massnahmen gegen Mücken	24
4.5 PROBLEMATIK ALGEN.....	25
4.6 FEHLENDE ANREIZE	26
4.7 SICHERHEITSASPEKTE.....	27
4.8 VEGETATION AM STEHENDEN WASSER.....	29
4.9 RISIKO SCHADSTOFFEINTRAG.....	31
4.10 FAZIT DER ERKENNTNISSE.....	32
5 FALLBEISPIELE (ÜBERSICHT UND ERKENNTNISSE).....	34
5.1 ÜBERSICHT.....	34
5.2 ZUSAMMENFASSUNG INTERVIEWS.....	35
6 LÖSUNGSANSÄTZE UND STRATEGIEN.....	38
6.1 DER NATÜRLICHE WASSERKREISLAUF ALS VORBILD	38
6.2 SCHWAMMSTADT ALS GESAMTSTRATEGIE.....	39
6.3 ÜBERSICHT MEHRWERT	41
6.4 MATRIX MASSNAHMEN UND POTENZIALE	47
6.5 BLAUE MASSNAHMEN (VERWEILENDES) WASSER	49
6.5.1 Temporäre und permanente Wasserflächen (allgemein)	49
6.5.2 Offene Wasserfläche, Teichanlage (+/- permanent, nicht versickerungsfähig)	51
6.5.3 Anlagen zur Nutzung von Regenwasser	53
6.5.4 Rückhaltebecken, -volumen (ober- / unterirdisch).....	55
6.5.5 Versickerungsanlage, -becken, -teich, Volumen (ober-/unterirdisch)	56
6.5.6 Öffentlicher Raum als temporärer Retentionsraum (z.B. Sportplatz).....	57
6.5.7 Wasserspielfeld.....	58
6.5.8 Offene Regenwasserführung.....	59
6.6 GRAUE UND GRÜNE MASSNAHMEN IN DER FLÄCHE	60
6.6.1 Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Beläge.....	60
6.6.2 Speicher- und verdunstungsfähige Dachbegrünung.....	61

6.6.3	<i>Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Grünflächen</i>	63
6.6.4	<i>Transpirierende Pflanzenwelt</i>	64
6.7	VERTIEFUNG DROSSELORGANE UND SPEICHERVOLUMEN	66
6.7.1	<i>Grundlagen</i>	66
6.7.2	<i>Dimensionierung und Ausführung</i>	66
6.7.3	<i>Drosselung auf dem Flachdach</i>	67
6.7.4	<i>Retention auf Plätzen und Freiflächen</i>	68
7	STRATEGIEN	70
7.1	MÖGLICHE MASSNAHMEN IM BESTAND UND BEI NEU GEPLANTEN OBJEKTEN	70
7.2	VERANKERUNG IN DER RAUMPLANUNG	74
7.2.1	<i>„Verweilendes Wasser“ im Kontext zum Klimawandel</i>	74
7.2.2	<i>Mögliche künftige Verankerung dieser Themen:</i>	76
7.3	HANDLUNGSEMPFEHLUNG FÜR GEMEINDEN	78
8	AUSGEWÄHLTE PROJEKTIDEEN	79
8.1	RETENTION IM NEUBAUQUARTIER (MURI BE)	79
8.2	VERWEILENDES WASSER ALS FREIRAUMLABOR AN DER HSR (LÖSUNG IM BESTAND)	82
8.3	VERWEILENDES WASSER IM QUARTIER (LÖSUNG IM BESTAND, DARGESTELLT AN EINEM MEHRFAMILIENHAUS)	83
8.4	PROJEKTIDEE BUECHEGG ZÜRICH (AUFWERTUNG QUARTIER IM BESTAND)	84
9	FAZIT UND AUSBLICK	85
	LITERATURVERZEICHNIS	88
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	92
	QUELLENANGABEN ZUM KAPITEL VERANKERUNG IN DER RAUMPLANUNG	95
	ANHANG SAMMLUNG DER PRAXISBEISPIELE	96

Zusammenfassung

Verweilendes Wasser kann in den Freiräumen der Agglomeration einen massgeblichen Beitrag zur besseren Lebensqualität leisten, sei dies mit lebendiger Vielfalt oder mit gekühlter Luft in den Abendstunden. Voraussetzung hierfür ist eine geschickte und kreative Planung in Kenntnis des natürlichen Wasserkreislaufes. Ebenso wichtig ist das Einfordern von Regenwasserkompetenz in der Planung und Gestaltung der Freiräume. In den Baureglementen der Agglomerationsgemeinden müssen entsprechende Regeln gesetzt und Anreize geschaffen werden. Dabei gilt es auch die Grenzen und Risiken bei Starkniederschlägen zu beachten.

Bezüglich Evaporationsleistung sind dem offenen Wasser nur die grossen Bäume mit einer mehrschichtigen Vegetationsstruktur überlegen. Dies gilt aber nur dann, wenn die Pflanzen vital sind, das heisst ausreichend mit Wasser versorgt werden.

Das vorliegende Forschungsprogramm legt den Fokus auf das verweilende Wasser, behandelt also nur bedingt den gesamten Wasserkreislauf. Verweilendes Wasser kann als Zwischenspeicher für eine dotierte Wasserabgabe in den Wurzelraum sorgen. Während längeren Hitzeperioden müssen die Weiher und Teiche aber ihrerseits mit Wasser versorgt werden, da sie sonst rasch austrocknen. Als Projektidee im Bestand wie im Neubau werden hierfür Wassertürme und Zisternen als adäquate Lösung in den Stadtquartieren visualisiert.

Die Experten betonen klar, dass die verzögerte Versickerung in den Boden und der Boden als Speicherorgan schlechthin die massgebliche Rolle einnehmen, wenn es um die Wiederherstellung des natürlichen Wasserkreislaufes geht. Das verweilende Wasser an der Oberfläche kann zu einem Zielkonflikt führen, wenn alles Wasser direkt verdunstet. Somit braucht es idealerweise kombinierte Retentions- und Versickerungsanlagen. Auch durch vorgeschaltete Fluträume, welche verzögert in die unterirdischen Speicherräume (Rigolen) entwässern, wird das Regenwasser für die Strassen- und Parkbäume länger verfügbar.

Im Garten- und Landschaftsbau sind Bewässerungssysteme mit Pumpen üblich, welche mit Fremdenergie angetrieben sind. Mit oberirdischen Speicherorganen kann im Freispiegelgefälle bewässert werden, ohne Fremdenergie. Voraussetzung ist das Bereitstellen von Flächen und Räumen hierfür.

In den ariden Regionen gibt es eine lange Tradition im Umgang mit Hitze und mit dem kostbaren Wasser. Die Verdunstungskühlung in Innenhöfen sorgt seit Jahrhunderten für mehr Wohlbefinden der Bewohner. Diese Erfahrungen gilt es zu nutzen.

Verweilendes Wasser darf nicht zum Ärgernis werden. Damit lästige Mücken und Algen nicht überhandnehmen, muss die Verweildauer der kleinen, temporären Wasserflächen auf wenige Tage beschränkt werden, oder sind grossvolumige Teich zu schaffen, in denen die Räuber-Beute-Beziehungen ganzjährig ermöglicht werden.

In der Schweiz ist die Regenwasserthematik im Gewässerschutzgesetz verankert: Die Prämisse ist die weitgehende Wiederherstellung des natürlichen Wasserkreislaufes. Nicht verschmutztes Regenwasser muss versickert werden. Diese Gesetzesbestimmungen werden aber noch zu wenig konsequent beachtet und umgesetzt. Auch fehlt die Verankerung in den klassischen Instrumenten der Raumplanung: Diese muss besser auf die Entwässerungsplanung abgestimmt werden.

Der vorliegende Forschungsbericht richtet sich an Landschaftsarchitekten, Ingenieure, Raumplaner und interessierte Vertreter der Agglomerationen. In einem nächsten Schritt sollen konkrete Fallbeispiele als Feldlabor in einem Quartier auf die Vor- und Nachteile hin getestet werden. Dabei sind die Quartierbewohner direkt in die Prozesse einzubeziehen.

1 Einleitung

1.1 Forschungs- und Entwicklungsplan

Mit dem Forschungs- und Entwicklungsplan „HSR-Reallabor Raum und Landschaft Schweiz“ (FEPI) soll die Positionierung der OST-HSR als umsetzungsorientierte Fachinstanz für Zukunftsfragen bezüglich Raum und Landschaft gestärkt werden.

Im Fokus des FEPI stehen drei prioritäre Themenfelder: Raumentwicklung & Verkehr, Städtebau & Freiraum sowie Landschaft der Zukunft. Diese drei Themenfelder überlagern sich an ihren Schnittstellen vielfach, sodass deren Bearbeitung eine mehrheitlich transdisziplinäre und interdisziplinäre Herangehensweise erfordern.

Davon abgeleitet werden folgende Fragen:

- Wie können die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf Siedlungen und Freiräume, Bevölkerung, Natur und Landschaft durch vorausschauende Planung gemindert werden?
- Wie lassen sich die Synergien zwischen Wasserbau, Landwirtschaft und Erholung bei der Revitalisierung von Gewässern besser nutzen?

Der Forschungsentwicklungsplan FEPI ist auf eine Programmdauer von 6 Jahren (2018-2023) ausgelegt. Das vorliegende Teilprojekt "Regenwasser länger an der Oberfläche halten, gestalten und nutzen" wurde 2019/2020 erarbeitet.

1.2 Bezug zum verweilenden Wasser

Derzeit spielt das oberirdische Verweilen, gekoppelt mit der Mehrfachnutzung des Wassers und mit Bezug zum Lokalklima, eine untergeordnete Rolle. Die Verpflichtung zur inneren Verdichtung verringert die Verfügbarkeit des Bodens für Grünräume. Wenn dann noch offene Wasserflächen entstehen sollen, braucht es gute Argumente.



Abb. 1: Manegg, Stadt Zürich: Versickerungsbecken, überdeckt mit Gitterrost – es fehlt der Raum für mehr Synergien (Quelle: ILF).



Abb. 2: Abstandgrün in Heerbrugg (Quelle: ILF)

Das vorliegende Forschungsprogramm zielt nun direkt auf das verweilende Wasser, welches länger verfügbar sein soll und durch geschickte Gestaltung einen Beitrag zum attraktiven, lebenswerten Quartier leisten kann.

Alle weiteren Strategien der Siedlungsentwässerung werden hier sekundär behandelt, insbesondere auch die Versickerung in den Untergrund. Es zeigt sich jedoch, dass gerade die verzögerte Versickerung in den Boden und der Boden als Speicherorgan die massgebliche Rolle einnehmen, wenn es um die Wiederherstellung des natürlichen Wasserkreislaufes geht. Also ist das verweilende Wasser im Untergrund, im Boden, mindestens so wichtig, wenn nicht gar entscheidend für die Beeinflussung des Lokalklimas im Hochsommer.

Der Ansatz der vorliegenden Arbeit ist bewusst einfach: Ein Teil des anfallenden Regenwassers soll oberirdisch zurückgehalten werden und für verschiedene Nutzen zur Verfügung stehen. Die Kernfrage fokussiert auf die Retentionsdauer des Wassers in den Freiräumen. Es wird anhand von Praxisbeispielen untersucht, welche Chancen und Probleme sich dabei ergeben und welche raumplanerischen Verfahren es braucht, um vermehrt Wasser an der Oberfläche zu halten. Die Erkenntnisse werden mit Experten diskutiert und verifiziert. Aufgrund der Ergebnisse werden Empfehlungen zuhanden der Praxis erarbeitet.

Definition der Begriffe in 'Regenwässer länger an der Oberfläche verweilen lassen':

Oberfläche: Das Wasser bleibt vorzugsweise sichtbar, kann aber auch in der Vegetation und in der obersten Schicht des Bodens gebunden sein.

Länger: Übliche Retentions- und Versickerungsanlagen gehen davon aus, dass Wasser innert Stunden versickert; Retentionen sind so dimensioniert, dass der Wasserspiegel innert Stunden kontinuierlich wieder absinkt. Es ist zu klären, wie lästige Auswirkungen von Mücken und Algen minimiert werden können.

Verweilen: der Fokus liegt auf dem verweilenden Wasser, also auf kleinen und grösseren Stillgewässern. Der Wert von fliessenden Gewässern, von Rinnsalen, Bächen und Flüssen in diesem Kontext ist unbestritten, wird hier aber nicht weiter vertieft.

1.3 Hypothesen

Im vorliegenden Projekt soll vorerst qualitativ untersucht werden, wie der Anteil an offenen Wasserflächen in urbanen und periurbanen Gebieten mit geschickten Lösungen und Verfahren erhöht werden kann. Im Austausch mit anderen Forschungsgruppen (FEPI u.a.) sollen die Themen der Freiraumqualität und der Biodiversität einfließen und mögliche Synergien gesucht werden. In einem Folgeprojekt (ILF 2020b) soll auch eine quantitative Abschätzung gemacht werden.

Das Projekt stützt sich auf drei Hypothesen:

- 1) Wasser an der Oberfläche bietet in dicht besiedelten Gebieten für den Menschen in mehrfacher Hinsicht einen Mehrwert (Kruse 2015):
 - a. Wasser beeinflusst das Lokalklima positiv (Gunawarda et al. 2017; Li et al. 2014).
 - b. Wasser erhöht die Qualität der Nächsterholung: Spielen mit, im und am Wasser macht Spass (Morgan et al. 2013).
 - c. Sauberes Regenwasser kann für die Bewässerung genutzt werden, und es speist verzögert den Grundwasserspiegel über die Versickerung.
 - d. Das Speichern von Wasser an der Oberfläche unterstützt durch Minderung der Abflussspitzen den Hochwasserschutz.

- e. Mit gespeichertem Wasser, das für die Bewässerung zeitweise zur Verfügung steht, nicht aufbereitet und gepumpt werden muss, kann massgeblich Energie gespart werden.
 - f. Fliessendes und stehendes Wasser stellt eine wichtige Lebensgrundlage für diverse Tier- und Pflanzenarten dar. Es fördert die Biodiversität im Siedlungsgebiet.
- 2) Auch in engen Platzverhältnissen lassen sich Flächen für eine moderne Regenwasserbewirtschaftung finden. Dazu muss eine Priorisierung der Bodennutzung über geeignete Planungsverfahren erfolgen. Zusätzlich sollten die langfristigen, ökonomischen Vorteile als wichtiges Argument in der Entscheidungsfindung quantifiziert werden (Kruse 2015).
- 3) Nachteile und Risiken, welche durch die stehenden oder langsam fliessenden Wasserkörper entstehen können, müssen ernst genommen und mit geeigneten Massnahmen gemindert werden: Dabei geht es um ein gehäuftes Aufkommen von Insekten (Mückenplage), eine verminderte Sicherheit in Wassernähe und um ästhetische Beeinträchtigungen nach einem Starkregen.

2 Ausgangslage und Problemstellung

2.1 Klimawandel und Hitze als Anlass

Im Sommer 2018 wurde – noch stärker als im Jahr 2003 – die Veränderung des Klimas (IPCC 2014) so richtig spürbar. Erstmals wird die Verfügbarkeit des Wassers in Teilen der Schweiz zum Thema; Stadtbäume drohen infolge Wassermangel auszutrocknen, Bäche versiegen und der Grundwasserspiegel sinkt. Teures Trinkwasser kann für die Bewässerung oft nur stundenweise abgezweigt werden.

Wasser und Klima bekommen eine höhere Bedeutung: die innerörtliche Hitze wird zum Dauerthema (Deister et al. 2016; HAFL 2015; Morgan et al. 2013). Betroffen sind nicht nur die Städte, sondern auch viele Agglomerationsgemeinden. Das Regenwassermanagement kommt in die Politik und die begrenzte Verfügbarkeit von kühlenden Wasser- und Grünflächen wird den Bewohnern bewusst.

Ein Leitsatz des aktuellen Hochwasserschutzes besagt, dass offene Systeme in der Regel ‚gut-mütiger‘ reagieren d.h. weniger schnell versagen als ‚technische Entsorgungsanlagen‘ im Untergrund. Weil absehbar ist, dass unser Klima vermehrt zu Extremen neigt (IPCC 2014), sind die offenen Systeme zu bevorzugen.

Die folgenden Grafiken von MeteoSchweiz¹ zeigen den Klimawandel in den letzten 150 Jahren deutlich, insbesondere den Temperaturanstieg um rund 2.1°C seit Beginn der Messaufzeichnungen 1864 (Stand 2019). Eine Veränderung der jährlichen Niederschlagsmenge lässt sich nicht in gleichem Mass nachweisen.

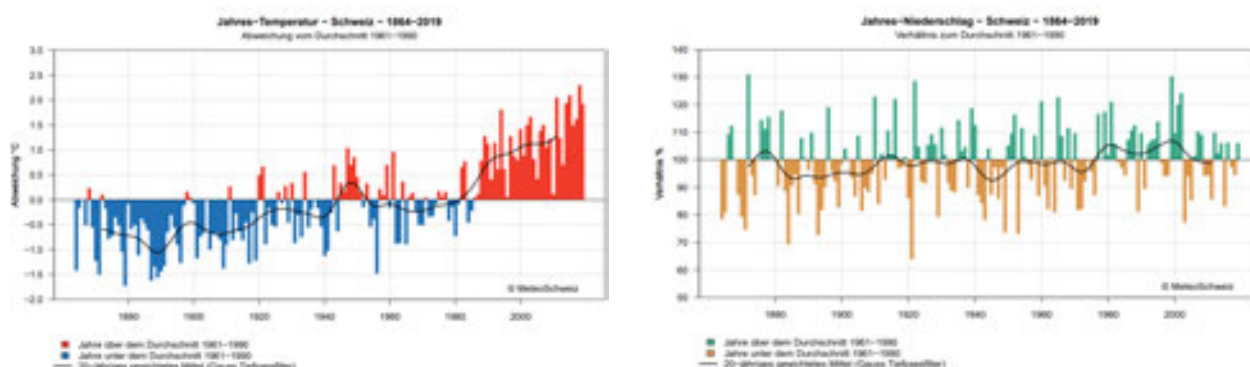


Abb. 3a+3b: Zeitliche Entwicklung von Temperatur und Niederschlag 1864-2019 (Quelle: MeteoSchweiz)

Seit den 1980er-Jahren gibt es jedoch laut MeteoSchweiz deutlich weniger Schnee, insbesondere in tieferen Lagen, und es zeigen sich erste Veränderungen im Niederschlag. Die Erwärmung des Klimasystems wird sich gemäss aktuellen Klimaszenarien in Zukunft weiter fortsetzen, die Sommer werden trockener und die Wetterextreme werden zunehmen. Es gibt deutliche Hinweise, dass sich die Starkniederschläge langsam verändern, sowohl die Intensität wie auch die Häufigkeit haben seit 1901 zugenommen. Ohne Massnahmen besteht die Gefahr von höheren Hochwasserereignissen. Eine laufende Studie des BAFU (2020) befasst sich explizit mit dem Phänomen der Starkniederschläge und entwickelt Strategien im Umgang damit.

¹ <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz.html>

2.2 Bezug zum Gewässerschutzgesetz, GEP und Regenwassermanagement

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) bezweckt u.a. die Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs (Art. 1 Bst. h). Demnach muss verschmutztes Abwasser behandelt werden und darf nur mit Bewilligung der Behörden in ein Gewässer eingeleitet oder versickert werden. Nicht verschmutztes Abwasser ist nach Anordnungen der kantonalen Behörde versickern zu lassen. Wenn dies die örtlichen Verhältnisse nicht erlauben, kann in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann (Art. 7 Abs. 1 und 2 GSchG).

Regenwasser bzw. Niederschlagswasser (z.B. auch geschmolzener Schnee), das von bebauten und befestigten Flächen abfließt, gilt in der Regel als nicht verschmutzt (Art. 3 Abs. 3 GSchV) jedoch trotzdem als Abwasser (Art. e Bst. e GSchG). Regenwasser, das von Flächen abfließt gilt als Regenabwasser.

Der Begriff «Saubwasser» ist nicht klar definiert. Nach dem neuen Ansatz des Generellen Entwässerungsplanes (GEP) müssen das *Schmutzabwasser* und das *Regenabwasser* getrennt werden. Das Schmutzabwasser ist auf die Abwasserreinigungsanlage (ARA) abzuleiten, das Regenabwasser zu versickern. Gilt das von Flächen abfließende Regenabwasser infolge problematischer Dachmaterialien oder infolge hohen Verkehrsaufkommens auf Strassen als verschmutzt, ist es dezentral mit geeigneten Massnahmen zu behandeln, entweder mittels Bodenfilter oder mittels künstlicher Adsorber.

Früher galt die Devise, das anfallende Niederschlagswasser in der Siedlung schnellstmöglich zu fassen und abzuleiten. In der Strategie des damaligen Generellen Kanalisationsprojektes GKP wurde das Oberflächenwasser dem häuslichen Abwasser beigemischt und zur Klärung oder Entlastung weitergeleitet.

In einem modernen GEP wird bezüglich Umgang mit Regenwasser bzw. Regenabwasser in der Regel nicht klar vorgegeben, wo das Wasser versickert, zurückgehalten oder direkt abgeleitet werden soll. Nicht verschmutztes Regenabwasser muss gestützt auf Art. 7 Abs. 2 GSchG in erster Priorität zur Versickerung gebracht werden. Wenn im GEP ein Trennsystem festgelegt wird, bedeutet dies, dass das überschüssige Regenabwasser, das unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse nicht vollständig zur Versickerung gebracht werden kann, direkt oder durch die öffentliche Regenabwasserkanalisation in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden darf. Der GEP fördert also das Verweilen von Regenwasser an der Oberfläche zwar nicht explizit. Wenn jedoch der Boden im Sinne der Schwammstadt bei der Oberfläche mitgemeint ist, zielt der GEP durchaus drauf ab, das Prinzip Schwammstadt zu fördern.

Die Regenwasserrichtlinie (VSA 2019) beschreibt, wie der Abfluss von Niederschlagswasser möglichst reduziert werden kann und gibt Anstösse, wie Niederschlagswasser als Gestaltungs- und Klimaelement in die Siedlungsplanung miteinbezogen werden kann. Es ist ein möglichst naturnaher Wasserkreislauf anzustreben.

Die Frage der attraktiven Gestaltung und der Förderung der Biodiversität ist nicht explizit das Thema der Regenwasserrichtlinie, wird aber da und dort gestreift und in den Fallbeispielen gewürdigt. Das verweilende Wasser ist Teil des Retentions- und Versickerungssystems, kommt also vor allem dann in den Fokus, wenn Wasser auch als belebendes Element des Freiraumes gewünscht und geschätzt wird.

2.3 Eine Referenz aus Andalusien – die Alhambra in Granada

Auf einem Hügel von Granada im spanischen Andalusien liegt die Alhambra, eine bedeutende Stadtburg und eines der eindrucklichsten Beispiele des Maurischen Stils der islamischen Kunst. Sie ist ein Paradebeispiel für ausgeklügelte, aber auch einfache Wassersysteme (Koci 2019).

Für die Andalusier war Wasser immer schon sehr kostbar, denn die Sierra Nevada ist im Sommer heiß und trocken. Wasser wurde schon seit erster Besiedlungshinweise mit Hilfe ausgeklügelter Technik aus einer Höhe von 1500 m vom Darro-Fluss auf den Hügel geleitet, um dort die befestigte und blühende Stadt zu bauen. Das flüssige Gut fehlte niemals. Egal, wie heiss die Sommer waren, es floss immer reichlich Schmelzwasser durch Kanäle und versorgte Schalen und Wasserbecken, die üppig blühenden Blumen und das Gemüse. Übrig gebliebenes Wasser wurde wieder hinunter zum Fluss geleitet (NZZ 1992; Holtforth 2011). Die Fontänen sprudeln heute immer noch mithilfe von natürlichem Druck und es ist keine Pumptechnik im Einsatz (Hofer 2018). Dieses Wissen, wie man mit Wasser in Gebäuden umgehen kann, haben die Mauren nach Spanien gebracht. „Sie haben [...] ziemlich komplexe und interessante Anlagen gebaut, wo das Wasser durch die Gebäude durchfließt, wo es teilweise offen ist, wo das Regenwasser reinkommt, wo es Zisternenanlagen gibt. [...] Diese historischen Anlagen sind sehr schön, weil sie immer diese Funktion, diese Sichtbarkeit und diese gestalterische Integration unglaublich schön kombinieren“ (Hauber 2019).

Das Wunder aber besteht eigentlich darin, dass die unglaubliche Zierlichkeit der Paläste, der Duft der Gärten und die Reinheit der Wasserspiele trotz Millionen von Touristen im Jahr nicht zerstört werden. „Wasser [...] ist das Kostbarste im Süden. Wasser. Und Schatten. Wenn Sie das Granatapfelflor am Fusse des Sabikah-Hügels durchschreiten, bleibt der Lärm der Stadt zurück, und alles verändert sich: Beidseitig der Strasse fließen murmelnde Bächlein. Solange wir durch die Alhambra gehen, wird uns immer dieses Murmeln, dieses Plätschern und Hiessen (sic!) begleiten. Das vom Koran verheissene Paradies ist ein grüner Garten, von Bächen durchflossen. Eine Oase ist die Alhambra!“ (NZZ 1992)



Abb. 4: Die Fontänen des "Patio de la Acequia" sprudeln heute immer noch mit Freispiegelgefälle und ohne aufwändige Technik (Quelle: Turgranada.es).

2.4 Nationale und internationale Trends

Die urbanen und periurbanen Siedlungsgebiete wachsen weltweit rapide (Theeuwes et al. 2013), so auch in der Schweiz. Die Temperatur in dicht gebauten Gebieten ist in den Sommermonaten im Vergleich zum Umland höher, im Zuge des Klimawandels wird sich die Temperatur weiter erhöhen - mit erwiesenen Folgen für die Gesundheit der Bewohner. In den städtischen Gebieten der Schweiz starben aufgrund der Hitze im Sommer 2003 und 2015 mehrere Hundert vor allem

ältere Menschen. In der Schweiz werden die Siedlungsgebiete nach innen verdichtet, um Bodenreserven zu schonen. Dies führt zu mehr versiegelten Flächen und dadurch zu einer weiteren Verstärkung der Hitzeballungen und Tropennächten in Siedlungsräumen (BAFU 2018). In den Siedlungsgebieten ist Platz oftmals Mangelware, im Zuge der Innenverdichtung werden die Freiflächen weiter abnehmen.

Zahlreiche Institutionen setzen sich mit der Hitze in den Städten auseinander und analysieren hitzemindernde Massnahmen. Es stellt sich die Frage, welche Vorteile das Verweilen an der Oberfläche von Wasser in der Siedlung bringt. Gibt es neben dem möglichen Effekt auf das Lokalklima noch weitere Aspekte, die den Aufwand rechtfertigen?

In mehreren meeresnahen europäischen Städten und Orten in ausgeprägten Flussebenen besteht hoher Handlungsbedarf aufgrund aktueller und zukünftig drohender Starkregenereignisse. So hat **Kopenhagen** aufgrund von starken Überschwemmungen im Jahr 2011 einen Masterplan Starkregen erarbeitet, welcher Visionen und Konzepte vereint. Basierend auf Rahmenplänen sind in der Folge mehr als 300 Projekte zur Umsetzung einer blau-grünen Infrastruktur umgesetzt worden.

Bereits 2005 haben zahlreiche Städte der **Emscherregion im Ruhrgebiet** in Deutschland die "Zukunftsvereinbarung Regenwasser" unterzeichnet, in der sie sich verpflichten, in 15 Jahren 15 Prozent des Regenwassers von der Kanalisation abzukoppeln. Insbesondere Maßnahmen zur Versickerung, Rückhaltung oder gedrosselter Einleitung standen auf der Agenda. 2014 wurde darauf aufbauend die Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“ lanciert. Die Initiative zielt darauf ab, wasserwirtschaftliche Maßnahmen mit solchen zur Klimaanpassung zu verknüpfen. Konkret wird geplant, verrohrte Gewässer zu reaktivieren, versiegelte Flächen zu entsiegeln und abzukoppeln, Fassaden und Dächern zu begrünen, attraktive Regenwasserversickerungsanlagen und multifunktionale Freiflächen zu bauen² (Garten + Landschaft 05.06.2020).

Das Projekt **MURIEL** (Benden et al. 2017) hat in **Deutschland** in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern, Ingenieuren und Städteplanern eine Arbeitshilfe zur Planung und Gestaltung von multifunktionalen urbanen Retentionsräumen erarbeitet, primär als Überflutungsschutz, aber auch zur Nutzung von Synergieeffekten zugunsten einer lokalen Hitzeminderung und einer städtebaulichen und ökologischen Aufwertung.

Das Projekt **RISA (RegenInfraStrukturAnpassung)** der Hamburger Stadtentwässerung und der Behörde für Umwelt und Energie (HSE/BUE 2015) wurde 2009 in Hamburg gestartet, um auf die zunehmenden Zielkonflikte zwischen weitergehenden Versiegelungstendenzen, potentiellen Folgen des Klimawandels, Ansprüchen an Lebensqualität sowie infrastrukturellen Anforderungen zu reagieren.

In der **Stadt Wien** arbeiten die Umweltschutzabteilung, die Stadtbaudirektion, die Abteilung Wiener Gewässer und die Unternehmung Wien Kanal gemeinsam daran, dass nachhaltiges Regenwassermanagement verstärkt zum Einsatz kommt³.

In **Berlin** werden teilweise Bäume in Retentionsmulden gepflanzt, allerdings werden dort im Winter die Strassen nicht gesalzen. Über allem steht die Prämisse, pro Jahr 1% der Siedlungsfläche von der Kanalisation abzukoppeln. Deshalb entstehen neue Lösungen, die Multifunktionalität soll in den Vordergrund rücken. Eine adaptierte Lösung für schweizerische Verhältnisse wäre, das Strassenabwasser im Winter in die Kanalisation, in der salzfreien, restlichen Zeit des Jahres aber in die Retentionsmulden zu leiten.

² https://www.garten-landschaft.de/wasser-morgen/?utm_source=CleverReach+GmbH+&utm_medium=email&utm_campaign=GL_Redaktion_KW25&utm_content=Mailing_12043596 (zuletzt abgerufen am 18.06.2020)

³ <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/regenwassermanagement.html>

Der **Bund** präsentiert im **Bericht Hitze** (BAFU 2018) u.a. folgende Massnahmen zur Umsetzung: offene, bewegte Wasserflächen schützen, erweitern und anlegen; Wasser erlebbar machen; Oberflächen entsiegeln und Regenwassermanagement integrieren; innovative Bewässerung installieren; Mikroklimatische Vielfalt in Freiräumen erhöhen; Dächer und Fassaden begrünen; Grünräume im Wohn- und Arbeitsumfeld entwickeln; Bäume, Grünflächen und Sträucher in Strassenräumen erhalten und neu pflanzen; Freiräume, Wege und andere Verkehrsinfrastrukturen begrünen und mit Bäumen beschatten; Gebäude beschatten, energetisch sanieren und klimagerecht kühlen.

Der **Kanton Zürich** tendiert dazu, der Verdunstungsförderung bzw. dem Klimaschutz mehr Gewicht zu geben und dies in den Richtlinien zu verankern. Die SEVO (Siedlungs- und Entwässerungsverordnung) wird aktuell partizipativ überarbeitet.

Im Mai 2020 hat die **Stadt Zürich** eine Fachplanung zur Hitzeminderung präsentiert (Stadt Zürich 2020). Offene und bewegte Wasserflächen werden als eines von acht Handlungsfeldern umschrieben. Als mögliche Handlungsansätze soll vermehrt Wasser in unterschiedlichsten Formen (Bachöffnungen, Fluss-, See-, Freibäder, Brunnen, Teiche, Fontänen, Wasserspiele) im städtischen Räumen etabliert und Regenwasser vermehrt zurückgehalten und versickert werden sowie in Kombination mit Bepflanzung für die Verdunstung zur Verfügung stehen.

Die **Fachhochschule Westschweiz HES-SO** forscht aktuell am Modell eines optimalen Wassermanagements im städtischen Umfeld zur Steigerung der Ökosystemleistungen unter gleichzeitiger Reduktion der möglichen Nachteile. Die Ergebnisse sollen Fachleute sensibilisieren und den verschiedenen Dienstleistern im Umfeld des Wassermanagements zur Verfügung stehen.

Das **AWEL** überarbeitet derzeit die Siedlungsentwässerungsverordnung in Sinne der VSA und kann **Gebührensyste**me bzw. **Anreizsysteme** vorsehen, um den Rückhalt vor Ort zu fördern. Die Überarbeitung dauert ca. noch zwei Jahre. In der Schweiz haben Lausanne und Sion ein Gebührensystem für die Einleitung von Regenwasser. Bei gewissen Projekten war es bereits möglich, diese vollständig von der direkten Regenwassereinleitung zu entkoppeln. Als Anreizsystem können 50% der Investitionskosten übernommen werden. Gemäss VSA kann die Grundgebühr bei einer Entsiegelung reduziert werden. Abflusslose Quartiere werden unterstützt. Eine Anschlussgebühr ist eher schwierig umzusetzen. Die Gemeinde Bühler prüft die Einführung einer Regenwasser-/ Versiegelungsgebühr. In Ostermundigen gibt es eine Entkoppelungsgebühr – ein entsprechender Artikel war kürzlich in Aqua&Gas. Eine systematische Übersicht über Anreizsysteme ist jedoch nicht vorhanden.

3 Ziele und Vorgehen

3.1 Ziele

Ziel des Projektes ist, Wissen in Zusammenhang mit verweilendem Wasser zu sammeln. Dabei sollen auch Fallbeispiele dokumentiert werden, die bewusst bzw. gezielt mit Regenwasser umgehen, dieses über eine gewisse Zeit zurückhalten und damit verschiedene Leistungen/ Benefits z.H. der Gesellschaft oder der Ökologie erbringen. Dabei sollen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- mögliche räumliche und gestalterische Einbindung von Regenwasser in verweilender Form
- unterschiedliche städtebauliche Kontexte, Bestand oder Neubau differenziert
- nationales und internationales Umfeld
- Fokus Verweildauer des Wassers: Wasser länger an der Oberfläche halten, zeigen, nutzen
- Aufzeigen der Multifunktionalität, der Ästhetik, der Sinnlichkeit
- Aufzeigen der qualitativen Wirkung für das Lokalklima, auch in Bezug gesetzt zu Vegetationsflächen
- Aufzeigen von Synergien zur Förderung der Biodiversität
- Aufzeigen von Lösungsansätzen zur Minderung der Risiken (Mückenplage, Verschlammlung, Unfallgefahr...)
- Aufzeigen der nötigen Strategien, Anreizsysteme und möglicher Handlungsansätze, um Retentionsräume in der Siedlungsplanung zu fördern, zu priorisieren und raumplanerisch zu sichern.

3.2 Methodik

Das Projekt kombiniert Grundlagenforschung in Form von Literaturrecherche mit Interviews und Expertengesprächen. Es werden gezielt Fachpersonen mit breiter Erfahrung zum Thema befragt und Best-Practice-Beispiele dokumentiert. Daraus werden Massnahmen für ein multifunktionales Regenwassermanagement abgeleitet und anhand von ausgewählten Projektstudien angewendet.

3.2.1 Interviews

Die folgende Zusammenstellung dokumentiert die nebst der Internetrecherche durchgeführten Arbeiten:

Für folgende ausgesuchte Standorte wurden Interviews durchgeführt:

- Dübendorf: Forum Chriesbach
- Freiburg: Vaubanquartier, Wirenbahnhof, Zollhallenplatz, Bächle, Rieselfeld
- Köniz: Liebefeldpark
- Lenzburg: Widmi-Areal
- Opfikon: Glattpark
- Zürich: Turbinenplatz

3.2.2 Feldbegehungen

Nachfolgende Standorte wurden besucht:

- Freiburg: Vaubanquartier, Wirenbahnhof, Zollhallenplatz, Bächle, Rieselfeld

- Köniz: Liebefeldpark
- Lenzburg: Widmi-Areal
- Zürich: Turbinenplatz, Pfingstweidpark, Geerenholz, Maag Areal, Buechegg
- Uster: Hohfuhren
- Wetzikon: Wygarten
- Oslo: alter Flugplatz/ Nansenpark
- Kopenhagen: Tasinge Plads, Cloudburst Masterplan
- Rotterdam: Stadtteil Agniesebuurt, Watersquare
- Stein-Säckingen

3.2.3 Expertenworkshops

Es fanden zwei Workshops sowie ein Austausch mit der FEPI Review statt:

- 18.03.2019 Expertenworkshop 1
- 06.11.2019 Expertenworkshop 2
- 28.11.2019 FEPI Review

3.2.4 Vorträge/ Veranstaltungen

An folgenden öffentlichen Veranstaltungen wurde vor einem grösseren Publikum aus dem laufenden Forschungsprojekt berichtet:

- 18.10.2019 FEPL-Tagung
- 21.10.2019 Tag der Region
- 09./10.09.2019 Aqua Urbanica 2019

4 Recherchen und Erkenntnisse

4.1 Ästhetik und Sinnlichkeit des verweilenden Wassers

Wasser hat wohl die grösste Anziehungskraft aller natürlichen Elemente. Der Mensch fühlt sich zum Wasser hingezogen und möchte es mit allen Sinnen erfahren. Das Spiel von Licht und Schatten auf dem Wasser, die schaukelnden Wellen, das sanfte Gurgeln und Plätschern ist für die meisten Menschen ein wohltuendes Erlebnis. Als Geräuschkulisse sorgt es in unmittelbarer Nähe des Menschen für Entspannung und alleine das Geräusch von sprudelndem Wasser lässt die Hitze vergessen. Die Berührung mit Händen und Füssen bis hin zum Bad im Wasser wirkt stimulierend (Koci 2019). Als Inspirationsquelle wird Wasser in zahllosen Gedichten, Reimen, Liedern und Bildern verwendet und ist immer mit grosser Leidenschaft verbunden (Bauch-Troschke 1999; Mader 2011). Wasser wirkt sich positiv auf das Stadtklima aus und ist auf vielfältige Weise für die Freiraumgestaltung einsetzbar: Flüsse, Seen, Brunnen, Wassergräben und Freibäder tragen als „blaue Infrastruktur“ an Sommertagen zur Abkühlung und Befeuchtung des Stadtraumes bei und steigern durch das direkte Erleben von Wasser zusätzlich das Wohlbefinden der Bevölkerung (Mittler und Hosi 2017). Wasser lädt zum kreativen Spiel ein und gehört zu den stärksten und vielfältigsten Ausdrucksmitteln der Landschaftsarchitektur (Mader 2011). Damit Gewässer für den Menschen einen optimalen Erholungswert bieten, muss die Zugänglichkeit gewährleistet werden (ILF 2019a). Um den Wert eines Gewässers für Erholung und Ökologie gleichermassen hoch zu halten, empfiehlt sich in vielen Fällen eine Gliederung in Abschnitte mit unterschiedlichen Nutzungsschwerpunkten: ungestörte Abschnitte, welche der primär der Entwicklung von Flora und Fauna dienen und Abschnitte, in denen der Mensch seinen Erholungsbedürfnissen nachgehen kann.



Abb. 5: Inspiration Wasser (Simon 2018)



Abb. 6: Wasser erleben (Oesch 2018)

4.2 Am Wasser ist ein Hotspot der Biodiversität

Gewässer sind ein essentieller Lebensraum für viele im und am Wasser lebende Tiere und Pflanzen (ILF 2020a). Vierzig Prozent der in der Schweiz vom Aussterben bedrohten oder schon ausgestorbenen Arten sind an Gewässer, Ufer und Feuchtgebiete gebunden (BAFU 2017b). Zu einem naturnahen Gewässer gehört ein ausgedehnter Uferbereich, welcher Schwankungen des Wasserstands erlaubt und Platz für natürliche Ufervegetation bietet, sowie ein strukturreicher Gewässerboden (ILF 2020a). Fliessgewässer und ihre Uferbereiche sind in vielen Siedlungs- und Agglomerationsräumen das Rückgrat der ökologischen Vernetzung. Kleingewässer und temporäre Gewässer – wie Weiher, Tümpel und Sumpfgräben – sind natürlicherweise frei von Fischen und deshalb ein wichtiger Lebensraum für viele Amphibien, Kaulquappen und Wasserinsekten (ILF 2020a).



Abb. 7: Leitart Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) mit kleinem Feuerfalter (Quelle: ILF 2019)



Abb. 8: Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*) als Leitart (Quelle: ILF 2019)

4.3 Kühlleistung durch Verdunstung

Die kühlende Wirkung von Wasser- bzw. Grünflächen ist in qualitativer Hinsicht bekannt und durch zahlreiche Forschungsarbeiten ergründet. Um diese Wirkung aber auch quantitativ abschätzen zu können, sind etliche Forschungsstellen derzeit intensiv unter anderem mit Modellrechnungen beschäftigt. Deshalb ist vorerst eine Literaturrecherche zu dieser Thematik durchgeführt worden (ILF 2019b). Die Erkenntnisse werden hier vereinfacht zusammengefasst.

Vorerst die Definitionen nach Wikipedia dazu:

Unter Verdunstung wird generell der Übergang des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Zustand verstanden. Zur Verdunstung kommt es, wenn die Gasphase über der Flüssigkeit noch nicht mit Dampf gesättigt ist. Die Evaporation ist ein meteorologischer Begriff, der die Verdunstung von Wasser auf unbewachsenen bzw. freien Land- oder Wasserflächen bezeichnet.

Unter Transpiration wird in der Botanik die Verdunstung von Wasser über die Blätter der Pflanzen verstanden.

Evapotranspiration bezeichnet die Summe aus Transpiration und Evaporation, also der Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt sowie von Boden- und Wasseroberflächen.

Unter Interzeption versteht man in der Hydrologie das Abfangen bzw. Zurückhalten von Niederschlägen auf der „Oberfläche“ der Vegetation.

Für die Quantifizierung der Kühlleistung von Wasser- und Grünanlagen müssen alle Faktoren und Prozesse beachtet werden, ein kompliziertes Unterfangen.

Die massgeblichen Einflussgrößen sind die Sonneneinstrahlung, der Wind und die vorhandene Luftfeuchtigkeit. Dass die kühlende Wirkung durch Wind verstärkt wird (Windchill bzw. Windkühle) wird in der Meteorologie betont. Dies betrifft indirekt auch die Verdunstungsleistung.

Die Reduktion der Lufttemperatur durch kühle Fliess- bzw. Stillgewässer reicht je nach Studie von 1°C bis 2°C, im Einzelfall bis zu 5.6°C.

Während des Tages haben die Wasserkörper oft eine kühlende Wirkung. In der Nacht, wenn die Lufttemperatur der Umgebung sinkt, geben die Wasserkörper aber ebenso oft ihre Energie in Form von Wärme wieder ab. Wasserkörper haben somit eine ausgleichende Wirkung bezüglich Lufttemperatur, sind aber nicht immer kühlend.

Für einen Vergleich der potentiellen Verdunstung von Grün- und Wasserflächen in der Schweiz sind die Ansätze nach Penman (Wasserflächen) und Penman-Monteith (Grünflächen) angewendet worden. Der Vergleich der berechneten Daten zeigt auf, dass die freien Wasserflächen eine leicht höhere Verdunstungsrate haben können als belebte Grünflächen mit kurzem Grasbewuchs, aber eine etwas kleinere als Bäume. Die zusätzlich kühlende Wirkung der Beschattung durch Bäume wird hier nicht berücksichtigt.

Studien über grossflächigen Grünflächen bzw. über Parks ergaben eine kühlende Wirkung von 1°C bis max. 4°C.

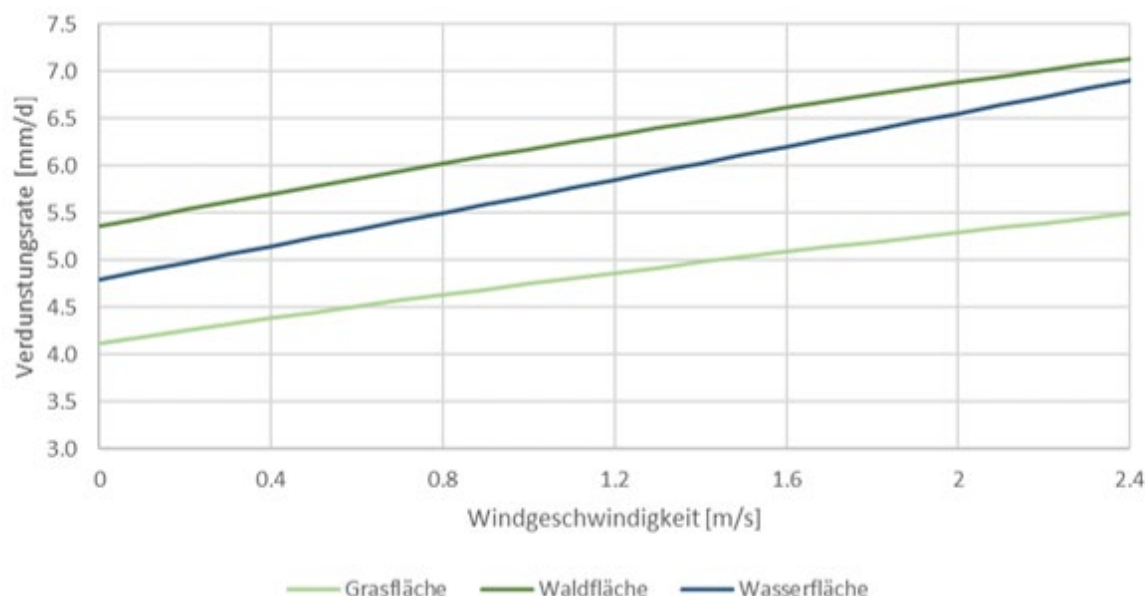


Abb. 9: Verdunstungsverlauf in Abhängigkeit von Wind. Auch ohne Wind wird Wasser verdunstet (ILF 2019b).

Bei Wassermangel nimmt die Verdunstungsleistung der Grünflächen ab; es kann nur das pflanzenverfügbare Wasser verdunstet und damit Kühlleistung erbracht werden. Die Verdunstungsleistung von Wasserflächen ist vor allem bei hoher Einstrahlung höher als jene von Grasflächen.

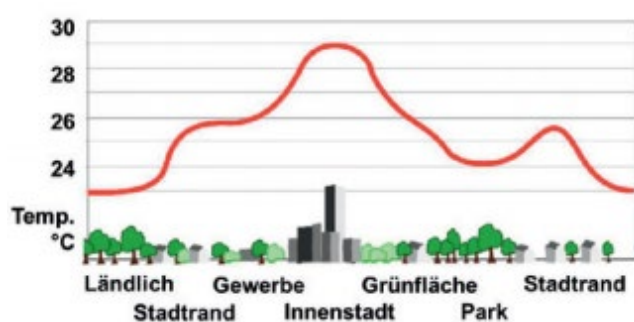


Abb. 10: Hitzeinsel-Effekt (Heat-Island-Effect): Der dicht bebaute Stadtkörper wird tagsüber wegen reduzierter Verdunstung durch fehlende Vegetation und Wasserflächen aufgeheizt (Quelle: US-EPA).

Ein einzelner grosser Wasserkörper hat einen grösseren kühlenden Einfluss auf die Umgebung, als wenn das gleiche Wasservolumen auf kleinere Wasserkörper verteilt wird. Die Kühlung durch den grossen Wasserkörper findet jedoch lokaler statt, während die Kühlung durch kleine, regelmässig über das Gebiet verteilte Wasserkörper ein grösseres Gebiet abdeckt.

Welche minimale Grösse ein Wasserkörper für eine messbare Kühlleistung im Quartier aufweisen muss, geht aus den vorliegenden Publikationen nicht hervor.

Theoretisch kann mit den Ansätzen von Penman und Penman-Montheit die für die Verdunstung einer spezifischen Wassermenge benötigte Energie berechnet und diese mit der spezifischen Wärmekapazität der Luft verglichen werden. Demnach kann durch die Verdunstung von einem Liter Wasser (1 mm Verdunstung / m² eine Luftmasse von 1000 m³ um 2 °C gekühlt werden. Diese einfache Berechnung ist aber für eine Weiterverwendung zur Abschätzung der minimal benötigten

Wassermenge/-fläche nicht zulässig, da sie die Realität eines offenen Systems zu wenig abbildet. Dazu sind komplexe Modellierungen notwendig, welche die in einem offenen System gegebenen Daten wie der vorhandenen Energiedichte, der Abstrahlung und Beschattung und die Angaben zur Umwälzung und Zirkulation der Luft etc. berücksichtigen.

Solche Modellierungen wurden in der Stadt Zürich für verschiedene Situationen exemplarisch angewendet. Gestützt auf Wirkungsanalysen wurde die Wirksamkeit der Kühlleistung von verschiedenen Handlungsansätzen wie folgt beziffert:



Abb. 11: Besonders wirksame Handlungsansätze zur Hitzeminderung in der Stadt Zürich – aus ZUP 97, Juli 2020 (Quelle: Stadt Zürich).

Zurück zum Wasser und dessen Verfügbarkeit: Eine offene Wasserfläche von 1 m² verliert pro Tag etwa ein Volumen von 5 bis 10 Liter Wasser. Eine Wasserfläche von 200 m² verdunstet somit in einer Woche ein Volumen von 14 m³ Wasser oder mehr, je nach Einstrahlung, Wind und Luftfeuchtigkeit.

Ein mittleres Regenereignis alle 4 bis 6 Wochen auf die Dächer eines Quartiers könnte das fehlende Volumen wieder auffüllen. Kleinere Wasserkörper müssen somit aktiv mit Wasser versorgt werden und gegebenenfalls künstlich abgedichtet werden, um das Mikroklima während einer längeren Hitzeperiode von mehr als 4 Wochen beeinflussen zu können. Dies widerspricht aber dem Gedanken der Versickerung über den offenen Boden: ein klassischer Zielkonflikt!

Fazit:

Seichte Wasserflächen mit wenigen Dezimeter Wassertiefe trocknen schon nach kurzer Zeit aus; erfahrungsgemäss sinkt der Wasserspiegel im Sommer etwa 5-10 mm pro Tag. Ein Teich mit 100 m² Wasserfläche verdunstet somit in einer Woche bis zu 7 m³ Wasser oder mehr, je nach Windeinfluss, Einstrahlung und Luftfeuchtigkeit.

Nur eine regelmässige Speisung über Regen oder eine Dotierung aus einem Speichervolumen kann die kühlende Wirkung einer Wasserfläche über mehrere Wochen garantieren.

Somit ist die klimarelevante Wirkung des verweilenden Wassers über eine längere Trockenzeit abhängig von der Retention und der dosierten Wasserzufuhr.

Für ein ausgeglichenes Stadt- und Quartierklima sind möglichst viele und grosse Grünflächen mit Bäumen und ein möglichst natürlicher Wasserhaushalt mit intaktem Bodenaufbau anzustreben. Offene Wasserflächen und Zwischenspeicher können der Bewässerung dienen. Wenn sie auch als Gestaltungselement dienen, können sie kleinflächig auch künstlich abgedichtet werden, um die Verweildauer zu erhöhen. Dies widerspricht dann aber strenggenommen dem Gebot der Versickerung über den offenen Boden.

Gesamthaft ist also die Versickerung und Zirkulation von Wasser im Untergrund prioritär. So kann in Trockenzeiten Wasser durch den kapillaren Aufstieg für die Feinwurzeln verfügbar werden.

4.4 Problematik Mücken

4.4.1 Mücken in der Schweiz – Status Quo

In der Schweiz haben wir gegen 40 Arten von Stechmücken, jede mit einem anderen, von ökologischen Bedingungen abhängigen Verhalten. Eines haben sie gemeinsam: Alle benötigen für das Larven- und Puppenstadium Wasser. Nur wenige Arten sind für den Menschen eine Belästigung oder als Überträger von Krankheiten sogar gefährlich. Dazu gehören insbesondere die Überschwemmungsmücken (*Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus*), Hausschnake (*Culex pipiens*), die Tigermücke (*Aedes albopictus*) und neuerdings die japanische Buschmücke (*Aedes japonicus*) (Lüthy 2019).

Es stechen nur die Weibchen, die Männchen ernähren sich von Nektar und Pflanzensäften (BAFU 2017c). Die Mückenmännchen spielen eine (kleine) Rolle bei der Bestäubung von Pflanzen (Jeffries 2019).

Die Mücken können Krankheiten übertragen, wobei sie nicht von Anfang an Träger von Viren sind, sondern einen infizierten Wirt stechen. Aufgrund der Klimaerwärmung können vermehrt auch neue Viren in unseren Breiten überleben und von Mücken übertragen werden. Dabei sind es nicht nur die von Asien eingewanderten Mücken, sondern auch die einheimische gemeine Stechmücke (*Culex*), welche Krankheiten wie das West-Nil Virus (Lüthy 2019) und Sindbis-Viren (Jöst et al. 2010) übertragen können.

In der Schweiz sind bisher drei invasive Arten bekannt, wovon nachfolgend die Asiatische Tigermücke und die Asiatische Buschmücke aufgeführt werden. Unter günstigen Bedingungen können sich beide Arten innert einer Woche vom Ei zum Adulttier entwickeln. Sie sind sogenannte Container-Brüter, d.h. als Brutgewässer werden natürliche oder künstliche Wasserkörper i. d. R. unter 200 Liter angegeben (BAFU 2017); wobei Experten dazu teilweise abweichende Angaben machen:

„Temporäre Wasseransammlungen, also ohne signifikante Mückenlarven-Feinde, gleich welcher Grösse (es gibt riesige Überschwemmungsflächen) sind DIE Bruthabitate von Mücken. Die Entwicklung geht in kleinen Wasseransammlungen schneller, weil die Wassertemperatur höher ist“ (Mathis 2019).

Für die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) sind temporäre Gewässer an der Oberfläche als potentielle Brutstätten ungeeignet. Tigermücken sind strikte Gefässbrüter und wählen zur Ei-

ablage dunkle Stellen über der Wasseroberfläche. Das Volumen der Gefässe kann sehr unterschiedlich sein. Kleine, dunkle Wasserstellen wie Wasser in Astlöchern werden bevorzugt (Lüthy 2019).

Es wurde festgestellt, dass die Tigermücke auch grosse Wasseransammlungen besiedeln kann, wenn diese unterirdisch und abgeschlossen sind (Engeler 2019). Beispielsweise wurden im Tessin entlang der Autobahn A2 auf Höhe der Melide-Brücke Ölabscheidungsbecken mit mehreren 1'000 Litern Fassungsvermögen gefunden, in denen sich die Tigermücke vermehren konnte. Wenn die Wasseroberfläche jedoch offen ist und Sonneneinstrahlung einwirken kann, wie bei unbenutzten Schwimmbecken mit Restwasser, ist es weniger attraktiv für Tigermücken; einheimische Mückenarten können sich jedoch unter solchen Verhältnissen gut ansiedeln. Im Fall der Ölabscheidungsbecken im Tessin wurde das Problem dadurch gelöst, dass an den Zugängen engmaschige Metallnetze angebracht wurden, welche den Zugang für Mücken zum Wasser verhindern. Ohne Netze müssten diese Wasserbecken wöchentlich mit einem Larvizid behandelt werden, damit man das Problem in den Griff bekommt (Engeler 2019).

Die Asiatische Buschmücke (*Aedes japonicus*) kann sich durchaus in kleinsten Wasseransammlungen wie z.B. in Dosen und Blumentopfuntersätzen, aber auch in grösseren Wasserflächen wie unterirdischen Auffangbecken oder auch oberirdischen Regenwasserbecken entwickeln.

Eine Gruppe von Forschern der University of Liverpool unter Leitung von Cyril Caminade hat berechnet, dass die Tigermücke aufgrund des Klimawandels zwischen 2030 und 2050 in weiten Teilen Europas die nötigen Lebensbedingungen vorfinden wird⁴.

4.4.2 Massnahmen gegen Mücken

Nachfolgend sind Massnahmen gegen bestimmte Mückenarten aufgelistet, wie sie von Experten genannt werden. Es muss festgestellt werden, dass einige gezielte Massnahmen gegen gewisse Arten andere Arten begünstigen. Eine aktive Mückenbekämpfung mit Chemikalien (auch wenn sie biologisch verträglich sein sollten) wird vorerst nicht berücksichtigt. Der Aufwand für die gezielte Bekämpfung ist zu gross und nicht im Interesse eines natürlichen Gleichgewichts.

Art	Bekämpfungsmassnahme
Asiatische Buschmücke	• Kleine Wassergefässe regelmässig leeren
Asiatische Tigermücke	• Unterirdische Wasserkörper mit feinmaschigen Netzen für Mücken nicht zugänglich machen (Engeler, 2019). • Wasserflächen an gut besonnten Standorten anlegen (die Tigermücke bevorzugt schattige Orte) (Engeler, 2019). • Ökologisches Gleichgewicht herstellen (natürliche Fressfeinde) (Lüthy, 2019) • Kleine Wassergefässe regelmässig leeren
Einheimische Stechmücke (Culex)	• keine Wasserflächen an sonniger Lage (die einheimische Stechmücke bevorzugt sonnige Orte) • Nährstoffgehalt im Wasser tief halten
Überschwemmungsmücken	• keine lehmigen Böden, sodass kein typischer Geruch (Kairomonen) die Mücken anlocken kann [Mathis 2019]

⁴ [https://www.biologie-seite.de/Biologie/Asiatische Tigerm%C3%BCcke](https://www.biologie-seite.de/Biologie/Asiatische_Tigerm%C3%BCcke)

Allgemein	Bei zunehmender Grösse des Wasserkörpers und somit verlängerter Verweildauer können sich auch Räuber ansiedeln und die Mücken dezimieren (Müller 2019).
-----------	---

Fazit:

Aus Sicht Mückenbekämpfung soll temporär verweilendes Wasser regelmässig relativ rasch und häufig, das heisst innerhalb von wenigen Tagen bis maximal einer Woche, austrocknen können.

Dauernd nasse Wasserflächen sind weniger ein Problem, da sich dort Fressfeinde ansiedeln und ein ökologisches Gleichgewicht herstellen können.

Eine zeitweise Abdeckung und eine intensive Beschattung der Wasserflächen kann auch Abhilfe schaffen.

4.5 Problematik Algen

Ein Algenwachstum kann sofort nach Vernässung einer Fläche beginnen, braucht aber für eine sichtbare Dichte in der Regel einige Tage. Die Algenbildung ist ein natürlicher Prozess, der im positiven Sinn zu einer Fixierung von CO₂ und Nährstoffen bzw. unerwünschten Düngestoffen im Pflanzenkörper führt.

Einzellige Grünalgen werden durch die Luft übertragen und gelangen überall hin. Andere werden über das Wasser verdriftet.

Ab einer gewissen Biomasse kann es zur Geruchsbelästigung kommen (Grossart 2019).

Die Algenbildung hängt stark von den Rahmenbedingungen wie Nährstoff- und Sauerstoffkonzentration sowie Temperatur ab.

Grünalgen (Fadenalgen) bilden sich vor allem in sauerstoffreichen Gewässern.

Blualgen (Cyanobakterien) können für Kinder oder Hunde giftig sein.

Es gibt unzählige Produkte und mögliche Massnahmen, die im Handel angepriesen und im Schwimmbadbau verbreitet sind (Giftstoffe, Biozide, Chlor, Ozon, Seife etc.). Diese Mittel sind aber in einem natürlichen Wasserhaushalt nicht geeignet.

Wichtig ist eine stetige Wasserzirkulation. Beim Potsdamer Platz Berlin sind Filter im Einsatz, und ein ausgeklügeltes Strömungsmodell der ETH bei der Planung hat geholfen, dass das Wasser nirgendswo länger als 48 Stunden stehen bleibt.

In Schwimmteichen wird auch mit Pumpen und Filtern gearbeitet. Zudem kann der Nährstoffgehalt mit Biofiltern tief gehalten werden. Auch der Einsatz von Plankton und andern algenverzehrenden Organismen kann Abhilfe schaffen.

Fazit:

Die Algenbildung ist grundsätzlich ein natürlicher Prozess und führt zu einer Bindung von CO₂ und Nährstoffen. Aber der Geruch kann lästig werden. Meist ist die Geruchbildung zeitlich beschränkt. Neue Teiche neigen vor allem in den ersten Jahren nach dem Bau zu erhöhter Algenbildung. Wenn sich die Prozesse eingespielt haben, beruhigt sich das Wachstum und beschränkt sich im Idealfall vielleicht auf wenige Wochen im Frühjahr. Eine klärende Information über die Prozesse ist nötig und kann Abhilfe bei Reklamationen verschaffen.

Eine Wasserzirkulation mit Filtern kann helfen, die Algenbildung zu reduzieren. Auch die Beschattung hilft infolge Mangel an Licht und geringerer Wärme, das Wachstum von Algen zu reduzieren.

Abb. 12: Algen können je nach Perspektive auch ästhetisch sein; Bild eines Brunnens im späten Winter, in dem die Grünalgen ein dichtes Strahlnetz zum Ablauf bilden (Quelle: ILF).



4.6 Fehlende Anreize

An der FEPI-Tagung 2019 und den dort durchgeführten Workshops wurden neben der Feststellung, dass die Bedeutung von Wasserflächen in der Stadt um einiges grösser ist als in ländlichen Regionen, folgende Problempunkte identifiziert:

- Bei bestehenden Bauten und Infrastrukturen ist nur wenig Spielraum möglich.
- Flachdächer mit Wasserspeicherung sind nachträglich nur schwer realisierbar.
- Flächen werden oft nur ungern für nicht ertragsbringende Anlagen wie für einen offenen Wasserkörper verwendet. Platz kostet Geld.
- Hohe Komplexität des Umgangs mit Wasser in Siedlungsgebieten
- Projekte können nur durch Beteiligung der Bevölkerung und von Privaten realisiert werden.
- Die Dauer von Flutungen auf Parkplätzen und Parks sind den Ansprüchen von verschiedenen Orten anzupassen. Die Akzeptanz kann rasch zurückgehen.

Die Bemühungen im Bestand erweisen sich demnach als ebenso schwierig, weil auch hier die Platzverhältnisse und die Konkurrenz durch andere Nutzungsansprüche eine grosse Rolle spielen.

4.7 Sicherheitsaspekte

Zwar ereignen sich die meisten tödlichen Unfälle durch Ertrinken in Gewässern wie Seen, Flüssen und grossen Bächen, aber auch in Kleingewässern besteht eine Ertrinkungsgefahr. Am häufigsten sind Kleinkinder bis 4 Jahre betroffen, da sie sich vom Wasser magisch angezogen fühlen und sich der Gefahr nicht bewusst sind. Um Unfälle durch Ertrinken zu minimieren, hat die Beratungsstelle für Unfallverhütung BFU – zuständig für die öffentliche Sicherheit in der Schweiz – einige Schutzmassnahmen definiert (BFU 2011). Diese müssen an Orten in unmittelbarer Nähe zu Siedlungen oder öffentlichen Anlagen eingehalten werden:

- Planschbecken und Teiche "dürfen im Spielbereich eine Wassertiefe von maximal 20 cm aufweisen".
- Die Flachwasserzone am Rand darf maximal 20 cm tief und muss mindestens 1 m breit sein.
- Jede weitere Stufe darf dann wieder nur 20 cm tiefer und muss mindestens 1 m breit angelegt werden.
- Beim Bau eines Gewässers sollte der Wasserüberlauf so gestaltet werden, dass die maximale Wassertiefe – auch nach einer Regenperiode – nicht überschritten wird.
- Gewässer sollen nur an gut einsehbaren Stellen angelegt werden.
- Der Wasserspiegel darf sich nicht in einer Senke befinden.
- Randbereiche sollten möglichst stabil ausgeführt werden und von losen Bauteilen und Bewuchs (Rutschgefahr) frei bleiben (BFU 2011).

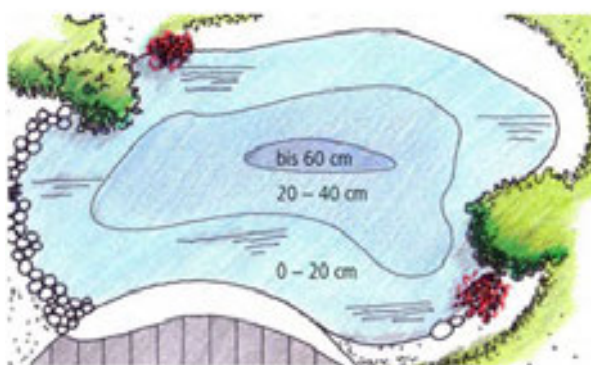


Abb. 13: Grundriss Stufenbau (Quelle: BFU)

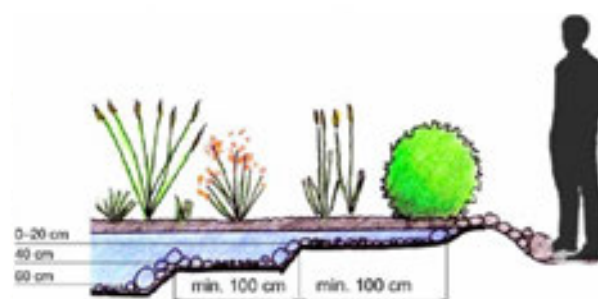


Abb. 14: Sicherheitsabstände für Flachwasserzonen im Uferbereich (Quelle: BFU)

Eine Einfriedung ist wohl die wirksamste, wenn auch nicht eleganteste Massnahme, um Umfälle zu verhindern. Sie ist zu erstellen, wenn die oben genannten Kriterien der Gewässerausführung nicht eingehalten werden können. Bei der Erstellung von Zäunen gilt es ebenfalls einige Punkte zu beachten:

- Zwischen Zaun und Ufer beträgt der Mindestabstand 1 m.
- Der Zaun muss über mindestens eine Höhe von 1 m verfügen und die Maschenweite bzw. der Staketenabstand sollte mindestens 4 cm betragen.
- Keine Aufstiegshilfen bis auf eine Höhe von 75 cm
- Der Bodenabstand zum Zaun muss mindestens 10 bis 12 cm betragen und den Durchgang für Kleintiere ermöglichen (BFU 2011).

Auch bei temporären Gewässern wie beispielsweise Versickerungsanlagen benötigt es unter Umständen eine Einfriedung. Ab welcher Dauer der Wasserführung dies geschehen soll, ist jedoch nicht eindeutig geklärt.



Abb. 15: Kaschierte Einfriedung (Quelle: BFU)



Abb. 16: Gesicherter Eingang zum Teich (Quelle: BFU)

Blick nach Deutschland

Die Haftung des Werkeigentümers steht versus Aufsichtspflicht der Eltern. Grundsätzlich empfiehlt sich ein risikobasiertes Vorgehen: Im Kindergartenareal sind andere Massnahmen angebracht als bei öffentlichen Gewässern. Es muss mit dem Auftraggeber ausgelotet werden, was möglich ist und was nicht. Bei strikter Einhaltung der BFU-Richtlinien gehen mutige Entwürfe verloren.

Verkehrssicherungspflicht – wie muss ein Gartenteich gesichert werden? ⁵

Mit der Anlage eines Gartenteichs eröffnet der Besitzer rein rechtlich eine Gefahrenquelle. In Deutschland sind es statt 20 cm 30 cm, die als Maximaltiefe von Flachwasserzonen einzuhalten sind. Ist in diesem Fall die Gefahrenquelle nicht ausreichend abgesichert, haftet der Verantwortliche nach §823 BGB. Dies kann also von Schmerzensgeld bis hin zu lebenslangen Rentenzahlungen für bleibende Schäden starke finanzielle Belastungen mit sich bringen. Natürlich stellt sich dabei die Frage, wie bei einem Gartenteich die Verkehrssicherungspflicht gewährleistet werden kann. Im Folgenden werden wichtige Punkte aufgezeigt:

Eine absolute Sicherheit ist nicht möglich und nach geltender Rechtsprechung nicht erforderlich. Es sollten nur alle Maßnahmen getroffen werden, die ein vernünftiger und umsichtiger Mensch im Voraus für angemessen hält.

Kinder können bereits ab Wassertiefen von wenigen cm ertrinken oder ersticken. Dies hat mit dem verhältnismässig schweren Kopf zu tun, den sie nur schwer über Wasser zu halten vermögen. Darum ist bei Kindern grundsätzlich ein strengerer Maßstab anzulegen, sodass ein Gartenbesitzer dafür Sorge tragen muss, dass diese entweder keinen Zutritt zum Garten ohne Betreuung erlangen (Einzäunung, abgeschlossene Gartenpforte) oder der Teich entsprechend gesichert ist (Abdeckung, Einzäunung).

⁵ <https://www.mcm-systeme.de/ratgeber/rechtsgrundlagen-zum-bau-eines-gartenteiches>

4.8 Vegetation am stehenden Wasser

Folgendes gilt es bei der Bepflanzung am Ufer und in Einstaubereichen:

- Die Wurzeln der Landpflanzen sind auf Sauerstoff im Boden angewiesen. Bei längerem Wassereinstau und längerer Trockenheit sterben die Wurzeln ab.
- Die Pflanzen haben unterschiedliche Toleranz bezüglich Sauerstoffunterversorgung. Typische Pflanzen der Überschwemmungszonen können mehrere Wochen unter Wasser überdauern.

Für die Pflanzenwahl in Kombination mit Wasser orientiert man sich am besten an den natürlichen Lebensräumen:

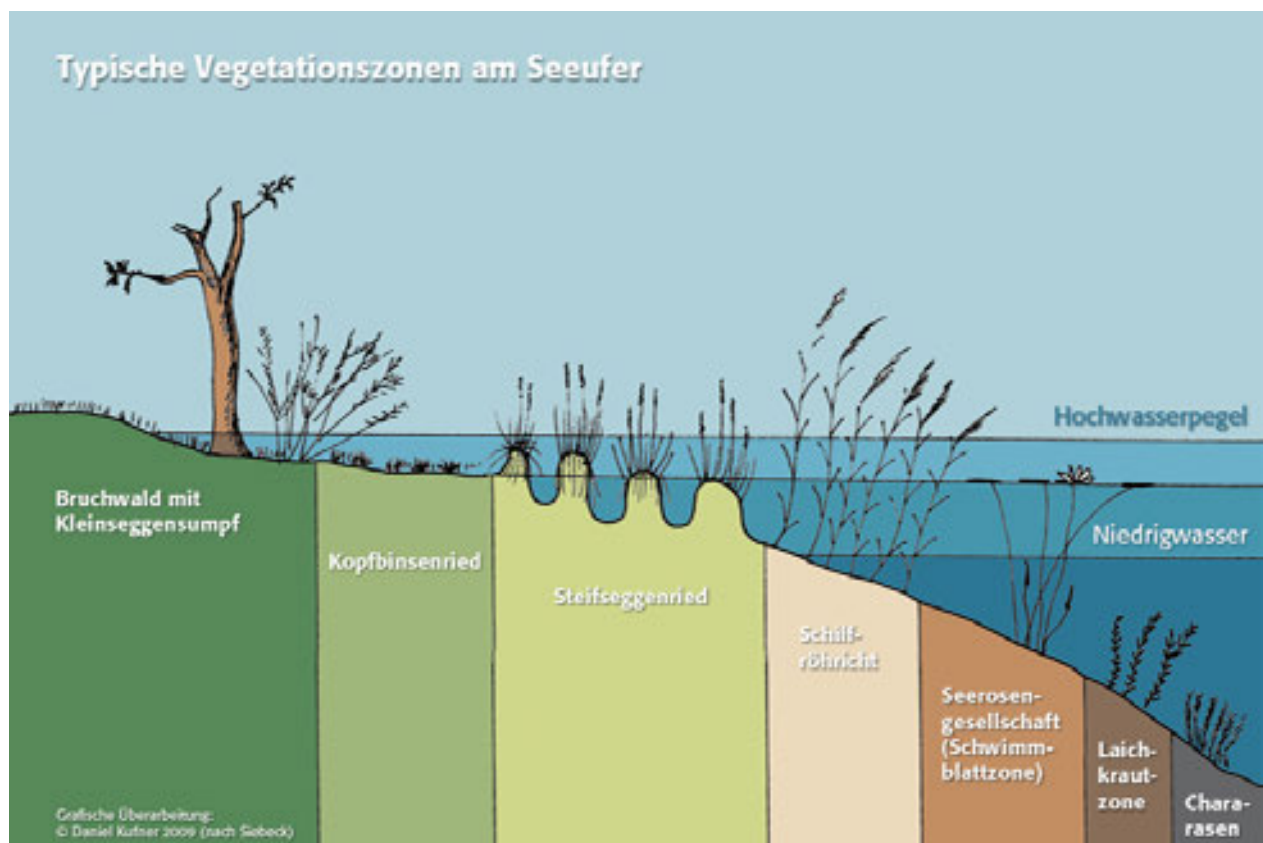


Abb. 17: Typische Vegetationszonen am Seeufer – vom Bruchwald bis zum Chararasen (Armleuchteralgen) (Quelle: eiszeitsee.de).

Es gibt spezielle Samenmischungen für die Verwendung in Einstauräumen, z.B. "UFA-Sickermulde CH-G", eine artenreiche Mischung für Retentionsbecken. Welche Pflanzen sich für die Retentionsanlagen eignen, soll im Rahmen eines Folgeprojekts näher betrachtet werden.

Hochstauden am Wasser:

Charakteristisch für diesen Lebensraum sind bis 1.5 Meter hohe Stauden. Sie bilden streifenartige Säume entlang von Gewässeruferrn, sind dicht wurzelnd direkt am Mittelwasser, teilweise auch darunter. Alle Arten sind lichtbedürftig (ILF 2019a). Hochstaudensäume werden in der Regel bzw. nach Möglichkeit alternierend alle 2 Jahre im Herbst geschnitten.

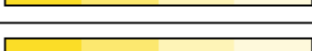
Name dt.	Name lat.	Blütezeit	Farbspektrum der Blüten
Engelwurz	<i>Angelica sylvestris</i>	Jul - Sep	
Kohldistel	<i>Cirsium oleraceum</i>	Jun - Sep	
Zottiges Weidenröschen	<i>Epilobium hirsutum</i>	Jun - Sep	
Spierstaude/ Mädesüss	<i>Filipendula ulmaria</i>	Jun - Aug	
Sumpf-Storachschnabel	<i>Geranium palustre</i>	Jun - Sep	
Vierflügeliges Johanniskraut	<i>Hypericum tetrapterum</i>	Jul - Aug	
Gemeiner Gilbweiderich	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Jun - Aug	
Blut-Weiderich	<i>Lythrum salicaria</i>	Jul - Aug	
Grosser Wiesenknopf	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Jun - Sep	
Sumpf-Ziest	<i>Stachys palustris</i>	Jun - Sep	
Gelbe Wiesenraute	<i>Thalictrum flavum</i>	Jun - Jul	
Echter Baldrian	<i>Valeriana officinalis</i>	Mai - Jul	

Abb. 18: Blühspektrum Hochstaudenflur (ILF 2019a)

Typische Arten der **Röhricht**bestände:

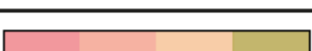
Name dt.	Name lat.	Vorkommen	Farbspektrum der Blüten
Gelbe Schwertlilie	<i>Iris pseudacorus</i>	im Einstau	
Rohr-Glanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>	an fliessendem Wasser	
Schilf	<i>Phragmites australis</i>	im Einstau, rasch zuwachsend	
Einfacher Igelkolben	<i>Sparganium emersum</i>	im Einstau, rasch zuwachsend	

Abb. 19: Blühspektrum Röhricht (ILF 2019a)

Typische **Wasserpflanzen** (Auswahl):



Abb. 20a: Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) – eine Pionierpflanze, welche ins Flachwasser vordringt und zur Verlandung beiträgt. (Quelle: LEK Höfe 2016)



Abb. 20b: Gemeiner Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) wächst unter und über Wasser (Quelle: LEK Höfe 2016)

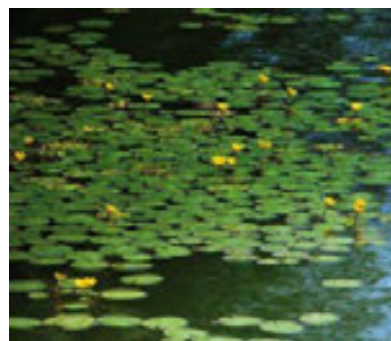


Abb. 20c: Grosse Teichrose (*Nuphar lutea*), eine ausdauernde Wasserpflanze mit Schwimmblättern (Quelle: LEK Höfe 2016)

Bäume in Retentionsanlagen:

Häufig wird die Frage diskutiert, warum in Retentionsbecken keine Bäume aufkommen dürfen. Im Verlauf unseres Projektes sind wir auf verschiedene Antworten gestossen:

- Für Retentionsanlagen mit Bäumen sind die Unterhaltskosten bedeutend höher.
- Die meisten Bäume ertragen stehendes Wasser nur für kurze Zeit.
- Bäume kreieren mit ihren Wurzelsystemen ungewollte Kurzschlüsse, sodass das Wasser nicht durch die belebte Bodenschicht, sondern entlang den Wurzeln versickert. Es entstehen ungewollte Kanäle, welche die Filterwirkung des Bodens beeinträchtigen.
- Durch Laubfall lagern sich auf der Beckensohle organisches Material ab, das sich vorübergehend zu einer organischen Deckschicht verdichten kann und den Boden undurchlässig macht. Übrig bleibt dann in Trockenzeiten eine nackte, staubige Sohle.
- Bäume in Strassennähe können wegen dem Salzgehalt des Wassers absterben (Koci 2019). Dies muss aber ohnehin beachtet werden, d.h. kein salzhaltiges Wasser in Baumrigolen leiten oder Auswahl salztoleranter Pflanzen.

4.9 Risiko Schadstoffeintrag

Niederschlagswasser enthält eine Vielzahl organischer und anorganischer Stoffe wie Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid oder Kohlenwasserstoffverbindungen (Geiger et al. 2009). Jedes Einleiten und Versickern von Niederschlagswasser bringt einen potentiellen Schadstoffeintrag in den Boden und in das Grundwasser. Darum sollte nur wenig belastetes Abwasser in die Versickerungs- und Retentionsanlagen eingeleitet werden. Mit der Zeit kommt es trotz der Trennung von Abwasser zu einer Akkumulation von Schadstoffen, was die mikrobiellen Lebewesen auf längere Zeit schädigt. Der Boden aus Versickerungsanlagen muss daher gem. VSA Richtlinie entsorgt werden.

Schadstoffe, die ausgehend von Dächern und Fassaden eingetragen werden können, sind (VSA 2019):

- Blei, Kupfer, Zink, Zinn (Stoffe liegen meist in gelöster Form vor)
- Pestizide und andere organische Spurenstoffe (aus Dichtungsmaterialien, Bitumenbahnen, Pflanzenschutzmitteln, Anstrichen)

Strassen:

- Cadmium, Blei, Zink, Chrom, Kupfer und Nickel (in partikulärer Form, an GUS adsorbiert)
- polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff PAK
- Methyl-tertiärer Butylether (MTBE)
- organische Stoffe
- Tausalz
- Vorplätze, Hauszufahrten, Parkplätze
- Schwermetalle (sowohl gelöst als auch partikulär)
- PAK

Mit Vegetation bedeckte Böden eignen sich besonders gut als Bodenfilter, denn Pflanzen können Schadstoffe wie Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink aufnehmen. Doch was sind Auswirkungen auf die Vegetation, wenn das Wasser statt 4 Stunden 1 Woche verbleibt?

Schwermetalle: Diese sind meist an GUS adsorbiert und somit für Pflanzen nicht verfügbar. Erst bei einer Versauerung der Böden werden die Schwermetalle mobilisiert und als Folge von Pflanzen aufgenommen. Aber welche Auswirkung hat der lösliche Anteil auf die eingestauten Pflanzen?

PAK: Die Aufnahme über den Boden ist sehr gering und auf äusserste Zellschichten der Wurzeln beschränkt. Was passiert bei geschwächten, geschädigten Wurzeln?

Welchen Einfluss haben die weiteren organischen Stoffe?

Diesen Fragen wird am UMTEC der HSR nachgegangen.

4.10 Fazit der Erkenntnisse

- Ästhetik und Sinnlichkeit: Wasser übt eine grosse Anziehungskraft auf den Menschen aus.
- Biodiversität: Wasser ist von universeller Bedeutung für das Leben und Hotspot der Biodiversität.
- Sicherheit: tageweise geflutete Freiflächen in den Quartieren müssen nicht eingezäunt werden. Alternativ können Spielplätze in der Nähe der Wasserkörper eingezäunt werden (Freiburg).
- Akzeptanz: tageweise Überflutungen haben (noch) zu geringe Akzeptanz (Schlamm, Geschwemmsel, Eis, Abfall).
- Verweildauer: Das Wasser darf bei temporär gefluteten Grünflächen maximal 2-3 Tage verweilen (Freiburg).
- Mücken: Eine Mückenplage kann vermieden werden, wenn die Verweildauer unter 7 Tagen bleibt.
- Bewässerung: maximales Speichervolumen ist für längere Trockenperioden direkt (gedrosselte Einleitung) oder indirekt (Einspeisung ins Grundwasser) verfügbar zu machen.



Abb. 21: Das Siedlungsgrün wirkt harmonisch mit integrierten Retentionsteichen (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl).

5 Fallbeispiele (Übersicht und Erkenntnisse)

5.1 Übersicht

Folgende Beispiele wurden untersucht (**fett: Portrait im Anhang**)

Beispiele Europa / Welt	Beispiele Schweiz
Berlin: Potsdamer Platz Frankfurt: Bauobjekt Alnatura Darmstadt: Alnatura Hauptquartier Freiburg i.B.: Zollhallenplatz Freiburg i.B.: Vauban Quartier Freiburg i.B.: Innenstadt, Bächle Freiburg i.B.: Rieselfeld Hamburg: Strukturplan Regenwasser 2030 (RISA) Hamburg: Wasserspielplatz Rieselfeld) Rotterdam: Stadtteil Agniesebuurt, Watersquare Rotterdam: Zoho Wien München: Riem Andalusien, Sierra Nevada: Acequias de careo Winnenden: Arkadien (bei Stuttgart) Ostfildern: Scharnhauser Park Kopenhagen: Cloudburst Masterplan Kopenhagen: Tasinge Plads Oslo: alter Flugplatz Singapur: Bishan Park	Zürich: Greencity Manegg Zürich: Buechegg, Freizeitanlage Zürich: Badeweiher Geerenholz Zürich Oerlikon: Regina-Kägi Hof Zürich: Maag Areal, Pfingstweidpark Zürich: Turbinenplatz Basel: Erlenmatt Sion: AcclimataSION Rothenburg (LU) Bischofszell: Stadtweiher Uster: Hohfuhren Opfikon: Glattpark Dübendorf: EAWAG Forum Chriesbach Lenzburg: Widmi-Areal Bern: Liebefeldpark Marthalen, Sportfeld Dübendorf/Wangen-Brüttisellen: Innovationspark Zürich Wetzikon, Rückhaltebecken Wigarten



Abb. 22: Fotos von ausgewählten Best-Practice Fallbeispielen (Quelle: ILF)

5.2 Zusammenfassung Interviews

Um die Erfahrung der Städte und Gemeinden im Umgang mit verweilendem Wasser abzubilden um Näheres zu den einzelnen Fallbeispielen zu erfahren, wurden Interviews mit Personen in Verwaltungen geführt; teilweise wurde ergänzend auf Personen in Planungsbüros verwiesen. Erik Henschel aus der Stadt Freiburg (D), Lorenz Fränzl aus Opfikon, Christian Brenner aus Lenzburg, Marlise Gasser aus Köniz sowie Thomas Lichtensteiger der EAWAG in Dübendorf haben zu Fragen betreffend Wasserflächen und Regenwassermanagement geantwortet. Die Ergebnisse aus den Interviews werden nachfolgend zusammengefasst.

Gibt es im betreffenden Gebiet Wasserflächen, und wenn ja, wird eine Schwankung des Wasserspiegels zugelassen?

In mehreren der abgefragten Fallbeispiele gibt es Wasserflächen. In den meisten Fällen handelt es sich jedoch um ein Stillgewässer mit gleichbleibendem Wasserspiegel, d.h. ohne wesentliche Schwankungen; so im Widmi-Areal in Lenzburg, im Liebefeld-Park in Köniz, im Glattpark Opfikon sowie im Seerosenbecken des Forums Chriesbach in Dübendorf. Auch die Bächle in der Innenstadt in Freiburg haben einen gleichbleibenden Abfluss. Einzig das Hauptbecken des Forums Chriesbach weist je nach Anfall Niederschlagswasser sowie erfolgter Nutzung einen schwankenden Wasserstand auf, im Extremfall bis zu 1.5 m. Dies ist jedoch sehr selten der Fall, meistens ist der Wasserstand mehr oder weniger stabil. Bei den steten Gewässern ist der Wasserstand aus sicherheitsrelevanten Gründen konstant (Liebefeld), geringe Schwankungen von maximal 15-20 cm können im Glattpark auftreten. Diese Schwankungen sind aber oftmals von kurzer Dauer, da bei sinkendem Wasserstand mit einer Pumpe Grundwasser in den See geleitet wird.

Gibt es klassische Versickerungsflächen?

In Freiburg sind Versickerungsflächen verbreitet, in den Gebieten Vauban, Zollhallenplatz und Wirenbahnhof gibt es 15 solche Anlagen. Im Liebefeldpark in Köniz gibt es eine Abfolge von Versickerungsmulden, wo einerseits das Wasser aus der angrenzenden Siedlung und andererseits aus dem Überlauf des Teiches aufgenommen wird. Beim Seerosenbecken des Forum Chriesbach gibt es ebenfalls eine Versickerungsfläche als Überlauf für den Teich. In den Versickerungsanlagen von Liebefeld und Dübendorf kann der Pegel bei Regen schwanken.

Was war die Motivation für die Anlage der Wasserfläche bzw. der Versickerungsanlage?

In Liebfeld war es Teil der geforderten Aufgabenstellung bzw. Inhalt der Ausschreibung, eine Wasserfläche zu gestalten. In Freiburg war es ebenfalls das Ziel der öffentlichen Hand, Wasser wo immer möglich versickern zu lassen. Eine zusätzliche Anforderung war, dass die Flächen multifunktional nutzbar sind, da der Raum in der Innenstadt begrenzt ist.

Die Motivation der EAWAG war, der Bevölkerung ein System näher aufzuzeigen, welches Wasser speichert und den Trinkwasserverbrauch vermindert. Das Wasser wird bewusst an der Oberfläche gehalten, um es den Menschen näher zu bringen und als ästhetisch ansprechend ausgestaltetes Objekt zu einem Teil der Gartengestaltung zu machen. Zudem dient es der Ökologie.

In Lenzburg wurde erst im Verlauf der Planung festgestellt, dass oberhalb des zu entwickelnden Gebietes Wasser fließt. Die Idee, das Wasser nicht einfach unterirdisch abzuleiten, kam seitens der Abteilung Tiefbau. Zusammen mit den Gestaltern wurde eine Lösung für den Umgang mit dem Wasser gesucht und entwickelt, mit dem Ziel, das Wasser für Ökologie und den Menschen nützlich zu machen.

Woher kommt das Wasser?

Je nach Gewässerkategorie sind verschiedene Quellen nötig. Wenn das Gewässer möglichst das ganze Jahr Wasser führen soll, wird bei Bedarf Quell- oder Grundwasser zugeleitet, so im Liebfeldpark und im Glattpark. Bei temporären Gewässern wird oftmals nur Niederschlagswasser von Dächern und Plätzen eingeleitet.

Die Wasserbecken der EAWAG führen ganzjährig Wasser, obwohl diese alleinig von Dachwasser gespeist werden und das Wasser des Daches auch für die Toilettenspülung verwendet wird.

Wie lange bleibt das Wasser liegen?

In den Versickerungsbecken von Liebfeld und Freiburg kann das Wasser über einige Tage liegen bleiben. Teilweise sind die Wiesen der Versickerungsmulden noch länger vernässt, so in Freiburg.

Hinterlässt das liegende Wasser Schäden an Vegetation / Belägen?

Es wird nicht zugelassen, dass Schäden entstehen. Das Wasser verbleibt max. 2-3 Tage auf den Wiesen (Freiburg) und ist versickert, bevor Schäden entstehen können.

Gibt es im Bereich des Wassers Bäume?

In Normalfall werden keine Bäume in den Becken gepflanzt. Sehr nahe bei den Versickerungsanlagen ist in Freiburg (Vauban) ein historischer Baumbestand belassen worden. Jedoch stehen auch diese eher am Rand des Beckens und nicht in der Anlage selbst.

Gibt es Probleme mit Mücken, Fröschen, Wasserrauschen oder sonstigem Lärm?

Ängste waren teilweise in der Bevölkerung vorhanden. Zum Teil mussten bei steten Gewässern Untersuchungen gemacht werden, um die Bevölkerung beruhigen zu können, so in Lenzburg. Bei einer Untersuchung im Glattpark wurden keine Stechmücken gefunden. 2017 gab es eine starke Eintagsfliegenpopulation, welche einen Anwohner verärgert hat. In Freiburg wurden Anfragen der Bevölkerung zu Mücken beantwortet, jedoch keine grosse Informationskampagne durchgeführt, damit sich das Thema nicht unnötig aufbauscht. In Freiburg steht das Wasser in der Regel nur

wenige Tage, sodass keine Mückenpopulation aufkommen kann. Im Glattpark kam es anfänglich zu Problemen mit Mücken, da sich das Wasser in den Zuläufen einstaute. Die Gerinne sind nun so eingerichtet, dass diese sich regelmässig entleeren, so dass sich in den Wohnquartieren keine Mücken entwickeln. In Dübendorf gibt es keine Mücken, dafür zahlreiche Bergmolche und Frösche im Wassergarten. Diese stören nicht, wenn viele Menschen in der Nähe des Teiches sind, verstummen die Frösche. Zu Reklamationen betreffend Lärm ist es nicht gekommen.

Welche Pflege bzw. welcher Unterhalt ist notwendig?

In Liebefeld müssen Schilf und Bäume periodisch geschnitten werden. Wenn Bäume in der Nähe sind, steigt der Aufwand im Herbst, um die Blätter aus den Becken zu entfernen, so im Vauban-Quartier.

Bei steten Gewässern werden teils Massnahmen gegen Algen ergriffen, so in Lenzburg. In Dübendorf hingegen werden Algen im Teich zugelassen. Dank des intakten Ökosystems hält sich das Algenwachstum in Grenzen. Im Glattpark wird das Algenaufkommen ebenfalls zugelassen, aber die Algen mittels Rechen periodisch aus dem Teich entfernt.

Zum Schutz der Becken werden in Dübendorf im Winter Holzbalken in die Becken gelegt, damit diese aufgrund der Eisbildung nicht gesprengt werden.

Gibt es Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit?

Die Böschung der Wasser- bzw. Versickerungsanlage in Lenzburg wurde mit 20 cm Abstufungen bzw. sehr flach gebaut, um Kleinkinder vor dem Ertrinken zu bewahren. In Freiburg werden Abstufungen à 30 cm eingehalten und die Wiesen nie mehr als 40 cm tief eingestaut. Im Glattpark sind Rettungsringe und -stangen entlang des Beckens verteilt. In Dübendorf sind alle Becken des Wassergartens mit Gittern ausgelegt, der zugängliche Wasserspiegel beträgt maximal 10-15 cm. In Freiburg sind die nahegelegene Kindergärten umzäunt statt die Wasser- bzw. Versickerungsflächen.

Im Winter werden die steten Stillgewässer im Glattpark und in Lenzburg mit Informationstafeln versehen und in Lenzburg teilweise abgesperrt. Die Fliessgewässer werden sowohl in Freiburg (Bächle in der Innenstadt) wie auch in Lenzburg (Zulauf zum Teich) trockengelegt.

Wie reagieren die Leute auf stehendes Wasser und auf schwankende Wasserstände?

Dazu konnte von den befragten Personen keine fundierte Aussage gemacht werden. Einzig in Freiburg kam es zu Reklamationen, da in den Versickerungsanlagen, die auch für Fussballspiele o. Ä. genutzt wurden, der Boden mehrere Tage vernässt war. Die Stadt hat Schilder zur Information der Bevölkerung aufgestellt, danach kamen diesbezüglich keine Reklamationen mehr.

In Dübendorf gibt es schwankende Wasserspiegel, jedoch fallen diese aufgrund der Gitter über den Wasserbecken nicht so stark auf.

Wie stehen Leute generell zu Wasser (auch ohne schwankenden Wasserstand)?

Die Parkanlagen Liebefeld und Glattpark kommen sehr gut an und sind sehr beliebt (Liebefeldpark, Glattpark). In Dübendorf haben die Kinder der nahegelegenen KiTa (Kinderpavillon) grosse Freude an den Wasserflächen. Auch die Eltern haben kein Problem damit, wenn die Kinder nass werden; dann werden einfach die Kleider gewechselt.

6 Lösungsansätze und Strategien

6.1 Der natürliche Wasserkreislauf als Vorbild

In der unbebauten Natur funktionieren Wasserkreislauf und Vegetation symbiotisch und regulierend. Die Umwelt inkl. Mensch profitiert von enormen Leistungen: Wasser fällt nieder, wird in natürlichen Senken zurückgehalten, wo es versickert und das Grundwasser anreichert oder verdunstet. Pflanzen verzweifachen den Verdunstungsvorgang über die Transpiration ihrer Blattmasse. Der Boden reinigt das Wasser, Pflanzen schützen vor Erosion und bieten Lebensraum für Tiere und Erholungsraum für den Menschen. Gleichzeitig inspiriert die Natur durch ihre Schönheit und Anmut. Die Natur dient uns als Vorbild und zeigt uns das Zusammenspiel von Wasser und Pflanze.

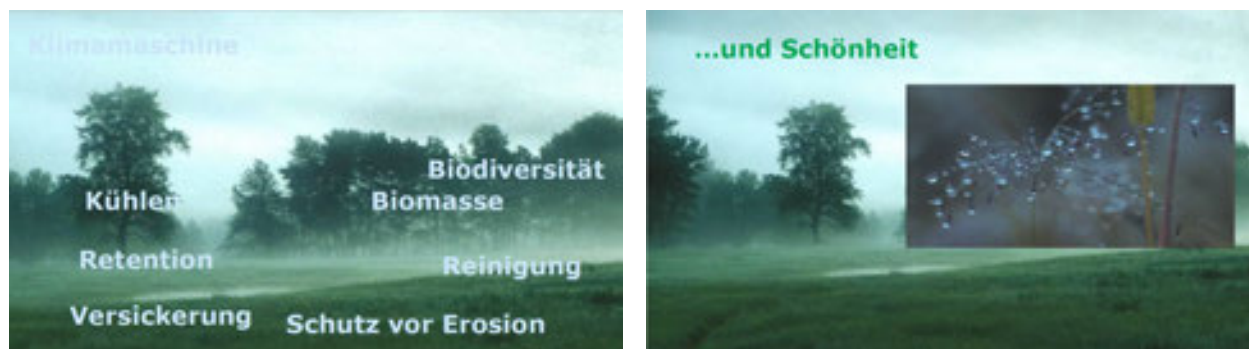


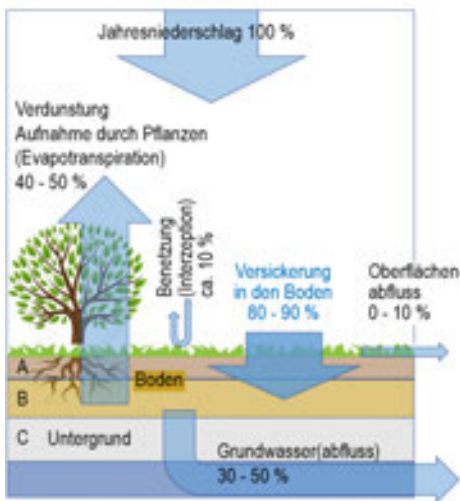
Abb. 23a + b: Regenwasser und Stadtplanung, HSR 2018 (Quelle: Hauber)

Das Verweilen des Regenwassers an der Oberfläche ist im natürlichen Wasserkreislauf nur ein kurzer Abschnitt. bzw. ist auf Spezialfälle zurück zu führen: bei undurchlässigen Böden wird das Wasser als Tümpel, Teich oder See zurückgehalten. Nach einer gewissen Verweildauer an der Oberfläche sickert das Regenwasser in den Boden ein, verweilt dort möglichst lange, wird von Pflanzen aufgenommen und verdunstet. Erst nach Tagen, Wochen oder Monaten tritt es als Quelle oder Grundwasserexfiltration an die Oberfläche und speist die Oberflächengewässer. Mit der Beachtung des ganzen Wasserkreislaufs wird gewährleistet, dass insbesondere kleine Gewässer auch in langen Trockenperioden noch Wasser führen.

Der Blick auf die unbebaute, ebene Fläche (Abb. 24, links) zeigt, dass rund 80-90% des Jahresniederschlags in den Boden versickert. Von dort wird etwa die Hälfte (40-50%) von den Pflanzen aufgenommen und über Evapotranspiration verdunstet. Ein grosser Teil versickert – je nach Bodenbeschaffenheit direkt oder auf Umwegen – in den Untergrund und wird dem Grundwasser zugeführt. Auf einer ebenen Wiese fließt nur ein kleiner Teil (0-10%) des jährlichen Niederschlags oberflächlich ab in Richtung Fließgewässer. Ein ebenfalls kleiner Teil verdunstet direkt von der Bodenoberfläche.

Zielsetzung für die Liegenschaftsentwässerung ist die "Null-Abfluss-Siedlung". Dies bedeutet, dass versucht werden muss, die Ableitung des Regenwassers in Gewässer bzw. in die Regen- oder Mischwasser-Kanalisation mit geeigneten Massnahmen auf 0-10 % des jährlichen Niederschlags zu beschränken. Mögliche Massnahmen wie oberflächliche Retention und Versickerung in Mulden und Gräben, Flachdachbegrünung, unterirdische Versickerung, Entwässerung über die Schulter in Grünflächen oder Versickerung und Verdunstung über durchlässige oder retendierende Beläge werden in Kapitel 6.5 und 6.6 erläutert.

Natürlicher Wasserhaushalt einer Wiese



Anzustrebender Wasserhaushalt einer Liegenschaft/Siedlung: «Null-Abfluss-Siedlung»

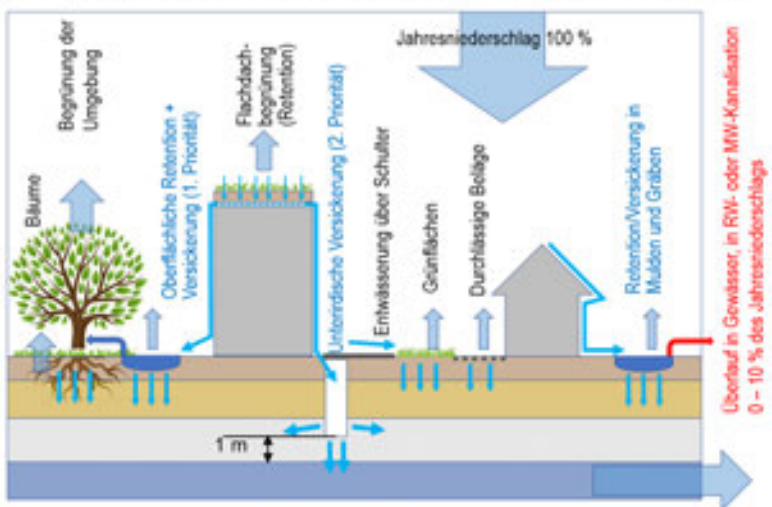


Abb. 24: Bilanz Wasserhaushalt einer Liegenschaft im Vergleich zur flachen Wiese als natürliche Referenz (Quelle: Balmer)

6.2 Schwammstadt als Gesamtstrategie

Im Rahmen dieser Studie hat sich gezeigt, dass ein breit ausgelegtes Verständnis von "Regenwasser länger an der Oberfläche halten, gestalten und nutzen" zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung sinnvoll ist. Zu dieser Schwammstadt-Strategie gehört der obere Bodenbereich mit Poren, die Wasser aufnehmen und wieder abgeben können, genauso wie das Speichern von Wasser in unter- oder oberirdischen, geschlossenen Behältern, um Trockenperioden zu überbrücken und die Wasserversorgung zur Bewässerung der Umgebung und der Förderung eines ausgeglichenen Klimas sicherzustellen. In den folgenden Kapiteln werden die wesentlichen Massnahmen, welche einen Beitrag zu einem natürlichen Wasserhaushalt leisten, sowie ihr Mehrwert erläutert.

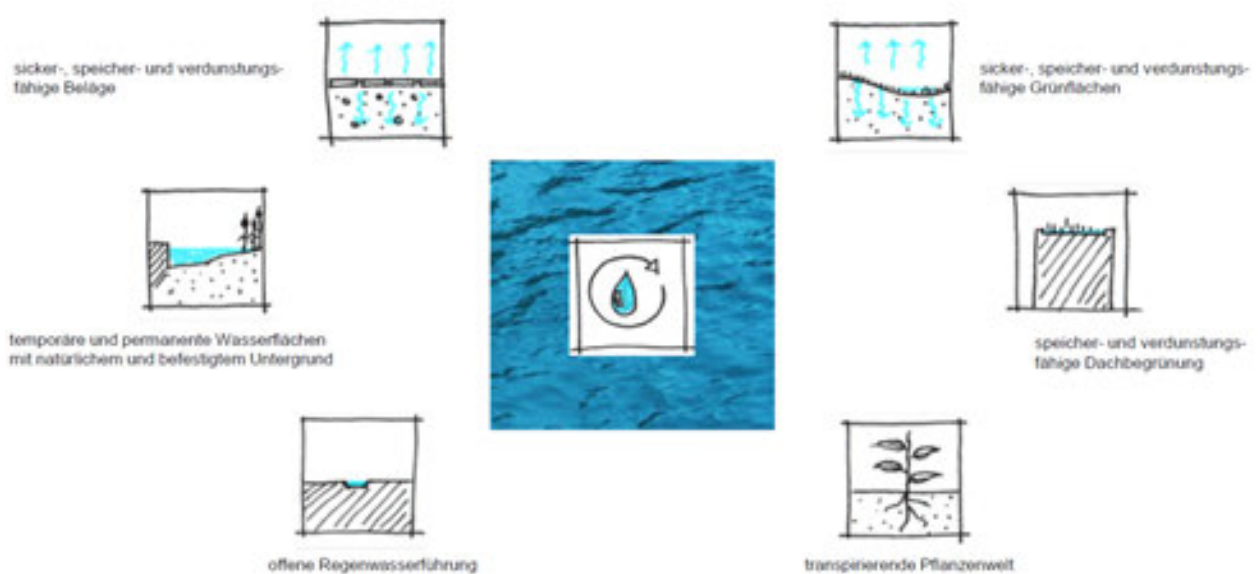


Abb. 25: Massnahmen zur Förderung des natürlicheren Wasserhaushalts (Quelle: ilf)

Die nachfolgende Grafik zeigt im Überblick, wie eine gezielt angelegte blau-grüne Infrastruktur dem natürlichen Wasserkreislauf möglichst nahe kommt.

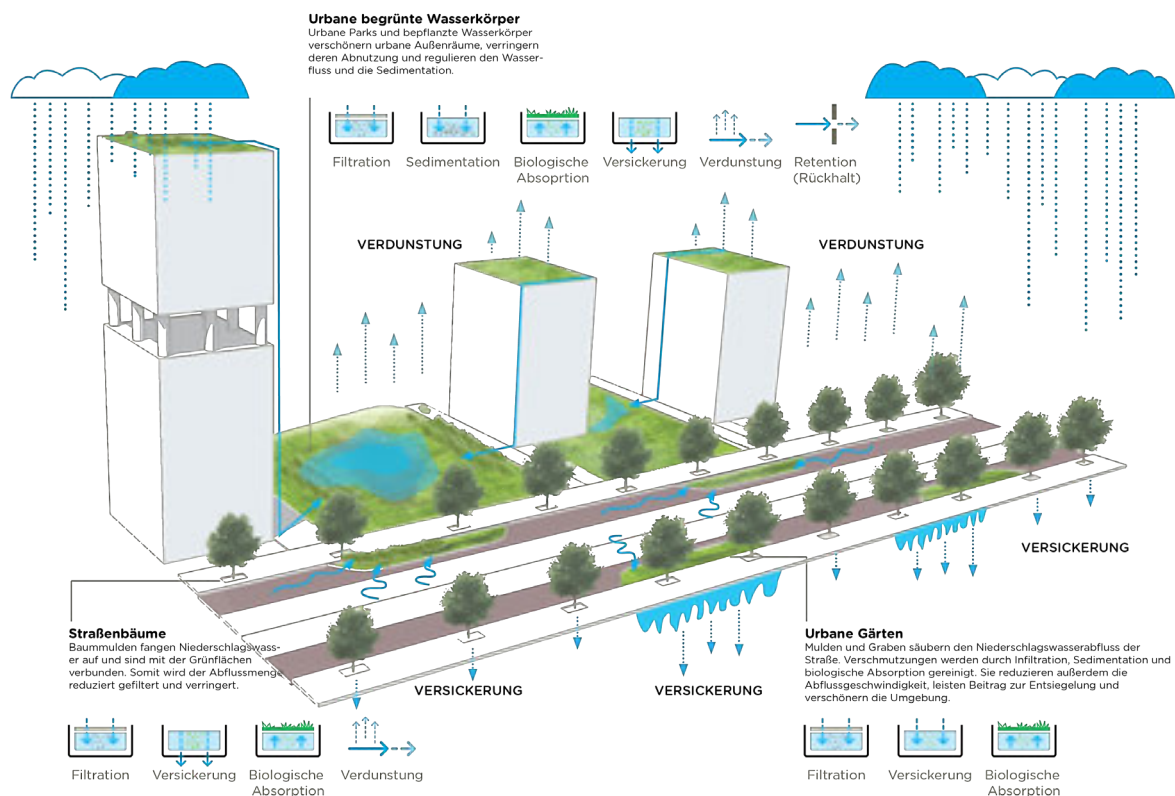


Abb. 26: Blau-Grüne Infrastruktur: Beitrag in Tagungsband – Aqua Urbanica 2019. Regenwasser weiterdenken – bemessen trifft gestalten. 9.-10. September 2019, Rigi Kaltbad (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)

Die Verweildauer des Wassers auf seinem Weg von der Wolke Richtung Grundwasser oder wieder zurück in die Wolke kann durch parallel oder seriell geschaltete Wassernutzungen erhöht werden. Beispielhaft sei hier die Nutzung anhand einer geplanten Regenwassernutzung im Jura aufgezeigt:

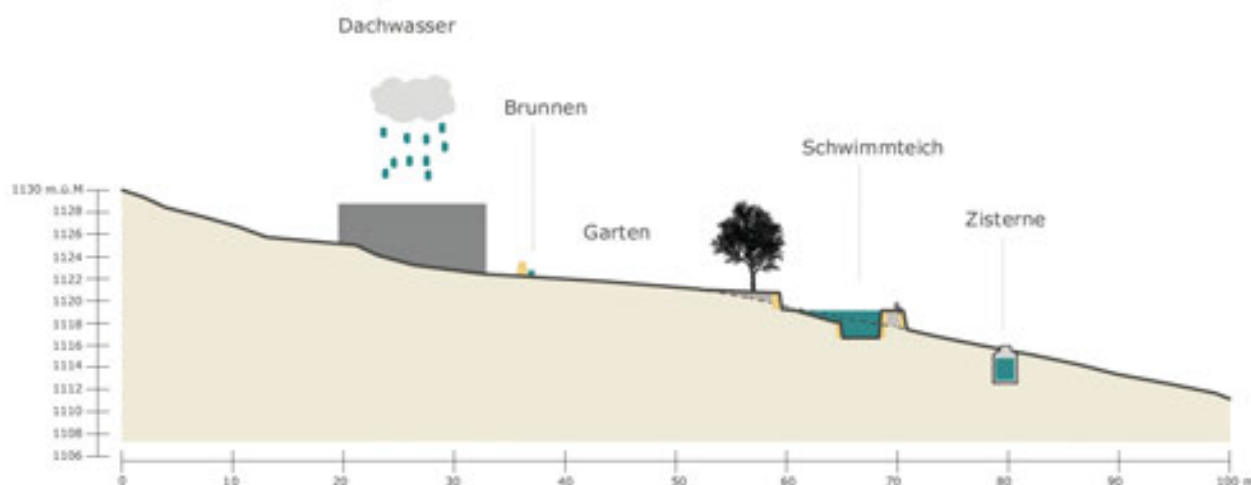


Abb. 27: Serielle, multifunktionale Wassernutzung (Quelle: Ingold 2019)

Das anfallende Dachwasser wird in den Brunnen im Garten geführt, wo es zur Bewässerung verwendet werden kann. Ein Überlauf führt das Wasser zum Schwimmteich, wo es durch den Regenerationsbereich der Pflanzen aufbereitet wird, zum Schwimmen einlädt und auch als Löschwasserreserve zur Verfügung steht. Nachgeschaltet befindet sich eine Zisterne, aus der jederzeit Wasser entnommen werden kann, z.B. für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen, oder aber durch Versickerung dem Grundwasser oder natürlichen Fließgewässern zukommt.

6.3 Übersicht Mehrwert

Verweilendes Wasser hat Mehrwerte für die Gesundheit des Menschen, verbessert das lokale Klima über Verdunstung, unterstützt den natürlichen Wasserhaushalt durch Versickerung und Verdunstung, dient zur Gestaltung und Identität eines Ortes, erhöht die Aufenthaltsqualität und den Erholungswert, schafft wassergebundene und wechselfeuchte Lebensräume mit hoher Vielfalt – sprich eine Vielfalt von unbezahlbaren Leistungen.

Es wird bewusst ein grosses Spektrum an möglichen Nutzungen bzw. Leistungen/ Mehrwerten aufgezeigt. Nicht alle Massnahmen sind an allen Orten sinnvoll. Auf eine systematische Wertung, welche Massnahmen besonders zu empfehlen sind, wird hier verzichtet.

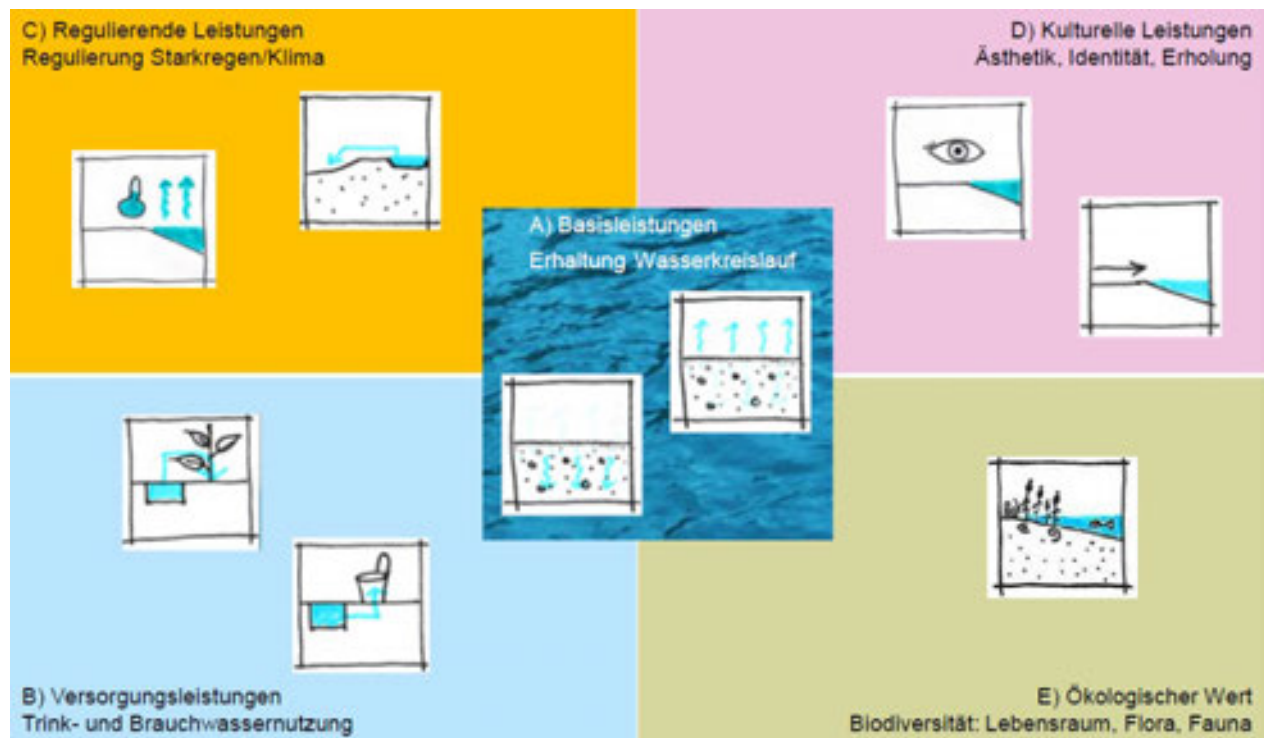


Abb. 28: Mehrwert des verweilenden Wassers (ILF 2019)

Im Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz (BAFU 2017a) werden die Ökosystemleistungen (A-D) für das menschliche Wohlergehen und die wirtschaftliche Entwicklung gewürdigt. Leistungen im Bezug zu Wasser werden nachfolgend dargestellt und kurz erläutert. Dazu gehören die Erhaltung des Wasserkreislaufs, die Bereitstellung von Trink- und Brauchwasser, regulierende Leistungen zur Anpassung an den Klimawandel sowie die kulturelle Bedeutung von Naturräumen für die körperliche und geistige Erholung und somit für die menschliche Gesundheit. Da Wasser die Basis für das Leben von Gemeinschaften aus Pflanzen, Tieren, Pilzen und Mikroorganismen ist, welche als funktionale Einheit miteinander und mit ihrer nicht belebten Umwelt in Wechselwirkungen stehen (Ökosysteme), versteht sich, dass das Wasser in geeigneter Form unschätzbar hohen ökologischen Wert hat.

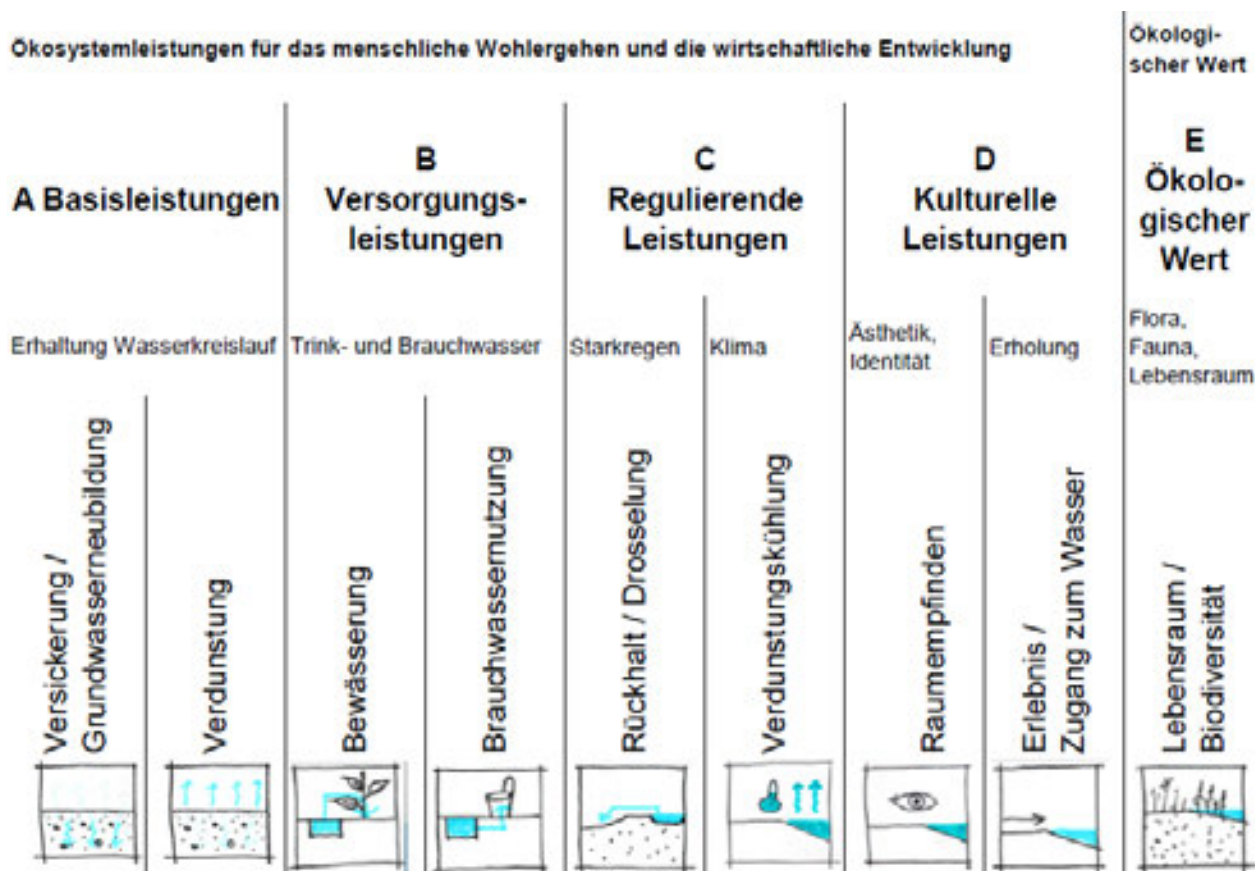


Abb. 29: Ökosystemleistungen des verweilenden Wassers (ILF 2019)

Versickerung / Grundwasserneubildung / Speisung von Fließgewässern



Unter Versickerung versteht man das Eindringen des Regenwassers in den bewachsenen Boden oder durch andere wasserdurchlässige Oberflächen wie Verbundsteine, Kiesplätze und dergleichen in den darunterliegenden Untergrund. Entweder versickert das Regenwasser direkt am Ort des Anfalles oder es fließt von bebauten und undurchlässig befestigten Flächen (über die Schutter) auf versickerungsfähige Flächen oder es wird in versickerungsfähige Mulden, Gräben, Baumrigolen, Tiefbeete und dergleichen abgeleitet. Wenn in solchen Fällen die entwässerte Fläche grösser ist als das Fünffache der Versickerungsfläche, spricht man von einer gewässerschutzrechtlich bewilligungspflichtigen Versickerungsanlage.

Je nach Beschaffenheit des Bodens und Untergrundes und je nach Wetter und Klima wird ein Teil des Bodenwassers von Pflanzen aufgenommen, ein Teil verdunstet wieder in die Atmosphäre und ein Teil sickert weiter in den Untergrund und allenfalls in anstehende Grundwasservorkommen, bevor es in Form von Quellen oder Grundwasserexfiltration in ein Oberflächengewässer gelangt. Die Versickerung ist daher nicht nur für die Grundwasserneubildung und damit in der Schweiz für einen grossen Teil der Trinkwasserversorgung bedeutsam, sondern auch für die mittel- und langfristige Speisung der Oberflächengewässer in Trockenperioden. Würden insbesondere die kleinen Bäche nur von direkt zufließendem Regenwasser gespeist, würden sie jeweils kurz nach jedem Niederschlag versiegen.

Die zunehmende Versiegelung der Oberfläche hat eine vermehrte direkte Ableitung von Regenwasser in die Kanalisation zur Folge und stört somit den natürlichen Wasserkreislauf; in längeren Trockenperioden fehlt es an frischem Wasser für die Grundwasserneubildung und Speisung von Fliessgewässern.

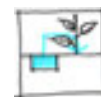
Wenn Wasser an der Oberfläche gehalten werden soll, versickert es weniger oder gar nicht. Dies kann zu einem Zielkonflikt führen. In kreativ gestalteten Anlagen kann verweilendes Wasser vorübergehend zurückgehalten werden, das dann entweder direkt verdunstet oder als überschüssiger Anteil direkt über die Schulter in den Boden versickern kann.

Verdunstung



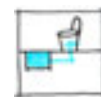
Die Verdunstung bewirkt den Transport des Regenwassers in die Atmosphäre, damit es später als Niederschlag wieder auf die Erde fällt und so den ganzen Wasserkreislauf in Bewegung hält. Ein weiterer Wert der Verdunstung ist die Verdunstungskühlung, welche nachfolgend gesondert beschrieben wird.

Bewässerung



Die heissen Temperaturen und sinkenden Niederschlagsmengen im Sommer führen zu mehr Trockenheit und einem erhöhten Wasserbedarf für grüne Infrastrukturen oder für die Landwirtschaft. In städtischen Verhältnissen kann ein Lösungsansatz sein, Regenwasser lokal zu speichern und für die Bewässerung verfügbar zu machen. Insbesondere in der Landwirtschaft hängt das Überleben der Kulturen in Hitze- und Trockenperioden aber nicht nur vom Niederschlag, sondern in hohem Masse auch von der Bodenbeschaffenheit, vom Wasserspeichervermögen des Bodens, von der Bodenbearbeitung und von der Kulturwahl ab. Hoher Humusgehalt, dauernde Bodenbedeckung, minimale Bodenbearbeitung, tiefwurzelnde und trockenheitsresistente Pflanzen, Mischkulturen, Agroforstsysteme, Permakulturen und weitere Faktoren begünstigen die Resilienz der Kulturpflanzen. Oberflächenabfluss und Erosion auf Landwirtschaftsflächen sind zu verhindern. Die Summe dieser Massnahmen ist in den meisten Situationen wichtiger als das lokale Speichern von Regenwasser für die Bewässerung.

Brauchwassernutzung



Analog zur Verwendung von gespeichertem Regenwasser für Bewässerungszwecke kann es auch als Brauchwasser für Reinigungszwecke oder die Toilettenspülung verwendet werden. Da in den meisten Fällen auf eine Wasserversorgung mit Trinkwasser nicht verzichtet werden kann, müssen die Leitungsinstallationen doppelt geführt werden, was mit einem höheren Erstellungsaufwand verbunden ist. Ob die haustechnische Nutzung von Regenwasser in der Schweiz ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist, ist umstritten und insbesondere bei kleinen Wohnsiedlungen fraglich, da die Ökobilanz der haustechnischen Nutzung von Regenwasser in der Schweiz möglicherweise negativ ausfällt. In andern Regionen und in der Dritten Welt hat die Brauchwassernutzung einen hohen Stellenwert.

Rückhalt / Drosselung



Das Rückhalten von Regenwasser mittels gezielter Retentionsmassnahmen kann in spezifischen Fällen, bei nachgewiesenen Kapazitätsengpässen in der Regenabwasserkanalisation oder dem Vorfluter sinnvoll sein. Dabei sorgen Drosselorgane für die dotierte Abgabe des Wassers zum Vorfluter oder zur nächsten Gewässerinstanz

Kleine Retentionsanlagen in Siedlungen werden in der Regel maximal auf ein zehnjährliches Ereignis dimensioniert. Damit können problematische Hochwasserspitzen nicht entschärft werden. Bei Hochwasserspitzen an Fließgewässern wie auch bei übermässigen Oberflächenabflüssen bei Starkregen spielen ganz andere Prozesse eine Rolle.

Zur Entschärfung von Starkniederschlagsereignissen ist die versiegelte Fläche zu minimieren und die Versickerung zu maximieren. Zur Bewältigung von starken Oberflächenabflüssen sind das gezielte Ableiten durch unempfindliche oder wenig schadenempfindliche Korridore und das vorübergehende Zurückhalten auf unempfindlichen Flächen wichtig.

Anders zu betrachten als der Regenwasserrückhalt ist der Hochwasserrückhalt in grossen Anlagen. Hier handelt es sich um Rückhaltevolumina von einigen Tausend Kubikmeter und nicht um einige wenige Kubikmeter.

Verdunstungskühlung



„Verdunstung [ist] ein physikalischer Prozess [...], der Wärmeenergie benötigt und diese der Umgebung entzieht“ (Brenneisen 2017). Sie ist einer der wichtigsten meteorologischen Vorgänge an der Erdoberfläche, denn die Verdunstungskühle liefert Wasserdampf, der für den Wasserkreislauf und die Wolkenbildung ein wesentlicher Bestandteil ist (DVWK 1996).

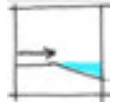
Damit leistet die Verdunstung in Form der Verdunstungskühlung einen wichtigen Beitrag für ein angenehmeres Lokalklima.

Raumempfinden



Gewässer erfüllen vielfältige Aufgaben, so auch der Erholung und Gesundheit des Menschen. Für die Akzeptanz in der Bevölkerung und die Erlebbarkeit ist es wichtig, dass neben funktionalen Ansprüchen auch auf eine schöne Ästhetik oder gelungene Einbettung in die Umgebung geachtet wird. Zusätzlich kann die Kombination mit Pflanzen die Erscheinung bereichern.

Erlebnis / Zugang zum Wasser



Wasser ist das Erholungs-Medium schlechthin und nicht nur zum Bestaunen da, sondern als beispielbares Element bestens geeignet. Die direkte Erlebbarkeit ist aber nur durch geeignete Zugänge möglich. Diese müssen ebenso einen sicheren Austritt aus dem Gewässer heraus gewährleisten.

Lebensraum / Biodiversität



Neben all den bereits erwähnten Leistungen für den Menschen sollen möglichst viele blaue Infrastrukturen auch für die Tier- und Pflanzenwelt attraktiv gestaltet werden. Dies kann durch eine hohe Strukturvielfalt, bestehend aus einer standortgerechten Bepflanzung, Steinen, Totholz, Nischen und anderen Elementen, erreicht werden.

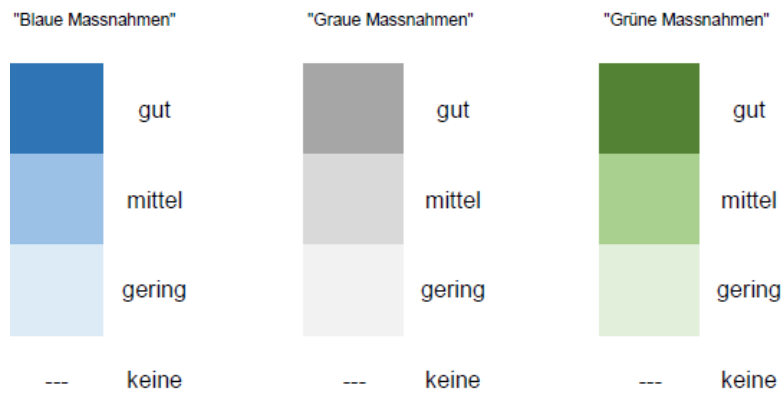
6.4 Matrix Massnahmen und Potenziale

Die folgende Matrix bietet einen Überblick über die identifizierten Massnahmen und deren Mehrwert bzw. Leistungen, die in den bezeichneten Kapiteln beschrieben werden.

Vorhandene Elemente		Versickerung / Grundwasserneubildung / Speicherung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumverändern	Erebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
 6.5.1 Temporäre und permanente Wasserflächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund ('Anlage')	6.5.2 Offene Wasserfläche, Teichanlage (+/- permanent, nicht versickerungsfähig)							je nach Ausführung	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
	6.5.3 Anlagen zur Nutzung von Regenwasser	---	---				---	---	---	---
	6.5.4 Rückhaltebecken (oberirdisch)			abhängig von Rückhalte- stauer	---			je nach Ausführung	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
	Rückhaltebecken/-volumen (unterirdisch)	---	---	---	---		---	---	---	---
	6.5.5 Versickerungsbecken			abhängig von Rückhalte- stauer	---			je nach Ausführung	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
	Versickerungsbecken/-volumen (unterirdisch)		---	---	---		---	---	---	---
	6.5.6 Öffentlicher Raum, Wasser- platz = temp. Retentionsraum			---	---			je nach Ausführung		
 6.5.8 Offene Regenwasserrführung	Oberirdische Rinne (nicht versickerungsfähig)			---	---			je nach Ausführung		
	Offener Graben wasserführend (versickerungsfähig)			---	---			je nach Ausführung	nur wenn zugänglich	
	Mulden-Rigolensystem			---	---				nur wenn zugänglich	
 6.6.1 Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Beläge	Wasserdurchlässiger Belag			---	---			je nach Ausführung	je nach Ausführung	je nach Ausführung
	Entsiegelung	je nach Ausführung	je nach Ausführung	---	---	je nach Ausführung	je nach Ausführung	je nach Ausführung	je nach Ausführung	je nach Ausführung
 6.6.2 Speicher- und verdunstungsfähige Dachbegrünung	Gründach, mit Substrat			---	---			nur wenn sichtbar	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
	Gründach, mit techn. Wasserspeicher (ist auch blaue Massnahme)							nur wenn sichtbar	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
 6.6.3 Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Grünflächen	Flächenversickerung (temporär)			---	---			je nach Ausführung	je nach Zugänglich- keit	je nach Ausführung
	Muldenversickerung			---	---			je nach Ausführung	nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
 6.6.4 Transpirierende Pflanzenwelt	Tiefbeet ('Stauden')			---	---				nur wenn zugänglich	je nach Ausführung
	Baum, Baumreihe, Baumallee			---	---					
	Baumrigole, Baumrigolenallee (ist auch blaue Massnahme)			---	---				je nach Ausführung	

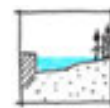
Abb. 30: Matrix Massnahmen und Potenziale (Quelle: ILF)

Legende Mehrwert



Aus der Matrix geht hervor, dass alle Elemente mehrere Funktionen/ Mehrwerte/ Leistungen erbringen und einige sowohl "blaue" wasserbezogene als auch "grüne" pflanzenbezogene Aspekte aufweisen können. "Graue" Massnahmen beziehen sich auf Massnahmen an Belägen und sind weder ausgeprägt blau noch grün.

6.5 Blaue Massnahmen (verweilendes) Wasser



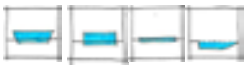
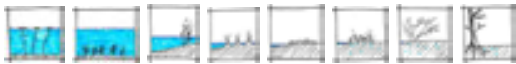
6.5.1 Temporäre und permanente Wasserflächen (allgemein)

Das Zurückhalten des Regenwassers ist im Rahmen der Studie das eigentliche Kernthema und macht es erst möglich, dem natürlichen Wasserkreislauf nahe zu kommen. Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, mit Wasser zu gestalten. Je nach beabsichtigten Nutzungen bzw. Prioritäten stehen andere Gewässertypologien bzw. Massnahmen im Vordergrund.

Unzählige, teilweise kombinierbare Möglichkeiten zur Ausgestaltung von Wasserflächen bzw. –volumen sind vorhanden, ob einzeln oder als zusammenhängende Gewässersysteme ausgebildet, je nach Platzverhältnissen, gewünschter Funktion, Nutzung und finanziellen Bedingungen.

Mögliche Beschreibungskriterien, welche die Wasserflächen und Gewässersysteme umschreiben, sind:

Anzahl Gewässer:	 ein Gewässer	 eines von mehreren Gewässern	
Lage innerhalb Areal:	 oben: Die Lage oben innerhalb des Areals bietet den Vorteil, dass das gestaute Wasser unter Nutzung des natürlichen Wasserdrucks für Bewässerungszwecke genutzt werden kann.	 unten: Diese Lage bietet den Vorteil, dass sämtliches innerhalb des Areals anfallendes Regenwasser gesammelt werden kann.	
Grösse:	 klein (>20m2)	 mittel (20-50m2)	 gross (>50m2)
Tiefe:	 seicht (-20cm)	 mittel 20-70cm	 tief >70cm
Form:	(eher) geometrisch , z.B. rund, oval, quadratisch, rechteckig, vieleckig 		(eher) naturnah z.B. geschwungen 
Funktions-Typ:	 Stautyp / Verdunstungstyp (es wird möglichst viel Wasser zurückgehalten) Dieser Typ hat primär die Aufgabe, möglichst viel Wasser zurückzuhalten, um dieses weiteren Nutzungen (Energienutzung, Bewässerung etc.) zuzuführen oder für die Verdunstung bereitzustellen. Es wird wenig bis kein Wasser, ausser im Überlastfall, in den Vorfluter eingeleitet. Der Untergrund ist nicht explizit auf Versickerung ausgelegt bzw. ist undurchlässig.		
	 Retentionstyp (es verbleibt möglichst immer ein Retentionsvolumen) Dieser Typ hat primär die Aufgabe, Wasser zurückzuhalten und dosiert an den Vorfluter abzugeben. Es hat keinen durchlässig		

	konstruierten Untergrund. Es wird der gesamte zurückgestaute Niederschlag (abzüglich Verdunstung) in den Vorfluter geleitet. Ein Retentionskörper (nach VSA) versteht sich als Retentionskörper einer Versickerungsanlage (z.B: Biotop, Dachretention, Parkplatz, Staukanal etc.)		
	 Versickerungstyp Dieser Typ hat primär die Aufgabe, Wasser vor Ort zurückzuhalten und zu versickern. Es wird wenig bis kein Wasser in den Vorfluter eingeleitet. Der Untergrund weist eine hohe (konstruierte) Durchlässigkeit auf.		
Art:	fix, offen : z.B. Becken, Trog, Wassertrete, Teich		
	fix, geschlossen/gedeckt : z.B. Zisterne, Reservoir, Wasserturm		
	mobil : z.B. Wassersack, Becken, Fahrzeug		
Lage bezüglich Terrain:	 (teils) eingelassen/versenkt	 (teils) erhöht/aufgesetzt	
Abschluss:	 Mauer	 Damm	anderes Stauwerk
Drosselorgan:	 Schlitz	 Loch	Überlauf (ohne Drosselorgan)
Ränder, Abschlüsse:	überall gleich, verschiedene Abschlüsse (mehrere zutreffend)		
	 senkrecht-sehr steil (90°)	 steil abfallend (1:1-1:5)	 flach (1:5-1:10)
			 sehr flach (>1:10)
Gewässersohle, Abdichtung:	Material: Lehm (anstehendes Material, zugeführt), Folien in vielen Materialien und Qualitäten, kombinierte Geotextilien mit Tonmineralien (Bentofix), Zement und Beton, Kalkstabilisierung, Kies etc. 		
Bewuchs:	vorhanden / nicht vorhanden  Wenn vorhanden: Schwimmblattgesellschaften, Schilf, Grossseggen, Kleinseggen / Binsen, Wiesengesellschaften, Hochstauden, Gehölze, Bäume etc.		

Diese Typologie kann zur Erfassung/Beschreibung von Gewässern verwendet werden.

6.5.2 Offene Wasserfläche, Teichanlage (+/- permanent, nicht versickerungsfähig)

Offene Wasserflächen werden durch einen von der Natur gegebenen dichten bzw. künstlich abgedichteten Untergrund ermöglicht und bewirken den gewünschten längerfristigen Rückhalt des Wassers. Es gibt verschiedene historische und gegenwärtige Anwendungsbereiche: Anstauen von Wasser für Brauchwasser, Löschwasser (Löschwasserteich), Aufzucht und Haltung von Fischen, Bereitstellung von Trinkwasser für Nutztiere oder für den Menschen, Stauteiche für Energiegewinnung und Industriestätten, Schmuck-, Zier-, Garten-, Dorfteich etc. Eine Teichanlage kann kombiniert werden mit der Funktion als Rückhaltebecken für den Hochwasserschutz, wenn ein schwankender Wasserspiegel toleriert werden kann.

Teiche sind natürliche oder künstlich angelegte Stillgewässer, meist mit Zu- und Ablauf. Die Grösse ist unterschiedlich, aber kleiner als ein See, die Tiefe ist meist gering, d.h. es ist keine stabile Temperaturschichtung vorhanden.

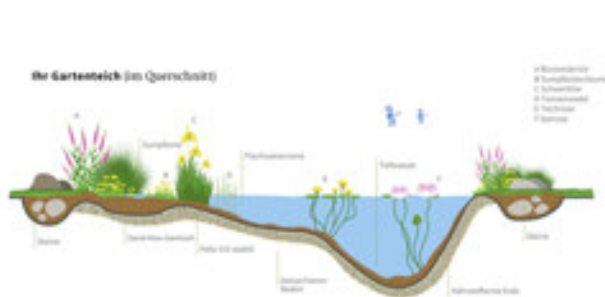


Abb. 31: Gartenteich im Querschnitt (Quelle: Nabu.de)

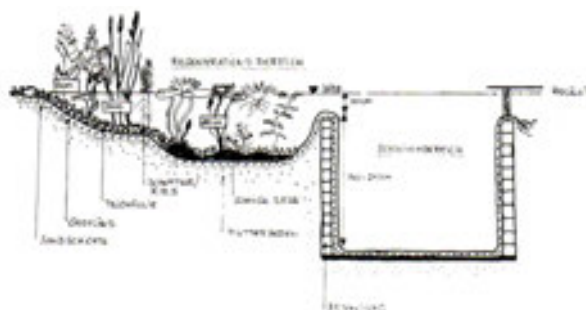


Abb. 32: Skizze Schwimmteich (Quelle: Bollerhey.de)

Eine spezielle Ausführung des Teichs ist der Schwimmteich, welcher aus zwei oder mehreren Becken besteht; ein Teil dient zum Baden, der andere der Regenerierung des Wassers. Der Schwimmteich ist gegenüber dem Untergrund abgedichtet. Dank dem Wasserkreislauf mit mechanisch-biologischer Wasseraufbereitung funktioniert das System ohne Desinfektionsmittel, benötigt aber je nach Nutzungsintensität einen ergänzenden Frischwasserzusatz.

Teiche und insbesondere Schwimmteiche bieten eine hohe Aufenthaltsqualität und können über einen hohen ästhetischen und ökologischen Wert verfügen. Vernetzung von Kleingewässern, geringe Umweltbelastung im Betrieb, keine Belastung von Kläranlagen und die Förderung vom Umweltverständnis sind weitere Leistungen. Die Erstellung ist ziemlich aufwändig und teuer (private bis 100'000.-, öffentliche schnell mal 0.5 Mio. CHF) und der Unterhalt darf nicht unterschätzt werden.



Abb. 33: Tümpel sind temporäre Gewässer (Quelle: ILF)

Tümpel sind kleine Stillgewässer, die limnologisch kleinen Weihern entsprechen. Tümpel sind sehr flach, in der Regel weniger als 50 cm tief und werden hauptsächlich durch Regenwasser gespeist. Sie haben in der Regel einen stark schwankenden Wasserstand und können trockenfallen. Deshalb werden sie als temporäre Gewässer bezeichnet.

Geometrische Anwendungen von Wasserflächen sind Becken, Brunnen, Tröge und weitere Formen. Beispiele hierfür sind:



Abb. 34: Becken eingefasst (Quelle: rosaliao.it)



Abb. 35: Becken aufgesetzt (Quelle: wikimedia.org)



Abb. 36: Trog (Quelle: schoener-garten-shop.de)



Abb. 37: Wassertrete (Quelle: augsburger-allgemeine.de)



Abb. 38: Wasserspiel (Quelle: drebinger.eu)



Abb. 39: Wassersack (Quelle: directindustry.de)

6.5.3 Anlagen zur Nutzung von Regenwasser

Zur Nutzung und für den Rückhalt von Regenwasser gibt es unterschiedliche Typen von Behältern. Regenwasserbecken sind offene, Tanks, Zisternen und Wassertürme in der Regel geschlossene Wasserbehälter. Diese können den Abfluss von Siedlungsgewässer verstetigen und Wasser für unterschiedliche Nutzungen speichern. Sie müssten von Vorteil höher gelegen sein als der Ort der Nutzung, damit ein Abfluss ohne Pumpe möglich ist. Die Topografie vor Ort soll genutzt werden, um möglichst wenig bis gar keine elektrische Energie zu benötigen. Zisternen unter Terrain benötigen zur Wassernutzung je nach topographischer Lage eine Pumpe, haben jedoch den Vorteil, vor der Sonnenwärme geschützt zu sein, was die Wasserqualität positiv beeinflusst.

Wassertürme werden bislang in flachen Gebieten für die Trinkwasserversorgung erstellt. Solche sind im Zusammenhang mit Nutzung von Regenwasser als Brauchwasser bisher zwar nicht üblich, könnten aber in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Grosse oberirdische, allenfalls sogar transparente Behälter zur Speicherung von Regenwasser sind optisch attraktiv. Jedoch ist zu beachten, dass Brauchwasser möglichst kühl und dunkel gespeichert werden sollte. Somit müssten Wassertürme idealerweise beschattet werden oder isoliert sein.

Die kleinste Ausführung eines Wasserspeichers ist das Wasserfass hinter dem Haus. Forschungsprojekte in Österreich (Oberascher 2019) haben gezeigt, dass durch den Einsatz von intelligenten Regenfässern, deren Steuerung mit Wettervorhersagen gekoppelt wird, ein wesentlicher Beitrag zur Verstetigung des Wasserabflusses im Quartier herbeigeführt werden kann. Noch ungewohnt in der Schweiz, in anderen Weltgegenden als Wahrzeichen nicht wegzudenken, ist der Wasserturm. In Zukunft könnte der Wasserturm auch in der Schweiz eine grössere Bedeutung erlangen (vergl. Projektidee in Kapitel 9.2). Ein weiterer Lösungsansatz in Zukunft könnte sein, bei Neubauten im Gebäude integrierte Zisternen zur Wasserspeicherung einzuplanen (vergl. Projektidee in Kapitel 9.1).

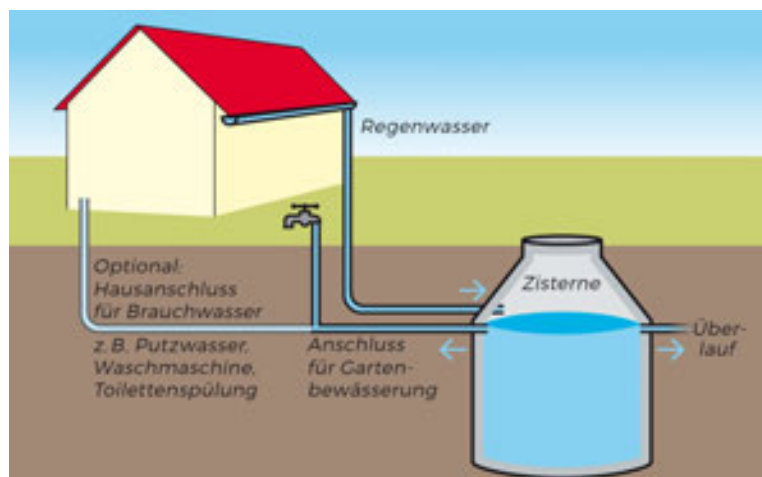


Abb. 40: Schema einer Zisterne (Quelle: huberstein.de)



Abb. 41: übliche Zisterne für die Speicherung von Dachwasser, hier im Jura (Quelle: ILF)



Abb. 42a+b Wasserfass/Regentonne (offen/geschlossen): wegen der Mückenthematik empfiehlt sich ein geschlossenes Fass (Quellen: naijaloaded.com / petes-prepper-guide.com)



Abb. 43: Lokale Speicherbecken für Bewässerungszwecke modelliert, hier in Kenia (Quelle: T. Oesch)



Abb. 44: Wasserspeicher angehängt an eine Dachfläche in Nicaragua (Quelle: M. Schirmer)

6.5.4 Rückhaltebecken, -volumen (ober- / unterirdisch)

Im vorliegenden Forschungsthema ist mit einem Rückhaltebecken ein künstlich angelegtes, oberirdisches Becken gemeint, das in der Regel in eine Versickerungsanlage überläuft.

Nicht weiter behandelt werden hier die grossflächigen Rückhaltebecken, welche für die Belange des übergeordneten Hochwasserschutzes regional gebaut werden.

Unterirdische Rückhaltevolumen sind nicht belebte und erlebbare Wasserspeicher im Untergrund. Diese werden hier nicht weiter behandelt, weil sie für Gestaltung und Biodiversität keinen direkten Nutzen bringen.



Abb. 45: Rückhaltebecken Wigarten in Wetzikon: hier wird Hang- und Regenwasser aus dem Quartier zurückgehalten und gedrosselt in den Vorfluter abgeleitet (Quelle: ILF).



Abb. 46: Rückhaltebecken Wygarten in Wetzikon: kleine permanente Wasserfläche, im Hintergrund Überlauf mit technischem Drosselorgan (Quelle: ILF).

6.5.5 Versickerungsanlage, -becken, -teich, Volumen (ober-/unterirdisch)

Eine Versickerungsanlage ist ein ober- oder unterirdisches Bauwerk, welches zum Zweck der künstlichen Versickerung von Niederschlagsabwasser erstellt wird. Auch für die Versickerung reservierte Bodenflächen, in welchen längerfristig eine Schadstoffanreicherung in Kauf genommen wird, gelten als Anlage (VSA 2019). Dies ist in der Regel der Fall, wenn das Verhältnis Entwässerungsfläche zu Versickerungsfläche grösser gleich 5 ist. Aus Sicht Gewässerschutz ist die oberflächliche Versickerung durch eine biologisch aktive Bodenschicht zu bevorzugen. Es gibt aber auch unterirdische Varianten wie z.B. Sickerschacht oder Kieskörper/Rigole. Eine Rigole ist ein unterirdischer, seltener auch teilweise oberirdischer Pufferspeicher, um eingeleitetes Regenwasser aufzunehmen und zu versickern. Dazu ist eine Rigole mit Kies oder anderen, kontaktersions-sicher abgestuften Materialien ausgefüllt. Es gibt auch Varianten mit Kunststoffhohlräumen, welche über ein höheres Speichervermögen verfügen. Weiterführende Angaben sind der VSA Richtlinie Abwasserbewirtschaftung 2019 zu entnehmen.

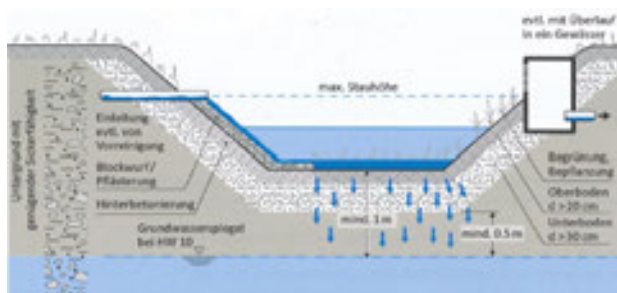


Abb. 47: Schema Versickerungsanlage (Quelle: VSA)

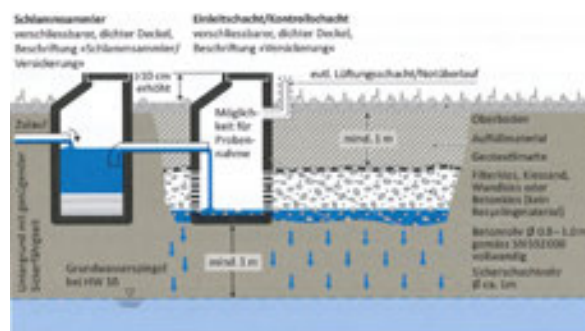


Abb. 48: Schema Kieskörper (Quelle: VSA)



Abb. 49: Versickerung und Retention von Niederschlagswasser im Liegenschaftsbereich (Quelle: KBOB)



6.5.6 Öffentlicher Raum als temporärer Retentionsraum (z.B. Sportplatz)

Besonders in dichten, urbanen Räumen muss mit dem fortschreitenden Klimawandel eine Antwort auf die zunehmend beobachteten Starkregenereignisse gefunden werden. Eine Möglichkeit ist die gezielte Ausgestaltung des öffentlichen Raums als multifunktionale Fläche, die im Bedarfsfall temporär überflutet und als Rückhalteraum für das anfallende Regenwasser dienen kann. In manchen Gegenden werden im Notfall Strassen und Parkplätze geflutet, wenn sich ein stärkeres Hochwasser ereignet. Es geht dabei grundsätzlich nur um die Bewältigung von starken Oberflächenabflüssen und nicht um die über die Ufer tretenden Fließgewässer bei Hochwasser. Eine Trennung von örtlich anfallendem Regenwasser (Starkregenereignis) und über die Ufer tretenden Fließgewässern (Überflutungsereignis) ist aber nicht immer ganz einfach. Bei reinem Regenwasser kann durch geschickte Planung der Wasserflüsse der Schaden bzw. der anschliessende Reinigungsaufwand geringgehalten werden.

Zur Bewältigung von starken Oberflächenabflüssen spielen nicht nur das Bereitstellen von Retentionsräumen, sondern auch die Disposition von Abflusskorridoren sowie das möglichst weitgehende Verhindern des Mitschwemmens von Material mit dem Regenwasser eine bedeutende Rolle.



Abb. 50: Sportplatz in Fribourg als temporärer Retentionsraum. Seitlich sind Böschungen als Dämme gestaltet, im Hintergrund ist der Ablauf mit Rechen ersichtlich, der im Überschwemmungsfall Geschwemmsel zurückhält (Quelle: ILF)



Abb. 51: Sportplatz in Rotterdam als temporärer Retentionsraum (Quelle: ILF)



Abb. 52: Temporärer Einstau einer öffentlichen Anlage (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)



Abb. 53: Temporärer Einstau eines Parkplatzes (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)

6.5.7 Wasserspielplatz

Wasserspielplätze sind für Kinder besonders faszinierend. Das Wasserspiel macht nicht nur Spass, sondern ist auch sehr lehrreich: Wasserspielplätze bieten Kindern eine ideale Grundlage, um Naturerfahrungen zu sammeln. Sie forschen, testen aus und erschaffen. Besonders üben sie sich in ihrer Grob-, Feinmotorik und Selbstwahrnehmung, lernen Risiko abzuschätzen und lassen ihrer Kreativität freies Spiel. Mit der grossen Beliebtheit müssen aber auch besondere Sicherheitsanforderungen eingehalten werden, denn ein unbeaufsichtigtes Kind läuft schnell Gefahr zu ertrinken.



Abb. 54: Wasserspielplatz Hurden SZ, Projekt OePlan (Quelle: ILF)



Abb. 55: Gestalteter Zugang zum Wasser (P. Bolliger)

6.5.8 Offene Regenwasserführung



Anstelle kostspieliger Kanalsysteme bietet sich an, das Regenwasser oberirdisch zu leiten und sichtbar zu machen. Dabei kann es sich je nach Nutzen und Gestaltungsabsicht um befestigte, geometrische oder naturnahe Formen der Regenwasserführung handeln, wie z.B. eine oberirdische Rinne (nicht versickerungsfähig), ein offener Graben (teilweise versickerungsfähig) oder ein Mulden-Rigolensystem, welches explizit auch zur Versickerung angelegt wird. Geschickt geplant bieten diese Elemente einen Mehrwert für Menschen und Natur.

Die offene Regenwasserführung ist nicht nur im öffentlichen Raum, sondern insbesondere auch in der Liegenschaftsentwässerung zu empfehlen. Idealerweise wird das Regenwasser bei jedem Fallrohr in einer oberflächlichen Rinne auf eine zur Versickerung geeignete Fläche geführt. Das dezentrale Anlegen von vielen kleinen Versickerungsflächen und -anlagen ist der Erstellung von grossen Anlagen, in die das Regenwasser meistens in Rohren geführt werden muss, vorzuziehen. Mehrere kleine Anlagen sind insbesondere im privaten Bereich oft besser zu integrieren als eine grosse. Die dezentrale Versickerung kommt auch natürlichen Verhältnissen näher als die konzentrierte Versickerung.

Insbesondere im öffentlichen Raum und als Gestaltungselement sind natürlich auch grosse Anlagen willkommen. Im flachen Gebiet sind jedoch der offenen Führung des Regenwassers über lange Strecken unter Einhaltung eines Mindestgefälles Grenzen gesetzt. Wenn der Wasserabfluss stetig und auch in trockenen Perioden vorhanden ist, lohnt es sich, das Wasser mittels Hindernissen und Höhensprünge zu mehr Bewegung zu bringen, denn bewegtes Wasser bietet durch die vergrösserte Oberfläche eine noch höhere Verdunstungsleistung als stehendes Wasser.



Abb. 56: Rinne in Rotterdam (Watersquare Benthemplein (Quelle: ILF)



Abb. 57: Regenwasser weiterdenken – bemessen trifft gestalten. 9.-10. September 2019, Rigi Kaltbad (Quelle: Hauber)

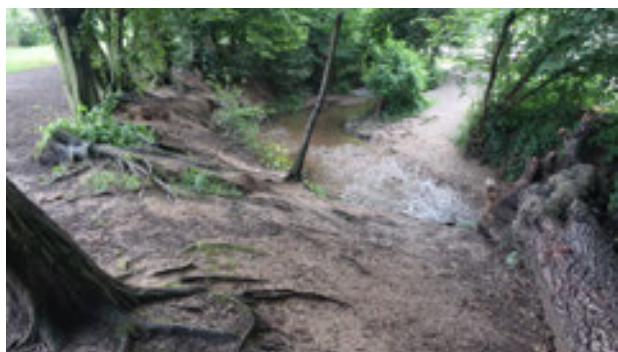


Abb. 58: Zugängliches Fließgewässer (Quelle: ILF)



Abb. 59: Mulden-Rigolensystem neben Geleisen, als Teil der Infrastruktur (Quelle: ILF)

6.6 Graue und grüne Massnahmen in der Fläche

6.6.1 Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Beläge



Der Versiegelungsgrad in den Städten ist bereits heute sehr hoch und wird durch die laufende und geplante Verdichtung der Siedlung nach innen noch zunehmen. Innert 24 Jahren haben die versiegelten Flächen in der Schweiz um 29% zugenommen (Bundesamt für Statistik 2016). Versiegelte Beläge sind ungünstig in Bezug auf Wasserhaushalt und Klima, sie können kein Regenwasser aufnehmen, heizen sich auf und bewirken eine geringe Luftfeuchtigkeit. Bei Starkregen fliesst das Wasser ungedrosselt ab und belastet dadurch die natürlichen Vorfluter sowie Abwassersysteme. Deshalb sollen, wo es aufgrund der beabsichtigten Nutzung immer möglich ist, wasserdurchlässige Beläge vorgesehen werden und bestehende harte Beläge entsiegelt werden.

Wasserdurchlässige Befestigungen wie Rasengittersteine, Kunststoffrasengitter, Schotterrasen, Betonpflastersteine, Kies- und Splittbeläge, Splittfugenpflaster oder Porenpflaster sind gut geeignet und reduzieren die Wärmespeicherung des Untergrunds, erhöhen durch Verdunstung den Kühleffekt und tragen positiv zur Anreicherung des Grundwassers bei. Diese Beläge können in Strassenräumen, Hinterhöfen, Fussgängerbereichen oder auf Park- und Spielplätzen ihren Einsatz finden. Eine vollständige Entsiegelung mit anschliessender Begrünung hat jedoch die beste Wirkung für das Mikroklima und den Wasserhaushalt. (Geiger et al. 2009; Steinrücke 2010; Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2018a, Koci 2018).

Unter Beachtung der qualitativen Anforderungen an die Versickerung können versiegelte Flächen in gewissem Ausmass auch auf durchlässig befestigte Flächen entwässert werden.

Für die angestrebte Speicherung des Regenwassers muss nicht nur der Oberflächenbelag durchlässig muss, sondern muss auch der Unterbau ein hohes Wasserspeichervermögen aufweisen.



Abb. 60: Wasserdurchlässige Spielfläche (Quelle: ILF)



Abb. 61: Wasserdurchlässiger Belag (Quelle: ILF)

6.6.2 Speicher- und verdunstungsfähige Dachbegrünung



In einer dicht besiedelten Stadt mit hohen Anforderungen an den Raum bieten Dach- und Fassadenflächen oft grossen Spielraum für eine Begrünung und damit einen wertvollen Beitrag für den Wasser- und Klimahaushalt. Gleichzeitig bieten Dachbegrünungen Lebensraum für Pflanzen und Tiere und fördern damit die Biodiversität. Ein begrüntes Flachdach kann auch eine hohe Aufenthaltsqualität für den Menschen bieten. Es muss auch nicht immer eine extensive Begrünung sein. Flachdächer können auch Platz bieten für intensive Begrünung, Dachgärten auf Flächen oder in Behältern und Hochbeeten bis hin zu Sträuchern und Bäumen.

Ein unbegrüntes Dach wandelt je nach Beschaffenheit seiner Oberfläche bis zu 95 % der langwelligen Einstrahlung in Wärme um. Ganz anders ein Gründach: Studien in Berlin-Tempelhof haben nachgewiesen, dass ein extensiv begrüntes Dach in den Sommermonaten rund 58 %, eine intensive Begrünung sogar 62 bis 65 % der Strahlung in Verdunstungskälte umwandelt. Je höher und je dichter die Pflanzen, desto grösser ist die Kühlung. Der Effekt ist je nach Isolation auch in den direkt darunterliegenden Räumen spürbar (Stadt Zürich 2018).

Dachbegrünungen können erstaunliche Mengen an Regenwasser speichern. Intensive Begrünungen halten je nach Aufbau und Regendauer 60 bis 90 % der Niederschlagsmenge zurück und speichern dabei etwa 30 bis 160 Liter pro m². Aber auch extensive Begrünungen mit dünnerer Substratschicht vermögen im Jahresmittel bis 75 % des Regen- und Schneewassers zurückzuhalten und verzögert abzugeben (Stadt Zürich 2018).

Bei eigens für die Wasserrückhaltung konstruierten Dachsystemen wird das Regenwasser aktiv im Substrat gestaut oder über spezielle Drainage-Elemente aus Kunststoff gesammelt. Das Regenwasser kann dann über die bepflanzten Flächen verdunsten, für die Bewässerung gesammelt oder zeitverzögert dem Vorfluter zugeführt werden. Auf solchen Retentionsdächern vermag die Begrünung das Regenwasser nicht nur zurückzuhalten, sondern auch zu reinigen, Schadstoffe auszufiltern und über offene Wasserflächen zur direkten Kühlung des Gebäudes beizutragen.



Abb. 62: Gründach mit Substrat (Quelle: ILF)

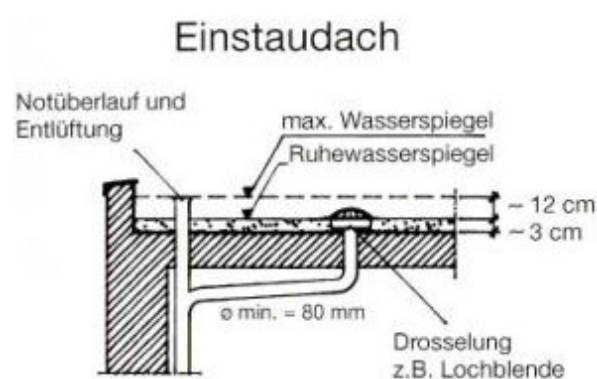


Abb. 63: Schema Gründach mit technischem Wasserspeicher (Quelle: Geiger et al.)

In engen Platzverhältnissen ist der Einbezug und die Nutzung der Dachflächen für das Regenwassermanagement unabdingbar. Aktuell werden die Möglichkeiten der Dachbegrünungen nicht voll ausgeschöpft. Meist wird aus Kostengründen nur der minimal geforderte Aufbau von 4 cm Substrat umgesetzt, was gerade mal als Lebensgrundlage für Sukkulenten dient. Eine relevante Retention bzw. Verdunstung kann damit nicht erreicht werden. Dazu sind mindestens 10 cm Aufbau notwendig. Wenn mehr als 10 cm aufgebracht werden können, sinkt nach der Norm 592

000:2012 Ziffer 7.3.6 der Spitzenabflussbeiwert C von 0.7 auf 0.4. Natürlich wechselt der Abflussbeiwert nicht sprunghaft, die Werte von 0.4 bzw. 0.7 gelten jedoch für die Dimensionierung von Anlagen als Stand der Technik.

Für die Speicherfähigkeit sind nicht nur die Substratdicke, sondern auch die Art des Substrats und die Korngrößenverteilung massgebend.

Auch begehbare Dachterrassen können mit einem durchlässigen Belag, z.B. Betonverbundsteinen, und entsprechend körnigem Unterbau so erstellt werden, dass sie wasserspeicher- und verdunstungsfähig sind.

In Frankfurt wird in einem dicht versiegelten Gebiet mit Einstaumöglichkeiten auf Dächern gearbeitet (bis zu 8 cm Retentionsvolumen). Die Dachretentionen sind mit einem Sender versehen. Bei angekündigtem Niederschlag entleert sich das Becken, um mehr Retentionsvolumen für den anstehenden Niederschlag zur Verfügung zu stellen.

Technisch ist es heutzutage möglich, viele Systeme zu steuern. Die Frage hier ist allerdings, wie zuverlässig diese Steuermechanismen sind. In Deutschland wird vermehrt auf solche Steuersysteme gesetzt, in der Schweiz werden ungesteuerte Systeme, gerade wenn es um Hochwasser geht, bevorzugt. Die Steuerungen könnten in Zukunft jedoch in der Schweiz wichtiger werden.

6.6.3 Sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Grünflächen



Die wirksamste Massnahme, um den natürlichen Kreislauf aufrecht zu erhalten, besteht darin, Flächen im Siedlungsgebiet durchlässig zu gestalten (KBOB 2019). Das Niederschlagswasser kann somit am Ort des Anfalls flächenförmig versickern. Durch geeignete Geländemodellierung und Gestaltung der Umgebungsflächen kann das Regenwasser an Ort zurückgehalten werden, wo es der Versickerung, Versorgung von Pflanzen sowie der Verdunstung zugeführt wird. Wenn kleinere versiegelte Wege und Plätze seitlich in angrenzende Grünflächen entwässert werden, spricht man von Entwässerung "über die Schulter". Diese Art von Flächen-Versickerung gilt in der Regel nicht als Anlage, sofern das Verhältnis der Entwässerungsfläche zur Versickerungsfläche grösser als 5:1 und das anfallende Wasser unverschmutzt ist, d.h. nicht von einer stärker befahrenen Strasse her stammt (VSA 2019). Gerade im urbanen Umfeld ist Boden ein kostbares Gut, eine wertvolle Ressource für Flora und Fauna. Der Boden ermöglicht Wachstum von Pflanzen, dient aber auch der Schadstoffpufferung und als Wasserspeicher. Besonders natürlich gewachsene Böden sind zu schonen und Unterbauten zu vermeiden, um die natürlichen Funktionen zu schützen. In dicht bebauten Siedlungsgebieten steht dies oft im Widerspruch zur Forderung, Fahrzeugabstellplätze in den Untergrund zu verbannen. Wenn sich dies nicht vermeiden lässt, sind auch auf unterirdischen Bauten und Anlagen sicker-, speicher- und verdunstungsfähige Grünflächen anzulegen. Das Regenwasser, das nicht verdunstet und bis zur Decke der unterirdischen Anlage vordringt, soll dort über die unterirdische Schulter zur Versickerung gebracht werden.



Abb. 64: Spielplatz und gleichzeitig Flächenversickerung (temporär) möglich (Quelle: ILF)



Abb. 65: Parkanlage mit integrierter Versickerung bzw. Retentionsraum in Freiburg D (Quelle: ILF)

6.6.4 Transpirierende Pflanzenwelt



Bäume bieten wertvollen Lebensraum für Tiere sowie Lebens- und Erholungsqualität für den Menschen. Sie können durch ihre Grösse und mit ihrer immensen Blattfläche grosse Mengen an Regenwasser transpirieren und somit durch Verdunstungskühlung und Beschattung das Mikroklima positiv beeinflussen. Ist der Wurzelraum ausreichend, kann wesentlich Wasser zurückgehalten und so ein Beitrag zugunsten eines natürlichen Wasserhaushalts geleistet werden, also auch der Rückführung des Wassers in die Atmosphäre. Besonders im städtischen Umfeld und wegen zunehmenden Extremwetterereignissen wie Trockenheit und Starkregen sind Bäume stark gefordert. Über Temperaturen von 32 °C stellen die meisten hiesigen Bäume ihre Transpirationsleistung zum eigenen Schutz ein und tragen dann nichts mehr zur Hitzeminderung bei. Bei höheren Temperaturen erleiden sie selbst Hitzeschäden, was im Jahr 2018 allortorten sehr gut zu beobachten war. Nicht alle heute verwendeten Arten werden sich den zukünftigen klimatischen Bedingungen anpassen können. Deshalb ist eine umsichtige und möglichst vielfältig ausgerichtete Baumartenwahl unter Berücksichtigung sowohl von einheimischen als auch geeigneten fremdländischen Arten zu empfehlen.

Auch ist zu beachten, dass Bäume nach Möglichkeit nicht erhöht gepflanzt werden sollen, damit das Wasser dem Wurzelraum zufließen kann. Insbesondere in Siedlungen und Strassenräumen sind mit Bäumen bepflanzte Rabatten, Verkehrstrennflächen zwischen Fahrbahn und Trottoir, bei Parkplätzen und dergleichen oft erhöht erstellt und mit einem Randstein eingefasst, der das Regenwasser abweist. Unter Beachtung der qualitativen Anforderungen an das Verkehrsflächenabwasser (u.a. auch Salzgehalt, vergl. Kap.4.9) hinsichtlich der Versickerung könnten sehr viele erhöhte Baumstandorte in vertiefte umgebaut werden. Falls aus betrieblichen Gründen ein Randstein erwünscht ist, kann dieser Lücken aufweisen, durch die das Regenwasser abfließen kann.



Abb. 66: Bäume in Hochlage sind zunehmend durch Trockenheit gefährdet (Quelle: Antener ERZ)



Abb. 67: Bäume in ebener oder Tieflage steht mehr Regenwasser zur Verfügung (Quelle: ILF)

Speziell zur Baumrigole

Eine Baum-Rigole besteht in der Regel aus einer Versickerungsfläche, die temporär eingestaut werden kann, und einer unterirdisch angelegten Rigole (künstliches, unterirdisches Volumen mit Grobporen). Teile dieser Rigole werden als Wurzelraum für einen Baum genutzt. Diese Kombination ermöglicht es, den Baum länger vital zu halten und damit auch die Verdunstung zu erhöhen).

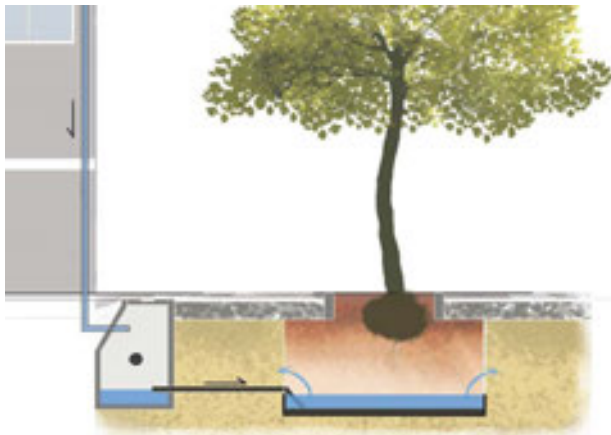


Abb. 68: Baumrigole (Quelle: hcu 2020)

Insbesondere in städtischen Räumen mit dichter Bebauung und wenig Platz für Freiräume bieten sich vertikale Begrünungen an. Je grösser das Grünvolumen an der Fassade, desto wirksamer sind die Beschattung und Transpirationsleistung und dadurch die Kühlleistung der Pflanzen. Aufgrund des meist beschränkten Wurzelraums an der Gebäudewand muss auf eine ausreichende Wasserversorgung geachtet werden. Insbesondere bei nicht bodengebundener Bepflanzung ist eine aufwändige Bewässerung notwendig.

In Tiefbeeten, sprich Mulden mit Bepflanzung, kann anfallendes Niederschlagswasser zurückgehalten, versickert und über die Transpirationsleistung der Pflanzen verdunstet werden. Bei stark schwankendem Wasserstand müssen Pflanzen verwendet werden, welche an einen wechsel-feuchten Standort adaptiert sind.

Urban Farming ist eine weitere mögliche Form von urbanen Grünflächen.



Abb. 69: Fassadenbegrünung (Quelle: ILF)



Abb. 70: Tiefbeet mit Stauden in Rotterdam (Quelle: ILF)

6.7 Vertiefung Drosselorgane und Speichervolumen

6.7.1 Grundlagen

Das Regenwasser länger an der Oberfläche zu halten bedeutet, den Abfluss zu verzögern, zu drosseln und das Wasser oberflächlich zurückzuhalten (= lat. retendere > Retention).

Die übliche Anwendung der Retention im Regenwassermanagement ist das Ermöglichen einer verzögerten Versickerung und der Verdunstung des Niederschlagswassers auf der Liegenschaft. Dabei geht es weniger um Hochwasserschutz bei Extremereignissen, sondern um Starkniederschläge in der Siedlung.

Die Retention auf der Liegenschaft oder im Quartier wird auf den Jahresniederschlag ausgerichtet. Im Vordergrund steht nicht nur die Dämpfung der Abflussspitze und die Entlastung der Kanalisation, sondern vielmehr auch der positive Effekt des verweilenden Wassers auf die Biodiversität, das Lokalklima und das Wohlbefinden des Menschen. Die Art und das Mass der Drosselung richtet sich nach den Retentionszielen, der Grösse der einzubeziehenden Fläche, dem massgeblichen Niederschlag, in erster Linie aber nach dem zur Verfügung stehenden Speichervolumen.

Zur Schonung der Gewässer (Vorflut) mit ihren Tieren und Pflanzen ist eine Drosselung des Abflusses generell von Vorteil.



Abb. 71: Prinzipskizze: Drosselung des Abflusses (Quelle: T. Oesch)

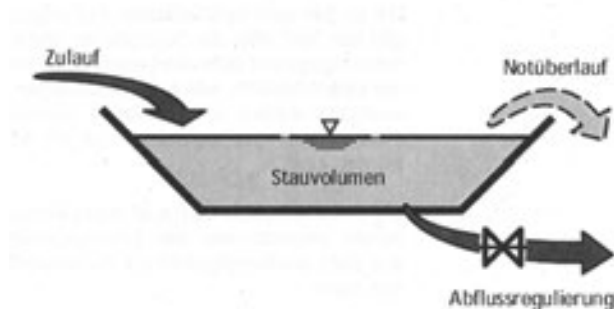


Abb. 72: Prinzipskizze: Elemente einer Drosselanlage (Drosselung = Abflussregulierung) (Quelle: T. Oesch)

6.7.2 Dimensionierung und Ausführung

Eine Abflussregulierung mit Drosselung an der Oberfläche ist insofern einfacher, weil mögliche Verstopfungen sichtbar sind und rasch behoben werden können. Bei Anlagen im Untergrund ist dies schwieriger.

Als technische Drosselorgane im Untergrund kommen Drosselblenden, gesteuerte Schieber, Schwimmerdrosselschieber, Wirbeldrosseln und -ventile, Schlauchdrosseln, Drosselstrecken usw. in Frage. Im Landschaftsbau an der Oberfläche sind einfache Erddämme, Mauern und Scheiben (aus Stahl, Beton etc.) möglich.

Drosselanlagen mit Abflussbegrenzung durch Boden- oder Filtermaterial benötigen zwar keinen Energieaufwand, sind aber verstopfungsanfällig, brauchen eine gewisse Druckhöhe und sind ohne zusätzliche technische Drosselorgane schwierig auf die erforderliche Abflussdrosselmenge einzurichten.

Hydraulisch sind Drosselorgane in der Regel als Überfall und Ausfluss mit einer begrenzenden Geometrie zu betrachten, z.B. als Rechtecküberfall, Trapezüberfall, Ausfluss aus runden oder eckigen Öffnungen, Ausfluss unter Schützen, Schlitzpassen etc. Der Überlauf kann sogenannt vollkommen oder unvollkommen sein, mit oder ohne Einstau von unten. Die Berechnung basiert dabei meist auf der Formel von Torricelli (1640).

6.7.3 Drosselung auf dem Flachdach

Retention kann auf Flachdächern mit und ohne spezielle Abdeckschicht und Begrünung angewendet werden. Es handelt sich dabei um die ideale Retention am unmittelbaren Ort des Regenanfalls, in der Regel ohne massgebliche Verschmutzung. Die zu speichernde Wassermenge entspricht der effektiven Niederschlagshöhe auf der Bezugsfläche, sofern keine benachbarten Flächen angeschlossen sind.

Ein Starkregen kann in etwa zu einer Netto-Einstauhöhe bis 10 cm führen. Je nach verfügbarem Porenraum vergrössert sich die erforderliche Einstauhöhe (für Kies mit verfügbarem Porenraum von 20 - 30 % um Faktor 3 - 5).

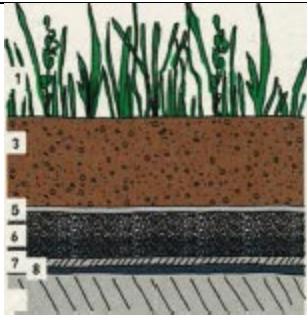
Für ein Kiesklebedach kann mit einem Spitzenabflusskoeffizienten von ca. 0.6 und für extensiv begrünte Dächer mit Aufbaustärken von 10 - 50 cm mit 0.7 - 0.1 gerechnet werden. Bei extensiv begrünten Dächern übernimmt der Dachaufbau die Abflussbegrenzung. Ansonsten wird der Abfluss zum Beispiel mit aufgesetzten Lochblenden, mit Dreieckblechen oder mit Wirbeldrosseln begrenzt.

Für Notfälle wie Verstopfungen und Extremniederschlagsereignisse ist ein Notüberlauf unerlässlich. Regelmässige Kontrollen der hydraulischen Organe sind für den ordnungsgemässen Betrieb nötig.

Wie bei jeder Dachbegrünung muss das Dach dafür absolut dicht und die Tragkraft genügend hoch sein (Stadt Zürich 2018)!

Je nach Aufbau des Retentionsdachs ist die Stauhöhe unterschiedlich (Stadt Zürich 2018):

	<i>Wasserstau über dem Substrat</i> Wird als Substrat Teicherde verwendet (10 bis 12 cm Schichtdicke), kann das Wasser auf 25 bis 30 cm über das Dachniveau aufgestaut und damit eine offene Wasserfläche geschaffen werden. Wenn auch von geringer Tiefe, kann diese als Lebensraum für Wasserorganismen, Pflanzen und Tiere dienen.
	<i>Wasserstau im Substrat</i> Die verhältnismässig dicke Substratschicht (ca. 25 cm) dient selbst als Wasserspeicher, wobei die Stauhöhe des Wassers im Schnitt etwa 12 cm beträgt. Dies erlaubt die Ansiedlung von feuchtigkeitsliebenden Arten oder sogar Sumpfpflanzen wie z.B. Wollgras, Binsen und Seggen. Bei ausläuferbildenden Arten können zusätzliche Schutzmassnahmen für die Abdichtung notwendig sein.

	<i>Wasserstau in der unteren Substratschicht</i> Die untere Substratschicht besteht aus grobem Material mit Hohlräumen z.B. aus gebrochenem Blähton. Das Wasser wird auf eine Höhe von 3 cm angestaut, darüberstehendes Wasser fließt ab. Je nach Wetterlage bzw. Wasserstand ermöglicht dieses System eine wechselfeuchte Bepflanzung.		
Abb. 73a bis 73c: Wasserstau über, im und in der unteren Substratschicht (Quelle: Stadt Zürich)	<table><tr><td data-bbox="544 629 997 866"> <i>Legende</i> 1 Pflanzen (spezifisch für Standort) 2 Wasser 3 Substrat 4 Substrat mit Wasser </td><td data-bbox="997 629 1444 866"> 5 Filtervlies 6 Drainageschicht 7 Schutzvlies 8 Dachabdichtung 9 Dachkonstruktion </td></tr></table>	<i>Legende</i> 1 Pflanzen (spezifisch für Standort) 2 Wasser 3 Substrat 4 Substrat mit Wasser	5 Filtervlies 6 Drainageschicht 7 Schutzvlies 8 Dachabdichtung 9 Dachkonstruktion
<i>Legende</i> 1 Pflanzen (spezifisch für Standort) 2 Wasser 3 Substrat 4 Substrat mit Wasser	5 Filtervlies 6 Drainageschicht 7 Schutzvlies 8 Dachabdichtung 9 Dachkonstruktion		

6.7.4 Retention auf Plätzen und Freiflächen

Platz- und Grünflächen in den Quartieren können zur kurzfristigen Speicherung des anfallenden Regenwassers herangezogen werden.

Eine Abflussdrosselung oder die Überlast des Systems hat einen Einstau in den Ableitungskanälen bis auf die Oberfläche zur Folge.



Abb. 74: Drosselung durch Ablaufrohr in Mauer (Staudamm) (Quelle: ILF)

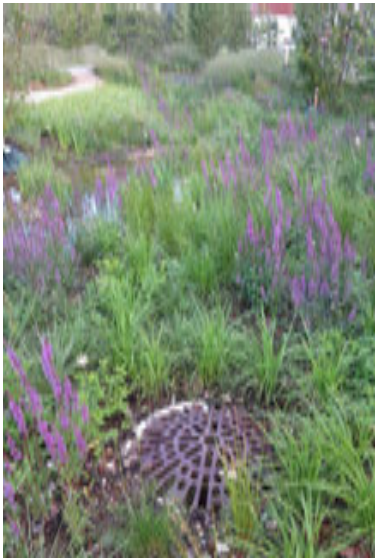


Abb. 75: Drosselung durch Ablaufrohr mit Gitterrost (Quelle: ILF)



Abb. 76: Drosselung durch Staumauer mit Ablauf, gesteuert durch Tauchwand oder Schieber (Quelle: ILF)

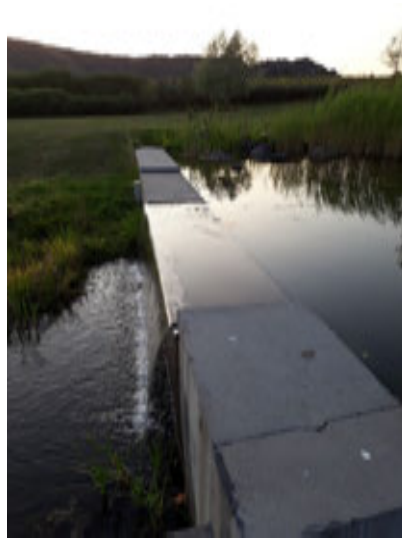


Abb. 77: Drosselung durch Sperre in mehreren Überlauf-Segmenten (Quelle: ILF)



Abb. 78a+b: Drosselung mit Überlaufrohren, Freiburg (Quelle: ILF)



Abb. 79: Einstau und Drosselung durch Biberbau (Quelle: ILF)



Abb. 80: Ablauf bei Starkregen aus Schlitz in Mauer, mit eingestautem Platz (Quelle: Hauber)

7 Strategien

7.1 Mögliche Massnahmen im Bestand und bei neu geplanten Objekten

Grundsätzlich steht das ganze Spektrum der in Kap. 6 genannten Massnahmen bzw. Lösungsansätze zum Rückhalt und zur Gestaltung mit Regenwasser zur Verfügung. Kriterien, die über eine Eignung der verschiedenen Massnahmen entscheiden, sind Grösse und Art des Areals oder des Quartiers, verfügbarer Raum, finanzieller Rahmen, Besitzverhältnisse oder beabsichtigte Nutzungen. Nachfolgend wird zwischen Massnahmen im Bestand und bei neu geplanten Objekten sowie zwischen dem Fokus auf einzelne Parzellen (Einfamilienhaus-Areale) und mehrerer Parzellen (mehrere Eigentümer, Quartier) unterschieden.

Einfamilienhaus-Areal, bestehend

Massnahme	Machbarkeit, Kosten
Regenwassertonne für Gartenbewässerung	Anschaffungskosten 100-200.-
Umnutzung alter Öltank (oder Bau unterirdische Zisterne) und Installation separater Wasserleitung für Nutzung von Regenwasser für Toiletten	Kosten für Bau und Planung: Anlage im Haus ca. 15'-20'000.-, falls kein Öltank umgenutzt werden kann, Tank im Erdreich einbauen je nach Zugänglichkeit/Befahrbarkeit Grundstück ca. 10'-20'000.-
(Teil-)Begrünung Flachdach, Vordach, Garagendach	Je nach Statik Gebäude mehr oder weniger aufwändig; bei bestehenden Gebäuden ist es schwierig, nachträglich Dachbegrünungen/-retentionen umzusetzen, da oftmals die Gebäudestatik nicht dafür ausgelegt ist.
Entsiegelung befestigter Parkplatzflächen	Für wenig genutzte Plätze (z.B. Besucherparkplatz) i.d.R. gut möglich und sinnvoll; Für regelmässig benutzte Plätze Vorgaben prüfen (Vorschriften betr. Entwässerung / zulässige Nutzungen)
Entwässerung (Park-)Platzfläche seitlich über Schulter in begrünte Fläche	Je nach Gefälls- und Platzverhältnissen möglich
Kleiner seichter Tümpel/"Biotop"/Mulde, gespeist von Regenwasser, Grösse ab 4-5 m ² , Wassertiefe 20-40 cm	Bei Abdichtung Untergrund ab 5'000.-, ohne Anspruch auf Abdichtung ("Mulde") auch weniger
Ökologisch einigermaßen stabiler Teich, ab 20 m ² / ab 1.20 m Tiefe	Ab 20'-25'000.-; Baubewilligung notwendig (i.d.R. ab 1 m Terrainveränderung)
Schwimmteich ab ca. 50 m ²	Ab 40'-50'000.-; Baubewilligung notwendig (i.d.R. ab 1 m Terrainveränderung)
Baum, Gehölz pflanzen zur Förderung Transpiration / für ausgeglichenes Mikroklima	Je nach Standortverhältnissen

Wie entstehen mehr solche Massnahmen?

- Sensibilisierung Bevölkerung
- Informieren über gute Massnahmen, Tag der offenen Tür, Prämierung naturnaher Gärten (Label)
- Merkblätter Gemeinde zu Umgebungsgestaltung
- (Erst-)Beratung durch Fachperson gratis / kostengünstig anbieten
- Beitrag an Baumpflanzung durch die Gemeinden, Sammelbestellungen, Standaktionen von Naturschutzvereinen, Naturkommission Gemeinde etc.

Mehrfamilienhaus-Siedlung / Quartier bestehend

Massnahme	Machbarkeit, Kosten
Regenwasser-Zisterne für Bewässerung Garten; je nach Lage der Zisterne Pumpe notwendig - idealerweise erhöhte Lage nutzen für pumpen-freien Abfluss	Planungs- und Erstellungskosten je nach Grösse Anlage; könnte insbesondere bei zunehmender Klimaveränderung mit vermehrt trockenen und heissen Sommern wichtig und dann auch kostensparend werden.
Regenwasser-Zisterne und Installation separater Wasserleitung für Nutzung Regenwasser für Toiletten	Planungs- und Erstellungskosten je nach Grösse Anlage; insbesondere für Investoren interessant, welche eine hohe ökologische Nachhaltigkeit anstreben. Für den Standard-Investor vermutlich Aufwand und Nutzen eher ungünstig.
(Teil-)Begrünung Flachdach, Vordach, Garagendach; nach Möglichkeit Kombination mit Photovoltaik-Anlage	Je nach Statik Gebäude mehr oder weniger aufwändig
Entsiegelung befestigter Platzflächen. Für wenig genutzte Plätze i.d.R. gut möglich und sinnvoll.	Freiraumqualität als Ganzes betrachten: je nach Nutzung möglich und sinnvoll
Entwässerung Platzfläche seitlich über Schulter in begrünte Fläche	Je nach Gefälls- und Platzverhältnissen möglich
Kleiner seichter Tümpel/"Biotop"/Mulde, gespeist von Regenwasser, Grösse ab 4-5 m ² , Wassertiefe 20-40 cm	Bei Abdichtung Untergrund ab 5'000.-, ohne Anspruch auf Abdichtung ("Mulde") auch weniger
Wasserspielplatz erstellen	Tümpel (s. oben) kombinieren mit Spielbarkeit;
Ökologisch einigermaßen stabiler Teich, ab 20 m ² / ab 1.20 m Tiefe	Ab 20'-25'000.-; Baubewilligung notwendig (i.d.R. ab 1m Terrainveränderung); Sicherheitsvorgaben BFU beachten
Schwimmteich ca. 50m ²	Ab 40'-50'000.-; Baubewilligung notwendig (i.d.R. ab 1m Terrainveränderung) ; Sicherheitsvorgaben BFU beachten; Aufgrund hohen Kosten eher für Mietobjekte/Eigentum im höheren Preissegment
Baum, Gehölz pflanzen für ausgeglichenes Mikroklima	Je nach Standortverhältnissen; in der Regel stehen bei Siedlungen grössere zusam-

	menhängende Grünflächen zur Verfügung, welche die Pflanzung von Gehölzen ermöglichen. Oft sind jedoch Unterbauten/ Tiefgaragen vorhanden, welche die Pflanzmöglichkeiten einschränken > geeignete Pflanzenwahl, allenfalls Tragfähigkeit Unterbauten auf mögliche Erhöhung Substratstärke prüfen.
--	---

Wie entstehen mehr solche Massnahmen?

- Sensibilisierung Hauseigentümer, Investoren, Genossenschaften
- Partizipative Prozesse zur gemeinsamen Umgebungsgestaltung anregen und durchführen
- Informieren über gute Massnahmen, Tag der offenen Tür, Prämierung naturnaher Gärten (Label)
- Schulung Hauswarte / im Gartenunterhalt tätige Personen
- Merkblätter Gemeinde zu Umgebungsgestaltung
- Geeignete Objekte im Rahmen Grün-/Biodiversitätskonzept/LEK Gemeinde eruieren und entwickeln
- Gezielte (Erst-)Beratung durch Fachperson gratis / kostengünstig anbieten
- Beitrag an Baumpflanzung durch Gemeinde

Einfamilienhaus-Areal, neu

Massnahme	Machbarkeit, Kosten
Grundsätzlich alle Massnahmen gem. Matrix möglich (abhängig von Situation, Raum, Nutzungen, Bedürfnissen...)	> Konzept zum Umgang mit Regenwasser: Checkliste Bedürfnisse / finanzieller Rahmen Bauherrschaft etc. klären

Wie entstehen mehr solche Massnahmen?

- GEP aktuell halten und auf veränderte Bedingungen Klima in Zukunft ausrichten (Trockenheit, Hitze, Starkregen)
- Rückhalt (Retention) und Versickerung von Regenwasser konsequent einfordern seitens Gemeinde (Auflagen bei Baubewilligungsverfahren)
- Kommunales Gebührenreglement auf naturnahes Regenwassermanagement ausrichten, Anreize setzen zur Umsetzung von Massnahmen
- Grünraum-/Biodiversitätskonzept, LEK behördenverbindlich festsetzen und in Bau- und Zonenordnung Gemeinde verankern
- Sensibilisierung Architekten und Planer betreffend Regenwassermanagement
- Merkblätter Gemeinde zu Umgebungsgestaltung, gute Beispiele kommunizieren
- Umgebungsplan bei Bauprojekt einfordern, geforderte Angaben und Qualitäten festlegen
- (Erst-)Beratung durch Fachperson gratis / kostengünstig anbieten
- Beitrag an Baumpflanzung durch Gemeinde
- Trinkwasser-Nutzung für Bewässerungszwecke einschränken
- Regenwasser-Nutzung für sanitäre Anlagen mit Förderbeiträgen unterstützen

Quartier / Gebietsentwicklung (neu)

Massnahme	Machbarkeit, Kosten
Grundsätzlich alle Massnahmen gem. Matrix möglich (abhängig von Situation, Raum, Nutzungen Bedürfnissen...)	> Konzept zum Umgang mit Regenwasser: Gesamtkonzept unter Berücksichtigung aller möglichen Massnahmen entwickeln Checkliste Bedürfnisse / finanzieller Rahmen Bauherrschaft etc. klären

Wie entstehen mehr solche Massnahmen?

- Für zusammenhängend zu entwickelnde Gebiete Sondernutzungsplanungspflicht in der Nutzungsplanung festlegen, insbesondere, wenn im Interesse der Öffentlichkeit
- Vermehrt qualitative Verfahren (Studienaufträge, Wettbewerbe) zum Ausloten der bestmöglichen Entwicklung durchführen, dabei Vorgaben zum Regenwassermanagement setzen.
- Qualitative Vorgaben über Sondernutzungsplanung (Quartierplan, Gestaltungsplan etc.) einfordern
- Kontrolle bei Bauabnahme, Schulung Gemeindemitarbeiter
- Vorbildliche Gestaltung öffentliche Bauten und Anlagen, Pionierrolle einnehmen
- Mehrfachnutzen für Retentionsflächen prüfen

7.2 Verankerung in der Raumplanung

7.2.1 ‚Verweilendes Wasser‘ im Kontext zum Klimawandel

Mittels Internetrecherche und Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern von kantonalen und kommunalen Raumplanungs- und Umweltfachstellen wurde abgefragt, inwiefern die Themen "oberflächige Rückhaltung von Regenwasser" und "Massnahmen zur Reduktion der Temperaturen in städtischen Räumen" – allenfalls sogar im Zusammenhang stehend – in den Gesetzen und Instrumenten der Raumplanung heute verankert sind. Dabei hat sich ergeben, dass diese beiden Themen **weder in Gesetzen** (Raumplanungsgesetz, kantonale Planungs- und Baugesetze, kommunale Bauordnungen) **noch in "klassischen" Instrumenten der Raumplanung** (kantonale Richtplanung, kommunale Richt- und Nutzungsplanung, Sondernutzungsplanung) **verankert** sind.

Zwar deuten einige im Raumplanungsgesetz oder in kantonalen Richtplanungen formulierte Ziele und Grundsätze – wie beispielsweise "Siedlungen sollen viele Grünflächen und Bäume enthalten" oder "Bei der Umsetzung von Projekten zur Siedlungsentwicklung nach innen ist zu berücksichtigen, dass mehr Grünräume zur Förderung der Biodiversität in der Siedlung entstehen" - auf das Thema "Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel" hin. Die neuen Ziele und Grundsätze der Raumplanung wurden jedoch mit der Priorität formuliert, der Zersiedelung langfristig entgegenzuwirken. Sie haben deshalb nur indirekt einen Bezug zum Thema "Klimawandel".

Auch in Siedlungen, die auf der Basis eines Sondernutzungsplanes erstellt wurden, lassen sich heute in der Regel keine entsprechenden Massnahmen erkennen. In solchen Siedlungen lassen sich nur in Ausnahmefällen Teiche mit Rückhaltefunktion finden, wobei diese im zugehörigen Regelwerk – den Sonderbauvorschriften – in der Regel nicht näher definiert, sondern erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens abschliessend festgelegt werden.

Die Recherchen und Interviews haben auch gezeigt, dass sich etliche kantonale Fachstellen beispielsweise für Umwelt oder auch für Raumentwicklung seit neuestem mit dem Thema "Massnahmen zu einem verträglichen Umgang mit dem Klimawandel" befassen und dazu Berichte verfassen. So hat das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich im September 2018 einen Bericht mit Massnahmenplan zum "Klimawandel im Kanton Zürich" herausgegeben. Dieser Massnahmenplan soll die klimarelevanten Aktivitäten des Kantons Zürich bündeln und dient dazu, die Herausforderungen des Klimawandels gezielt und koordiniert anzugehen. Gemäss Massnahmenplan sollen neben bereits bestehenden Aktivitäten und Massnahmen, die der Kanton bereits verfolgt, neue Massnahmen hinzukommen. Beispielsweise soll die lokalklimaangepasste Stadtentwicklung in Planungsinstrumenten und Rechtsgrundlagen gefördert werden, was bedeutet, dass hemmende Regelungen in den rechtskräftigen Planungsinstrumenten und Gesetzen identifiziert und angepasst werden sollen. Im kantonalen Richtplan sowie in den regionalen wie auch kommunalen Richtplänen sollen zudem neue Handlungsanweisungen aufgenommen werden, damit künftig lokalklimatische Aspekte in den Planungsverfahren im Rahmen von Interessenabwägungen berücksichtigt werden müssen – die Planhinweiskarte Lokalklima liegt bereits vor. Weitere neue Massnahmen zielen darauf ab, dass der Kanton selbst oder Gemeinden in enger Zusammenarbeit mit Immobilienentwicklern und Bauherren derzeit Leuchtturmprojekte mit einer klimaangepassten Gestaltung – beispielsweise im Rahmen von Arealentwicklungen oder Sondernutzungsplanungen – lancieren.

Die Stadt Zürich hat im Rahmen des "Programms Klimaanpassung" die Fachplanung Hitzeminderung lanciert. Die Fachplanung Hitzeminderung folgt den drei Zielsetzungen "die Überwärmung im gesamten Stadtgebiet vermeiden", "vulnerable Stadtgebiete gezielt entlasten" und "das bestehende Kaltluftsystem der Stadt Zürich erhalten". Die Fachplanung identifiziert für die Stadt Zürich Handlungsfelder wie "Grünräume (HF2)", "Grün- und Freiraumvernetzung (HF3)" oder "Offene und bewegte Wasseroberflächen (HF4)" und entwickelt konkrete Handlungsansätze wie "Wasser

im städtischen Raum etablieren" oder "Regenwasser zurückhalten und versickern". Zusätzlich hat der Stadtrat die Umsetzungsagenda 2020-2023 zur Fachplanung Hitzeminderung verabschiedet, in welcher die Dienstabteilungen angewiesen werden, die im Massnahmenkatalog aufgeführten Massnahmen umzusetzen. Beispielsweise sollen Überprüfungen und Anpassungen an gesetzlichen Grundlagen oder an behördenverbindlichen Instrumenten – genannt werden kommunale und regionale Richtpläne, die Energieplanung und die Entwässerungsplanung – vorgenommen werden. Auch sollen das Beratungsangebot ausgebaut und Förderinstrumente zur Mitfinanzierung von konkreten Handlungsansätzen (z.B. Baumpflanzung auf Privatgrund) eingesetzt werden.

Die Thematik "Regenwassermanagement" wird momentan intensiv im Gemeinderat Zürich diskutiert und soll Eingang finden in den kommunalen Richtplan SLöBA (Stadt, Landschaft, öffentliche Bauten und Anlagen). Über die Freiflächenziffer in der BZO Stadt Zürich wird dieses Anliegen schon indirekt unterstützt. Besser wäre eine Grünflächenziffer, mit der die Verfügbarkeit des bewachsenen Bodens und somit die Klima- und Versickerungsleistung gewährleistet werden kann.

Vereinzelte stellen kantonale Ämter (Umwelt- und/oder Raumplanungsfachstellen) bereits heute im Rahmen ihrer Stellungnahmen gegenüber Ortsplanungen (kommunale Richt- und Nutzungsplanungen) oder Sondernutzungsplänen (Gestaltungspläne, Bebauungspläne und dergleichen) einen Bezug zum Umgang mit dem Regenwasser bzw. somit einen indirekten Bezug zum vertraglichen Umgang mit dem Klimawandel her und geben dazu Hinweise und Empfehlung ab.

Stellungnahmen zu kommunalen Ortsplanungen

Da die Erfahrung der letzten Jahrzehnte zeigen, dass die Gebote der Siedlungsentwässerung in der Baubewilligungspraxis zu wenig konsequent umgesetzt wurden und nach wie vor viel Regenwasser direkt in ein Oberflächengewässer oder sogar auf die Abwasserreinigungsanlage abgeleitet wird, soll der Sicherung der Funktion des natürlichen Wasserkreislaufs mit raumplanerischen Mitteln Nachdruck verliehen werden. In diesem Zusammenhang werden in Stellungnahmen beispielsweise des AWEL zu Bestimmungen in der Ortsplanung heute folgende Hinweise gemacht:

- Flachdächer sind weitgehend zu begrünen und so zu gestalten, dass das anfallende Regenwasser vorübergehend zurückgehalten und nachfolgend zur Versickerung gebracht oder direkt pflanzenverfügbar gemacht wird.
- Oberirdische Parkplätze sowie private Wege und Plätze sind grundsätzlich wasserdurchlässig zu gestalten oder über die Schulter zu entwässern.
- Bei der Umgebungsgestaltung sind geeignete Flächen, Mulden, Gräben, Baumscheiben und dergleichen für das Zurückhalten und Versickernlassen des Regenabwassers von Dächern und anderen versiegelten Flächen als attraktive und multifunktional nutzbare Elemente zu integrieren.
- Frei- und Grünräume sollen möglichst viele Bäume enthalten.

Stellungnahmen zu Sondernutzungsplänen

- Der Artikel zur Gestaltung von Bauten und Anlagen in den Sonderbauvorschriften sollte das Thema "Umgang mit Regenwasser" wie folgt aufnehmen: "Die Dachbegrünung ist so zu gestalten, dass das darauf anfallende Niederschlagswasser weitgehend zurückgehalten wird, von Pflanzen aufgenommen wird und verdunstet und bei starken Niederschlägen verzögert und gedrosselt abgeleitet wird"
- Ähnliche Überlegungen gelten auch für den Artikel betreffend Freiraum- und Umgebungsgestaltung: "Mit dem überschüssigen Regenwasser der Flachdächer sowie mit dem auf befestigten Flächen anfallenden Regenwasser ist so umzugehen, dass es möglichst weitgehend oberflächlich versickert, verdunstet oder von Pflanzen aufgenommen wird. Entsprechende Flächen, Mulden und Gräben sind im Freiraumkonzept bezeichnet und bei der konkreten Freiraum- und Umgebungsgestaltung frühzeitig zu berücksichtigen"

7.2.2 Mögliche künftige Verankerung dieser Themen:

Seit dem Jahre 2012 sollen der Bund, die Kantone sowie die Gemeinden gemäss Artikel 1 des Raumplanungsgesetzes mit Massnahmen der Raumplanung unter anderem die Bestrebungen "unter Berücksichtigung einer angemessenen Wohnqualität die Siedlungsentwicklung nach innen lenken" und "kompakte Siedlungen schaffen". Die Verfolgung dieser Ziele birgt die Gefahr, dass in städtischen Räumen durch die kompakte Bauweise immer mehr Flächen versiegelt werden, welche sich an Hitzetagen aufheizen und Wärme speichern. Wenn dem Klimawandel im Rahmen der Raumplanung mit geeigneten Massnahmen entgegengetreten werden soll, so muss dies mit einer flächendeckenden Wirkung und Verbindlichkeit geschehen. Dies bedeutet wiederum, dass die Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel in allen Gesetzen und Instrumenten des Schweizer Planungssystems und auf allen Staatsebenen Einzug halten müssen. Eine konkrete Verankerung kann insbesondere durch die Ergänzung der Ziele, Grundsätze sowie der Handlungsanweisungen zum Thema "Innenentwicklung/Innenverdichtung" erfolgen, welches in den letzten Jahren in sämtlichen Gesetzen und Instrumenten der Raumplanung bereits aufgenommen wurde. Ziel muss demnach sein, eine "Innenentwicklung" zu fördern, die negative Auswirkungen des Klimawandels mit geeigneten Massnahmen mindert.

Das Thema "Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel und verweilendes Regenwasser" könnte im Planungssystem Schweiz folgendermassen aufgenommen werden:

Staatsebene Bund

Raumplanungsgesetz (RPG):

- Anpassung resp. Ergänzung der Ziele und Grundsätze zur Innenentwicklung um Ziele im Zusammenhang mit dem Klimawandel.

Staatsebene Kanton

Kantonale Planungs- und Baugesetze:

- Ergänzung der Artikel zur kommunalen Ortsplanung (Richt- und Nutzungsplanung) um die zielgerichtete Verankerung von Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel
- Ergänzung des Artikels zu bestimmten Sondernutzungsplänen (Gestaltungspläne, Bebauungspläne und dergleichen) um die Einforderung der Berücksichtigung von Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel.

Kantonale Richtplanung:

- Verankerung der im Zusammenhang mit den "Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel" stehenden Handlungsanweisungen für Kanton, (Regionen) Gemeinden im Richtplantext

Verwaltungstätigkeit:

- Einflussnahme im Rahmen von Vorprüfungen/Genehmigungen von Ortsplanungen und Sondernutzungsplanungen auf Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel (wie beispielsweise die Rückhaltung von Regenwasser zur Reduktion der Temperatur)
- Herausgabe von Arbeitshilfen/Leitfäden zum Thema "Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel" (resp. Überarbeitung/Ergänzung bereits bestehender Arbeitshilfen beispielsweise zur Innenentwicklung)

Staatsebene Gemeinde*Kommunale Richtplanung:*

- Verankerung der im Zusammenhang mit den "Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel" stehenden Handlungsanweisungen für Gemeinden im Richtplantext.

Kommunale Nutzungsplanung:

- Ergänzung des Zweckartikels (geforderte nachhaltige Entwicklung der Gemeinde, der haushälterische Umgang mit den natürlichen Ressourcen und das Schonen der wichtigen Lebensräume für Menschen, Tiere und Pflanzen) um das Thema "klimagerechter Umgang mit dem Regenwasser in den Siedlungsgebieten"
- Einführen einer Grünflächenziffer, als begrünbarer, belebter Anteil der Parzellenfläche mit Boden ohne Unterkellerung, mit möglicher Retentions- und Versickerungsleistung, die klimarelevant sein kann.

Sondernutzungsplanung:

- Vorsehen von Massnahmen für den verträglichen Umgang mit dem Klimawandel in "öffentlichen" Sondernutzungsplänen (Gestaltungspläne, Bebauungspläne und dergleichen)
- Frühzeitig Platzbedarf für Entwässerung bestimmen und dafür notwendige Flächen in Sondernutzungsplänen ausscheiden, bevorzugt für Versickerung über Bodenpassage, Entwässerung über die Schulter und oberirdischen Versickerungsanlagen

Verwaltungstätigkeit:

- Einflussnahme im Rahmen der Beratungsangebote auf Investoren und Bauherren, welche Sondernutzungspläne erstellen, hinsichtlich der Einforderung von Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel
- Einflussnahme im Baubewilligungsverfahren insbesondere bei Sondernutzungsplanungen hinsichtlich der Einforderung von Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel

Ökologische Ausrichtung der Abwassergebühren:

- Ökologische Akzente setzen bei der Regelung der Abwassergebühren und dadurch Anreize schaffen zur Nutzung des Regenwassers und zur Schaffung von Versickerungsflächen: Gebühren erhöhen für Unternehmen, die stark verschmutztes Abwasser in die Kanalisation einleiten.

7.3 Handlungsempfehlung für Gemeinden

Weiter können die Kantone / Gemeinden die Planungsprozesse und das Handeln zugunsten eines möglichst natürlichen Wasserkreislaufs mit folgenden Massnahmen unterstützen:

- Sensibilisierung Bevölkerung, Hauseigentümer, Investoren, Genossenschaften
- Informieren über gute Massnahmen, Tag der offenen Tür, Prämierung Projekte
- Merkblätter zu Umgebungsgestaltung, zum guten Umgang mit Regenwasser, gute Beispiele kommunizieren
- Partizipative Prozesse zur gemeinsamen Umgebungsgestaltung anregen und durchführen
- Schulung Hauswarte, im Gartenunterhalt tätige Personen
- Geeignete Objekte für Regenwassermanagementprojekte im Rahmen Grün-/ Biodiversitätskonzept/ LEK Gemeinde eruieren und entwickeln
- GEP aktuell halten und auf veränderte Bedingungen Klima in Zukunft ausrichten (Trockenheit, Hitze, Starkregen)
- Rückhalt (Retention) und Versickerung von Regenwasser konsequent einfordern seitens Gemeinde (Auflagen bei Baubewilligungsverfahren)
- Kommunales Gebührenreglement auf naturnahes Regenwassermanagement ausrichten, Anreize setzen zur Umsetzung von Massnahmen
- Grünraum-/Biodiversitätskonzept, LEK behördenverbindlich festsetzen und in Bau- und Zonenordnung Gemeinde verankern
- Sensibilisierung Architekten und Planer betreffend Regenwassermanagement
- Umgebungsplan bei Bauprojekt einfordern, geforderte Angaben und Qualitäten festlegen
- (Erst-)Beratung durch Fachperson gratis / kostengünstig anbieten
- Trinkwasser-Nutzung für Bewässerungszwecke einschränken
- Regenwasser-Nutzung für sanitäre Anlagen mit Förderbeiträgen unterstützen
- Für zusammenhängend zu entwickelnde Gebiete Sondernutzungsplanungspflicht in der Nutzungsplanung festlegen, insbesondere, wenn im Interesse der Öffentlichkeit
- Vermehrt qualitative Verfahren (Studienaufträge, Wettbewerbe) durchführen zum Ausloten der bestmöglichen Entwicklung, dabei Vorgaben zum Regenwassermanagement setzen.
- Qualitative Vorgaben über Sondernutzungsplanung (Quartierplan, Gestaltungsplan etc.) einfordern
- Kontrolle bei Bauabnahme, Schulung Gemeindemitarbeiter
- Vorbildliche Gestaltung öffentliche Bauten und Anlagen, Pionierrolle einnehmen
- Mehrfachnutzen für Retentionsflächen prüfen
- Baumpflanzungen ideell/finanziell fördern

8 Ausgewählte Projektideen

8.1 Retention im Neubauquartier (Muri BE)

Ausgangslage

Die Gemeinde Muri strebt eine qualitätsvolle Verdichtung des Zentrums Gümligen, derzeit Industrie und Gewerbegebiet, an und möchte gleichzeitig die Strassenräume entlang der Worbstrasse aufwerten. Mittels einer Testplanung und einem daraus entwickelten Masterplan wurden die Grundsätze für die Entwicklung definiert und erste Ideen zum Umgang mit dem Wasser im Gebiet entwickelt. In der Folge sollen die Grundlagen zum Thema Regenwasser und Revitalisierung bzw. Offenlegung der beiden eingedolten Fliessgewässer detaillierter untersucht werden (ILF 2019b). Darauf basierend sollen dann die Potenziale im Umgang mit Wasser und die entstehenden Mehrwerte zugunsten der Wohnqualität für die Bevölkerung aufgezeigt werden. Das Gebiet umfasst öffentliche Strassenräume und private Baufelder. Im Fokus steht die angestrebte hohe Qualität der Freiräume, die einen Mehrwert für Wohnen und Arbeiten bieten soll. Ein umfassendes, multifunktionales Regenwassermanagement, verbunden mit den Synergien einer grünblauen Infrastruktur, bildet die Basis für ein angenehmes Lokalklima und ist dadurch ein Gewinn für die Aufenthaltsqualität.

Vorgehen

Ergänzend zu den bereits vorhandenen Studien (Masterplan Metron AG April 2018, Studie Bachoffenlegung und Gewässergestaltung von Weber + Brönnimann AG 2019) hat das FEPI-Wasserteam die Möglichkeiten zur Wasserspeicherung und Dotierung für den neuen Bachlauf untersucht.

Als erstes werden die Möglichkeiten im Einzugsgebiet, im angrenzenden Wald und der offenen Flur mit den Wasserquellen analysiert. Es werden mehrere kleine Retentionsbecken im Übergang zur Siedlung aufskizziert. Dann wird Retention mit Einbezug der Flachdächer evaluiert und deren Volumen abgeschätzt. Aufgrund der beschränkten Versickerungsmöglichkeit im Gebiet müssen ohnehin mehr Möglichkeiten zur Retention hergestellt werden. Es wird eine Zwischenspeicherung in einer Zisterne auf Niveau Erdgeschoss vorgeschlagen, die ohne Pumpbetrieb funktioniert.

Die positive Wirkung der Grünelemente unter Einbezug von grosskronigen Bäumen, Rabatten- und Grünflächen sowie Fassaden- und Dachbegrünung wird aufgezeigt. Die Klimaleistung ist aber abhängig von genügend Wasser, was mit der Zwischenspeicherung auf dem Dach und in der Zisterne gewährleistet wird.

Bezüglich Retention und Versickerung wird eine Übersicht der heute üblichen Systeme erstellt. Da das Regenwassermanagement auch private Flächen umfasst, muss die mögliche Verankerung der grün-blauen Infrastruktur raumplanerisch in der Sondernutzungsplanung gewährleistet werden. Es werden Wege zur Umsetzung sowohl auf privaten wie auch öffentlichen Flächen dargelegt.

An zwei Sitzungen mit Vertretern der Gemeinde und Planern sind im Herbst 2019 die Erkenntnisse der Planungskommission präsentiert worden. Die weitere Umsetzung ist noch offen.

Präsentation der Resultate

Ziel: Ausdolung und Dotierung des Stampflochbächlis im neuen Quartier Gümligen mit Regenwasser. Die Flachdächer sind begrünt und bei Starkregen eingestaut. Das Wasser wird mittels Druckleitungen und Freispiegelrinnen dem Stampflochbächli zugeführt. Als Zusatzspeicher wird eine Zisterne (Volumen ca. 50 m³ pro Gebäude) im Erdgeschoss eingeplant.

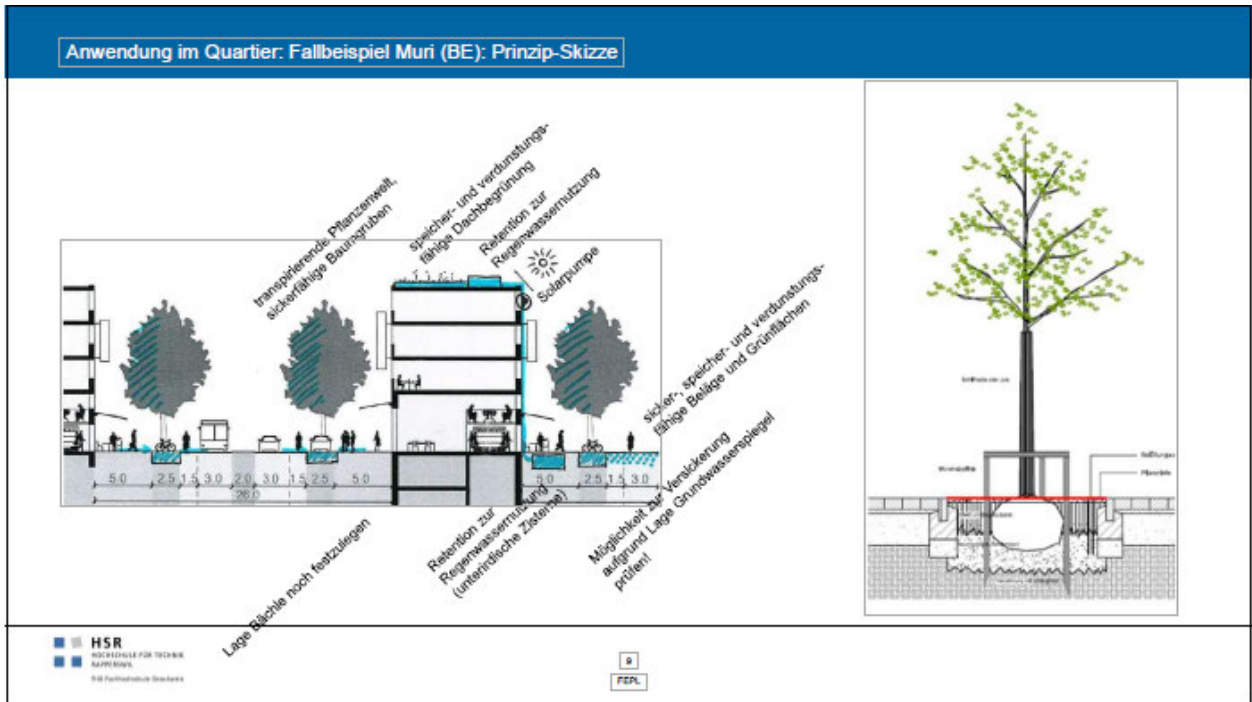


Abb. 81: Prinzipskizze Dotierung Regenwasser mit Offenlegung Bach und vitalen Strassenbäumen, Fallbeispiel Muri (Quelle: Metron, ergänzt ILF)



Abb. 82: Masterplan mit Regenwassermanagement auf Flachdächern (blau mit Einstau), Zentrumsentwicklung Gümligen (Quelle: Metron, ergänzt ILF)



Abb. 83: Prinzipskizze des Wasserlaufes. Zisternen im Inneren der Gebäude dienen als zusätzlicher Speicher des auf den Flachdächern bereits zwischengespeicherten Regenwassers. Damit kann das Stampflochbächli stetig dotiert werden. Eine solche Lösung könnte im Bestand auch eine Umnutzung alter Öltanks sein (Quelle: ILF)



Abb. 84: Die bestehende Ableitung des Stampflochbächli (rot) bleibt bestehen. Der neue, dotierte Bachlauf ist auf drei Abschnitten offengelegt und erlebbar (blau durchgezogen), verläuft aber zugunsten der Zugänglichkeit der Gebäude teils unterirdisch (Quelle: Metron)

Aus Lärmschutzgründen und wegen der möglichen höheren Ausnützung ist der Bach in der weiteren Planung an den nördlichen Rand des Neubaugebietes verschoben worden. Auf weiterführende Vorschriften und Festlegungen in der Überbauungsordnung im Umgang mit Regenwasser wird im Moment verzichtet.

8.2 Verweilendes Wasser als Freiraumlabor an der HSR (Lösung im Bestand)

Neben der HSR-Mensa liegt eine Blumenwiese in einer leicht ausgeprägten Mulde mit einem Überlaufschacht. Ohne künstliche Abdichtung soll hier vermehrt Wasser an der Oberfläche stehen bleiben, insbesondere in Trockenzeiten. Dadurch entsteht eine wechselfeuchte Senke, als wertvoller Lebensraum für spezialisierte Tiere und Pflanzen des amphibischen Spektrums, ein Mangelstandort schlechthin. Um eine stetige Wasserzufuhr zu gewährleisten wird die Mulde vom Dachwasser gespeist. Das rund 800 m² grosse, begrünte Flachdach, welches auch einen (minimalen) Retentionsanteil leistet, entwässert direkt in eine Zisterne, eine Art Wasserturm, welcher seinerseits dosiert den Teich speist.

Auf dem Flachdach fällt bei einem Jahresniederschlag von 1100 mm eine Kubatur von 880 m³ Regen. Das macht im Durchschnitt 73 m³ pro Monat, welches in der Zisterne zwischengespeichert wird. Mit den Massen 8.00 m x 3.00 m x 2.00 m beträgt das Zisternenvolumen 48 m³. Das Zisternenwasser kann auch zur Bewässerung der Grünanlage genutzt werden.

Diese Projektidee macht verweilendes Wasser möglich, macht den Wasserkreislauf sichtbar und kann als Freilabor zur Erforschung der Biodiversität im wechselfeuchten Milieu und zur Messung des Bezugs von Niederschlag und Verdunstungskühlung etc. dienen.



Abb. 85: HSR Gebäude 4 im Bestand (Quelle: ILF)



Abb. 86: Visualisierung der Zisterne mit Wasserauslauf und sichtbarem Wasserstand, optisch in Cortenstahl angeglichen an die HSR-Architektur (Quelle: ILF)



Abb. 87: Die extensive Wiese mit dem Schacht in der Mitte im Bestand (Quelle: ILF)



Abb. 88: Visualisierung des wechselfeuchten Teiches mit der extensiven Wiese vor der Mensa. (Quelle: ILF)

Um eine Überschwemmung zu verhindern, wird die Pegelhöhe durch einen Ablaufschacht geregelt. Von dort aus wird das Wasser in den See geleitet (siehe Prinzipskizze).

Prinzipskizze Wasserzufluss

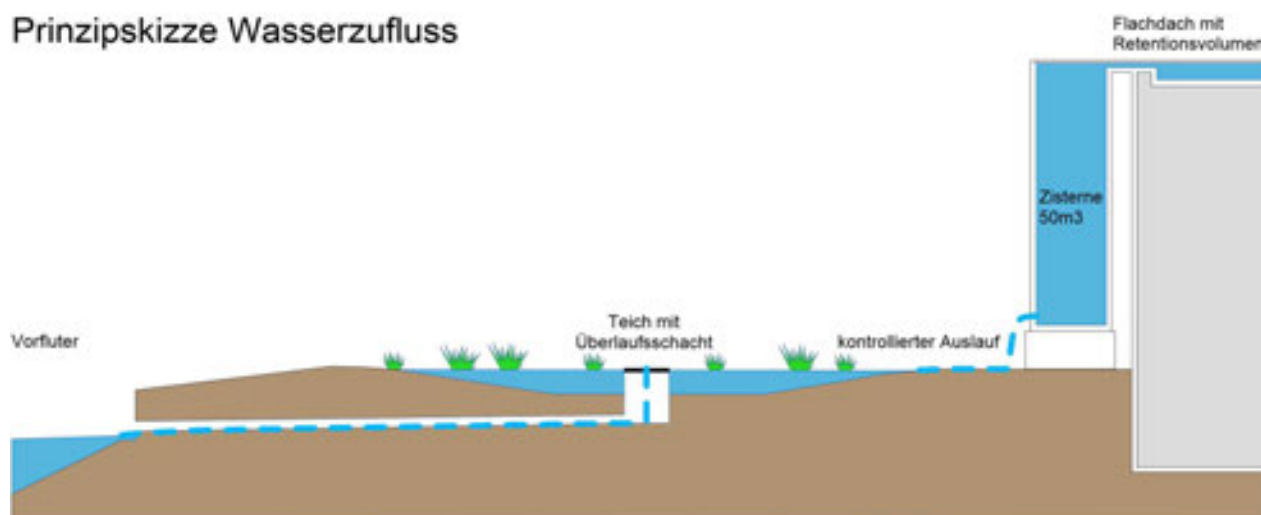


Abb. 89: Prinzipskizze: Das Regenwasser wird erstmals auf dem begrünten Flachdach, dann in der Zisterne zurückgehalten und dosiert dem wechselfeuchten Teich zugegeben, mit Überlauf in den See. (Quelle: ILF)

8.3 Verweilendes Wasser im Quartier (Lösung im Bestand, dargestellt an einem Mehrfamilienhaus)

Die Möglichkeit der Wasserspeicherung wird analog zum Beispiel HSR in einem Mehrfamilienquartier gezeigt. Auf der Schattenseite steht der zylinderförmige Wasserturm als Zisterne, welche das Regenwasser der Giebeldächer zwischenspeichert. Dieses kann als Brauchwasser unter anderem für die Bewässerung der Grünanlagen in Trockenperioden genutzt werden.



Abb. 90: Mehrfamilienhausquartier in Jona (Quelle: ILF)



Abb. 91: Visualisierung einer zylinderförmigen Regenwasserezisterne, mit sichtbarem Wasserstand (Quelle: ILF)

8.4 Projektidee Buechegg Zürich (Aufwertung Quartier im Bestand)

Die angetroffene Mulde in der Freizeitanlage Buchegg, Zürich ist mehrheitlich trocken. Der Überlaufschacht im untersten Punkt lässt mit dem leicht erhöhten Schachtlochdeckel einen beschränkten Einstau zu.

Warum darf hier nicht länger Wasser verweilen? Warum darf nicht mehr feuchte Vegetation, sogar mit etwas Schlick unterlegt, aufkommen?

Der zulaufende Graben hat ein kleines Einzugsgebiet. Das anfallende Oberflächenwasser scheint unverschmutzt und könnte darum problemlos zwischengespeichert werden. Dazu müsste ein kleiner Damm den Talabschluss bilden und mit einem Überlauforgan (als Schacht mit Mönch, oder als einfacher, senkrechter Schlitz in der Mauer etc.) den Einstau regeln.

Der Projektantrag ist mit Grünstadt Zürich andiskutiert worden und auf Interesse gestossen.

Daraus könnte ein gemeinsames Pilotprojekt formuliert werden: Erproben des Wasser-Rückhalts,



kombiniert mit einer attraktiven, klimafreundlichen Vegetation, Umgang mit allfälligen Nachteilen wie Mücken, Gefahr für Kleinkinder vor Ort testen und begleiten, den Effekt auf die Temperatur messen und die allgemeine Akzeptanz erfragen etc.

Weitere Forschungsfragen könnten sein: Welche Pflanzen eignen sich für Retentionsmulden? Pflanzenverwendung biodivers und ästhetisch optimiert? Konkurrenzdruck der spontanen Besiedlung, Neophyten? Können sich spezialisierte Tiere ansiedeln? Fragen zu Sicherheit: Gibt es Spielraum bei der Anwendung der BFU-Richtlinie in der Stadt?

Abb. 92: Die feuchte Mulde in der Freizeitanlage Buchegg nach einem Starkregen. Hier kann das verweilende Wasser beprobt werden. (Quelle: ILF)

9 Fazit und Ausblick

Das vorliegende Forschungsthema hat hohe praktische und politische Relevanz. Die Fragestellung ist zukunftsgerichtet, raumrelevant und wichtig für die Lebensqualität der Bevölkerung. Die Veränderung der klimatischen Bedingungen wird auf allen politischen Ebenen diskutiert und vielerorts untersucht. Auch im Zusammenhang mit der Covid-19-Situation hat sich der Wert von siedlungsnahen Grünräumen nochmals verdeutlicht. Die Fragenstellung wurde im Vorlauf nochmals bezüglich Wasser **länger** an der Oberfläche halten geschärft. Somit stehen die gestalterischen Lösungen vereint mit der technischen Machbarkeit im Vordergrund, immer bezogen auf bestehende und geplante Quartiere, weniger auf die Einzelliegenschaft.

Im Fokus der vorgestellten Typologien steht der städtebauliche Kontext. Die Lösungsansätze interessieren aber auch die **Agglomerationen**.

Ebenso wichtig sind die Handlungsansätze für die raumplanerische Umsetzung. In der Schweiz fehlt die **Verankerung** der Thematik in den Instrumenten der Raumplanung noch weitgehend. Ebenso ist das Fachwissen der Raumplaner zu wenig mit jenem der Entwässerungsplanung vernetzt. Die Regenwasser-Richtlinie der VSA ist im Baubewilligungsverfahren nicht ausreichend verankert. Andere sind der Meinung, dass der wenig konsequente Rückhalt des Regenwassers nicht primär ein Mangel der Fachplanung ist, sondern Ausdruck des zu wenig konsequenten Vollzuges auf der Stufe der Baubewilligungen. Offenbar fehlt es auf der Verwaltung auch an Fachkenntnis.

Zentrale Forderung ist die Einführen einer Grünflächenziffer, als begrünbarer, belebter Anteil der Parzellenfläche, wo der Boden ohne Unterkellerung naturnah belebt bleiben kann.

Um das volle Potenzial des Regenwassers zu nutzen, braucht es das Zusammenspiel von verschiedenen Massnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung. Die Thematik soll gleichermassen im öffentlichen Raum wie auch auf privaten Parzellen angegangen werden. Der Strassenraum soll zukünftig nebst der Erschliessung auch als grüne und blaue Infrastruktur dienen. Auf öffentlichen Plätzen und in Parkanlagen soll der Wasserlayer ein wesentlicher Bestandteil der Planung bilden. Im Quartier müssen vermehrt parzellenübergreifende Ansätze verfolgt werden, um das Regenwasser optimal nutzen zu können.



Abb. 93: Wasserhaushalt als neuer Layer in der Planung von wassersensiblen Städten (Hauber G.)

Der vorliegende Bericht wird per Ende Oktober der FEPI-Kommission übergeben. Nach der Phase der Bereinigung wird gemeinsam die Frage der Auswertung und Verwertung besprochen.

Hier eine erste Palette von Vorschlägen:

- Die Arbeit wird im **WasserCluster@OST** präsentiert und vernetzt, im Hinblick auf Folgeprojekte und Vertiefungen in Zusammenarbeit mit den Partnerinstituten.
- Die Ergebnisse werden in Kurzform in den Fachpublikationen (WEL, SIA, Ingenieurbiologie, HSR-Magazin) veröffentlicht und im Web aufgeschaltet.
- Das Extrakt des Berichtes wird in einer handlichen **Broschüre** für die Umsetzung in den Städten und Gemeinden zusammengefasst.
- Zudem werden die Erkenntnisse in die laufenden Unterrichtseinheiten an der HSR eingebaut.
- Derzeit laufen Arbeiten zum Thema ‚Schwammstadt‘. Bereits bewilligt ist ein Institutsprojekt mit dem Ziel, die Wirkung der Schwammstadt mit der blau-grünen Infrastruktur grob zu **quantifizieren**
- Es besteht auch die Absicht, ein Folgeprojekt per Ende 2020 einzureichen. Konkret ist bereits die Idee eines **Feldlabors** in der Freizeitanlage Buchegg, zusammen mit Grün-Stadt und ERZ Zürich. Das Interesse seitens der Stadt ist vorhanden. Die Anträge hierfür sind in Vorbereitung. Es braucht ein Monitoring an einem gebauten Objekt, um die Vorteile des verweilenden Wassers nachzuweisen. Es braucht Erfahrungen und praktische Ansätze, um die Nachteile wie Mückenplage, Algenbewuchs zu minimieren, und um das Thema Sicherheit konkret zu vertiefen.

Zudem sind weitere Partnerschaften denkbar:

- Industriepartner für Zisterne/ Wassertank
- Partnerschaft mit ZHAW zu Einstau auf Flachdächern etc.

Somit möchten wir uns bedanken für die Gelegenheit, im Rahmen des FEPI dieses interessante Projekt lancieren zu dürfen.

Rapperswil, 20. Oktober 2020

Thomas Oesch, Monika Schirmer, Martin Schlatter, Nadja Schläpfer, Andrej Koci

Literaturverzeichnis

- Alliod, C. (2018). Regenwasser zur Kühlung der Luft. In: Anthos 3/18, S. 19-23.
- Antener, M. (2018). Versickerung von Niederschlagswasser im dicht besiedelten Raum. Mall-Fachtagung, Technopark Zürich.
- BAFU (Hrsg.) (2017a). Aktionsplan des Bundesrates. 2017. Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz. Bern.
- BAFU (Hrsg.) 2017b. Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung. Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität, Stand 2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1630.
- BAFU (Hrsg.) (2017c). Koordination der Überwachung und Bekämpfung der Asiatischen Tigermücke und anderer invasiver gebietsfremder Mücken in der Schweiz
- BAFU (Hrsg.) (2018): Hitze in Städten. Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen, Nr. 1812: 108 S.
- BAFU 2020. Anpassung an Starkniederschläge im urbanen Raum (laufendes Projekt Hunziker Betatech AG, Stadtlandschaft GmbH, Ramboll Studio Dreiseitl, UMTEC, ILF)
- Balmer, H. (2017). Retention und Versickerung im Bereich Retention und Versickerung im Bereich der Liegenschaftsentwässerung: Gedanken, Erfahrungen und neue Strategien. 7. Erfahrungsaustausch Liegenschaftsentwässerung BUC.
- Balmer, H. (11.12.2018). Guter Umgang mit Niederschlagswasser auf der Liegenschaft. Wasserkreislauf – neue Ansätze für die Stadt (und das Land). Regenwasser versickern lassen: "Geht nicht gibt's nicht" [Vortrag HSR Rapperswil]
- Bauch-Troschke, Zita (1999): Brunnen, Wasserbecken und Wasserspiele. Gestaltung, Anlage, Technik (... rund ums Haus).
- Benden, J.; Broesi, R.; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 1: Wissenschaftliche Grundlagen. MURIEL Publikation.
- BFU Bundesamt für Unfallverhütung (2011): BFU-Fachdokumentation 2.026 – Gewässer.
- Brenneisen, Stephan (2017): Skript Modul Gebäudebegrünung 2017, zuletzt geprüft am 22.06.2020.
- Bundesamt für Statistik BFS (2016): Umweltindikator Bodenversiegelung.
- Burkhardt, M. (2013): Regenwasserbehandlung. Skript. Modul Ökotechnologien, ZHAW.
- Burkhardt, M., Graf, C. (Hrsg., 2019): Regenwetter weiterdenken – Bemessen trifft Gestalten. Tagungsband Aqua Urbanica, HSR Hochschule für Technik, Rapperswil, Schweiz, S. 281.
- Deister, Lisa; Brenne, Fabian; Stokman, Antje; Henrichs, Malte; Jeskulke, Michael; Holger Hoppe, Mathias Uhl (2016): Wassersensitive Stadt und Freiraumplanung, Handlungsstrategien und Massnahmen Konzepte zur Anpassung an Klimatrends und Extremwetter.
- DVWK Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (Hrsg.) (1996). Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. In: DVWK Merkblätter 238. Bearb. vom
- Engeler, Luca (2019) Thematik Mücken [Interview].
- Garten + Landschaft (05.06.2020). Wasser in der Stadt von morgen.
Online verfügbar unter: https://www.garten-landschaft.de/wasser-morgen/?utm_source=CleverReach+GmbH+&utm_medium=email&utm_campaign=GL_Redaktion_KW25&utm_content=Mailing_12043596 (zuletzt abgerufen am 18.06.2020)
- Geiger, Wolfgang F.; Dreiseitl, Herbert; Stemplewski, Jochen (2009): Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. 3., vollst. überarb. Aufl. / Red.: Michael Becker.
- Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. GFA. (Hrsg.) (1990). Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser. Regelwerk Abwasser – Abfall. Arbeitsblatt A 138.
- Gloor Nadine 2020. Das Konzept der Schwammstadt. IVP HSR Rapperswil.

- Grossart, Hans-Peter (2019) Thematik Algen [Interview].
- Grubinger, H. (2015). Basiswissen Kulturbau- und Landneuordnung. Planung, Bewertung, Nutzung und Schutz unserer Lebensräume für Planer, Kulturbau- und Umweltingenieure. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Deutschland.
- Gunawarda, K.R.; Wells, M.J.; Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. In: Science of the Total Environment. S. 1040-1055.
- Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) und Behörde für Umwelt und Energie (BUE). (Hrsg.) (2015). Strukturplan Regenwasser 2030 – Zukunftsfähiger Umgang mit Regenwasser in Hamburg. RISA STRUKTURPLAN REGENWASSER 2030 Ergebnisbericht des Projektes RISA RegenInfraStrukturAnpassung. Hamburg.
- Hauber, Gerhard (04.04.2019): Massnahmen gegen die Hitze in Städten [Interview].
- Hauber, Gerhard (2018). Regenwasser und Stadtplanung. Lebendige Städte durch modernes Wassermanagement. [Vorlesung HS 2018, HSR Rapperswil]
- HAFL Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (Hrsg.) (2015). Projekt Urban Green & Climate: Stadtklima und Klimawandel- Pilotprojekt Urban Green & Climate - Faktenblatt I.
- HCU 2020: Regenwasserbewirtschaftung an Strassenbaumstandorten. Das Beispiel "Baumrigole in Harburg". Baustellendokumentation. HafenCity Universität Hamburg, Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung. Hamburg.
- Hofer, V. (2018): Zauber des Orients. Eine fantastische Reise zu den schönsten Gärten von Marokko bis Indien. 1. Auflage.
- Holtforth, D. G. (2011): Maurische Gärten in Andalusien - Ursprünge mediterraner Gartenkunst. Online verfügbar unter <https://www.lubera.com/ch/gartenbuch/maurische-gaerten-p1607>, zuletzt aktualisiert am 18.06.2020, zuletzt geprüft am 18.06.2020.
- Ingold R. (2019). Verweilendes Wasser. Wassermanagement als Herausforderung für die Landschaftsgestaltung am Beispiel Probstenberg (BE) im Faltenjura. Bachelorarbeit HSR Rapperswil.
- ILF, IRAP. (Hrsg.) (2018): Wohnumfeldqualität – Kriterien und Handlungsansätze für die Planung. Rapperswil
- ILF, 2019a. Revitalisierung kleiner und mittlerer Fließgewässer. Ein Leitfaden für Praktiker). HSR Rapperswil.
- ILF, 2019b. Synergien im Regenwassermanagement, Institutsprojekt (unveröffentlicht)
- ILF (2020a). Konzeptstudie. Bausteine für die Integration von Biodiversität in Musterbaureglements. Schlussbericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.
- ILF (ab 2020b). "Schwammstadt quantifizieren". Institutsprojekt HSR.
- IPCC (2014). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jeffries, Michael (2019) Thematik Mücken [Interview].
- Jöst, H.; Bialonski, A.; Storch, V.; Günther, S.; Becker, N.; Schmidt-Chanasit, J. (2010). Isolation and Phylogenetic Analysis of Sindbis Viruses From Mosquitoes in Germany
- KBOB/VSA (2019). Versickerung und Retention von Niederschlagswasser im Liegenschaftsbereich, 2019/1.
- Koci A. (2019). Hitzevorsorge in der Stadt. IVP Individuelles Vertiefungsprojekt HSR
- König, K.W. (Hrsg.) (2016). Ratgeber Regenwasser: Ökologie aktuell. Rückhalten, Nutzen, Versickern und Behandeln von Regenwasser. 6. Auflage. Mall GmbH, Donaueschingen.
- Kruse, E. (2015). Integriertes Regenwassermanagement für den wassersensiblen Umbau von Städten. Stuttgart.
- LEK Höfe (Hrsg.) (2016). Schöni Höfner Gartepflanzä.

- Li, D.; Bou-Zeid, E.; Oppenheimer, M. (2014). The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies. In: Environmental Research Letters 9/2014.
- Lüthy, Peter (2019): Thematik Mücken [Interview].
- Mader, Günter (2011): Wasser im Freiraum. Element der Garten- und Landschaftsgestaltung. 1. Aufl. München: Dt. Verl.-Anst.
- Manickathan, L. et al. (2018). Parametric study of the influence of environmental factors and tree properties on the transpirative cooling effect of trees. In: Agricultural and Forest Meteorology 248, S. 259–274.
- Mall AG. (Hrsg.) (unbekannt). Mall Umweltsysteme – Zum Schutz von Wasser und Beton. Bassersdorf.
- Mathis, Alex (2019) Thematik Mücken [Interview].
- Metron Raumentwicklung AG (2018). Masterplan Westliches Zentrum Gümligen. Brugg.
- Mittler, Martina; Hosi, Sanja (2017): Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven, S. 1–218. Online verfügbar unter http://www.akademien-schweiz.ch/dms/publikationen/12/pdf-Brennpunkt-Klima-Schweiz_Kurz-erklaert/pdf.Brennpunkt-Klima-Schweiz_Kurz-er-klaert.pdf, zuletzt geprüft am 28.02.2019.
- Morgan, C.; Bevington, C.; Levin, D.; Robinson, P.; Davis, P.; Abott, J.; Simkins, P. (2013). Water Sensitive Urban Design in the UK – Ideas for built environment practitioners. CIRIA, London.
- Müller, Pie (2019) Thematik Mücken [Interview].
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE. (2016). Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Hrsg. von Ingo Kowarik, Robert Bartz und Miriam Brenck. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- NZZ Neue Zürcher Zeitung (1992): Granadas maurischer Traum: die Alhambra.
- Oberascher M. et al. (2019). Erweiterte Regenwasserbewirtschaftung durch smarte Regentonnen in Tagungsband Aqua Urbanica 2019.
- Petschek, P. (2014). Geländemodellierung- landscapingSMART, 3D-Maschinensteuerung, Regenwassermanagement. 2., erweiterte und überarbeitete Auflage. HSR Hochschule für Technik Rapperswil.
- Petschek, P. (2007). Entwicklung des Regenwassermanagement Systems für den Schweizer Garten- und Landschaftsbau. KTI Projekt.
- Oberholzer, M. (1999). Regenwasserversickerung: Ja, aber richtig! In: Umweltschutz St. Gallen 2/1999. S. 7 – 11.
- Oesch, T., Liembd, U. (2015). Revitalisierung kleiner und mittlerer Fliessgewässer. Ein Leitfaden für Praktiker. Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und Freiraum. HSR Hochschule für Technik Rapperswil, Nr. 13. Rapperswil.
- Simon S. (2018). Regenwasserspiele im urbanen Raum. "Wasserspiele: Technisch-spielerischer Umgang mit urbanem Regenwasser". IVP Individuelles Vertiefungsprojekt HSR
- Stadt Zürich, Grün Stadt Zürich (Hrsg.) (2018), Grün am Bau, Magazin zur Ausstellung. Zürich.
- Stadt Zürich (Hrsg), 2020. Programm Klimaanpassung. Fachplanung Hitzeminderung.
- Steinrücke, Ulrich (2010): Handbuch Stadtklima. Massnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel, S. 1–68, zuletzt geprüft am 18.02.2019.
- Theeuwes, N.; Solcerova, A.; Steeneveld, G.-J. (2013). Modeling the influence of open water surfaces on the summertime temperature and thermal comfort in the city.
- UVEK, ARE, BAFU. (Hrsg.) (2013): Gewässerraum im Siedlungsgebiet - Merkblatt zur Anwendung des Begriffs «dicht überbaute Gebiete» der Gewässerschutzverordnung. Digital unter: <http://www.news.admin.ch/>

- Van de Wetering Atelier für Städtebau GmbH, Hager Partner AG, mrs partner AG. Masterplan - Vertiefung Testplanung Lischenmoos. Muri bei Bern, Zentrumsentwicklung Gümligen. 1:500 (A3) (Stand 30.08.2017)
- VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerfachschutzleute (Hrsg., 2019). Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Basismodul. Glattbrugg.
- VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerfachschutzleute (Hrsg., 2008). UPDATE 2008: Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. Glattbrugg.
- VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerfachschutzleute (Hrsg.) (2002). Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. Glattbrugg.
- Vietinghoff, H. (2000): Die Verdunstung freier Wasserflächen. Grundlagen, Einflußfaktoren und Methoden der Ermittlung. 1. Aufl. Allensbach: UFO Atelier für Gestaltung & Verl. (UFO Naturwissenschaft, 201)
- Weber, C. (2018). Hitze in Städten. In: Anthos 3/18, S. 19-23
- Weber und Brönnimann AG. (2019). Zentrumsentwicklung Lischenmoos: Bachoffenlegung, Gewässergestaltung, Bern.
- Wikipedia (2020a): Regenrückhaltebecken. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Regenr%C3%BCckhaltebecken>, zuletzt aktualisiert am 16.03.2020, zuletzt geprüft am 22.06.2020.
- Wikipedia (2020b): Verdunstung. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Verdunstung>, zuletzt aktualisiert am 16.03.2020, zuletzt geprüft am 22.06.2020.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Manegg, Stadt Zürich: Versickerungsbecken, überdeckt mit Gitterrost – es fehlt der Raum für mehr Synergien (Quelle: ILF)	8
Abb. 2: Abstandgrün in Heerbrugg (Quelle: ILF)	8
Abb. 3a+3b: Zeitliche Entwicklung von Temperatur und Niederschlag 1864-2019 (Quelle: MeteoSchweiz)	11
Abb. 4: Die Fontänen des "Patio de la Acequia" sprudeln heute immer noch mit Freispiegelgefälle und ohne aufwändige Technik (Quelle: Turgranada.es)	13
Abb. 5: Inspiration Wasser (Simon 2018)	18
Abb. 6: Wasser erleben (Oesch 2018)	18
Abb. 7: Leitart Blutweiderich (<i>Lythrum salicaria</i>) mit kleinem Feuerfalter (Quelle: ILF 2019)	19
Abb. 8: Blauflügel-Prachtlibelle (<i>Calopteryx virgo</i>) als Leitart (Quelle: ILF 2019)	19
Abb. 9: Verdunstungsverlauf in Abhängigkeit von Wind. Auch ohne Wind wird Wasser verdunstet (ILF 2019b)	21
Abb. 10: Hitzeinsel-Effekt (Heat-Island-Effect): Der dicht bebaute Stadtkörper wird tagsüber wegen reduzierter Verdunstung durch fehlende Vegetation und Wasserflächen aufgeheizt (Quelle: US-EPA)	21
Abb. 11: Besonders wirksame Handlungsansätze zur Hitzeminderung in der Stadt Zürich – aus ZUP 97, Juli 2020 (Quelle: Stadt Zürich)	22
Abb. 12: Algen können je nach Perspektive auch ästhetisch sein; Bild eines Brunnens im späten Winter, in dem die Grünalgen ein dichtes Strahlnetz zum Ablauf bilden (Quelle: ILF) ..	26
Abb. 13: Grundriss Stufenbau (Quelle: BFU)	27
Abb. 14: Sicherheitsabstände für Flachwasserzonen im Uferbereich (Quelle: BFU)	27
Abb. 15: Kaschierte Einfriedung (Quelle: BFU)	
Abb. 16: Gesicherter Eingang zum Teich (Quelle: BFU)	28
Abb. 17: Typische Vegetationszonen am Seeufer – vom Bruchwald bis zum Chararasen (Armleuchteralgen) (Quelle: eiszeitsee.de)	29
Abb. 18: Blühspektrum Hochstaudenflur (ILF 2019a)	30
Abb. 19: Blühspektrum Röhricht (ILF 2019a)	30
Abb. 20a: Fieberklee (<i>Menyanthes trifoliata</i>) – eine Pionierpflanze, welche ins Flachwasser vordringt und zur Verlandung beiträgt. (Quelle: LEK Höfe 2016)	31
Abb. 20b: Gemeiner Froschlöffel (<i>Alisma plantago-aquatica</i>) wächst unter und über Wasser (Quelle: LEK Höfe 2016)	31
Abb. 20c: Grosse Teichrose (<i>Nuphar lutea</i>), eine ausdauernde Wasserpflanze mit Schwimmblättern (Quelle: LEK Höfe 2016)	31
Abb. 21: Das Siedlungsgrün wirkt harmonisch mit integrierten Retentionsteichen (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)	33
Abb. 22: Fotos von ausgewählten Best-Practice Fallbeispielen (Quelle: ILF)	35
Abb. 23a + b: Regenwasser und Stadtplanung, HSR 2018 (Quelle: Hauber)	38
Abb. 24: Bilanz Wasserhaushalt einer Liegenschaft im Vergleich zur flachen Wiese als natürliche Referenz (Quelle: Balmer)	39
Abb. 25: Massnahmen zur Förderung des natürlicheren Wasserhaushaltes (Quelle: ilf)	39
Abb. 26: Blau-Grüne Infrastruktur: Beitrag in Tagungsband – Aqua Urbanica 2019. Regenwasser weiterdenken – bemessen trifft gestalten. 9.-10. September 2019, Rigi Kaltbad (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)	40
Abb. 27: Serielle, multifunktionale Wassernutzung (Quelle: Ingold)	41
Abb. 28: Mehrwert des verweilenden Wassers (ILF 2019)	42
Abb. 29: Ökosystemleistungen des verweilenden Wassers (ILF 2019)	43
Abb. 30: Matrix Massnahmen und Potenziale (Quelle: ILF)	47
Abb. 31: Gartenteich im Querschnitt (Quelle: Nabu.de) Abb. 32: Skizze Schwimmteich (Quelle: Bollerhey.de)	51
Abb. 33: Tümpel sind temporäre Gewässer (Quelle: ILF)	51

Abb. 34: Becken eingefasst (Quelle: rosario.it)	
Abb. 35: Becken aufgesetzt (Quelle: wikimedia.org)	52
Abb. 36: Trog (Quelle: schoener-garten-shop.de)	
Abb. 37: Wassertrete (Quelle: augsburger-allgemeine.de)	52
Abb. 38: Wasserspiel (Quelle: drebingen.eu)	
Abb. 39: Wassersack (Quelle: directindustry.de)	52
Abb. 40: Schema einer Zisterne (Quelle: huberstein.de)	
Abb. 41: übliche Zisterne für die Speicherung von Dachwasser, hier im Jura (Quelle: ILF)	53
Abb. 42a+b Wasserfass/Regentonne (offen/geschlossen): wegen der Mückenthematik empfiehlt sich ein geschlossenes Fass (Quellen: naijaloaded.com / petes-prepper-guide.com)	54
Abb. 43: Lokale Speicherbecken für Bewässerungszwecke modelliert, hier in Kenia (Quelle: T. Oesch)	54
Abb. 44: Wasserspeicher angehängt an eine Dachfläche in Nicaragua (Quelle: M. Schirmer)	54
Abb. 45: Rückhaltebecken Wigarten in Wetzikon: hier wird Hang- und Regenwasser aus dem Quartier zurückgehalten und gedrosselt in den Vorfluter abgeleitet (Quelle: ILF)	55
Abb. 46: Rückhaltebecken Wygarten in Wetzikon: kleine permanente Wasserfläche, im Hintergrund Überlauf mit technischem Drosselorgan (Quelle: ILF)	55
Abb. 47: Schema Versickerungsanlage (Quelle: VSA)	56
Abb. 48: Schema Kieskörper (Quelle: VSA)	56
Abb. 49: Versickerung und Retention von Niederschlagswasser im Liegenschaftsbereich (Quelle: KBOB)	56
Abb. 50: Sportplatz in Fribourg als temporärer Retentionsraum. Seitlich sind Böschungen als Dämme gestaltet, im Hintergrund ist der Ablauf mit Rechen ersichtlich, der im Überschwemmungsfall Geschwemmsel zurückhält (Quelle: ILF)	57
Abb. 51: Sportplatz in Rotterdam als temporärer Retentionsraum (Quelle: ILF)	57
Abb. 52: Temporärer Einstau einer öffentlichen Anlage (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)	57
Abb. 53: Temporärer Einstau eines Parkplatzes (Quelle: Ramboll Studio Dreiseitl)	57
Abb. 54: Wasserspielplatz Hurden SZ, Projekt OePlan (Quelle: ILF)	58
Abb. 55: Gestalteter Zugang zum Wasser (P. Bolliger)	58
Abb. 56: Rinne in Rotterdam (Watersquare Benthemplein (Quelle: ILF)	59
Abb. 57: Regenwasser weiterdenken – bemessen trifft gestalten. 9.-10. September 2019, Rigi Kaltbad (Quelle: Hauber)	59
Abb. 58: Zugängliches Fliessgewässer (Quelle: ILF)	59
Abb. 59: Mulden-Rigolensystem neben Geleisen, als Teil der Infrastruktur (Quelle: ILF)	59
Abb. 60: Wasserdurchlässige Spielfläche (Quelle: ILF)	60
Abb. 61: Wasserdurchlässiger Belag (Quelle: ILF)	60
Abb. 62: Gründach mit Substrat (Quelle: ILF)	61
Abb. 63: Schema Gründach mit technischem Wasserspeicher (Quelle: Geiger et al.)	61
Abb. 64: Spielplatz und gleichzeitig Flächenversickerung (temporär) möglich (Quelle: ILF)	63
Abb. 65: Parkanlage mit integrierter Versickerung bzw. Retentionsraum in Freiburg D (Quelle: ILF)	63
Abb. 66: Bäume in Hochlage sind zunehmend durch Trockenheit gefährdet (Quelle: Antener ERZ)	64
Abb. 67: Bäume in ebener oder Tieflage steht mehr Regenwasser zur Verfügung (Quelle: ILF)	64
Abb. 68: Baumrigole (Quelle: hcu 2020)	65
Abb. 69: Fassadenbegrünung (Quelle: ILF)	65
Abb. 70: Tiefbeet mit Stauden in Rotterdam (Quelle: ILF)	65
Abb. 71: Prinzipskizze: Drosselung des Abflusses (Quelle: T. Oesch)	66
Abb. 72: Prinzipskizze: Elemente einer Drosselanlage (Drosselung = Abflussregulierung) (Quelle: T. Oesch)	66
Abb. 73a bis 73c: Wasserstau über, im und in der unteren Substratschicht (Quelle: Stadt Zürich)	68
Abb. 74: Drosselung durch Ablaufrohr in Mauer (Staudamm) (Quelle: ILF)	68

Abb. 75: Drosselung durch Ablaufrohr mit Gitterrost (Quelle: ILF)	68
Abb. 76: Drosselung durch Staumauer mit Ablauf, gesteuert durch Tauchwand oder Schieber (Quelle: ILF)	69
Abb. 77: Drosselung durch Sperre in mehreren Überlauf-Segmenten (Quelle: ILF)	69
Abb. 78a+b: Drosselung mit Überlaufrohren, Freiburg (Quelle: ILF)	69
Abb. 79 Einstau und Drosselung durch Biberbau (Quelle: ILF)	69
Abb. 80: Ablauf bei Starkregen aus Schlitz in Mauer, mit eingestautem Platz (Quelle: Hauber)	69
Abb. 81: Prinzipskizze Dotierung Regenwasser mit Offenlegung Bach und vitalen Strassenbäumen, Fallbeispiel Muri (Quelle: Metron, ergänzt ILF)	80
Abb. 82: Masterplan mit Regenwassermanagement auf Flachdächern (blau mit Einstau), Zentrumsentwicklung Gümligen (Quelle: Metron, ergänzt ILF)	80
Abb. 83: Prinzipskizze des Wasserlaufes. Zisternen im Inneren der Gebäude dienen als zusätzlicher Speicher des auf den Flachdächern bereits zwischengespeicherten Regenwassers. Damit kann das Stampflochbächli stetig dotiert werden. Eine solche Lösung könnte im Bestand auch eine Umnutzung alter Öltanks sein (Quelle: ILF)	81
Abb. 84: Die bestehende Ableitung des Stampflochbächli (rot) bleibt bestehen. Der neue, dotierte Bachlauf ist auf drei Abschnitten offengelegt und erlebbar (blau durchgezogen), verläuft aber zugunsten der Zugänglichkeit der Gebäude teils unterirdisch (Quelle: Metron)	81
Abb. 85: HSR Gebäude 4 im Bestand (Quelle: ILF)	82
Abb. 86: Visualisierung der Zisterne mit Wasserauslauf und sichtbarem Wasserstand, optisch in Cortenstahl angeglichen an die HSR-Architektur (Quelle: ILF)	82
Abb. 87: Die extensive Wiese mit dem Schacht in der Mitte im Bestand (Quelle: ILF)	82
Abb. 88: Visualisierung des wechselfeuchten Teiches mit der extensiven Wiese vor der Mensa. (Quelle: ILF)	82
Abb. 89: Prinzipskizze: Das Regenwasser wird erstmals auf dem begrünten Flachdach, dann in der Zisterne zurückgehalten und dosiert dem wechselfeuchten Teich zugegeben, mit Überlauf in den See. (Quelle: ILF)	83
Abb. 90: Mehrfamilienhausquartier in Jona (Quelle: ILF)	83
Abb. 91: Visualisierung einer zylinderförmigen Regenwasserzisterne, mit sichtbarem Wasserstand (Quelle: ILF)	83
Abb. 92: Die feuchte Mulde in der Freizeitanlage Buchegg nach einem Starkregen. Hier kann das verweilende Wasser beprobt werden. (Quelle: ILF)	84
Abb. 93: Wasserhaushalt als neuer Layer in der Planung von wassersensiblen Städten (Hauber G.)	85

Quellenangaben zum Kapitel Verankerung in der Raumplanung

Interviewt wurden folgende Personen:

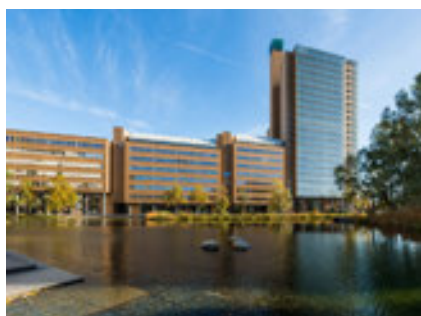
- Marcel Trachsler, Leiter Planung der Gemeinde Thalwil am 18. Mai 2020
→ Das Interview drehte sich um die Frage "**sind oberirdische Rückhaltebecken** für Regenwasser in der Gemeinde Thalwil vorhanden (und allenfalls in Gestaltungsplänen oder Arealüberbauungen geregelt)?"
- Christoph Spycher, Projektleiter Tiefbau / Schwerpunkt Siedlungsentwässerung der Gemeinde Thalwil am 25. Mai 2020
→ Das Interview drehte sich um die Frage "welche gesetzlichen Vorgaben im Zusammenhang mit der **Rückhaltung von Regenwasser** entscheidend?"
- Bruno Thürlemann, Abteilungsleiter Ortsplanung im Amt für Raumentwicklung und Geoinformation des Kantons St. Gallen am 15. Mai 2020
→ Das Interview drehte sich um die Frage "sind **oberirdische Rückhaltebecken** für Regenwasser im Siedlungsgebiet des Kantons St. Gallen vorhanden (und allenfalls in Sondernutzungsplänen geregelt)?"
- Hans Ballmer, Projektleiter Siedlungsentwässerung im Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft am 27. Mai 2020
→ Das Interview drehte sich um die Fragen "welche gesetzlichen Vorgaben im Zusammenhang mit der **Rückhaltung von Regenwasser** entscheidend?", "Inwiefern fordert der Kanton Zürich bereits heute die Gemeinden im Rahmen der Stellungnahmen im Vorprüfungs- und Genehmigungsverfahren im weitesten Sinne dazu auf, **Massnahmen zur Reduktion der Temperaturen in städtischen Räumen** in ihren Planungen aufzunehmen?" und "Inwiefern wird der Kanton Zürich die im Massnahmenplan **Anpassung an den Klimawandel** definierten **Massnahmen für einen verträglichen Umgang mit dem Klimawandel** in seinem Planungssystem aufnehmen bzw. verankern?"
- Michael Landolt, Raumplaner im Amt für Raumentwicklung des Kantons Zürich am 29. Mai 2020
→ Das Interview drehte sich um die Frage "In welcher Form wird das **Kapital zur Siedlungsentwässerung** im Rahmen der Revision des kantonalen Richtplans überarbeitet?"

Gesichtet wurden folgende Dokumente:

- Raumplanungsgesetz (RPG vom 22. Juni 1979). Stand 1. Januar 2019.
- Richtplanung des Kantons Zürich. Stand 28. Oktober 2019.
- Richtplanung des Kantons St. Gallen. Stand September 2019.
- Planungs- und Baugesetz des Kantons St. Gallen. Stand 1. Juni 2019.
- Arbeitshilfe "Siedlungsentwicklung nach innen" des Kantons Bern. April 2016.
- Arbeitshilfe "Ortsplanung: Ablauf und Instrumente" des Kantons Schwyz. Dezember 2017.
- Vollzugshilfe Siedlungsentwässerung für Baubehörde, Fachplaner und Fachleute Richtlinien und Praxishilfe des Kantons Schwyz. Februar 2017.
- Klimawandel im Kanton Zürich "Massnahmenplan / Anpassung an den Klimawandel". Herausgegeben von der Baudirektion des Kantons Zürich. September 2018.
- Programm Klimaanpassung "Fachplanung Hitzeminderung". Herausgeberin Stadt Zürich. 20. Januar 2020.

ANHANG Sammlung der Praxisbeispiele

Best Practice Beispiele im In- und Ausland



Alle Messwerte zum Jahresniederschlag, zur mittleren jährlichen Temperatur und Höhenlage sind aus <https://de.climate-data.org> entnommen.
Die Ziffern in den Kurztexten beziehen sich in manchen Beispielen auf die Gewässerübersicht der gegenüberliegenden Seite.
Die Koordinaten der Schweizer Beispiele beruhen für ein schnelles Finden in geo.admin auf den Schweizer Landeskoordinaten CH1903 / LV03, internationale Beispiele auf dem World Geodetic System 1984 (WGS 84), das von Google Earth verwendet wird.
Wasserkörpervolumen entsprechen dem Maximum.

Arkadien Winnenden

Quartier Siedlung Arkadien - Winnenden Baden-Württemberg - Deutschland

Jahresniederschlag [mm]: 672
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.4
Höhenlage [m ü. M.]: 279.00
Anzahl Einwohner Quartier: 400*
Planung: Ramboll Studio Dreiseitl*
Fertigstellung: 2011°
Baukosten blaue Infrastruktur [EUR]: 2 Mio.*
Fläche (Quartier) [ha]: 3.40°
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 36^
Versiegelungsgrad [%]: 64^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock, Hochhaus

+Stuttgarter Zeitung
25.02.2020
* Grau et al. 2018
oLandschaftsarchitektur
heute (25.02.2020)
^mit Vectorworks ermittelt



Abb.1 Die Siedlung liegt direkt neben dem grossen Fabrikareal.

Der Mensch soll sich nicht nur in seinen vier Wänden wohlfühlen, sondern auch draussen. Deswegen ist das Wasser in Winnenden an jeder Ecke präsent, ob durch die Aufwertung des ökologisch sensiblen Zipfelbachs und der Talaue oder durch ein oberflächiges in den Freiraum integrierten Regenwassermanagement, das aus dem Sammeln, Ableiten, Rückhalten und Reinigen des Regenwassers besteht: Pflasterrinnen führen das von Dächern und Verkehrsflächen abgeflossene Regenwasser weiter zur 820 m² grossen Seekaskade (1) mit einem Retentionsvolumen von 160 m³ im Zentrum der Siedlung oder in die Retentionsaue am nordöstlichen Siedlungsrand. Gebäudeeingänge, Strassen

und Retentionsflächen sind in ihrer Höhen so aufeinander abgestimmt, dass das Oberflächenwasser ohne Schadensfall und wohl verteilt abfliessen kann. Die Retentionsauen im Süden (2) und Nord-Osten (3) der Siedlung ist hauptsächlich für die Ableitung, temporären Rückhaltung und Reinigung des Regenwassers zuständig. Sie kann bei Hochwasser kontrolliert überfluten werden und unterstützt somit den Überflutungsraum des Zipfelbachs. Durch Absenkung an gewissen Stellen der Uferböschung, Aufweitung des Bachprofils und einer standorttypischen Bepflanzung wurde dem Bach entlang des Fussweges seine natürliche Form und Funktion zurückgegeben (Grau et al. 2018).

Literaturverzeichnis

Stuttgarter Zeitung (25.02.2020): Winnenden: Südliche Ansichten in Sachen Städteplanung. Online verfügbar unter <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt/winnenden-suedliche-ansichten-in-sachen-staedteplanung.8f2d3062-343e-4f57-a63b-491b79d810f1.html>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2020, zuletzt geprüft am 25.02.2020.
Grau Dieter; Dreiseitl Julia (2018): Planen mit Wasser in der Stadt – Treffpunkt Kommune. Online verfügbar unter <https://www.treffpunkt-kommune.de/planen-mit-wasser-in-der-stadt/>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2020, zuletzt geprüft am 25.02.2020.
Landschaftsarchitektur heute (25.02.2020): Arkadien Winnenden. Online verfügbar unter <https://www.landschaftsarchitektur-heute.de/projekte/details/2756>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2020, zuletzt geprüft am 25.02.2020.

Bilderverzeichnis

Abb.1 <https://www.geoportal-bw.de/>
Abb.2 Google Earth Pro
Abb.3 <https://media.treehugger.com/assets/images/2012/03/arkadien-winnenden-germany-ecocity-street-plan.jpg>
Abb.4 Google Earth Pro
Abb.5 https://competitionline-images.imgix.net/image/7/9/1/a/7/5/9/e/791a759e7dc3bf48798114bf0c839e91_1.jpg?fit=crop
Abb.6 https://www.treffpunkt-kommune.de/wp-content/uploads/2019/02/web_DR-6-Winnenden.jpg



Abb.2 Luftansicht der Siedlung Arkadien in Winnenden



Abb.3 3D-Visualisierung der Siedlung

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasserflächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Koordinaten:

1: 48°52'25.62"N, 9°23'36.24"O 2: 48°25'22.45"N, 9°23'36.10"O

3: 48°52'29.08"N, 9°23'38.18"O

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 820* 2: 420^ 3: 340^

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 160* 2: 210* 3: 100^

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 0.20 2: 0.50 3: 0.30

* Grau et al. 2018

^Ermittelt durch ILF

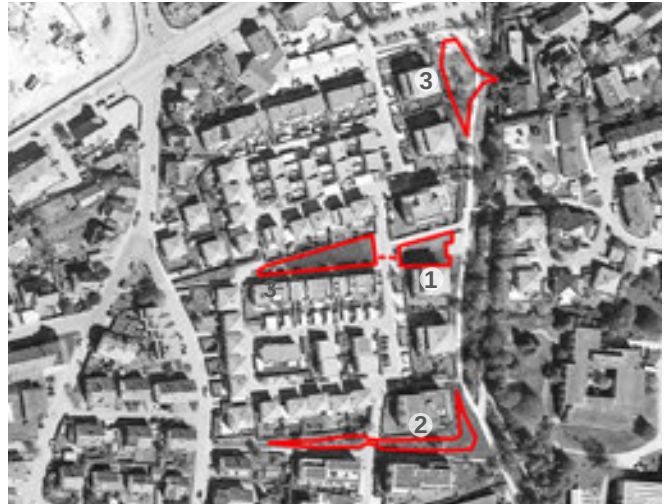


Abb.4 Ein künstlicher See im Zentrum und zwei Retentionsgraben

Künstlicher See, Rückhaltebecken und -graben

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
								offene Wasserfläche, Teichanlage (nicht versickerungsfähig)
			---					Rückhaltebecken



Abb.5 Die Seekaskade ist das Rückgrat der Siedlung Arkadien.



Abb.6 Aue: Ableitung, Rückhaltung und Reinigung des Regenwassers

Bishan-Ang Mo Kio Park

Quartier Ang Mo Kio - Singapur

Jahresniederschlag [mm]: 2374
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 27.1
Höhenlage [m ü. M.]: 5.00
Anzahl Einwohner pro km²: 7500
Planung: Atelier Dreiseitl, CH2M Hill+
Fertigstellung: 2012+
Baukosten Park [USD]: 60 Mio. *
Fläche (Park) [ha]: 62+
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 75+
Versiegelungsgrad [%]: 9+
Wohntypologie Quartier: Wohnblock, Hochhaus



Abb.1 Der Bishan-Ang Mo Kio Park, im Osten das Wasserreservoir

Der Bishan Park ist ein Grossprojekt, das sich neben einer behutsamen Umgestaltung der Grünanlage hauptsächlich dem Thema Wasser widmet: Die in den 1970er Jahren noch vorherrschenden unterirdischen Wasserleitungen und linearen Betonkanäle wurden abgerissen und durch einen mäandrierenden Flusslauf ersetzt. Der Park wurde zu einem Vorzeigebauwerk für blau-grüne Infrastrukturen.

Die grosse Herausforderung war, mit schwankenden Wasserständen und periodischen Überflutungen des Kallang River (1) umzugehen und gleichzeitig einen Erholungsort und Erlebnispark für die Gesellschaft zu erschaffen. Dabei fungiert ein bis zu 100 Meter breiter Parkstreifen als Überflutungszone, was für das

umliegende Stadtgebiet als Hochwasserschutz dient (Wolf Sabine 2013). Das grösste stehende Gewässer ist mit über einer Hektar Fläche der Landschaftsteich (2), der über eine Serie von Kaskaden, u.a. über das Reinigungsbiotop in den Kalang River geleitet wird. Auch zu erwähnen ist der Lotusgarten, der mit dem Lotusteich (3) Lebensräume für viele Libellen- und Vogelarten bietet und der Wasserspielplatz (4), wo die Kinder Wasser als wertvolles Gut schätzen lernen (o.J. N.N. your guide to Bishan-Ang Mo Kio Park). Zudem kann Regenwasser in grossem Stile gespeichert werden und nach entsprechender Aufbereitung, etwa durch das aus vielen Feuchtezellen bestehende Säuberungsbiotop (5), als Trinkwasser genutzt werden (Wolf Sabine 2013).

Literaturverzeichnis

Wolf, Sabine (2013): Bishan-Ang Mo Kio. In: anthos – Zeitschrift für Landschaftsarchitektur. 02/2013. 15ff.

Wikipedia (2019): Bishan Park. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=184021218>, zuletzt aktualisiert am 22.09.2019, zuletzt geprüft am 07.10.2019.

(N.N., o.J.): your guide to Bishan-Ang Mo Kio Park [Elektronische Version].

Bilderverzeichnis

Abb.1 <https://one-million-places.com/wp-content/uploads/2013/04/reiseberichte/asien/singapur/singapur-in-google-maps.jpg>

Abb.2 google Earth

Abb.3 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Singapore_Bishan_Park_Aerial.jpg

Abb.4 google Earth

Abb.5 https://de.wikipedia.org/wiki/Bishan_Park#/media/Datei:Bishan_Park_vor_und_nach_renaturierung.jpg

Abb.6 https://www.asiaone.com/sites/default/files/original_images/Jan2017/20170124_WaterLevelatKallangRiveratBishanAngMoKioPark_TNP.jpg



Abb.2 Der Bishan-Ang Mo Kio Park inmitten von Singapur



Abb.3 Ähnlichkeiten mit dem Central Park in New York sind ersichtlich.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Wasserkörperfläche (im Park) [m²]: 170000 ^
Wasserkörpervolumen [m³]: 425000 *
mittlere Wassertiefe [m]: 2.5 *

^Ermittelt durch ILF *nach Schätzung ILF

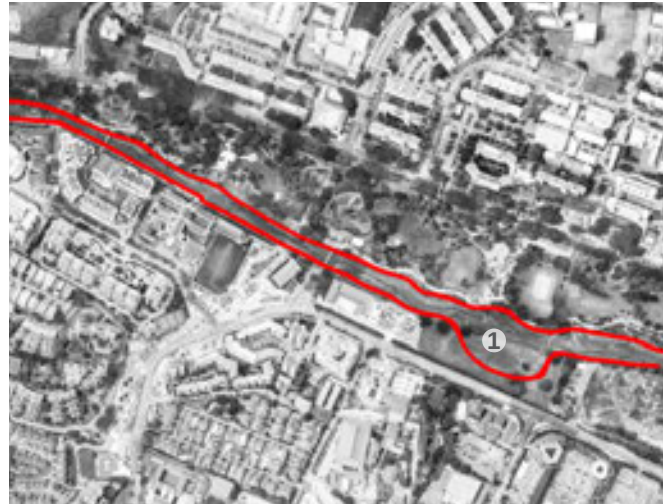


Abb.4 Ein Ausschnitt des Gewässerraums des Kallang Rivers (1)

Kallang River, temporär überfluteter Fluss

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
			--					

Fließgewässer mit
Rückhalteraum



Abb.5 Früher: Ein Betonkanal mit kaum Fassungsvermögen



Abb.6 Heute: Überflutungen des Kallang River sind gewollte Szenen.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befes-
tigtem Untergrund

2: 1°21'54.18"N, 103°50'13.19"O 3: 1°22'00.09"N, 103°49'58.01"O
Wasserkörperfläche [m²]: 2: 12000 3: 1700 ^
Wasserkörpervolumen [m³]: 2: 12000 3: 1700 *
mittlere Wassertiefe [m]: 2: 1.00 3: 1.00

^Ermittelt durch ILF *nach Schätzung ILF

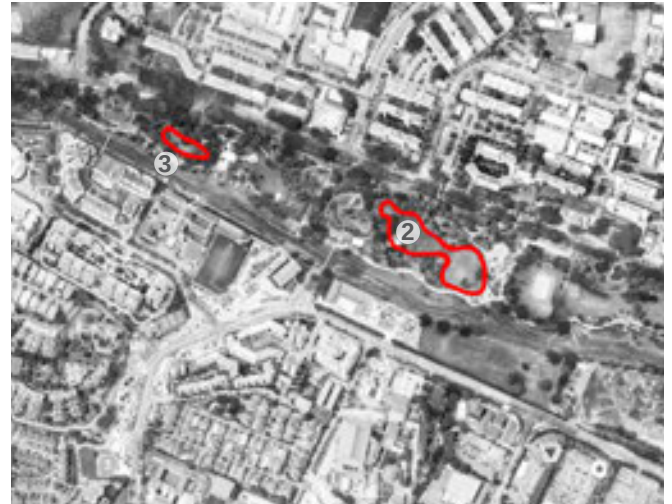


Abb.7 Landschaftsteich (2) und Lotusteich (3)

Landschafts- und Lotusteich

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

offene Wasserfläche,
Teichanlage
(nicht versickerungsfähig)

Abb.7 google Earth

Abb.8 google Earth street view

Abb.9 <https://thumbs.dreamstime.com/b/lotus-blumen-auf-dem-teich-chiba-japan-minato-park-lotosblumen-148327666.jpg>



Abb.8 Dieser Landschaftsteich hat die Masse eines kleinen Sees.



Abb.9 Schöne Blütenpracht im Lotusteich

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befest-
tigtem Untergrund

4: 1°21'53.36"N, 103°50'17.98"O 5: 1°21'55.72"N, 103°50'07.94"O
Wasserkörperfläche [m²]: 4: 1160 5: 5000 ^
Wasserkörpervolumen [m³]: 4: 116 5: 1000 *
mittlere Wassertiefe [m]: 4: 0.10 5: 0.20

^Ermittelt durch ILF *nach Schätzung ILF



Abb.10 Wasserspielplatz (4) und Reinigungsbiotop (5)

Reinigungsbiotop und Wasserspielplatz

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

		---	---					

Rückhaltebecken

Wasserspielplatz
permanent

Abb.10 google Earth

Abb.11 <https://media.timeout.com/images/105466607/630/472/image.jpg>

Abb.12 <https://i.pinimg.com/originals/f8/04/25/f804256e3a1b7462fe06b3f1f405eb1b.jpg>



Abb.11. Kinderparadies: Wasserspielplatz im Bishan-Ang Mo Kio Park



Abb.12 Das Reinigungsbiotop leitet Wasser weiter und reinigt es.

Opfiker Glattpark

Quartier Glattpark - Stadt Opfikon
Kanton Zürich - Schweiz

Jahresniederschlag [mm]: 1085
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.3
Höhenlage [m ü. M.]: 423.20
Anzahl Einwohner Quartier: 12000*
Architekten: Büro Kiefer, Berlin*
Fertigstellung: 2006*
Baukosten Park [CHF]: 16.5 Mio.*
Fläche (Park) [ha]: 12.80*
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 70^
Versiegelungsgrad [%]: 15^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

*Glattpark Opfikon 2018
+NZZ 09.03.2018
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Glattpark liegt genau an der Grenze zu Zürich Oerlikon.

Der See ist das prägende Element des Opfiker Parks, dessen Wasserverlust wegen einer Seeabdichtung, die aus lehmigem Boden besteht, äusserst gering ist. Das Wasser kommt von direktem Niederschlag, vom Zustrom des Dachwassers der umliegenden Häuser sowie bei Trockenheit über das Grundwasser. Das überschüssige Wasser wird als Hochwasservorsorge mit einem Überlauf in die Glatt geleitet. Ansonsten verdunstet viel über die Wasseroberfläche, was zu einem angenehmeren Mikroklima der Umgebung führt. Ähnlich wie die Funktion von kleinen Kläranlagen entzieht Schilf dem Wasser Nährstoffe und bewahrt das Gewässer so vor entsprechendem Überschuss, womit

die Badewasserqualität erhalten bleibt. Die Badenden teilen den See mit einer Vielzahl von Lebewesen, die mithelfen, das Gewässer sauber zu halten. Ein künstlich erhaltener Wasserkreislauf leitet das nährstoffarme Wasser wieder zurück in den See und bringt dadurch Bewegung hinein, was grossen Populationen von Stechmücken entgegenwirkt.

Angesichts der verdichteten Bauweise leistet der Opfiker Park einen wichtigen Beitrag zur Freizeitgestaltung und bietet Naherholungssuchenden verschiedene Nutzungsmöglichkeiten. Die Lebewesen erlauben zudem direkt vor der Haustüre ein einzigartiges Naturerlebnis (Glattpark Opfikon 2018).

Literaturverzeichnis

Glattpark Opfikon (2018): Portrait. Online verfügbar unter <http://www.glattpark.ch/opfikerpark/index.php?f=portrait>, zuletzt geprüft am 04.10.2019.

NZZ (09.03.2020): Woher kommt es, dass in Opfikon deutlich mehr junge Menschen leben als in der restlichen Deutschschweiz? Online verfügbar unter <https://www.nzz.ch/schweiz/die-stadt-der-jungen-ld.1400992>, zuletzt aktualisiert am 16.07.2018, zuletzt geprüft am 09.03.2020.

Bilderverzeichnis

Abb.1 map.geoadmin.ch

Abb.2 map.geoadmin.ch

Abb.3 https://review.halter.ch/images/d7a94259.gal_luftbild-glattpark.jpg

Abb.4 map.geoadmin.ch

Abb.5 <https://img.nzz.ch/S=W1120/O=75/http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/nzz-img/2011/05/27/1.10718204.1306475699.jpg>

Abb.6 <https://www.db-bauzeitung.de/wp-content/uploads/5/9/590135.jpg>



Abb.2 Luftansicht des Opfiker Glattparks.



Abb.3 Dicht bebaute Strukturen treffen auf offene Flächen.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Koordinaten: 2'684'913, 1'252'834
Wasserkörperfläche [m²]: 22550 *
Wasserkörpervolumen [m³]: 69000 *
mittlere Wassertiefe [m]: 3 *

*Glattpark Opfikerpark o.J., N.N.



Abb.4 Der künstliche See rot eingrahmt

Rückhaltebecken, künstlicher See

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
			--					

Rückhaltebecken



Abb.5 Die strenge Linie des Schilfs kennzeichnet die Stadtgrenze.



Abb.6 Beton und Schilf ziehen klare Grenzen zum Wasser.

Park Liebefeld

Quartier Liebefeld - Gemeinde Köniz
Kanton Bern - Schweiz

Jahresniederschlag [mm]: 940
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 8.4
Höhenlage [m ü. M.]: 577.00
Anzahl Einwohner Quartier: 6000*
Architekten: Mettler Landschaftsarchitekten°
Fertigstellung: 2009+
Baukosten Platz [CHF]: 2.5 Mio.+
Fläche (Platz) [ha]: 3.60+
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 77^
Versiegelungsgrad [%]: 10^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

*Gemeinde Köniz o.J.a
oGemeinde Köniz o.J.b
+Gemeinde Köniz o.J.c
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Park Liebefeld liegt in der Gemeinde Köniz BE.

Eine wichtige Bedingung in der Projektausschreibung des Park Liebefeldes war Wasser an der Oberfläche zu halten. So ist nun das Wasser durch zwei Gewässertypologien vertreten: da gibt es einen Teich und ein Muldensystem. Die Mulden sind mittels Edelstahlrohren miteinander verbunden und nehmen bei Starkniederschlägen das Wasser, das auf den Flachdächern der Wohnüberbauung anfällt, auf und können teilweise über mehrere Stunden Wasserflächen bilden, doch ohne Niederschlag liegen sie trocken (Gasser 2019). Die Mulde, welche am nächsten beim Weiher liegt, ist eine Sumpf- und Flachwasserzone und dient der Regene-

ration des von der Siedlung ankommende Wassers, von wo es dann direkt weitergeleitet wird. Neben dem Wasser aus diversen Brunnen und aus direktem Niederschlag sichert dies die konstante Wasserspiegellage des Weihers, auch in Trockenzeiten (Heinzer (2007). Seine Böschungen wurden mit Abstufungen von jeweils 20 cm gebaut. Im Winter muss der Teich abgesperrt werden, da aufgrund Schneefall nicht mehr erkannt werden kann, wo der Teich beginnt. Zudem wurden Karpfen ausgesetzt, die eine Problem für die Wasserqualität darstellen, da der Teich zum Baden genutzt wird (Gasser, 2019).

Literaturverzeichnis

Gemeinde Köniz (o.J.a): 3097 Liebefeld. Online verfügbar unter <https://www.koeniz.ch/wohnen/gemeindeportraet/ortsteile-von-koeniz/3097-liebefeld.page/157>, zuletzt aktualisiert am 02.04.2020, zuletzt geprüft am 06.04.2020.
Gemeinde Köniz (o.J.b): Geschichte Park. Online verfügbar unter <https://www.koeniz.ch/freizeit/liebefeld-park/geschichte-park.page/561>, zuletzt aktualisiert am 03.04.2020, zuletzt geprüft am 06.04.2020.
Gemeinde Köniz (o.J.c): Liebefeld Park. Online verfügbar unter <https://www.koeniz.ch/freizeit/liebefeld-park/liebefeld-park.page/519>, zuletzt aktualisiert am 02.04.2020, zuletzt geprüft am 06.04.2020.
Gasser, Markus. (2019). Interview. Abteilung Umwelt und Landschaft Köniz, Dienstzweig Landschaft. 2
Heinzer, Markus (2007): Park in Liebefeld, Kredit. Bericht und Antrag des Gemeinderates an das Parlament [Elektronische Version]. Gemeinde Köniz

Bilderverzeichnis

Abb.1 map.geoadmin.ch
Abb.2 map.geoadmin.ch
Abb.3 <https://www.koeniz.ch/public/upload/assets/8459/rendition/zoom.jpg>
Abb.4 map.geoadmin.ch
Abb.5 ILF
Abb.6 ILF



Abb.2 Luftansicht des Park und der Siedlung Liebefeld



Abb.3 Aufnahme während dem Bauprozess des Parks

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Koordinaten:

1: 2°59'58"602, 1°19'57"595 2: 2°59'58"586, 1°19'57"453

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 3100* 2: 3149 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 210 2: 50 +

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 2.00 2: 1.00 +

*heiner 2007: 2 ^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF



Abb.4 Zwei Typologien: Teich (1) und eine Muldenkaskade (2)

Schwimmteich und Versickerungsmulden

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
								offene Wasserfläche, Teichanlage (nicht versickerungsfähig)
			---					Rückhaltebecken



Abb.5 Ein kleiner Brunnen spendet dem Teich Wasser.



Abb.6 Eine der fünf miteinander verknüpften Muldenkaskaden

Potsdamer Platz

Quartier Potsdamer Platz - Stadt Berlin
Bundesland Berlin - Deutschland

Jahresniederschlag [mm]: 570
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.1
Höhenlage [m ü. M.]: 37.00
Anzahl Einwohner Quartier: 20000*
Planung: ARGE Dreiseitl, Piano, Kohlbecker*
Fertigstellung: 1998*
Baukosten blaue Infrastruktur [EUR]: 9 Mio.*
Fläche (Platz) [ha]: 6.80*
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 18*
Versiegelungsgrad [%]: 64*
Wohntypologie Quartier: Wohnblock, Hochhaus

+Wikipedia 2019
*Kintat o. J.
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Potsdamer Platz liegt an den Tiergarten.

Der Potsdamer Platz ist zum grössten Teil versiegelt. Doch neben den vielen Grossbauten, Strassen und harten Plätzen besteht eine Grünfläche von 1.20 ha und eine ebenfalls so grosse Wasserfläche. Diese ist wegen ökologischen Funktionen durch Regenwasserrückhaltung, kleinklimatischer Effekte, aber auch wegen einer attraktive Freiraumgestaltung enorm wichtig. Das Regenwasserkonzept besteht aus dem Sammeln der Wassermenge durch extensiv begrünte Flachdächer, die zusammen eine Fläche von 3.20 ha aufweisen und der Weiterleitung in Zisternen mit einer Speicherkapazität von 2600 m³, um sie als Brauchwasser z.B. für Toilettenspülung zu nutzen. Die Priorität liegt jedoch in der Speisung des künstlichen Sees, der als

reinigende Massnahme umgewälzt wird. Er besteht aus dem Hauptgewässer (1), Nord- bzw. Piazzagewässer (2, 3) und Südgewässer (4), wobei der tiefste Punkt auf der Piazza beim Marlene-Dietrich-Platz liegt. In der Umgebung ist das Versickern nicht möglich und der Landwehrkanal darf nicht die volle Wassermenge direkt aufnehmen, der maximale Regenwasserabfluss ist auf 3 l/s begrenzt.

Die Böschungen sind teils mit Kies und Sand aufgeschüttet oder oft mit senkrecht stehenden Natursteinanten ausgebildet, um die variable Wassertiefe von 25 cm bis zu 1.75 m optisch ausgleichen. Bei einer sehr hohen Wasserqualität kann ruhig mal an ein Bad gedacht werden (Kintat o.J.: 10).

Literaturverzeichnis

Wikipedia (2019): Potsdamer Platz. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=192249245>, zuletzt aktualisiert am 24.09.2019, zuletzt geprüft am 07.10.2019

Kintat Susann (o. J.): Potsdamer Platz. Wasserkonzept [Elektronische Version]. Bauhaus Universität Weimar.

Kieling, Sven (2001): Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung [Elektronische Version]. Potsdamer Platz, SEB Asset Management.

Bilderverzeichnis

Abb.1 https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/planwerke/pix/innere_stadt/download/schwarzplan_bestand_2010_und_plw_innere_stadt_5000pix.jpg

Abb.2 Google Earth Pro

Abb.3 <https://potsdamerplatz.de/wp-content/uploads/2018/12/AreaMap.jpg>

Abb.4 Google Earth Pro

Abb.5 https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/wasser/regenwasser/pix/Potsdamer-Platz_Foto_Andreas-FranzXaver-Suess_1200.jpg

Abb.6 <https://img.fotocommunity.com/piano-see-berlin-e219e9f3-ce4b-4643-af22-fe45ca5c45c3.jpg?height=1080>



Abb.2 Luftansicht des Potsdamer Platzes.



Abb.3 Der Potsdamer Platz, hervorgehoben mit Farbe.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befe-
stigten Untergrund

Koordinaten:

1: 52°30'21.83"N, 13°22'18.39"O 2: 52°30'29.47"N, 13°22'19.34"O
3: 52°30'27.42"N, 13°22'20.07"O 4: 52°30'18.52"N, 13°22'21.34"O

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 1070 2: 716
3: 9378 4: 1878 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 482 2: 251
3: 164124 4: 2686 +

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 0.45 2: 0.35
3: 1.75 4: 1.43 +

^Ermittelt durch ILF +Kieling 2001



Abb.4 Die gesamte Wasserfläche besteht aus vier Teilen.

Rückhaltebecken, künstlicher See

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
			--					

Rückhaltebecken



Abb.5 Wasser ist das zentrale Element des Potsdamer Platzes.



Abb.6 Die Galileo-Skulptur über dem Wasser als Blickfang

Quartier Vauban

Vauban - Freiburg im Breisgau
Baden Württemberg - Deutschland

Jahresniederschlag [mm]: 887
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 10.4
Höhenlage [m ü. M.]: 278.00
Anzahl Einwohner Quartier: 5000+
Architekten: ARGE Kohlhoff+Kohlhoff+
Fertigstellung: 2010+
Investitionskosten Mulden-Rigolensystem [EUR]: 1.62 Mio.*
Fläche (Platz) [ha]: 41+
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 59^
Versiegelungsgrad [%]: 20 (Restfläche = Flachdächer)^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

+Urbanitarian o.J.
*Jackisch 2013: 77
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Quartier Vauban am südlichen Ende von Freiburg im Breisgau

Auf einem ehemaligen Kasernengelände steht heute das Siedlungsquartier Vauban, dessen Gesamtkonzept der Oberflächenentwässerung aus zwei Komponenten besteht. Zum einen besteht eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung, die aus einer Vielzahl an begrünten Einstaudächern, Regenwasserrinnen für das Abführen des Dachwasser und der Versickerung vor Ort von öffentlichen und privaten Flächen über Oberboden oder durchlässige Beläge besteht. Aber der wesentliche Teil der Entwässerung geschieht über ein weitläufiges Mulden-Rigolen-System. Es besteht aus zwei parallel zueinander laufende Hauptstränge, welches das bei Starkniederschlägen vor Ort anfallende Regenwasser an der Oberfläche zwischenspeichert und es allmählich in den Rigolen-Körper versickern

lässt. Die Mulden-Rigolen sind durch Überlaufschwellen und unter Strassen mittels Verrohrungen miteinander verknüpft. Die Speicherräume sind mit Kies, Plastikhohlkörper oder mit beiden Bestandteilen gefüllt. Versickern kann das Wasser über eine 0.50 m mächtige Oberboden- und 0.20 m dicken Feinsandschicht, wodurch gleichzeitig ein gewisser Schadstoffrückhalt gewährleistet wird. Wird das Rückhaltevolumen bei sehr starken Niederschlagsereignissen überschritten, wird das Wasser zuerst in eine Mulde transportiert, um es dann über einen Überlauf in den Dorfbach abzu-leiten. Die privaten Grundstücke zeichnen sich durch die schon erwähnten Gründächern, aber auch durch eine üppige Begrünung und durch die Installation von Wasserzisternen aus (Jackisch 2013; 14ff).

Literaturverzeichnis

Jackisch, Nicole (2013): Evaluierung der Regenwasserbewirtschaftung im Vaubangelände. unter besonderer Berücksichtigung von Gründächern und Vegetation. [Elektronische Version], 14ff, 77
Urbanitarian (o.J.): Vauban | Kohlhoff & Kohlhoff | Freiburg. Online verfügbar unter <http://urbanitarian.com/portfolio/vauban-kohlhoff-kohlhoff-freiburg/>, zuletzt aktualisiert am 06.04.2020, zuletzt geprüft am 06.04.2020.

Bildverzeichnis

Abb.1 www.mapz.com/map?lat=47.9960901&layers=osm&lon=7.8494005&zoom=16#next=%2Fexport%2Fcreate%3Fwith_layers%3Dtrue%26view%3Ddownload
Abb.2 google Earth
Abb.3 https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/documents_E1737780306/freiburg/daten/bauen/vauban/Luftbilder_Download/Luftbild_2008.jpg
Abb.4 google Earth
Abb.5 <https://i.pinimg.com/originals/16/ca/06/16ca0685bdf0ab13a1579cca078d0f04.jpg>
Abb.6 https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-1443044608/302643/Versickerungsgraben.jpg



Abb.2 Luftansicht des Quartiers Vauban in Freiburg im Breisgau

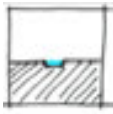


Abb.3 Entwässerungsplan des Quartiers Vauban

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasserflächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund



offene Wasserführung

Koordinaten Quartier Vauban: 47°58'33.97"N, 7°49'18.20"E
Wasserkörperfläche [m²]: 1: 3600 ^
Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 1800 +
mittlere Wassertiefe an Oberfläche [m]: 1: 0.50 +
Laufmeter Regenwasserrinnen [m]: 1800 ^

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF



Abb.4 Mulden-Rigolen-Systeme MRS (1) und Regenwasserrinnen (2)

Mulden-Rigolensystem und oberirdische Rinnen

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
		---	---					
		---	---					

Mulden-Rigolensystem

Oberirdische Rinne
(nicht versickerungsfähig)



Abb.5 Geschwungene Regenwasserrinnen leiten das Dachwasser...



Abb.6 ...in die zwei Hauptstränge, in Form von Mulden-Rigolen.

Scharnhäuser Park

Scharnhäuser Park - Ostfildern
Baden-Württemberg - Deutschland

Jahresniederschlag [mm]: 713
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9
Höhenlage [m ü. M.]: 377
Anzahl Einwohner Stadtteil: 8.500 +
Planer: Ramboll Studio Dreiseitl *
Fertigstellung: 2004 *
Baukosten Stadtteil [EUR]: 1.144 Mia.+
Fläche Stadtteil [ha]: 140 +
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 54 +
Versiegelungsgrad [%]: 46 +
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

+Ruth 2017: 45
*Landschaftsarchitektur heute o.J.



Abb.1 Der Scharnhäuser Park am südlichen Zipfel von Ostfildern

Der Scharnhäuser Park ist das Ergebnis einer Ausstockung eines Kaserneareals innerhalb von 20 bis 25 Jahren. Durch eine konsequente Integration der Bevölkerung ist nicht etwa eine Retortenstadt entstanden sondern ein Stadtteil mit grosszügigen Erholungsräumen und gesicherten historischen wie auch ökologischen Werten. Früher wurden nach dem klassischen Mischsystem entwässert, was zur Belastung der Kläranlagen mit großen Mengen an eigentlich sauberen Regenwasser führte. Die heutige Methode des Trennsystems wurde im Scharnhäuser Park neu definiert: Das zentrale städtebauliche Element stellt die Landschaftstreppe (1) dar, welche ein grossflächiges Mulden-Rigolensystem darstellt und für ein 100-jähriges Hochwasserereignis dimensioniert ist. Im Extremfall

verhält sie sich dann wie ein Fluss, dessen Gefälle über Treppenstufen ausgeführt wird. Das Regenwasser kommt in erster Linie von den unzähligen Gründächern mit Einstaumöglichkeit her (2), aber auch von öffentlichen und privaten Strassen, Wegen und Plätzen. Diese geben das Wasser über ein Netzwerk von an der Oberfläche gehaltenen Rinnen (3), die hauptsächlich in den Grünzonen innerhalb der Siedlungen vorherrschen, und zu strassenbegleitende Retentionsgräben (4). Von dort aus geht das Wasser zu drei verschiedene offene Grasmuldensysteme, die es aufnehmen, stauen und für eine bestimmte Zeit zurückhalten. Dazu gehört die Hainretention (5), die Grünanlage Holzriesen (6) und die schon erwähnte zentrale Landschaftstreppe (Ruth 2017: 24).

Literaturverzeichnis

Ruth, Christoph (2017): Scharnhäuser Park. Ein neuer Stadtteil entsteht. [Elektronische Version]. 24, 45

Landschaftsarchitektur heute (o.J.): Scharnhäuser Park - Klimaanpassung. Online verfügbar unter <https://landschaftsarchitektur-heute.de/themen/klimaanpassung/details/3430>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2020, zuletzt geprüft am 21.04.2020.

Bilderverzeichnis

Abb.1 https://www.mapz.com/map#next=%2Fexport%2Fcreate%3Fwith_layers%3Dtrue%26view%3Ddownload

Abb.2 google Earth

Abb.3 Brückmann et al. Regenwasser als Ressource - eine interdisziplinäre Planungsaufgabe. Beispiele aus der Praxis, Online verfügbar unter https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/55afb8e8-8b12-49e8-928e-7db38ace6c46/PDFs/poster/P02_Finster_AU2018_Poster.pdf

Abb.4 google Earth

Abb.5 <https://seg-ostfildern.de/stadterneuerung/scharnhäuser-park/>

Abb.6 <https://mapio.net/images-p/79897130.jpg>

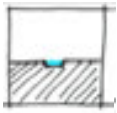


Abb.2 Das Quartier Scharnhäuser Park ist mit 140 ha grossflächig.



Abb.3 Entwässerungsplan des Scharnhäuser Parks

Gewässertypologie



offene Wasserführung

Koordinaten Landschaftstreppe: 48°43'3.88"N, 9°16'14.87"O
 Wasserkörperfläche [m²]: 31490 ^
 Wasserkörpervolumen [m³]: 15745 +
 mittlere Wassertiefe an Oberfläche [m]: 0.50 +
 Dachfläche [m²]: 91068 ^

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

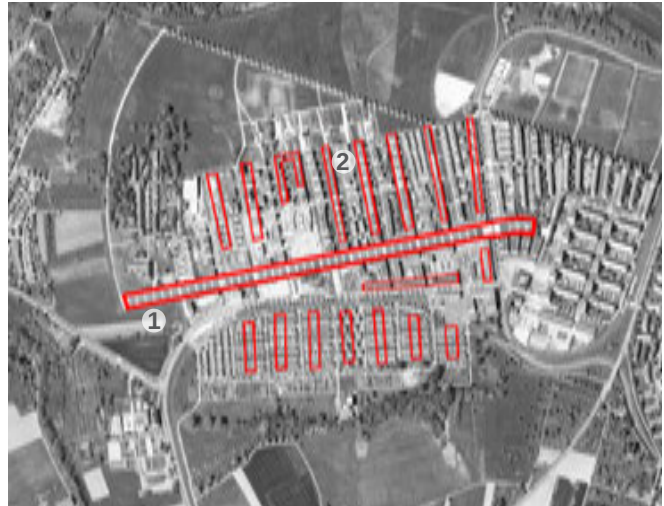


Abb.4 Landschaftstreppe (1) und Flachdächer vereinfacht (2)

Mulden-Rigolensystem, erhält Wasser von Flachdächern

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
		---	---					

Mulden-Rigolensystem

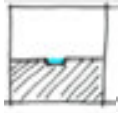


Abb.5 Unzählige Dachflächen liefern einen beträchtlichen Teil...



Abb.6 ...des Wassers, das die Landschaftstreppe zu füllen vermag.

Gewässertypologie



offene Wasserführung

Laufmeter Regenwasserrinnen [m]: 6000[^]

[^]Ermittelt durch ILF



Abb.7 vereinfachte Darstellung des Wasserrinnennetzes (3)

Oberirdische Rinnen

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
		---	---					

Oberirdische Rinne
(nicht versickerungsfähig)

Abb.7 google Earth

Abb.8 Brückmann et al. Regenwasser als Ressource - eine interdisziplinäre Planungsaufgabe. Beispiele aus der Praxis, Online verfügbar unter https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/55afbae8-8b12-49e8-928e-7db38ace6c46/PDFs/poster/P02_Finster_AU2018_Poster.pdf

Abb.9 <https://zinco-usa.com/sites/default/files/2019-05/blue4.jpg>

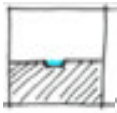


Abb.8 Ein Netzwerk aus offenen Rinnen verteilt das Dachwasser...



Abb.9 ...von den Siedlungsgrünräumen weiter zu...

Gewässertypologie



offene Wasserführung

Koordinaten Hainretention: 48°43'21.53"N, 9°16'12.43"O
Wasserkörperfläche Auenretention[m²]: 12190 ^
Wasserkörpervolumen [m³]: 6095 +
mittlere Wassertiefe an Oberfläche [m]: 0.50 +
Laufmeter Strassenbegleitretention [m]: 6150 ^

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

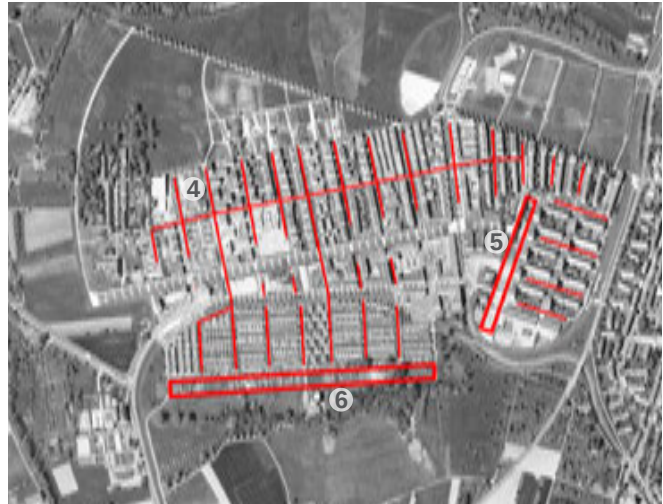


Abb.10 Strassenbegleitende Retention (4), Hainretention (5) und Grünanlage Holzwiesen (6)

Retentinsgraben und -becken

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
		---	---					

Mulden-Rigolensystem

Abb.10 google Earth

Abb.11 <https://docplayer.org/51455661-Fachtagung-regenwasser-zuerich-stadtplanung-und-integriertes-regenwassermanagement-heringehensweise-sowie-beispielprojekte.html>

Abb. 12 <https://ramboll.com/-/media/images/rde/water/stu/scharnhauser-park/scharnhauser-park-liveability-1360x765.jpg?mw=640>



Abb.11 ...strassenbegleitenden Retentionsgräben, die es dann zu...



Abb.12 ...Mulden-Rigolensysteme (hier die Hainretention) weiterleiten.

Tåsinge Plads

Ydre Østerbro - Kopenhagen
Hovedstaden - Dänemark

Jahresniederschlag [mm]: 621
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 8.4
Höhenlage [m ü. M.]: 10.00
Einwohnerdichte / km² Quartier: 7.232⁺
Architekten: GHB Landskabsarkitekter*
Fertigstellung: 2014[^]
Baukosten Platz [DKK]: 11.5 Mio.*
Fläche (Platz) [ha]: 0.60[^]
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 27[^]
Versiegelungsgrad [%]: 63[^]
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

+Wikipedia o.J.
*GHB Landskabsarkitekter o.J.
[^]Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Tåsinge Plads liegt gleich nördlich des Fælledparken.

Der Tåsinge Plads erzählt die Geschichte eines einfachen Wasserzyklus: Regen fällt auf den Boden und nimmt den einfachsten Weg zum niedrigsten Punkt, wo es entweder versickert oder verdunstet. Er bietet neben den technischen Feinheiten der Entwässerung ein Ort der sozialen Interaktion. Nach dem Abbruch von 1000 m² Asphalt ist der ehemalige Veranstaltungsort nun viel grüner. Auf dem "Plaza", das Zentrum des Tåsinge Plads, stehen zwei Typen von Skulpturen, die die Präsenz von Wasser symbolisieren; Regenschirme, die den Regen aufsammeln und vor ihm Schutz bieten, und Regentropfen, die mit ihrer Metall-Patina den Himmel reflektieren und die Leute zum anfassen und beklettern animieren. Unter ihnen stehen grosse

Regenwasser-Zisternen, die das von den umliegenden Gebäudedächern gesammelte Wasser aufnehmen. Dabei sickert es durch Sickerrohre unter den Platz, wobei einige Säuberungsstationen durchlaufen werden. Durch mit Füßen betriebenen Pumpen wird es über die grössten Wassertropfen hinaus freigegeben. Über verschiedene Hindernisse gelangt es dann zum niedrigsten Punkt des Platzes, der sogenannte Regenwald, der mit seiner üppigen Vegetation aus feuchtigkeitsliebenden Erlen, Weiden und Gräserarten auffällt. Dort versickert es langsam. Durch diese abwechslungsreiche Umgebung wird das Wasser auf verschiedene Weisen erlebbar und ist für die Kinder zudem eine faszinierende Lernumgebung (Klimakvarter o.J.).

Literaturverzeichnis

Wikipedia (o.J.): Kopenhagen. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Kopenhagen>, zuletzt aktualisiert am 25.04.2020.000Z, zuletzt geprüft am 05.05.2020.
GHB Landskabsarkitekter (o.J.): Tåsinge Plads. Online verfügbar unter <https://www.ghb-landskab.dk/projekter/taasinge-plads>, zuletzt aktualisiert am 05.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 05.05.2020.
Klimakvarter (o.J.): Tåsinge Plads. Online verfügbar unter <http://klimakvarter.dk/en/projekt/taasinge-plads/>, zuletzt aktualisiert am 05.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

Bildverzeichnis

Abb.1 <https://schwarzplan.eu/sp-wp/wp-content/uploads/2014/03/kopenhagen.gif>
Abb.2 google Earth
Abb.3 https://io8e.dk/ghb-landskab.dk/820x/f/fd/a76f/1665_7.jpg
Abb.4 google Earth
Abb.5 https://urbandevdevelopmentcph.kk.dk/sites/urbandevdevelopmentcph.kk.dk/files/styles/flexslider_full/public/uploaded-images/troelsheien_th70621_0.jpg?itok=azuSNHfW
Abb.6 ILF



Abb.2 Der Tåsinge Plads ist von Strassen und Blockrandbauten umrahmt.



Abb.3 Viele verschiedene Elemente schmücken den Tåsinge Plads.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befest-
tigtem Untergrund

Koordinaten:

1: 55°42'35.93"N, 12°34'5.72"E 2: 55°42'36.23"N, 12°34'6.99"E

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 20 2: 150 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 10 2: 150 +

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 0.50 2: 1.00 +

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

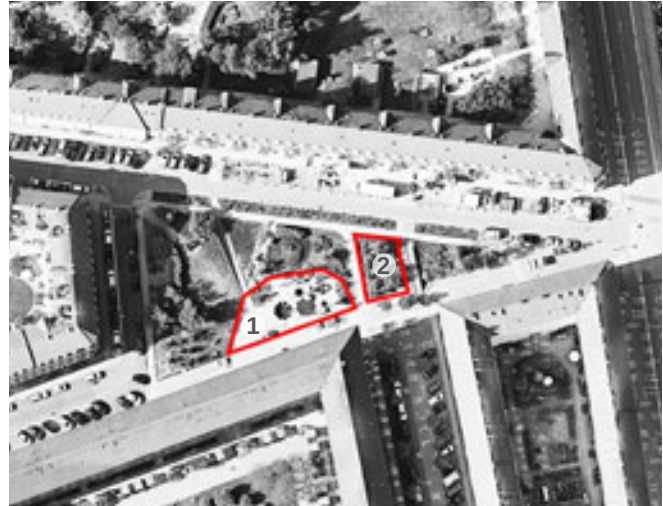


Abb.4 Der Plaza-Wasserspielplatz (1) und der Regenwald (2)

Wasserspielplatz und Versickerungsbecken

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
		---	---					

Wasserspielplatz
permanent

Versickerungsbecken



Abb.5 Spiel-Platten lassen Wasser aus dem Untergrund pumpen...



Abb.6 ..., das in der 'Regenwald - Senke' verweilt und versickert.

Turbinenplatz

Quartier Hard - Stadt Zürich
Kanton Zürich - Schweiz

Jahresniederschlag [mm]: 1085
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.3
Höhenlage [m ü. M.]: 403.00
Anzahl Einwohner Quartier: 5000*
Architekten: Décombes, Rampini*
Fertigstellung: 2003*
Baukosten Platz [CHF]: 8.4 Mio.*
Fläche (Platz) [ha]: 1.17^
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 5^
Versiegelungsgrad [%]: 43^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

*Jezler et al. 2013
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Turbinenplatz liegt in Zürich-West neben der Hardbrücke.

Der Turbinenplatz ist eigentlich weder Platz noch Park, sondern ein Hybridraum, im Groben bestehend aus grösseren und kleineren versickerungsfähigen Kiesflächen, welche durch einen grossen Betonplatz getrennt werden. Neben einer Bepflanzung aus Gräsern in kleineren Feldern und unregelmässig gesetzten Birken gibt es zwei nicht miteinander kommunizierende temporäre, abgesenkte und bepflanzte Sickerbecken, von denen das eine über einen kleinen Brunnen verfügt. Verweilen kann man auf Sitzstufen, die die Beckensohlen zugänglich machen, was das eine oder andere Naturerlebnis ermöglichen kann. Das auf dem Platz anfallende Regenwasser wird durch Gusseisen, die an Gleise erinnern, zu den Becken geführt und kann

auf natürliche Weise versickern und gleichzeitig die Pflanzen versorgen (Stadt Zürich 2019). Der Turbinenplatz ist zwar grösstenteils hart verbaut, unterstützt aber durch sickerfähige Beläge den natürlichen Wasserhaushalt und leistet mit Bäumen und üppigen Stauden einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas und zur Biovernetzung. Die Versickerungsbecken des Turbinenplatzes sind meistens trocken. Dies hat mit der wassersaugenden Bepflanzung, aber auch mit dem eher kleinen Einzugsgebiet zu tun. Stehendes Wasser ist selten anzutreffen. Bei einem Starkregenereignis gelangt das Überlaufwasser in die Regenwasserkanalisation (Stadt Zürich o.J.).

Literaturverzeichnis

Jezler, Annekathrin; Buehrle, Christian (2013): Turbinenplatz Zürich. Untersuchung eines Grünraumes
Stadt Zürich (o.J.): Turbinenplatz. Hg. v. Stadt Zürich. Online verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur-erleben/park-und-gruenanlagen/parkanlagen-von-az/turbinenplatz.html>, zuletzt aktualisiert am 04.09.2019, zuletzt geprüft am 04.10.2019

Bilderverzeichnis

Abb.1 map.geoadmin.ch
Abb.2 map.geoadmin.ch
Abb.3 http://landezine.com/wp-content/uploads/2017/03/ADR_008_Turbinenplatz_Zurich_03_ADR.jpg
Abb.4 map.geoadmin.ch
Abb.5 ILF
Abb.6 ILF



Abb.2 Luftansicht des Turbinenplatzes



Abb.3 Rinnen aus Gusseisen erinnern an industrielle Bahngleise.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Koordinaten:

1: 2'681'408, 1'249'345 2: 2'681'386, 1'249'300

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 262 2: 60 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 210 2: 50 +

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 0.80 2: 0.80 +

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

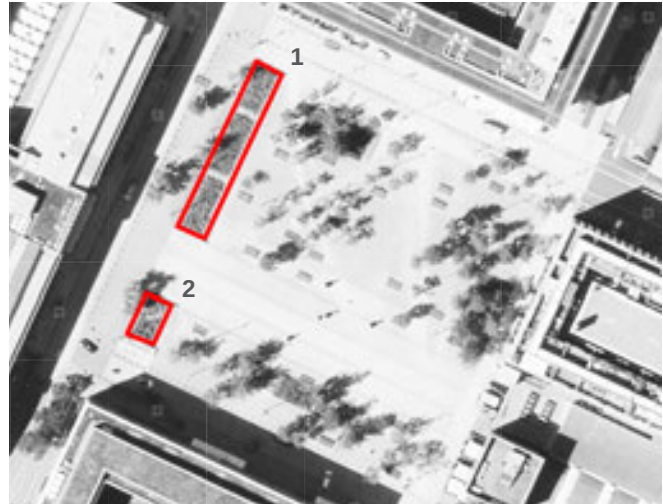


Abb.4 Die zwei Versickerungsbecken verortet und rot eingrahmt

Versickerungsbecken

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

Versickerungsbecken



Abb.5 Eine Wassertrinne zwischen üppigem Gras und Sitzstufen.



Abb.6 Ein kleiner Brunnen schmückt das kleinere Becken.

Water Square

Benthemplein - Rotterdam
Südholland - Holland

Jahresniederschlag [mm]: 782
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.6
Höhenlage [m ü. M.]: 2.00
Einwohnerdichte / km² Stadt: 2000+
Architekten: De Urbanisten*
Fertigstellung: 2013*
Baukosten Platz [EUR]: 4.5 Mio.*
Fläche (Platz) [ha]: 0.90*
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 17^
Versiegelungsgrad [%]: 83^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

+Wikipedia o.J.
*public space 2014
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Water Square liegt direkt neben dem Rottendamer HB.

Der "Wasserplatz" in Rotterdam ist eine Kombination aus zwei Strategien: Einerseits eine öffentliche Anlage und andererseits ein Regenwasserspeicher. Zwei seichte Becken kümmern sich um die Mengen, die in der unmittelbaren Umgebung anfallen, wobei das kleinste eine Insel als Bühne für Aufführungen in der Mitte hat (1) und das mittlere als flache Rampe für Skater um einen Pflanztrog herum Fläche bietet (2). Während sich die zwei kleineren Becken schneller mit Wasser auffüllen, bleibt das tiefere Becken (3) am längsten trocken, denn das Wasser wird in einem unterirdischen Auffangbecken angestaut und drückt erst an die Oberfläche, wenn der Pegel überschritten ist. Es ist wie ein Amphitheater mit einem Sportplatz und gegenüberliegenden ansteigenden Tribünen ausgestaltet.

Durch die unterschiedliche Größe der Becken kann die Wasseraufnahme und spätere Abgabe besser dosiert werden. Die drei Becken sind nicht mit dem Trennsystem der Kanalisation verbunden, sondern behalten das Regenwasser zurück. Dieses verdunstet dann oder wird in den nahegelegenen Kanal gepumpt. Um den Platz herum hat es ein Kirchendach und ein paar Flachdächer, die es zu entwässern gilt. Bei den Flachdächern war die Entwässerung etwas kompliziert, denn das Fallrohr wurde nicht wie bei der Kirche an das unterirdische Kanalnetz angeschlossen, sondern es tritt an einer über Gitterroste überquerbaren Quelle wieder zutage. Dort wird es dann über Regenwasser-rinnen aus Pflaster oder Edelstahl in die Becken geführt (Dirk van Peijpe 2018, Detail 2015).

Literaturverzeichnis

Wikipedia (o.J.): Rotterdam. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Rotterdam>, zuletzt aktualisiert am 05.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 11.05.2020.
public space (2014): "Water Square" in Benthemplein. Online verfügbar unter <https://www.publicspace.org/works/-/project/h034-water-square-in-benthemplein>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 11.05.2020.
Dirk van Peijpe (2018): Urban densification. The challenge for open space : expanded proceedings, international conference.
Detail (2015): Rotterdam: Erstes Rückhaltebecken mit Aufenthaltsqualität. Online verfügbar unter <https://www.detail.de/artikel/rotterdam-erstes-rueckhaltebecken-mit-aufenthaltsqualita-et-26411/>, zuletzt aktualisiert am 07.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 07.05.2020.

Bilderverzeichnis

Abb.1 https://schwarzplan.eu/sp-wp/wp-content/uploads/2014/12/rotterdam-M100000_bwgbg.gif
Abb.2 google Earth
Abb.3 <https://www.mekroliko.com/explore/2017/7/25/rotterdam>
Abb.4 google Earth
Abb.5 <https://floodlist.com/wp-content/uploads/2019/07/Rotterdamwaterplazasecondbasin-1024x768.jpg>
Abb.6 <https://pbs.twimg.com/media/Dmk5Lq8W4AAm5hD.jpg>

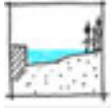


Abb.2 Vogelperspektive zum Water Square in Rotterdam.



Abb.3 Das kleine Becken hat eine kleine Insel in der Mitte.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund

Koordinaten:

1: 51°55'41.09"N, 4°28'35.92"E 2: 51°55'39.53"N, 4°28'36.24"E
3: 52°30'27.42"N, 13°22'20.07"E

Wasserkörperfläche [m²]:

1: 230 2: 550
3: 600 ^

Wasserkörpervolumen [m³]:

1: 115 2: 440
3: 1200 +

mittlere Wassertiefe [m]:

1: 0.50 2: 0.80
3: 2.00 +

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

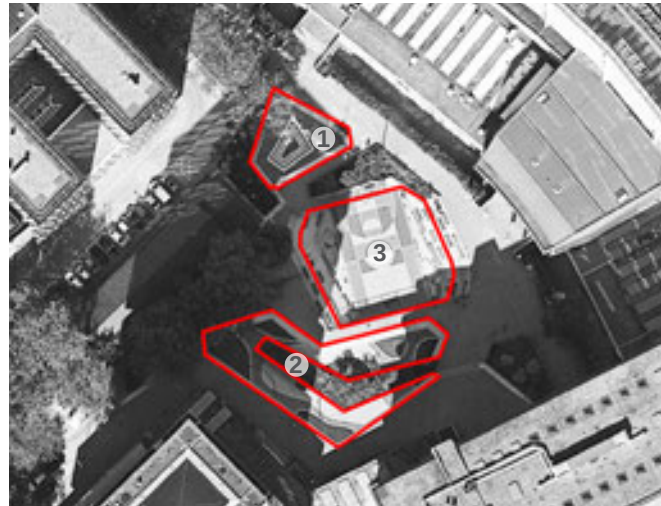


Abb.4 Das kleinste (1), das mittlere (2) und das grosse Becken (3)

Rückhaltebecken auf öffentlichem Platz

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität
			--					

Rückhaltebecken



Abb.5 Das mittlere Becken wird rege von Skatern benutzt.



Abb.6 Das grosse Becken ist fast bis an den Rand mit Wasser gefüllt.

Widmi-Quartier

Widmi-Quartier - Lenzburg
Aargau - Schweiz

Jahresniederschlag [mm]: 1028
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.3
Höhenlage [m ü. M.]: 420
Einwohner Quartier: 900 *
Planer: Planetage GmbH +
Baukosten Platz [CHF]: 2 Mio. °
Fläche (Areal) [ha]: 9.10 *
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 60^
Versiegelungsgrad [%]: 40^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

*densipedia.ch o.J.
+Lehman o.J.: 4
o Aargauer Zeitung 2013
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Der Widmipark liegt direkt südlich des Schlosses Lenzburg.

Im Widmi-Quartier wurde nicht wie gewohnt zuerst die Hochbauarchitektur erstellt, sondern das Konzept der Siedlungsentwicklung wurde vom Freiraum her gedacht. Pro Baubereich liegt die Ausnützung zwischen 0.7 und 1.0, was relativ hoch aber wegen dem gleichzeitig hochwertigen Freiraum angemessen ist. Das wichtigste Element der Parkanlage ist der Widmi-Teich (1), der aus Sicherheitsgründen am Ufer über 20cm-Stufen abgeflacht ist. Damit entspricht das Gewässer den gültigen BFU-Normen und muss nicht eingezäunt werden. Am tiefsten Punkt ist der Weiher rund 60 Zentimeter tief, was es Lebewesen ermöglicht, auch bei gefrorenem Teich zu überleben. Das Wasser wird zum grössten Teil über eine Kunststein-Rinne (2) geliefert, welche sich über 300 Meter am Widmi-Wegli

entlang durch das ganze Quartier zieht. Dabei entwässert die Rinne einerseits den Geh- und Radweg, der aufgrund eines Fahrverbots für motorisierte Fahrzeuge nicht mit Schadstoffen belastet wird. Der grösste Teil des Wassers kommt aber von einer Quelle in Brunnmatt. Überläuft der Teich, so wird das überschüssige Wasser dem Stadtbach zugeteilt. Das Thema der Entwässerung zeigt sich aber auch in den Baufeldern auf spielerische Weise: So wird der Innenplatz einer Überbauung über kleine Öffnungen durch Brüstungen hindurch entwässert, von wo aus Rohre in Form von Ästen zu in der Tiefgarage liegende Pflanztröge führen. Das Wasser versickert dort durch eine Kies-schicht, wenn es nicht durch die Pflanzen aufgesogen wird (densipedia.ch o.J., Aargauer Zeitung 2015).

Literaturverzeichnis

densipedia.ch (o.J.): Gebietsentwicklung Widmi - Bauen mit der grünen Wiese. Online verfügbar unter <https://www.densipedia.ch/gebietsentwicklung-widmi-bauen-mit-der-gruenen-wiese>
Lehmann, Max (o. J.): "Widmi3b", Lenzburg. Wettbewerb im Einladungsverfahren. [Elektronische Version].
Aargauer Zeitung (2013): Widmipark erhält ein Kostendach von zwei Millionen. Online verfügbar unter <https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/lenzburg/widmipark-erhaelt-ein-kostendach-von-zwei-millionen-126623829>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 11.05.2020.
Aargauer Zeitung (2015): Stadt gibt grünes Licht für den öffentlichen Park in der Widmi. Online verfügbar unter <https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/lenzburg/stadt-gibt-gruenes-licht-fuer-den-oeffentlichen-park-in-der-widmi-128910799>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2020.000Z, zuletzt geprüft am 11.05.2020.

Bildverzeichnis

Abb.1 map.geoadmin.ch
Abb.2 map.geoadmin.ch
Abb.3 ?
Abb.4 map.geoadmin.ch
Abb.5 ILF
Abb.6 ILF

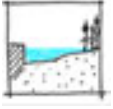


Abb.2 Luftperspektive über das Widmi-Quartier



Abb.3 Eine Rinne aus Kunststein führt über eine längere Distanz...

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befes-
tigtem Untergrund

Koordinaten: 2'656'167, 1'248'358

Wasserkörperfläche [m²]: 390 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 156 +

mittlere Wassertiefe [m]: 0.40 +

maximale Wassertiefe [m]: 0.60 *

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF * Aargauer Zeitung 2015



Abb.4 Der Widmi-Teich (1) wird u.a. über die Wasserrinne (2) gefüllt.

Naturnaher Teich

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

offene Wasserfläche,
Teichanlage
(nicht versickerungsfähig)



Abb.5 ...das Wasser, welches sich dann im Widmi-Teich sammelt.



Abb.6 Auspuffähnliche Entwässerungsrohre: mal was anderes!

Zellweger-/ Hohfuren-Areal

Quartier Zellweger-Areal - Stadt Uster
Kanton Zürich - Schweiz

Jahresniederschlag [mm]: 1102
Mittlere jährliche Temperatur [C°]: 9.1
Höhenlage [m ü. M.]: 478.00
Architekten: Schweingruber / Zulauf *
Anzahl Einwohner Umkreis 5 Min.: 2500+
Fertigstellung: 2010*
Fläche Park [ha]: 0.70^
Grünfläche (bezogen auf Gesamtfläche) [%]: 44^
Versiegelungsgrad [%]: 20^
Wohntypologie Quartier: Wohnblock

*garten.ch o.J.
+Genossenschaft Lewona
2017: 6
^Ermittelt durch ILF



Abb.1 Das Zellweger- und Hohfuren-Areal liegen im westlichen Uster.

Auf dem einstigen Zellweger Industrieareal ist ein Quartier entstanden, womit die Planer den Spagat zwischen Wohnraum, Arbeitsort, Erholung und Kunstausstellung wagten; mit Erfolg. Neben interessanter Hochbau-Architektur u. a. von Herzog de Meuron waren die Landschaftsarchitekturbüros Hager & Partner und Studio Vulkan für die Aussenraumgestaltung zuständig, wobei das Thema Wasser eine zentrale Rolle spielt: Der Ustener Stadtpark mit seinem Stadtsparkweiher wurde sozusagen nach Westen hin erweitert, indem zwei neue Weiher erstellt wurden, nämlich der Hertenweiher (1) und Zellweger Weiher (2), der auch das Zentrum des Parkes darstellt. Entlang des Aabachs sind ansprechende Spazierwege mit schön

ausgestalteten Zugängen entstanden, wo das Wasser erlebbar gemacht wird (3). Ein Stauraum des Aabaches inmitten der Siedlung im Lot kann zum Baden genutzt werden (4). Im Hohfuren-Areal, das sich noch in Entwicklung befindet, ist ein Versickerungsgraben (5) ausgebildet, das als wertvoller Feucht- und Nassstandort wichtige Lebensräume bietet und daher einen hohen ökologischen Wert bietet. Er erhält das Wasser vom Niederschlag, aber auch über offene Rinnen, die das anfallende Dachwasser transportieren. Für Kunstinteressierte sind zudem insgesamt 7 Kunstinstallationen von internationaler und schweizerischer Gegenwartskunst auf dem Zellweger-Areal verteilt (Zellwegerpark o.J.).

Literaturverzeichnis

garten.ch (o.J.): Einweihung des Zellwegerparks in Uster | garten.ch. Online verfügbar unter <https://www.garten.ch/zuerich/einweihung-des-zellwegerparks-in-uster>, zuletzt aktualisiert am 14.04.2020, zuletzt geprüft am 14.04.2020.
Genossenschaft Lewona (2017): Bewerbung Hohfuren Final [Elektronische Version]. 6
Zellwegerpark (o.J.): Kunst. Online verfügbar unter <https://www.zellwegerpark.ch/de/kunst/index.php>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2020, zuletzt geprüft am 20.04.2020.

Bilderverzeichnis

Abb.1 map.geoadmin.ch
Abb.2 map.geoadmin.ch
Abb.3 https://www.e-pics.ethz.ch/index/ethbib.bildarchiv/images/ETHBIB.Bildarchiv_LBS_IN-051397-04_870392.jpg
Abb.4 map.geoadmin.ch
Abb.5 <https://www.wbw.ch/cms/cache/45744a425518338e3dac52991e48e2f7.jpg>
Abb.6 http://www.heimatschutz.ch/uploads/media/02.04.2014_foto2.jpg

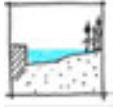


Abb.2 Luftansicht des Zellweger- und Hohfurer-Areals



Abb.3 1974: Das Zellweger-Areal war einst ein Industriegelände.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestig-
tem Untergrund

Koordinaten:

1: 2'695'677, 1'244'657 2: 2'695'820, 1'244'797

Wasserkörperfläche [m²]: 1: 6425 2: 14358[^]

Wasserkörpervolumen [m³]: 1: 128502: 28716⁺

mittlere Wassertiefe [m]: 1: 2.00 2: 2.00 ⁺

[^]Ermittelt durch ILF ⁺nach Schätzung ILF



Abb.4 Der Hertenweiher (1) und der Zellweger Weiher (2)

Rückhaltebecken, künstlicher See

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

Rückhaltebecken



Abb.5 Am Hertenweiher lässt es sich angenehm wohnen.



Abb.6 Die Kawamata Brücke über dem Zellweger Weiher.

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasser-
flächen mit natürlichem und befestig-
tem Untergrund

Koordinaten:

4: 2'696'140, 1'244'889

Wasserkörperfläche [m²]: 3: 5400 4: 930 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 3: 4320 4: 2325 +

mittlere Wassertiefe [m]: 3: 0.80 4: 2.50 +

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

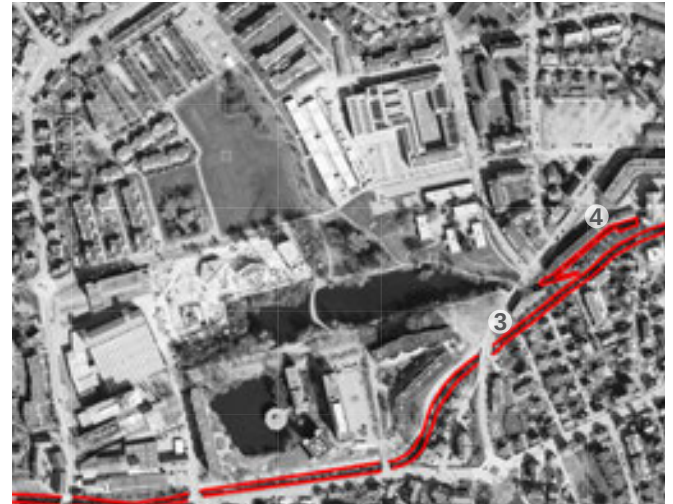


Abb.7 Der Aabach (3) mit einem Schwimm-Stauraum (4)

Fließgewässer mit Rückhalteraum

Basisleistungen		Versorgungs- leistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökolo- gischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

Fließgewässer mit
Stauraum

Abb.7 map.geoadmin.ch

Abb.8 http://www.heimatschutz.ch/uploads/media/02.04.2014_foto4.jpg

Abb.9 https://zueriost.ch/sites/default/files/styles/np8_full/public/elvis-media/2018-11/Uster_01112018_weiheralle_naz-11_preview.jpg?itok=DrXS-76n



Abb.8 Ein Stauraum des Aabachs inmitten der Siedlung im Lot

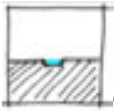


Abb.9 Markant und urban ausgestaltete Zugänge zum Aabach

Gewässertypologie



temporäre und permanente Wasserflächen mit natürlichem und befestigtem Untergrund



offene Wasserführung

Koordinaten: 2'695'719, 1'244'999

Wasserkörperfläche [m²]: 5400 ^

Wasserkörpervolumen [m³]: 2700 +

mittlere Wassertiefe [m]: 0.50 +

^Ermittelt durch ILF +nach Schätzung ILF

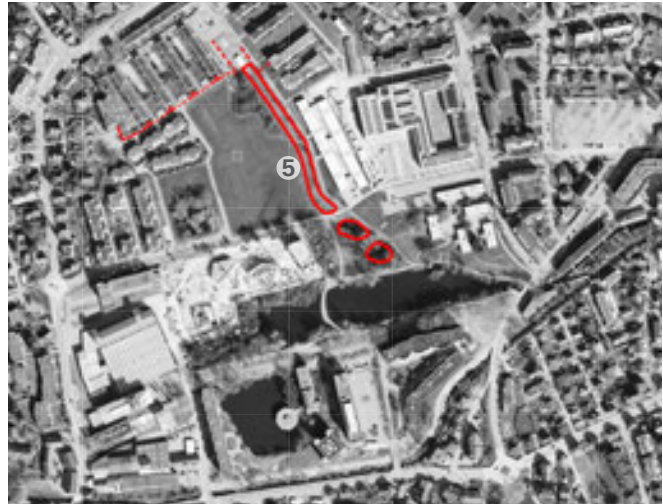


Abb.10 Der Versickerungsgraben (5) erhält sein Wasser über Rinnen.

Versickerungsgraben und oberirdische Rinnen

Basisleistungen		Versorgungsleistungen		Regulierende Leistungen		Kulturelle Leistungen		Ökologischer Wert
Erhaltung Wasserkreislauf		Trink- und Brauchwasser		Starkregen	Klima	Ästhetik, Identität	Erholung	Flora, Fauna, Lebensraum
Versickerung / Grundwasserneubildung	Verdunstung	Bewässerung	Brauchwassernutzung	Rückhalt / Drosselung	Verdunstungskühlung	Raumempfinden	Erlebnis / Zugang zum Wasser	Lebensraum / Biodiversität

		---	---					

Versickerungsgraben

Oberirdische Rinne
(nicht versickerungsfähig)

Abb.10 map.geoadmin.ch

Abb.11 ILF

Abb.12 ILF



Abb.11 Wasserrinnen bringen das anfallende Dachwasser...



Abb.12 ...weiter zum Versickerungsgraben als wertvoller Standort.

