

Leitfaden RessourcenPlan



Teil 3: Anwendungs- und Planungshilfen

3.4: Stakeholder-Beratung: Blau-grüne Infrastrukturen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

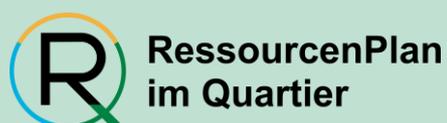
FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

RESOZ
Ressourceneffiziente
Stadtquartiere

Ergebnisse des Projekts



RessourcenPlan
im Quartier

Februar 2023

 **Stadt Herne**
Mit Grün. Mit Wasser. Mitandern.

 **FH MÜNSTER**
University of Applied Sciences

 **IWARU** Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

städtebau | **RWTH AACHEN**
UNIVERSITY

 **Technische
Universität
Berlin**  **SUSTAINABLE
ENGINEERING**

Jung Stadt Konzepte

KWB
Kompetenzzentrum
Wasser Berlin

 **GELSENWASSER**

 **UWB**

 **ExKern®**

Impressum

Autoren und beteiligte Institutionen

Autoren	Institution
Birgitta Hörnschemeyer Mareike Lewe	FH Münster, IWARU, Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
Jan Niesten Winona Grimsehl-Schmitz	Stadt Herne, FB Umwelt und Stadtplanung und FB Tiefbau und Verkehr

Herausgeber

FH Münster
IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
Corrensstraße 25
48149 Münster

Ansprechpartner

Birgitta Hörnschemeyer
FH Münster
IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
Mail: b.hoernschemeyer@fh-muenster.de

Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes R2Q „RessourcenPlan im Quartier“ durchgeführt. Das Projekt wurde unter den Förderkennzeichen 033W102A-K durch das BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung RES:Z „Ressourceneffiziente Stadtquartiere“ gefördert (<https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/>). Die Fördermaßnahme ist Teil der Leitinitiative Zukunftsstadt innerhalb des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONA³“.

Verfügbarkeit und Verwendung

Dieses Dokument ist Teil der Publikationsreihe „Leitfaden RessourcenPlan“. Sie ist online verfügbar unter www.fh-muenster.de/r2q-leitfaden-ressourcenplan.

Bitte zitieren als:

Hörnschemeyer, B., Lewe, M., Niesten, J., Grimsehl-Schmitz, W. (2023): *Leitfaden RessourcenPlan – Teil 3.4: Stakeholder-Beratung: Blau-grüne Infrastrukturen. Ergebnisse des Projekts R2Q RessourcenPlan im Quartier*. Münster: FH Münster, IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt. doi: [10.25974/fhms-15761](https://doi.org/10.25974/fhms-15761).



Dieses Dokument ist unter einer Open Access Creative Commons CC BY 4.0-Lizenz lizenziert ([Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)). Das bedeutet, dass das Dokument kostenlos heruntergeladen und gelesen werden kann. Darüber hinaus darf das Dokument wiederverwendet und zitiert werden, sofern die veröffentlichte Originalversion zitiert wird.

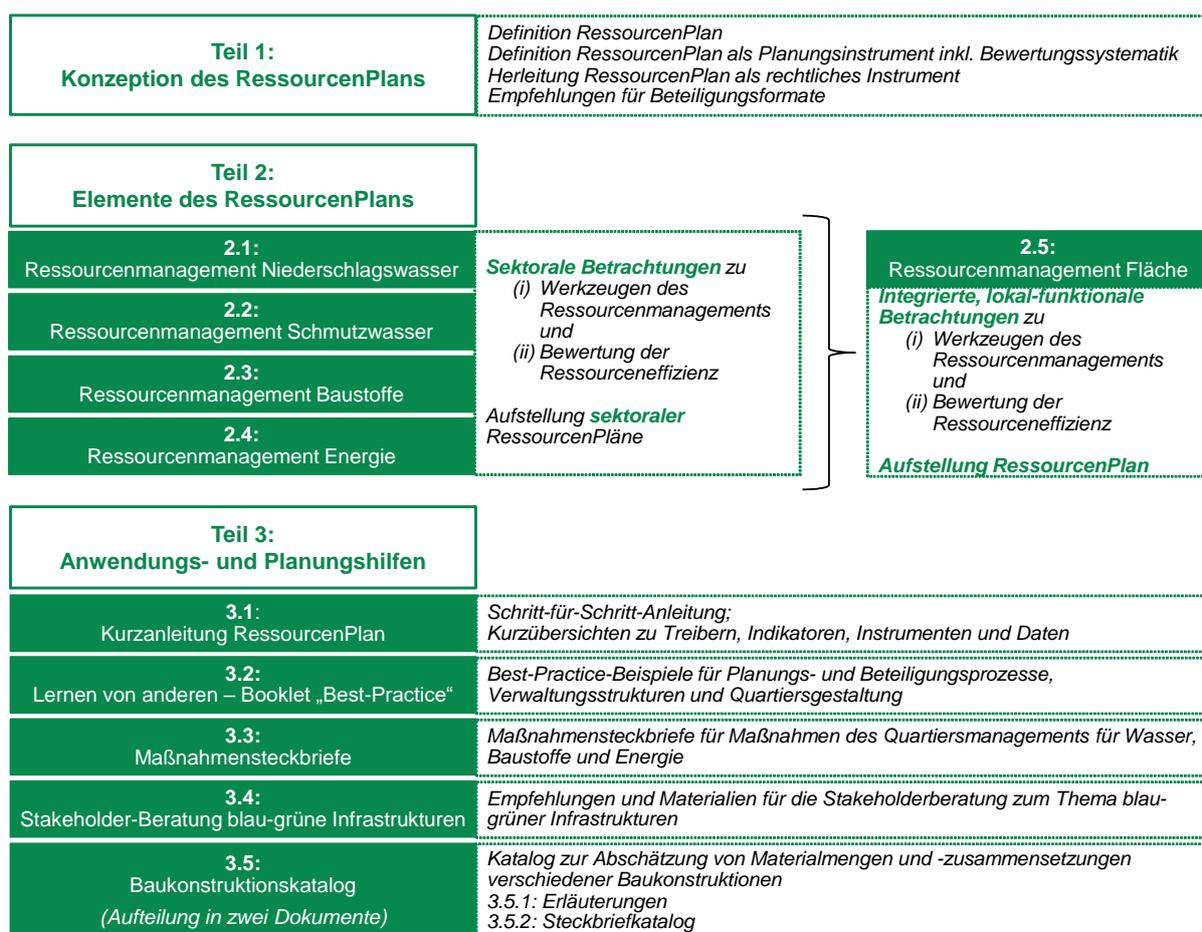
Münster, Februar 2023

Hinweis: Struktur des „Leitfaden RessourcenPlan“

Der „Leitfaden RessourcenPlan“ dient der anwendergerechten Darstellung der Ergebnisse des BMBF-Projekts „RessourcenPlan im Quartier (R2Q)“. Der Leitfaden

- *definiert den RessourcenPlan* als neuen Planungsansatz für das Ressourcenmanagement im Quartier inklusive seiner Anwendungs- und Bewertungsroutinen;
- diskutiert darauf aufbauend einzelne *Elemente des Ressourcenmanagements* für die Schwerpunkte (i) Wasser, (ii) Baustoffe, (iii) Energie und (iv) Fläche und
- stellt ergänzende *Anwendungs- und Planungshilfen* bereit.

Zur übersichtlichen Lesbarkeit und Anwendbarkeit untergliedert sich der Leitfaden in mehrere Teile, die in der folgenden Grafik dargestellt werden. Die einzelnen Teile stehen unter <https://www.fh-muenster.de/r2q-leitfaden-ressourcenplan> zum Download zur Verfügung.



I. Einführung

Die Umsetzung blau-grüner Infrastrukturen im privaten Raum kann durch die Bewusstseinsförderung der Stakeholder gestärkt werden. Die Kommune kann durch eine gezielte Stakeholderberatung Zielgruppen wie Bürger*innen und Investor*innen bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Die Unterstützung kann beispielsweise in Form einer Beratung und/ oder durch ergänzende Fördermaßnahmen erfolgen.

Das vorliegende Dokument gibt einen Überblick zu bestehenden Beratungs- und Förderprogramme (Teil II) und stellt Informationsmaterial zusammen, das gezielt als Flyer, Poster oder als Anschauungsmaterial in Besprechungen genutzt werden kann (Teile III - V).

Die Materialien der Teile III-V bauen auf den Maßnahmensteckbriefen auf (Leitfaden RessourcenPlan, Teil 3.3). Diese stellen weitergehende Informationen bereit und geben darüber hinaus einen Überblick zu weiteren Maßnahmen für das Ressourcenmanagement von Schmutzwasser, Baustoffen und Energie.

II. Möglichkeiten kommunaler Beratungsangebote

Nachfolgend finden sich Beispiele von kommunalen Beratungsangeboten und Förderprogrammen für Bürger*Innen und Unternehmen zur Abkopplung und Entsiegelung sowie dem gezielten Einsatz von grüner Infrastruktur auf privaten und gewerblichen Grundstücken.

Bei den Programmen handelt es sich meist um Förderprogramme zur Dach- und Fassadenbegrünung sowie der Umwandlung von versiegelten Flächen und Schottergärten. Die Angebote können sich speziell an private Grundstückseigentümer*innen richten oder aber auch gewerblichen Grundstücke miteinbeziehen. Um es übersichtlich zu halten, wurden die Beispiele auf 10 Kommunen und Kreise in Nordrhein-Westfalen begrenzt. Die jeweilig angegebenen Förderhöhen und -auflagen, die der Tabelle entnommen werden können, stellen nur einen Ausschnitt der einzelnen Förderrichtlinien der Kommunen und Kreise dar und können sich ändern. Für die Aktualität sowie weitere Förderauflagen sind die Internetseiten der Kommunen und Kreise maßgeblich.

Zu beachten gilt, dass Kommunen zunehmend verpflichtende Flachdachbegrünung bei Neubauten im Rahmen der Aufstellung von Bebauungsplänen oder Vorhabenbezogenen Bebauungsplänen festsetzen. Ist somit eine Dachbegrünung im Bebauungsplan fest vorgeschrieben, so sind Dachbegrünungsmaßnahmen von Privatpersonen oder Unternehmen häufig nicht förderfähig. Die Förderung erfolgt meist nur bei freiwillig durchgeführten Dachbegrünungen.

Abschnitt II: Möglichkeiten kommunaler Beratungsangebote

Kommune	Beratung	Förderprogramm	Beschreibung	Förderhöhe/Auflagen	weiterführende Informationen
Städteregion Aachen	X	X	Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung im Altkreisgebiet Aachen	Förderzuschuss beträgt 25% der als förderungsfähig anerkannten Kosten, höchstens jedoch 1.500 EUR pro Dach-/Fassadenfläche Förderberechtigte Objekte sind Wohn- und Gewerbebauten, sowohl Neubauten als auch Bestand	https://bportal.staedteregion-aachen.de/staedteregion-a-z/-/egov-bis-detail/dienstleistung/249070/show
Stadt Bergisch Gladbach	X	X	Hof- und Fassadenprogramm im Stadtumbaugebiet Bensberg	Förderzuschuss beträgt bis zu 50% der förderfähigen Kosten, aber max. 10.000 EUR	https://www.bergischgladbach.de/das-hof-und-fassadenprogramm.aspx
Stadt Bielefeld	X	X	Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung in drei Quartieren (Stadtmitte, Brackwede, Senne-stadt) Förderung zur Umwandlung von Schottergärten und versiegelten Flächen in naturnahe gestaltete (Vor)Gärten	Förderzuschuss bis zu 10.000 EUR Förderberechtigt sind sowohl Neubauten als auch Bestand Mindestgröße der umzuwandelnden Fläche beträgt 10m² Förderzuschuss beträgt max. 500 EUR je Antrag	https://www.bielefeld.de/gebaeudebe-gruenung https://service.bielefeld.de/detail/-/vr-bis-detail/dienstleistung/103368/show
Stadt Bochum	X	X	Förderprogramm für Dach-/Fassadenbegrünung sowie ökologische Aufwertung von Vorgärten/Hofflächen	Förderhöhe beträgt 50 % der Gesamtherstellungskosten (Höchstbetrag von 25.000 EUR je Antragsteller*In pro Jahr)	https://www.bochum.de/Pressemeldungen/19-Januar-2021/Stadt-foerdert-Dach-und-Fassadenbegruenungen-ab-sofort-im-gesamten-Stadtgebiet
Stadt Dortmund	X	X	Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung sowie Entsiegelung	Förderhöhe für die Dach- und Fassadenbegrünung	https://www.dortmund.de

Abschnitt II: Möglichkeiten kommunaler Beratungsangebote

Kommune	Beratung	Förderprogramm	Beschreibung	Förderhöhe/Auflagen	weiterführende Informationen
				<p>bis zu 50%, höchstens jedoch 50 EUR pro m² begrünter Fläche</p> <p>Förderhöhe für die Entsiegelung befestigter Flächen und deren Umwandlung in Vegetationsflächen bis zu 50%, höchstens jedoch 20 EUR pro m² entsiegelter Fläche</p> <p>Förderberechtigt sind Bestandsgebäude (Bauabnahme muss länger als 5 Jahre her sein)</p>	<p>mund.de/de/leben_in_dortmund/planen_bauen_wohnen/dlze/foerderprogramme/begruenungsfoerderung_1/begruenungsfoerderung.html</p>
Stadt Düsseldorf	X	X	Förderprogramm "Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünung (DAFIB)"	<p>Verpflichtung des Erhalts der Begrünung von mind. 10 Jahren</p> <p>Förderhöhe beträgt 40 EUR pro m² (50 % der anerkannten Kosten)</p> <p>Höchstbetrag von 20.000 EUR je Antragsteller*In pro Jahr</p> <p>Förderfähig sind wohnungsnahe private Haus- und Hofflächen sowie gewerbliche Flächen</p>	<p>https://www.duesseldorf.de/umweltamt/projekte/dach-fassaden-und-innenhofbegruenung-dafib.html</p>
Stadt Essen	X	X	Gründach-Initiative: Förderung für mehr Dachbegrünung	<p>Förderhöhe beträgt 50 % der Gesamtherstellungskosten, höchstens jedoch 20 EUR pro m²</p> <p>Erhalt der Begrünung für mind. 5 Jahre</p>	<p>https://www.gruendachinitiative-essen.de/foerderungen_gruendach_essen/</p>
Stadt Gelsenkirchen	X	X	Förderung von Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Entsiegelungen	<p>Förderhöhe für Dach- und Fassadenbegrünung bis zu 2.000 EUR</p> <p>Einzelgaragendächer werden pauschal mit 500 EUR unterstützt</p>	<p>https://www.gelsenkirchen.de/de/meta/buergerservice/1506-foerderantrag-auf-gewaehrung-</p>

Abschnitt II: Möglichkeiten kommunaler Beratungsangebote

Kommune	Beratung	Förderprogramm	Beschreibung	Förderhöhe/Auflagen	weiterführende Informationen
				Entsiegelungen und Rückbau von Steingärten werden mit bis zu 2.000 EUR gefördert	eines-zuschusses-zur-foerderung-von-dach-und-fassadenbegruenungen-sowie-entsiegelungen
Stadt Herne	X	X	Gründach-Initiative	Förderhöhe beträgt 50 % der Gesamtherstellungskosten, höchstens jedoch 30 EUR pro m ² für extensive und max. 40 EUR pro m ² für intensive Dachbegrünung Erhalt der Begrünung für mind. 5 Jahre	https://www.gruendachinitiative-herne.de/
Stadt Siegen	X	X	Förderprogramm Dach- und Fassadenbegrünung	Förderzuschuss beträgt 50% der als förderungsfähig anerkannten Kosten, höchstens jedoch 800 EUR pro Dachfläche bzw. 500 EUR pro Fassadenfläche	https://www.siegen.de/leben-in-siegen/buergerservice/umwelt/natur-und-artenschutz/foerderprogramm-dach-und-fassadenbegruenung/

III. Informationsmaterial – Flyer

Versickerung

KURZINFORMATION

Eine gängige Form der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist die Versickerung, die in vielfältiger Form ausgeführt werden kann:

Bei der **Mulden- oder Flächenversickerung** werden die Abflüsse von versiegelten Flächen (Dächer, Straßen, Parkplätze etc.) zur oberflächigen Versickerung in Mulden und auf Flächen eingeleitet und vormalig der Grundwasserneubildung zugeführt.

Eine **Schachtversickerung** ist eine Form der unterirdischen Versickerung. Die Versickerung erfolgt unterirdisch ohne Durchsickerung einer Oberbodenschicht. Es ist sicherzustellen, dass nur Oberflächenabfluss von gering verschmutzten Flächen versickert, da die reinigende Funktion des Oberbodens entfällt. Gleiches gilt für die **Rigolen- bzw. Rohrrigolenversickerung**. Die Rigolen bieten durch zusätzliche Rückhalteräume, die zur Retention genutzt werden können.

Mulden-Rigolen-Elemente bzw. -Systeme stellen eine Kombination aus Mulden mit unterhalb liegenden Rigolen dar. Sind die einzelnen Elemente mit Abflussvorrichtungen verbunden, handelt es sich um ein Mulden-Rigolen-System.



Abb. 1: Muldenversickerung (li.), Schachtversickerung (re.) (Bildquelle: Mathias Uhl)



Abb. 2: Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

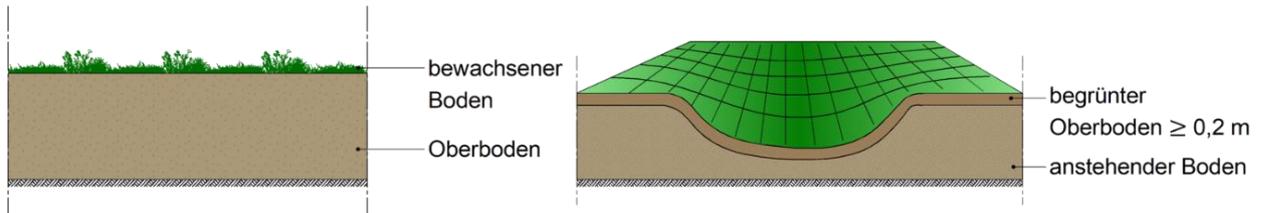


Abb. 3: Flächen- und Muldenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

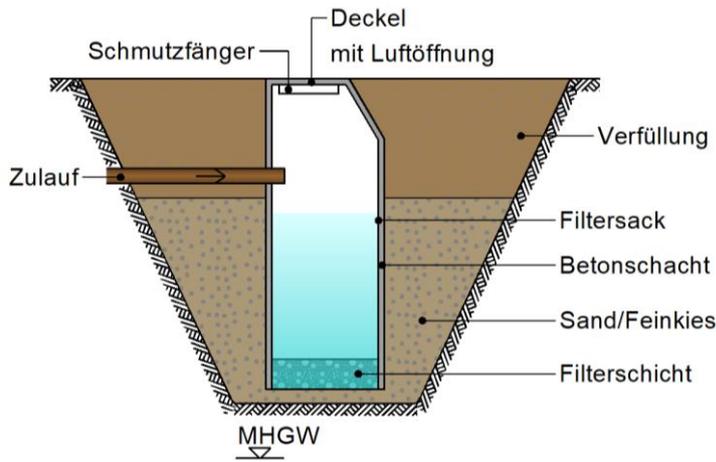


Abb. 4: Schachtversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

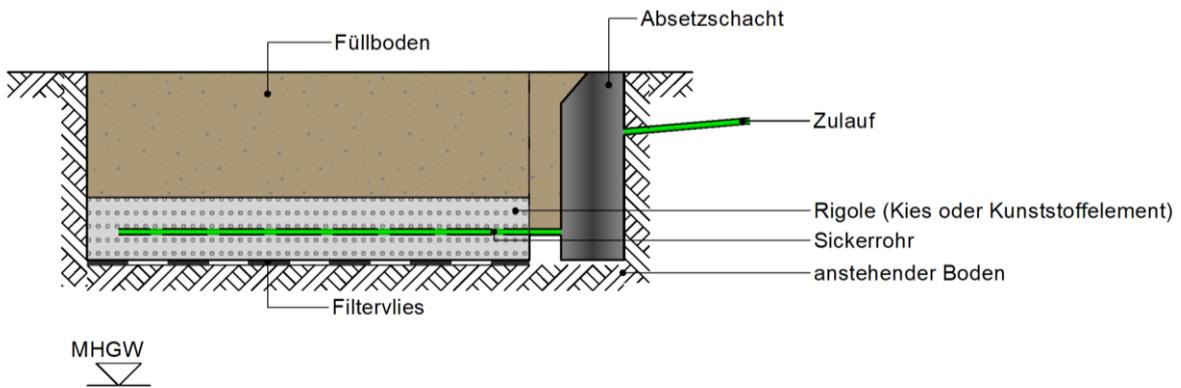


Abb. 5: Rigolen- und Rohrrigolenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

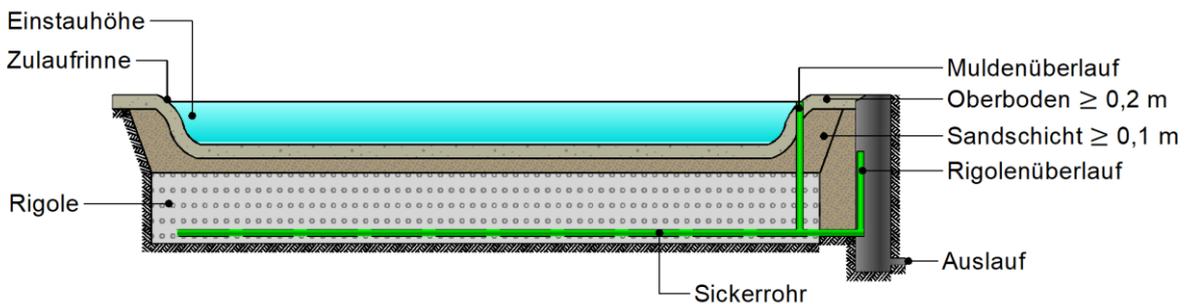


Abb. 6: Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

Die Vegetationspflege der Versickerungsflächen (**Flächen- und Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-System**) (Rasen, Stauden, Gehölze) verhält sich entsprechend des sonst üblichen Aufwandes für Grünflächen. Wichtig ist das Freihalten der Versickerungsfläche und der Zuläufe von Laub u.ä. Bei Nachlassen der Versickerungsleistung sollte der Rasen vertikutiert werden. Andere Unterhaltungsmaßnahmen, wie z.B. Straßenreinigung können ebenfalls positive Effekte für den langfristigen Anlagenbetrieb bewirken.

Zur Unterhaltung der **Sickerschächte** gehört die Kontrolle der Filter, Schächte, Zu- und Ableitungen zweimal pro Jahr und die Entfernung von Schmutzstoffen. Wenn die Sickerleistung nachlässt, ist die Kiesschicht an der Sickersohle auszutauschen.

Die Unterhaltung der **Rigolen** ist bei ausreichender Vorreinigung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei. Eine Kontrolle der Schächte auf Verunreinigung/ Verstopfung ebenso wie eine Beräumung des Systems von Schmutzstoffen sollte in regelmäßigen Abständen (mind. 1 mal pro Jahr) erfolgen. Gegebenenfalls sind die Schächte zu reinigen und das Drainrohrsystem zu spülen. Vor diesem Hintergrund sollte bei Drainrohren einen Rohrdurchmesser von mindestens DN 150 eingehalten werden.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens:	Mindestens:
1,25 €/m ² A _{b,a} *1	0,05 €/m ² *a *1
1,00 €/m ² A _{b,a} *2	0,05 €/m ² *a *2
7,00 €/m ² A _{b,a} *3	0,50 €/m ² *a *3
69,00 €/m ³ *4	0,02 €/m ² *a *4
4,00 €/m ² A _{b,a} *5	k.A. *5
13 €/m ² A _{b,a} *6	0,50 €/m ² *a *6
Maximal:	Maximal:
52 €/m ² A _{b,a} *1	1,75 €/m ² *a *1
10 €/m ² A _{b,a} *2	1,75 €/m ² *a *2
35 €/m ² A _{b,a} *3	0,75 €/m ² *a *3
346 €/m ³ *4	15,62 €/m ² *a *4
45 €/m ² A _{b,a} *5	k.A. *5
90 €/m ² A _{b,a} *6	2,00 €/m ² *a *6
Üblich:	Üblich:
17 €/m ² A _{b,a} *1	0,50 €/m ² *a *1
10 €/m ² A _{b,a} *2	0,38 €/m ² *a *2
19 €/m ² A _{b,a} *3	0,63 €/m ² *a *3
115 €/m ³ *4	2,00 €/m ² *a *4
21 €/m ² A _{b,a} *5	0,10 €/m ² *a *5
28 €/m ² A _{b,a} *6	0,88 €/m ² *a *6
Hinweise:	*4 Rigolen- und Rohrrigolenversickerung
*1 Flächenversickerung	*5 Mulden-Rigolen-Element
*2 Muldenversickerung	*6 Mulden-Rigolen-System
*3 Schachtversickerung	

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Förderung der Grundwasserneubildung	Boden muss eine geeignete Durchlässigkeit aufweisen
Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer	Nur für Flächen mit geringer Nutzung, geringem Verschmutzungspotenzial und tragfähigem oder bindigem Untergrund
Reduzierung des Abflusses	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Verbesserung des Stadtklimas (Verdunstungsleistung und geringere Wärmekapazität als asphaltierte Fläche) und Freiraumqualität	Bei Schachtversickerung: kein Effekt auf das Stadtklima, biologische Vielfalt, Freiraumqualität, keine Behandlungsfunktion aufgrund fehlender Oberbodenschicht
Erhöhung der biologischen Vielfalt (aber abhängig von der Bepflanzung)	
Geringer Ressourcenverbrauch und Kosten	
Bei Schachtversickerung: kaum oberirdischer Flächenbedarf	
Bei Mulden-Rigolen-System: geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	<ul style="list-style-type: none"> - Die intensive Begrünung von Versickerungsanlagen o.ä. fördert die Verdunstungsleistung und Biodiversität - Förderung der Verdunstung und Grundwasserneubildung durch Einleitung der Dachabflüsse - Förderung der Verdunstung durch Bewässerung urbaner Vegetation - Kombination in Multifunktionalen Rückhalteräumen 	
Schmutzwasser		
Baustoffe		<ul style="list-style-type: none"> - Dachabdichtungsbahnen können das Regenwasser mit Wurzelschutz- oder Flammenschutzmitteln belasten - Unbeschichtete Metallflächen können Schwermetalle in die Gewässer oder in den Boden schwemmen
Energie		
Fläche	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte Nutzungsdichte - Förderung der Biodiversität - Förderung der Erlebbarkeit und Lebensqualität durch Schaffung grüner Elemente - zusätzlicher Flächenbedarf notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Nur für Flächen mit geringer Nutzung und geringem Verschmutzungspotential - Ggf. Flächenkonkurrenz, vor allem bei anderen unterirdischen Anlagen, wie Zisternen der Regenwassernutzung)
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



Baumrigole

KURZINFORMATION

Stadtbäume stellen ein wichtiges Element zur Klimaanpassung in urbanen Gebieten dar. Um einerseits das Baumwachstum zu erhöhen und andererseits im Sinne des Überflutungsschutzes Regenwasser versickern zu lassen, können Baumrigolen realisiert werden.

Die Systeme sehen vor Niederschlagswasser von Dachflächen und Straßen zu sammeln und zur Versickerung über ein kombiniertes System – bestehend aus einer Versickerungsrigole mit einem Retentionspeicher und einer integrierten Baumpflanzung – zu bringen.



Abb. 1: Umsetzung einer Baumrigole im urbanen Raum (Bildquelle: Chris Hamby, lizenziert durch CC BY 4.0)

Umsetzung



Abb.2: Potentieller Aufbau einer Baumrigole (Bildquelle: Daniel Filippi, lizenziert durch CC BY 4.0)

Aufwand und Kosten

Bei Baumrigolen kommen baupflegerische Maßnahmen zum Unterhaltungsaufwand dazu, welche dem optimalen Wuchs des Baums aber auch der Gewährleistung der Verkehrssicherheit dienen. Die Unterhaltung der Rigolen ist bei ausreichender Vorreinigung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: 2.500 €/Baumbepflanzung	Mindestens: 125 €/(Baum*a)
Maximal: 7.000 €/Baumbepflanzung	Maximal: 350 €/(Baum*a)
Üblich: 5.625 €/Baumbepflanzung	Üblich: 238 €/(Baum*a)
Hinweise:	

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Erhöhung der Freiraumqualität	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Verbesserung des Stadtklimas	Ressourcenverbrauch und Kosten ähnlich hoch wie bei Regengärten
Verbesserung der biologischen Vielfalt	Bisher noch geringe Umsetzungsbeispiele, Wirkungen noch nicht ausreichend festgestellt
Reduzierung des Abflusses	Behandlungsbedürftigkeit des zugeleiteten Regenwassers muss überprüft werden
Förderung der Grundwasserneubildung	
Große Pflanzgruben bieten mehr Wurzelraum, verbesserte Versickerungsleistungen, höhere Wasserspeicherkapazität	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	<ul style="list-style-type: none"> - Kombination mit Versickerungsanlagen (Mulden, Regengärten etc.) möglich - Förderung der Verdunstungsleistung und Biodiversität durch Begrünung - Förderung der Verdunstung und Grundwasserneubildung durch Einleitung der Dachabflüsse - Förderung der Verdunstung durch Bewässerung urbaner Vegetation - Kombination in Multifunktionalen Rückhalteräumen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ggf. Behandlungsbedarf bei Straßenabflüssen
Schmutzwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Bewässerung mit Grauwasser möglich 	
Baustoffe		<ul style="list-style-type: none"> - Dachabdichtungsbahnen können das Regenwasser mit Wurzelschutz- oder Flammenschutzmitteln belasten - Unbeschichtete Metallflächen können Schwermetalle in die Gewässer oder in den Boden schwemmen
Energie		
Fläche		<ul style="list-style-type: none"> - Ggf. Flächenkonkurrenz
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



Regengarten

KURZINFORMATION

In dicht urban geprägten Gebieten können Regengärten als zentrales Element zur Versickerung etabliert werden. Regengärten sind intensiv begrünte Mulden-Rigolen-Elemente. Das Niederschlagswasser wird von Dachflächen und Straßen über ein kombiniertes System zur Versickerung, Filtration und Verdunstung gesammelt.



Abb. 1: Regengarten (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

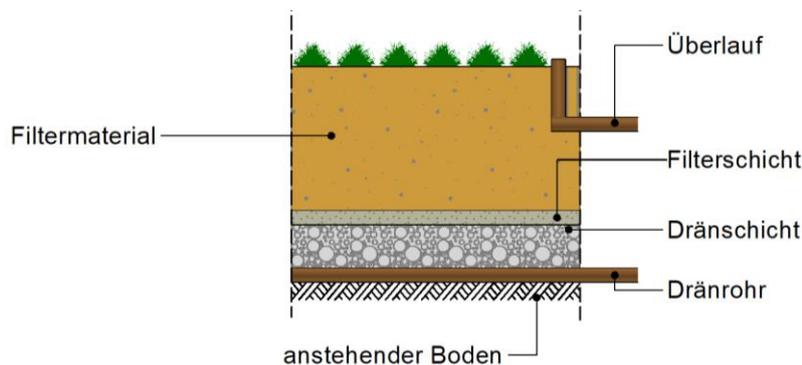


Abb.2: Regengarten (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

Für Regengärten verhält sich die Vegetationspflege entsprechend des sonst üblichen Aufwandes. Wichtig ist das Freihalten der Versickerungsfläche und des Einlaufbereiches von Laub, Sediment und ähnlichen Materialien. Bei Nachlassen der Versickerungsleistung sollte der Rasen vertikutiert werden.

Die Unterhaltung der Rigolen ist bei ausreichender Vorreinigung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei. Eine Kontrolle der Schächte auf Verunreinigung/Verstopfung ebenso wie eine Entfernung der Schmutzstoffe aus dem System sollte in regelmäßigen Abständen (mind. 1 mal pro Jahr) erfolgen. Gegebenenfalls sind die Schächte zu reinigen und das Drainrohrsystem zu spülen.

Investitionskosten	Betriebskosten (vgl. Mulden-Rigolen-System)
Mindestens: 15 €/m ² *A _{b,a})	Mindestens: 0,50 €/m ² *a)
Maximal: 40 €/m ² *A _{b,a})	Maximal: 2,00 €/m ² *a)
Üblich: 25 €/m ² *A _{b,a})	Üblich: 0,88 €/m ² *a)
Hinweise:	

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Erhöhung der Freiraumqualität	Ressourcenverbrauch und Kosten fünf Mal höher als beim Mulden-Rigolen-System
Verbesserung des Stadtklimas	
Verbesserung der biologischen Vielfalt	
Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer	
Erhöhte Verdunstungsleistung ggü. Mulden-Rigolen-Elementen	
Reduzierung des Abflusses	
Förderung der Grundwasserneubildung	
Durch höhere Flächenbelastung weniger Flächenbedarf notwendig	
Flexible Gestaltung möglich	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	<ul style="list-style-type: none"> - Intensive Begrünung von Versickerungsanlagen fördert die Verdunstungsleistung und Biodiversität - Förderung der Verdunstung und Grundwasserneubildung durch Einleitung der Dachabflüsse - Förderung der Verdunstung durch Bewässerung urbaner Vegetation - Kombination in Multifunktionalen Rückhalteräumen 	
Schmutzwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Bewässerung mit Grauwasser möglich 	
Baustoffe		<ul style="list-style-type: none"> - Dachabdichtungsbahnen können das Regenwasser mit Wurzelschutz- oder Flammenschutzmitteln belasten - Unbeschichtete Metallflächen können Schwermetalle in die Gewässer oder in den Boden schwemmen
Energie		
Fläche	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte Nutzungsdichte - Förderung der Biodiversität, Erlebbarkeit und Lebensqualität durch Schaffung grüner Elemente 	<ul style="list-style-type: none"> - Ggf. Flächenkonkurrenz
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



Gründächer

KURZINFORMATION

Bei der Begrünung der Dachflächen wird unterschieden in extensive und intensive Dachbegrünung sowie Dächer mit integriertem Retentionsspeicher.

Extensive Gründächer haben eine geringe Aufbauhöhe und trockenheitsverträgliche und pflegeleichte Vegetation. Der Pflegeaufwand ist bei extensiven Gründächern gering, sie werden allerdings nicht zum Aufenthalt genutzt.

Intensive Gründächer werden intensiviert begrünt. Unter Umständen steht sogar die Nutzung zum Aufenthalt im Vordergrund. Daher ist der Dachaufbau höher und schwerer. Auch der Pflegeaufwand ist bei einem intensiven Gründach höher.

Ein Gründach mit **integriertem Retentionsspeicher** verfügt über einen höheren Substrataufbau bzw. Retentionsraum in der Dränschicht und kann somit eine erhöhte Speicherfunktion für Niederschlagswasser erzielen. Es kann sowohl als extensives als auch intensives Gründach ausgeführt werden.



Abb. 1: Gründächer im urbanen Raum (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

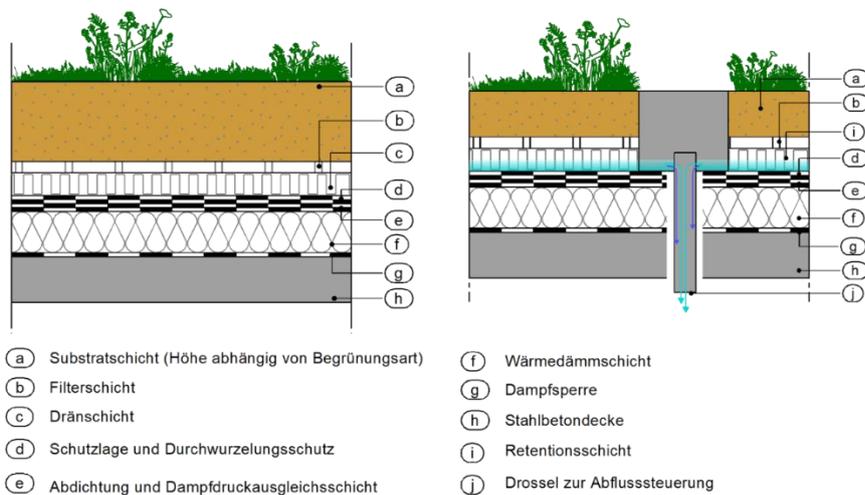


Abb.2: Gründach (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

Der Pflegeaufwand der **extensiven Dachbegrünung** ist bei richtiger, standort- und substratgerechter Auswahl der Pflanzen gering (zwei Kontrollgänge pro Jahr). Die Pflege hängt aber auch von den optischen Ansprüchen an das extensive Gründach ab.

Eine **intensive Dachbegrünung** ist je nach Vegetation regelmäßig zu bewässern und zu düngen und bedarf der üblichen gärtnerischen Pflege wie Baum- und Strauchschnitt bzw. Mahd. Je nach Vegetationsform sind zwei bis acht Pflegegänge pro Jahr erforderlich, bei Rasenflächen für Spiel und Sport sind wöchentliche Pflegegänge notwendig. Weiterhin benötigen intensive Dachbegrünungen eine Be- und Entwässerung, um die Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. Hier sind Prüf- und Wartungsintervalle zu berücksichtigen.

Der Pflege- und Wartungsaufwand von **Retentionsdächern** ist ähnlich hoch wie bei anderen Dachbegrünungen. Aufgrund der höheren Feuchteverhältnisse ist hier jedoch ein üppigeres Wachstum, sodass öfter gemäht und Fremdbewuchs entfernt werden muss. Zusätzlich muss der Drosselablauf geprüft und gereinigt werden.

Investitionskosten			Betriebskosten		
Mindestens:			Mindestens:		
14 €/m ² *1	34 €/m ² *2	33 €/m ² *3	0,50 €/m ² xa *1	3,50 €/m ² xa *2	1,50 €/m ² xa *3
Maximal:			Maximal:		
78 €/m ² *1	140 €/m ² *2	45 €/m ² *3	3,00 €/m ² xa *1	6,00 €/m ² xa *2	3,00 €/m ² xa *3
Üblich:			Üblich:		
40 €/m ² *1	71 €/m ² *2	39 €/m ² *3	1,25 €/m ² xa *1	5,00 €/m ² xa *2	2,25 €/m ² xa *3
Hinweise:			Die Kosten können je nach Substratdicke variieren		
*1 extensives Gründach *2 intensives Gründach					
*3 Retentionsdach					

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz, Erhöhung der Biodiversität, positiver Beitrag für das Stadtbild	Intensive Dachbegrünung: Pflege- und Bewässerungsaufwand, hoher Ressourcenverbrauch und Kosten
Schutz der Dachabdichtungen vor Witterung, UV-Strahlung	Stadtklimatische Wirkung in Straßenschlucht oft nicht bemerkbar
Verbesserung des Stadtklimas und der Luftqualität, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung	Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit
Wasserrückhalt	
Retentionsdach: Verringerung des Trockenstresses für die Dachpflanzen	
Intensive Dachbegrünung: Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität	
Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung - Einleitung von Dachflächenabflüssen in Versickerungsanlagen zur -förderung der Verdunstung sowie Grundwasserneubildung	
Schmutzwasser	- Bewässerung mit Grauwasser möglich	
Baustoffe	- Schutz der Dachabdichtung - Berücksichtigung bei Ausschreibung - Einbettung der Technologien und Verbesserung bei Planungs- und Anpassungsprozessen durch Informationsverfügbarkeit	- Änderung der Statik/ mehr Baumaterial nötig - Schädigung der Dachabdichtungen durch Wurzeln bei falscher Konstruktion - Belastung des Regenwassers durch Dachabdichtungsbahnen mit Wurzelschutz- oder Flammenschutzmitteln - Einschwemmen von Schwermetallen in Gewässer/ Boden durch unbeschichtete Metallflächen
Energie	- Kombination mit Photovoltaik möglich - Wärmedämmende Wirkung	- Flächenkonkurrenz Photovoltaik
Fläche	- Erhöhte Nutzungsdichte	- Ggf. Zielkonflikt mit Aufenthaltsfunktion - Ggf. Flächenkonkurrenz möglich
Ökobilanz		- Hoher Ressourcenverbrauch

Weiterführende Informationen



Dachgarten

KURZINFORMATION

Dachgärten sind Gründächer mit Aufenthaltsfunktion. Sie stellen durch ihre Begehbarkeit erweiterte Aufenthaltsräume dar. Die Vegetation ist ähnlich wie die in ebenerdigen Gärten.



Abb. 1: Dachgarten (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

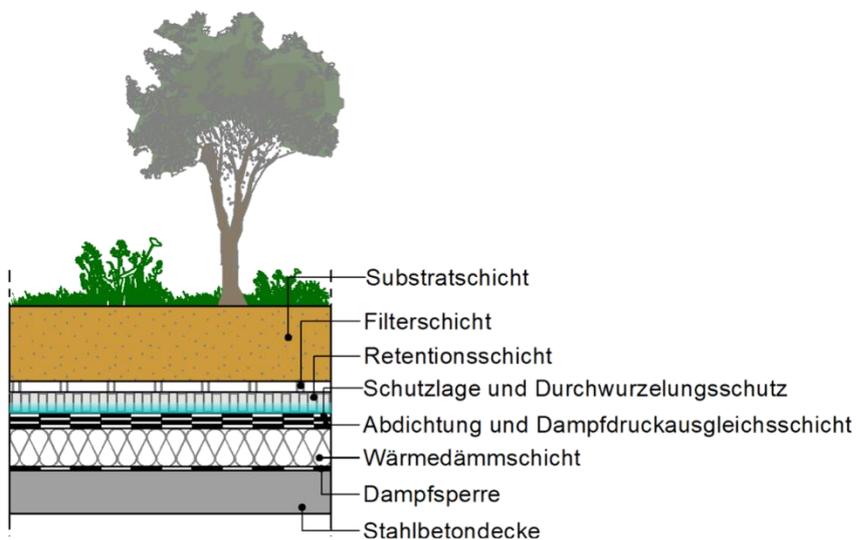


Abb.2: Dachgarten (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

Ein Dachgarten ist je nach Vegetation regelmäßig zu bewässern und zu düngen und bedarf der üblichen gärtnerischen Pflege wie Baum- und Strauchschnitt. Bei Gräsern kann eine Mahd notwendig werden. Je nach Vegetationsform sind zwei bis acht Pflegegänge pro Jahr erforderlich, bei Rasenflächen für Spiel und Sport sind wöchentliche Pflegegänge notwendig. Weiterhin benötigen intensive Dachbegrünungen eine Be- und Entwässerung, um die Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. Hier sind Prüf- und Wartungsintervalle zu berücksichtigen.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: 90 €/m ²	Mindestens: 3,50 €/(m ² xa)
Maximal: 646 €/m ²	Maximal: 6,00 €/(m ² xa)
Üblich: 410 €/m ²	Üblich: 5,00 €/(m ² xa)
Hinweise: Kosten sind abhängig je nach gestalterischer Umsetzung eines Dachgartens	

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz	Pflege- und Bewässerungsaufwand
Verbesserung des Stadtklimas, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung	hoher Ressourcenverbrauch und Kosten
Wasserrückhalt	Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit
Lärminderung	
Bauteilschutz	
Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität, zum Ausgleich von Flächenkonkurrenzen	
Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb möglich	
Positiver Beitrag für das Stadtbild	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung - Einleitung von Dachflächenabflüssen in Versickerungsanlagen zur Förderung der Verdunstung sowie Grundwasserneubildung	
Schmutzwasser	- Bewässerung mit Grauwasser möglich	
Baustoffe	- Schutz der Dachabdichtung (z.B. Temperaturdifferenzen, Strahlung, Versprödung) - Berücksichtigung bei Ausschreibung - Einbettung der Technologien bei Planungs- und Anpassungsprozessen durch Informationsverfügbarkeit	- Änderung der Statik/ mehr Baumaterial nötig - Schädigung der Dachabdichtungen durch Wurzeln bei falscher Konstruktion - Belastung des Regenwassers durch Dachabdichtungsbahnen mit Wurzelschutz- oder Flammschutzmitteln - Einschweben von Schwermetallen in Gewässer/ Boden durch unbeschichtete Metallflächen
Energie	- Kombination mit Photovoltaik - Wärmedämmende Wirkung	- Flächenkonkurrenz Photovoltaik - Schallemission durch Kleinwindkraftanlage vermindert Aufenthaltsqualität
Fläche	- Erhöhte Nutzungsdichte inkl. Aufenthaltsfunktion	- Ggf. Flächenkonkurrenz möglich
Ökobilanz		- Hoher Ressourcenverbrauch

Weiterführende Informationen



Fassadenbegrünung

KURZINFORMATION

Die Fassadenbegrünung ist eine dezentrale Maßnahme zur Erhöhung der Verdunstung und Verbesserung des Stadtklimas. Die Begrünung der Hausfassade erfolgt mit erdgebundenen Kletterpflanzen oder wand- bzw. systemgebundenen Techniken (Gabionen, horizontale Kübel, Wandmodule, flächiges Geovlies). Die Pflanzen werden mit Regenwasser bewässert.



Abb. 1: Erdgebundene (li.) und systemgebundene (re.) Fassadenbegrünung (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

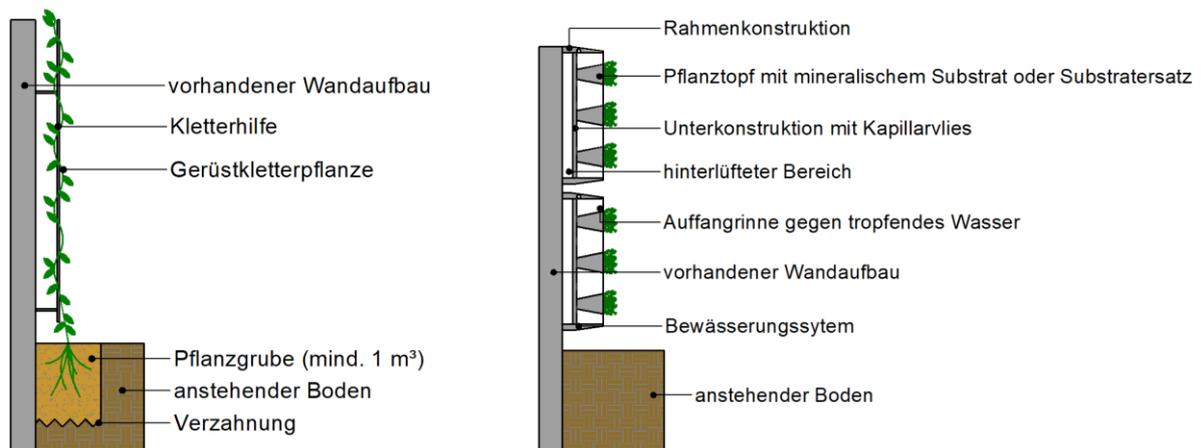


Abb.2: Erdgebundene (li.) und systemgebundene (re.) Fassadenbegrünung (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

Die Pflegemaßnahmen der **erdgebundenen Fassadenbegrünungen** sind relativ gering. Sie beinhalten einen ein- bis zweimal jährlich durchzuführenden Rückschnitt, ggf. Einflechten in Kletterhilfen sowie ggf. Düngen und Schädlingsbekämpfung. Eine Wuchshilfe muss auf Schäden überprüft werden.

Bei **systemgebundener Begrünung** sind fünf- bis zehnmal jährlich Pflegemaßnahmen wie das zusätzliche Ersetzen von ausgefallenen Pflanzen, Wartung der Wasser- und Nährstoffversorgungsanlage, Frostsicherung der Bewässerungsanlage vor dem Winter. Eine etwa tägliche Bewässerung über die gesamte Vegetationszeit (März bis November) ist erforderlich. Außerhalb der Vegetationsperiode ist die Bewässerung außer Betrieb zu nehmen, um Wurzelfäule und Frostsprengung zu vermeiden.

Um den Befall durch tierische und pilzliche Schadorganismen zu erfassen und bekämpfen zu können, sind zwei bis drei Begehungen im Jahr von fachkundigen Personen erforderlich. Schnittmaßnahmen zur Unterhaltungspflege sind nach Zeitpunkt, Häufigkeit und Ausführung dem jeweiligen Begrünungsziel und den Pflanzenarten anzupassen.

Investitionskosten		Betriebskosten	
Mindestens:		Mindestens:	
0,44 €/m ² *1	252 €/m ² *2	10 €/(m ² *a) *1	10 €/(m ² *a) *2
Maximal:		Maximal:	
106 €/m ² *1	2.500 €/m ² *2	20 €/(m ² *a) *1	120 €/(m ² *a) *2
Üblich:		Üblich:	
38 €/m ² *1	1.096 €/m ² *2	15 €/(m ² *a) *1	39 €/(m ² *a) *2
Hinweise:		Die Kosten sind abhängig von Pflanzenart, Bauteilhöhe sowie Erreichbarkeit der begrünten Fläche	
*1 erdgebunden	*2 systemgebunden		

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
hohe Flexibilität, Gestaltungspotenzial	Systemgebunden: spezielle Bewässerung nötig, hohe Investitions- und Betriebskosten
bodengebunden: weitgehend selbständige Pflanzenversorgung mit Wasser und Nährstoffen, geringer Investitions- und Erhaltungsaufwand	Systemgebunden: Primärkonstruktion muss auf das Gesamtgewicht abgestimmt sein
Hohe optische Wirkung, Wertsteigerung der Immobilie und des Wohngebietes, Imagewerbung	Zusätzlicher Pflegeaufwand
Erhöhung der Freiraumqualität und Biodiversität am Standort	Erschwerte Entfernung der Rückstände
Verbesserung des Mikroklimas	
Wasserrückhalt	
Steigerung der Energieeffizienz	
Gebäudeerhaltung/ Bauteilschutz	
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz	
Lärmschutz	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser		
Schmutzwasser	Nutzung zur Grauwasseraufbereitung möglich	
Baustoffe	Schutzfunktion für Bauteil	Beim Entfernen bleiben Rückstände am Bauteil
Energie	Wärmedämmende Wirkung	
Fläche	- Förderung der Nutzungsdichte - Fassade zur Optimierung des Mikroklimas und zum Wasserrückhalt - Förderung der Biodiversität, Erlebbarkeit und Lebensqualität	
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



Regenwassernutzung

KURZINFORMATION

Bei der Regenwassernutzung wird Niederschlagswasser gesammelt und einer späteren Nutzung zugeführt. Die Nutzung als Betriebswasser erfolgt im häuslichen, öffentlichen oder gewerblichen Bereich z.B. zur Bewässerung, Toilettenspülung oder zu Reinigungszwecken. So können gleichzeitig die Kosten zur Trinkwassernutzung eingespart werden.



Abb. 1: Regenwassernutzung (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

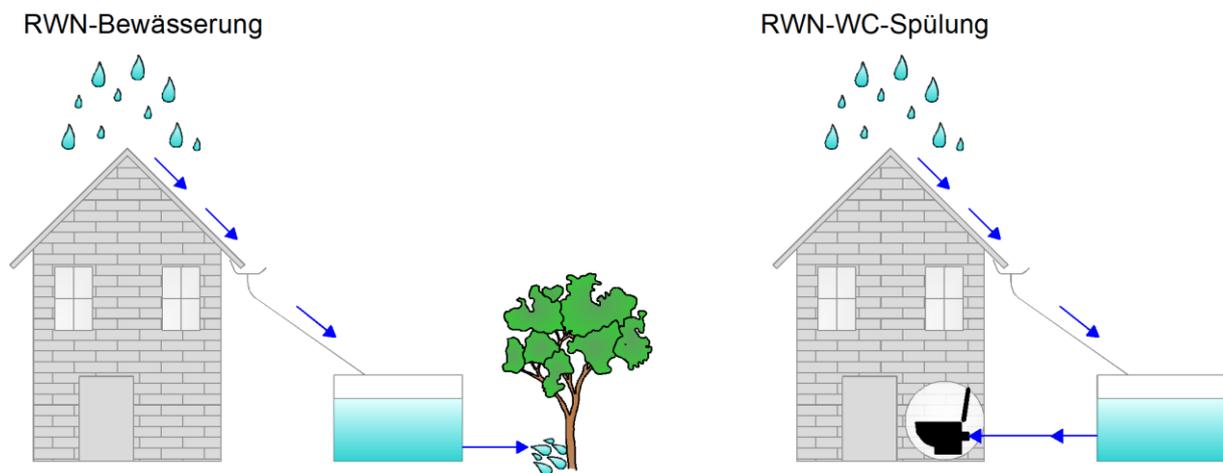


Abb.2: Regenwassernutzung zur Bewässerung (li) und Toilettenspülung (re) (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

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

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: RWN-Bewässerung: 90 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 625 €/E	Mindestens: RWN-Bewässerung: k.A. RWN-WC-Spülung: 19 €/(E*a)
Maximal: RWN-Bewässerung: 900 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 1.613 €/E	Maximal: RWN-Bewässerung: k.A. RWN-WC-Spülung: 25 €/(E*a)
Üblich: RWN-Bewässerung: 420 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 1.188 €/E	Üblich: RWN-Bewässerung: 0,75 €/(m ² A _{b,a} *a) RWN-WC-Spülung: 25 €/(E*a)

Hinweise:

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Senkung der Betriebskosten	Teilweise hohe Investitions- und Wartungskosten
Rückhalt von Regenwasser und Senkung des Abflusses	Erhöhter Ressourcenverbrauch aufgrund eines zweiten Leitungsnetzes und weiterer Gebäudetechnik
Reduzierung des Trink- und Abwasseraufkommens	Durch Fehlanschlüsse kann das Trinkwasser durch Regenwasser verunreinigt werden
Stärkung des Umweltbewusstseins	Unausgegichene Bedarfsdeckung bei Bewässerung möglich
Zisternen sind oftmals unterirdisch, daher keine Beeinflussung privater/ öffentlicher Plätze	
Möglichkeit der leichten bis moderaten Reduzierung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer	
Dank großer Auswahl können Regenspeicher individuell an örtliche Bedarfe angepasst werden	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Regen- bzw. Grauwassernutzung zur Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung	
Schmutzwasser		
Baustoffe	- Die Maßnahme kann im Rahmen einer Ausschreibung (z.B. für öffentliche Gebäude) mitberücksichtigt werden	
Energie	- Deckung des anfallenden Strombedarfes	- Flächenkonkurrenz für weitere Gebäudetechnik
Fläche		
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



Kombinierte Regen- und Grauwassernutzung

KURZINFORMATION

Bei der kombinierten Regen- und Grauwassernutzung wird nicht nur das Niederschlagswasser, sondern auch das Grauwasser gesammelt und einer späteren Nutzung zugeführt. Grauwasser ist gering belastetes Abwasser aus Dusche, Badewanne, Waschbecken und ggf. Waschmaschine, welches mit geringem Aufwand aufbereitet werden kann.

Die Nutzung als Betriebswasser erfolgt im häuslichen, öffentlichen oder gewerblichen Bereich z.B. zur Bewässerung, Toilettenspülung oder zu Reinigungszwecken. So können gleichzeitig die Kosten zur Trinkwassernutzung eingespart werden.

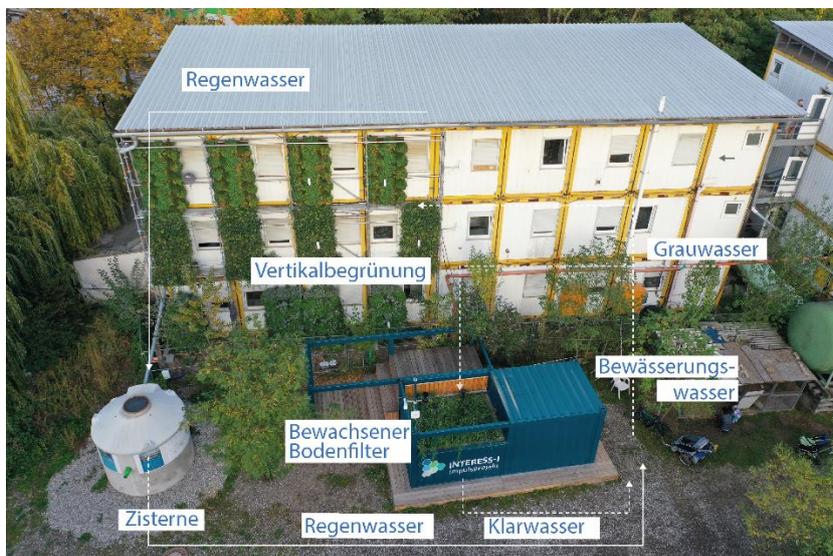


Abb. 1: Impulsprojekt Stuttgart mit den Hauptkomponenten Zisterne, multifunktionale Pflanzenkläranlage im Container und Vertikalbegrünung (Bildquelle: Bernd Eisenberg)

Umsetzung

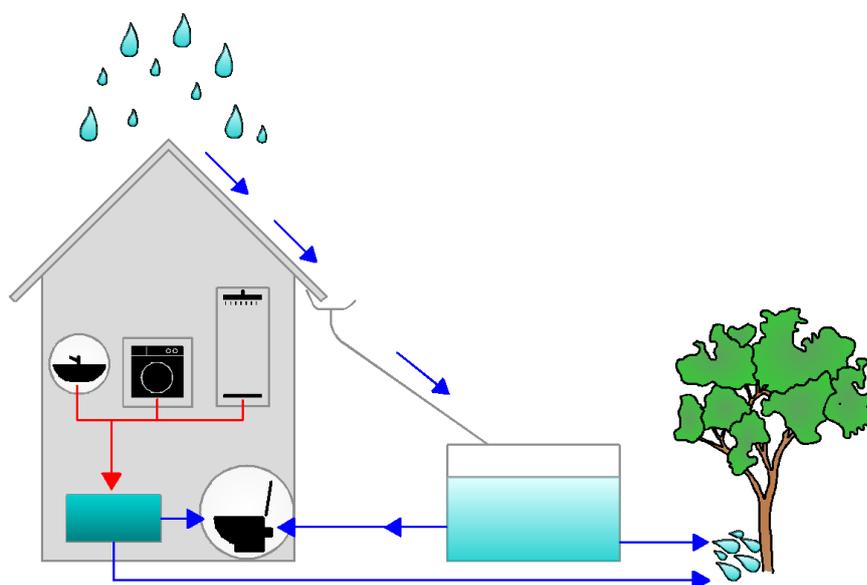


Abb.2: Kombinierte Regen- und Grauwassernutzung (Bildquelle: eigene Darstellung)

Aufwand und Kosten

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

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: 210 €/E	Mindestens: 21 €/(E*a)
Maximal: 1.420 €/E	Maximal: 42 €/(E*a)
Üblich: 797 €/E	Üblich: 27 €/(E*a)
Hinweise:	

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Senkung der Betriebskosten	Teilweise hohe Investitions- und Wartungskosten
Rückhalt von Regenwasser und Senkung des Abflusses	Erhöhter Ressourcenverbrauch aufgrund eines zweiten Leitungsnetzes und weiterer Gebäudetechnik
Reduzierung des Trink- und Abwasseraufkommens	
Optimierung der Bedarfsdeckung	
Stärkung des Umweltbewusstseins	
Zisternen sind oftmals unterirdisch, daher keine Beeinflussung privater/ öffentlicher Plätze	
Geringer Platzbedarf für Grauwasserspeicher, da das Wasser täglich anfällt	
Grauwasserrecycling: hohe Bewertungen bei „Zertifizierungen für nachhaltige Gebäude“, Steigerung des Immobilienwertes	
Möglichkeit der leichten bis moderaten Reduzierung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer	

Ressourcenübergreifende Aspekte

	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Regen- bzw. Grauwassernutzung zur Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung	
Schmutzwasser		
Baustoffe	- Die Maßnahme kann im Rahmen einer Ausschreibung (z.B. für öffentliche Gebäude) mitberücksichtigt werden	
Energie	- Deckung des anfallenden Strombedarfes	- Flächenkonkurrenz für weitere Gebäudetechnik
Fläche		
Ökobilanz		

Weiterführende Informationen



IV. Informationsmaterial – Besprechungen

Versickerung

KURZINFORMATION

Eine gängige Form der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist die Versickerung, die in vielfältiger Form ausgeführt werden kann:

Bei der **Mulden- oder Flächenversickerung** werden die Abflüsse von versiegelten Flächen (Dächer, Straßen, Parkplätze etc.) zur oberflächigen Versickerung in Mulden und auf Flächen eingeleitet und vormalig der Grundwasserneubildung zugeführt.

Eine **Schachtversickerung** ist eine Form der unterirdischen Versickerung. Die Versickerung erfolgt unterirdisch ohne Durchsickerung einer Oberbodenschicht. Es ist sicherzustellen, dass nur Oberflächenabfluss von gering verschmutzten Flächen versickert, da die reinigende Funktion des Oberbodens entfällt. Gleiches gilt für die **Rigolen- bzw. Rohrrigolenversickerung**. Die Rigolen bieten durch zusätzliche Rückhalteräume, die zur Retention genutzt werden können.

Mulden-Rigolen-Elemente bzw. -Systeme stellen eine Kombination aus Mulden mit unterhalb liegenden Rigolen dar. Sind die einzelnen Elemente mit Abflussvorrichtungen verbunden, handelt es sich um ein Mulden-Rigolen-System.



Abb. 1: Muldenversickerung (li.), Schachtversickerung (re.) (Bildquelle: Mathias Uhl)



Abb. 2: Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

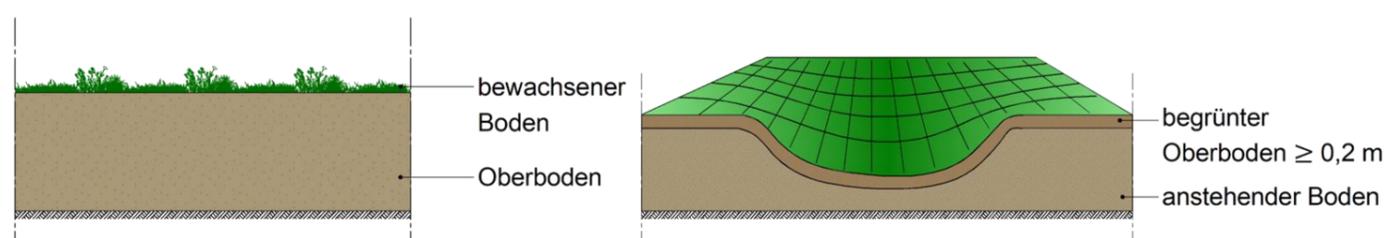


Abb.3: Flächen- und Muldenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

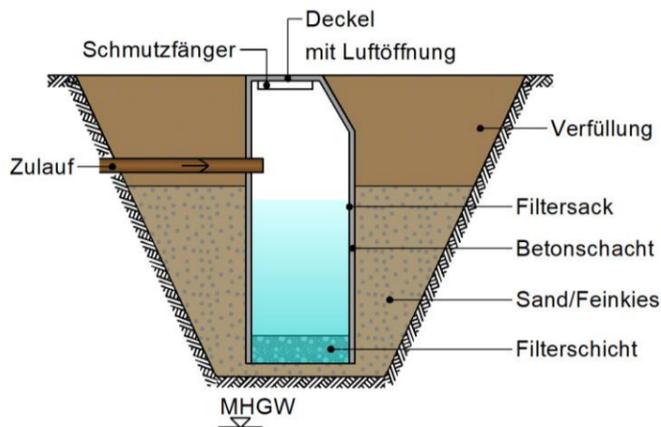


Abb.4: Schachtversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

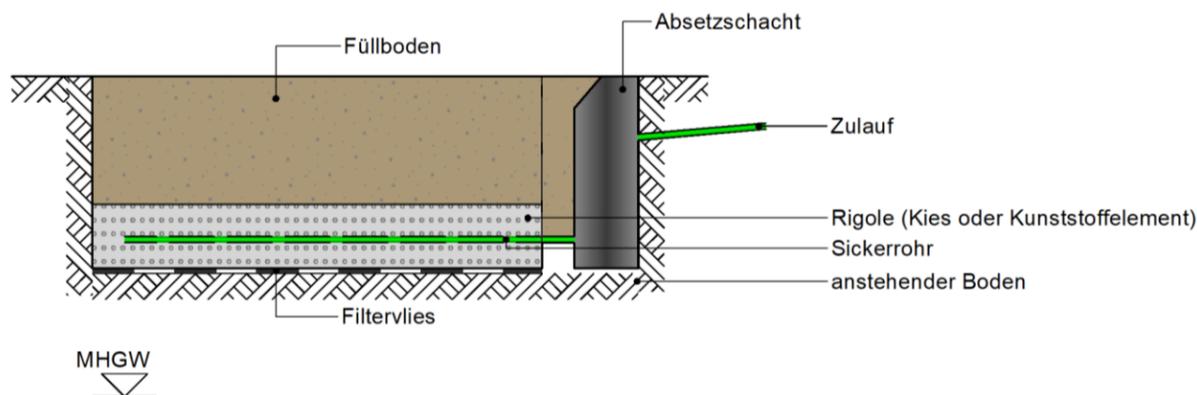


Abb.5: Rigolen- und Rohrrigolenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

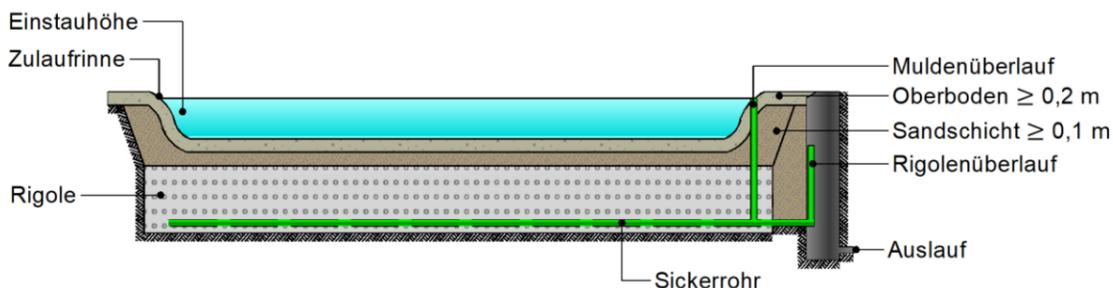


Abb.6: Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

- Förderung der Grundwasserneubildung
- Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer
- Reduzierung des Abflusses
- Verbesserung des Stadtklimas (Verdunstungsleistung und geringere Wärmekapazität als asphaltierte Fläche) und Freiraumqualität
- Erhöhung der biologischen Vielfalt (aber abhängig von der Bepflanzung)
- Geringer Ressourcenverbrauch und Kosten
- Bei Schachtversickerung: kaum oberirdischer Flächenbedarf
- Bei Mulden-Rigolen-System: geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens

Nachteile

- Boden muss eine geeignete Durchlässigkeit aufweisen
- Nur für Flächen mit geringer Nutzung, geringem Verschmutzungspotenzial und tragfähigem oder bindigem Untergrund
- Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
- Bei Schachtversickerung: kein Effekt auf das Stadtklima, biologische Vielfalt, Freiraumqualität, keine Behandlungsfunktion aufgrund fehlender Oberbodenschicht

Weiterführende Informationen



Baumrigole

KURZINFORMATION

Stadtbäume stellen ein wichtiges Element zur Klimaanpassung in urbanen Gebieten dar. Um einerseits das Baumwachstum zu erhöhen und andererseits im Sinne des Überflutungsschutzes Regenwasser versickern zu lassen, können Baumrigolen realisiert werden.

Die Systeme sehen vor Niederschlagswasser von Dachflächen und Straßen zu sammeln und zur Versickerung über ein kombiniertes System – bestehend aus einer Versickerungsrigole mit einem Retentionsspeicher und einer integrierten Baumpflanzung – zu bringen.



Abb. 1: Umsetzung einer Baumrigole im urbanen Raum (Bildquelle: Chris Hamby, lizenziert durch CC BY 4.0)

Umsetzung



Abb.2: Potentieller Aufbau einer Baumrigole (Bildquelle: Daniel Filippi, lizenziert durch CC BY 4.0)

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Erhöhung der Freiraumqualität	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Verbesserung des Stadtklimas und Reduzierung des Hitzestresses	Ressourcenverbrauch und Kosten ähnlich hoch wie bei Regengarten
Verbesserung der biologischen Vielfalt	Bisher noch geringe Umsetzungsbeispiele, Wirkungen noch nicht ausreichend festgestellt
Reduzierung des Abflusses	Behandlungsbedürftigkeit des zugeleiteten Regenwassers muss überprüft werden
Förderung der Grundwasserneubildung	
Große Pflanzengruben bieten mehr Wurzelraum, verbesserte Versickerungsleistungen, höhere Wasserspeicherkapazität	

Weiterführende Informationen



Regengarten

KURZINFORMATION

In dicht urban geprägten Gebieten können Regengärten als zentrales Element zur Versickerung etabliert werden. Regengärten sind intensiv begrünte Mulden-Rigolen-Elemente. Das Niederschlagswasser wird von Dachflächen und Straßen über ein kombiniertes System zur Versickerung, Filtration und Verdunstung gesammelt.



Abb. 1: Regengarten (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

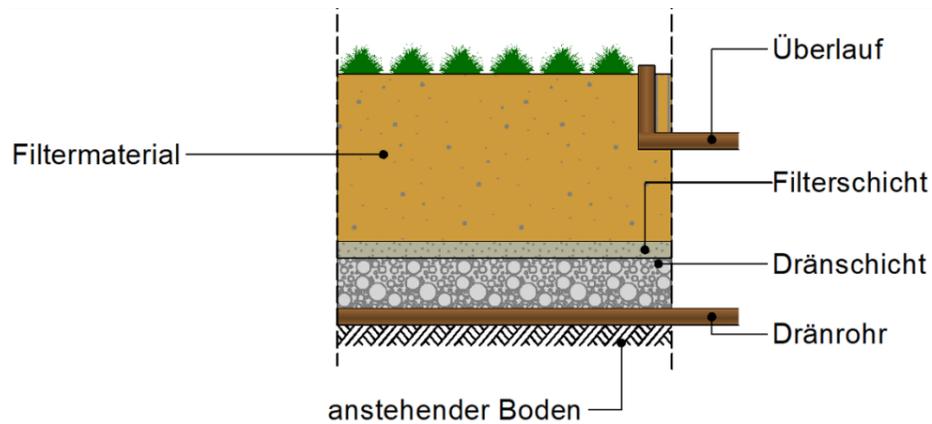


Abb.2: Regengarten (eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

- Geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens
- Erhöhung der Freiraumqualität
- Verbesserung des Stadtklimas
- Verbesserung der biologischen Vielfalt
- Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer
- Erhöhte Verdunstungsleistung ggü. Mulden-Rigolen-Elementen
- Reduzierung des Abflusses
- Förderung der Grundwasserneubildung
- Durch höhere Flächenbelastung weniger Flächenbedarf notwendig
- Flexible Gestaltung möglich

Nachteile

- Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
- Ressourcenverbrauch und Kosten fünf Mal höher als beim Mulden-Rigolen-System

Weiterführende Informationen



Gründächer

KURZINFORMATION

Bei der Begrünung der Dachflächen wird unterschieden in extensive und intensive Dachbegrünung sowie Dächer mit integriertem Retentionsspeicher.

Extensive Gründächer haben eine geringe Aufbauhöhe und trockenheitsverträgliche und pflegeleichte Vegetation. Der Pflegeaufwand ist bei extensiven Gründächern gering, sie werden allerdings nicht zum Aufenthalt genutzt.

Intensive Gründächer werden intensiviert begrünt. Unter Umständen steht sogar die Nutzung zum Aufenthalt im Vordergrund. Daher ist der Dachaufbau höher und schwerer. Auch der Pflegeaufwand ist bei einem intensiven Gründach höher.

Ein Gründach mit **integriertem Retentionsspeicher** verfügt über einen höheren Substrataufbau bzw. Retentionsraum in der Dränschicht und kann somit eine erhöhte Speicherfunktion für Niederschlagswasser erzielen. Es kann sowohl als extensives als auch intensives Gründach ausgeführt werden.



Abb. 1: Gründächer im urbanen Raum (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

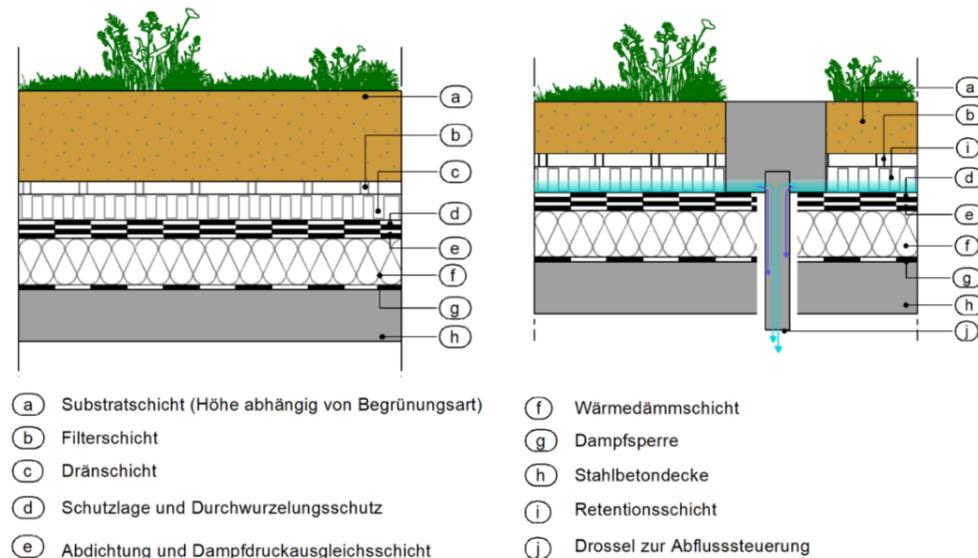


Abb.2: Gründach (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz, Erhöhung der Biodiversität, positiver Beitrag für das Stadtbild
Schutz der Dachabdichtungen vor Witterung, UV-Strahlung

Verbesserung des Stadtklimas und der Luftqualität, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung

Wasserrückhalt

Retentionsschicht: Verringerung des Trockenstresses für die Dachpflanzen

Intensive Dachbegrünung: Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität
Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb nötig

Nachteile

Intensive Dachbegrünung: Pflege- und Bewässerungsaufwand, hoher Ressourcenverbrauch und Kosten

Stadtklimatische Wirkung in Straßenschlucht oft nicht bemerkbar

Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit

Weiterführende Informationen



Dachgarten

KURZINFORMATION

Dachgärten sind Gründächer mit Aufenthaltsfunktion. Sie stellen durch ihre Begehmbarkeit erweiterte Aufenthaltsräume dar. Die Vegetation ist ähnlich wie die in ebenerdigen Gärten.



Abb. 1: Dachgarten (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

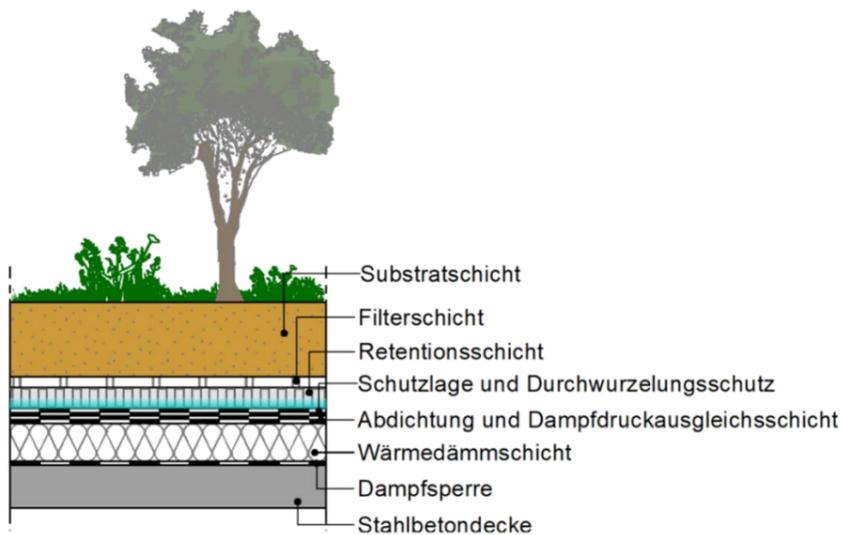


Abb.2: Dachgarten (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz
 Verbesserung des Stadtklimas, der Luftqualität, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung
 Wasserrückhalt
 Lärminderung
 Bauteilschutz
 Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität, zum Ausgleich von Flächenkonkurrenzen
 Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb nötig
 Positiver Beitrag für das Stadtbild

Nachteile

Pflege- und Bewässerungsaufwand
 hoher Ressourcenverbrauch und Kosten
 Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit

Weiterführende Informationen



Fassadenbegrünung

KURZINFORMATION

Die Fassadenbegrünung ist eine dezentrale Maßnahme zur Erhöhung der Verdunstung und Verbesserung des Stadtklimas. Die Begrünung der Hausfassade erfolgt mit erdgebundenen Kletterpflanzen oder wand- bzw. systemgebundenen Techniken (Gabionen, horizontale Kübel, Wandmodule, flächiges Geovlies). Die Pflanzen werden mit Regenwasser bewässert.



Abb. 1: Erdgebundene (li.) und systemgebundenen (re.) (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

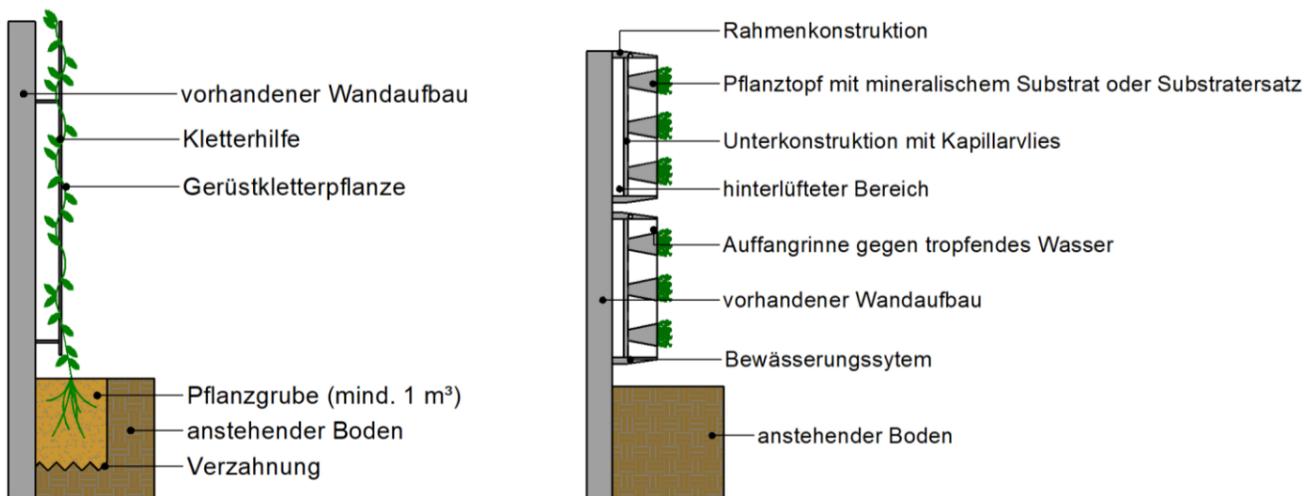


Abb.2: Erdgebundene (li.) und systemgebundenen (re.) Fassadenbegrünung (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

hohe Flexibilität, Gestaltungspotenzial

bodengebunden: weitgehend selbständige Pflanzenversorgung mit Wasser und Nährstoffen, geringer Investitions- und Erhaltungsaufwand

Hohe optische Wirkung, Wertsteigerung der Immobilie und des Wohngebietes, Imagewerbung

Erhöhung der Freiraumqualität und Biodiversität am Standort

Verbesserung des Mikroklimas

Wasserrückhalt

Steigerung der Energieeffizienz

Gebäudeerhaltung/ Bauteilschutz

Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz

Lärmschutz

Nachteile

Systemgebunden: spezielle Bewässerung nötig, hohe Investitions- und Betriebskosten

Systemgebunden: Primärkonstruktion muss auf das Gesamtgewicht abgestimmt sein

Zusätzlicher Pflegeaufwand

Erschwerte Entfernung der Rückstände

Weiterführende Informationen



Regenwassernutzung

KURZINFORMATION

Bei der Regenwassernutzung wird Niederschlagswasser gesammelt und einer späteren Nutzung zugeführt. Die Nutzung als Betriebswasser erfolgt im häuslichen, öffentlichen oder gewerblichen Bereich z.B. zur Bewässerung, Toilettenspülung oder zu Reinigungszwecken. So können gleichzeitig die Kosten zur Trinkwassernutzung eingespart werden.



Abb. 1: Regenwassernutzung (Bildquelle: Mathias Uhl)

Umsetzung

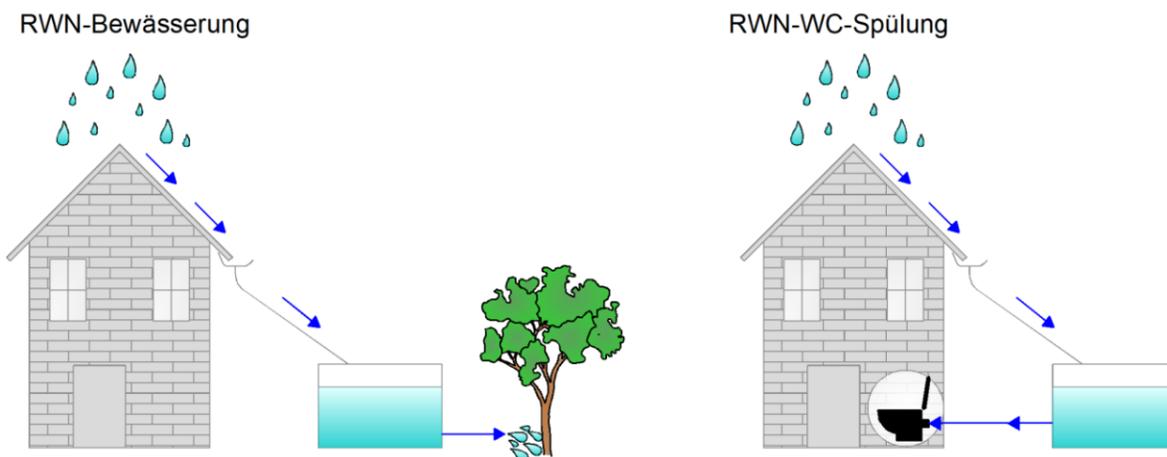


Abb.2: Regenwassernutzung zur Bewässerung und zur Toilettenspülung (eine Kombination beider Varianten ist möglich) (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

- Senkung der Betriebskosten
- Rückhalt von Regenwasser und Senkung des Abflusses
- Reduzierung des Trink- und Abwasseraufkommens
- Stärkung des Umweltbewusstseins
- Zisternen sind oftmals unterirdisch, daher keine Beeinflussung privater/ öffentlicher Plätze
- Möglichkeit der leichten bis moderaten Reduzierung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer
- Dank großer Auswahl können Regenspeicher individuell an örtliche Bedarfe angepasst werden

Nachteile

- Teilweise hohe Investitions- und Wartungskosten
- Erhöhter Ressourcenverbrauch aufgrund eines zweiten Leitungsnetzes und weiterer Gebäudetechnik
- Durch Fehlschlüsse kann das Trinkwasser durch Regenwasser verunreinigt werden
- Unausgeglichene Bedarfsdeckung bei Bewässerung möglich

Weiterführende Informationen



Kombinierte Regen- und Grauwassernutzung

KURZINFORMATION

Bei der kombinierten Regen- und Grauwassernutzung wird nicht nur das Niederschlagswasser, sondern auch das Grauwasser gesammelt und einer späteren Nutzung zugeführt. Grauwasser ist gering belastetes Abwasser aus Dusche, Badewanne, Waschbecken und ggf. Waschmaschine, welches mit geringem Aufwand aufbereitet werden kann. Die Nutzung als Betriebswasser erfolgt im häuslichen, öffentlichen oder gewerblichen Bereich z.B. zur Bewässerung, Toilettenspülung oder zu Reinigungszwecken. So können gleichzeitig die Kosten zur Trinkwassernutzung eingespart werden.



Abb. 1: Impulsprojekt Stuttgart mit den Hauptkomponenten Zisterne, multifunktionale Pflanzenkläranlage im Container und Vertikalbegrünung (Bildquelle: Bernd Eisenberg)

Umsetzung

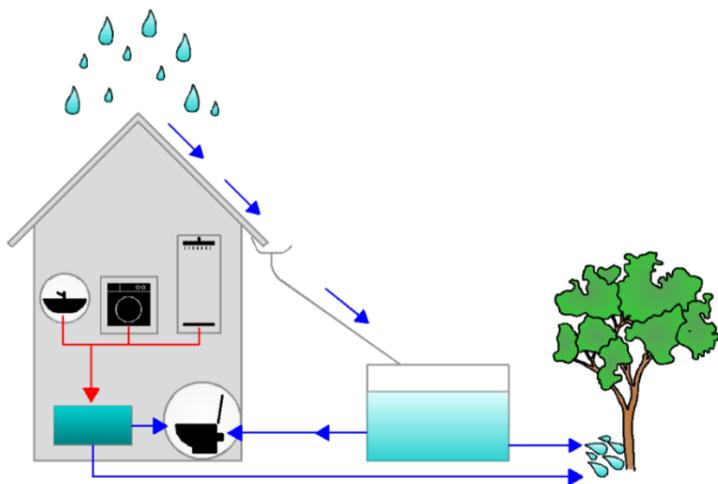


Abb.2: Kombinierte Regen- und Grauwassernutzung (Bildquelle: eigene Darstellung)

Vor- und Nachteile

Vorteile

- Senkung der Betriebskosten
- Rückhalt von Regenwasser und Senkung des Abflusses
- Reduzierung des Trink- und Abwasseraufkommens
- Optimierung der Bedarfsdeckung
- Stärkung des Umweltbewusstseins
- Zisternen sind oftmals unterirdisch, daher keine Beeinflussung privater/ öffentlicher Plätze
- Geringer Platzbedarf für Grauwasserspeicher, da das Wasser täglich anfällt
- Grauwasserrecycling: hohe Bewertungen bei „Zertifizierungen für nachhaltige Gebäude“, Steigerung des Immobilienwertes
- Möglichkeit der leichten bis moderaten Reduzierung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer

Nachteile

- Teilweise hohe Investitions- und Wartungskosten
- Erhöhter Ressourcenverbrauch aufgrund eines zweiten Leitungsnetzes und weiterer Gebäudetechnik

Weiterführende Informationen



V. Informationsmaterial – Poster

Versickerung

Kurzinformationen

Eine gängige Form der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist die Versickerung, die in vielfältiger Form ausgeführt werden kann:

Bei der **Mulden- oder Flächenversickerung** werden die Abflüsse von versiegelten Flächen (Dächer, Straßen, Parkplätze etc.) zur oberflächigen Versickerung in Mulden und auf Flächen eingeleitet und vormalig der Grundwasserneubildung zugeführt.

Eine **Schachtversickerung** ist eine Form der unterirdischen Versickerung. Die Versickerung erfolgt unterirdisch ohne Durchsickerung einer Oberbodenschicht. Es ist sicherzustellen, dass nur Oberflächenabfluss von gering verschmutzten Flächen versickert, da die reinigende Funktion des Oberbodens entfällt. Gleiches gilt für die **Rigolen- bzw. Rohrigolenversickerung**. Die Rigolen bieten durch zusätzliche Rückhalteräume, die zur Retention genutzt werden können.

Mulden-Rigolen-Elemente bzw. -Systeme stellen eine Kombination aus Mulden mit unterhalb liegenden Rigolen dar. Sind die einzelnen Elemente mit Abflussvorrichtungen verbunden, handelt es sich um ein Mulden-Rigolen-System.

Aufwand und Kosten

Die Vegetationspflege der Versickerungsflächen (**Flächen- und Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-System**) (Rasen, Stauden, Gehölze) verhält sich entsprechend des sonst üblichen Aufwandes für Grünflächen. Wichtig ist das Freihalten der Versickerungsfläche und der Zulaufe von Laub o.ä. Bei Nachlassen der Versickerungsleistung sollte der Rasen vertikutiert werden. Andere Unterhaltungsmaßnahmen, wie z.B. Straßenreinigung können ebenfalls positive Effekte für den langfristigen Anlagenbetrieb bewirken.

Zur Unterhaltung der **Sickerschächte** gehört die Kontrolle der Filter, Schächte, Zu- und Ableitungen zweimal pro Jahr und die Entfernung von Schmutzstoffen. Wenn die Sickerleistung nachlässt, ist die Kiesschicht an der Sickersohle auszutauschen.

Die Unterhaltung der **Rigolen** ist bei ausreichender Vorreinigung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei. Eine Kontrolle der Schächte auf Verunreinigung/ Verstopfung ebenso wie eine Bäumung des Systems von Schmutzstoffen sollte in regelmäßigen Abständen (mind. 1 mal pro Jahr) erfolgen. Gegebenenfalls sind die Schächte zu reinigen und das Drainrohrsystem zu spülen. Vor diesem Hintergrund sollte bei Drainrohren einen Rohrdurchmesser von mindestens DN 150 eingehalten werden.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens:	Mindestens:
1,25 €/m ² A _{0,a} *1	0,05 €/m ² a *1
1,00 €/m ² A _{0,a} *2	0,05 €/m ² a *2
7,00 €/m ² A _{0,a} *3	0,50 €/m ² a *3
69,00 €/m ³ *4	0,02 €/m ² a *4
4,00 €/m ² A _{0,a} *5	k.A. *5
13 €/m ² A _{0,a} *6	0,50 €/m ² a *6
Maximal:	Maximal:
52 €/m ² A _{0,a} *1	1,75 €/m ² a *1
10 €/m ² A _{0,a} *2	1,75 €/m ² a *2
35 €/m ² A _{0,a} *3	0,75 €/m ² a *3
346 €/m ³ *4	15,62 €/m ² a *4
45 €/m ² A _{0,a} *5	k.A. *5
90 €/m ² A _{0,a} *6	2,00 €/m ² a *6
Üblich:	Üblich:
17 €/m ² A _{0,a} *1	0,50 €/m ² a *1
10 €/m ² A _{0,a} *2	0,38 €/m ² a *2
19 €/m ² A _{0,a} *3	0,63 €/m ² a *3
115 €/m ³ *4	2,00 €/m ² a *4
21 €/m ² A _{0,a} *5	0,10 €/m ² a *5
28 €/m ² A _{0,a} *6	0,88 €/m ² a *6

Hinweise:
*1 Flächenversickerung
*2 Muldenversickerung
*3 Schachtversickerung
*4 Rigolen- und Rohrigolenversickerung
*5 Mulden-Rigolen-Element
*6 Mulden-Rigolen-System

Vorteile	Nachteile
Förderung der Grundwasserneubildung	Boden muss eine geeignete Durchlässigkeit aufweisen
Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer	Nur für Flächen mit geringer Nutzung, geringem Verschmutzungspotenzial und tragfähigem oder bindigem Untergrund
Reduzierung des Abflusses	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Verbesserung des Stadtklimas (Verdunstungsleistung und geringere Wärmekapazität als asphaltierte Fläche) und Freiraumqualität	Bei Schachtversickerung: kein Effekt auf das Stadtklima, biologische Vielfalt, Freiraumqualität, keine Behandlungsfunktion aufgrund fehlender Oberbodenschicht
Erhöhung der biologischen Vielfalt (aber abhängig von der Bepflanzung)	
Geringer Ressourcenverbrauch und Kosten	
Bei Schachtversickerung: kaum oberirdischer Flächenbedarf	
Bei Mulden-Rigolen-System: geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens	



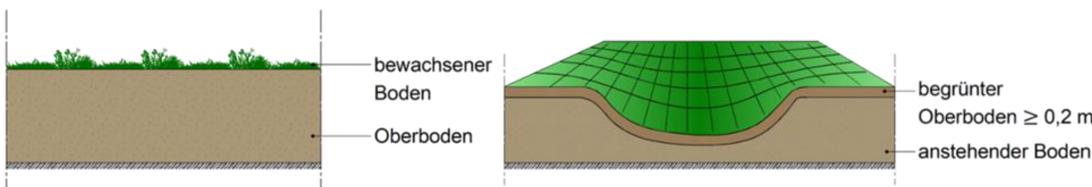
Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: Mathias Uhl)



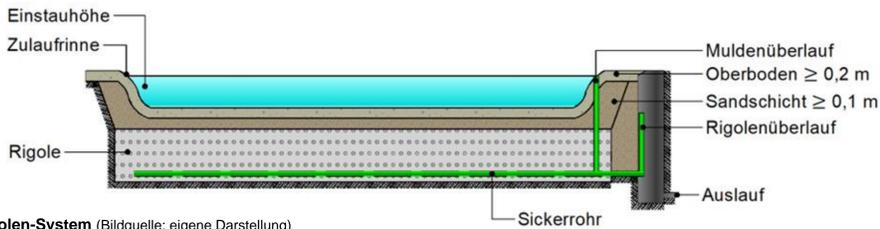
Muldenversickerung (Bildquelle: Mathias Uhl)



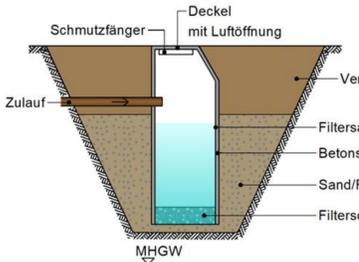
Schachtversickerung (Bildquelle: Mathias Uhl)



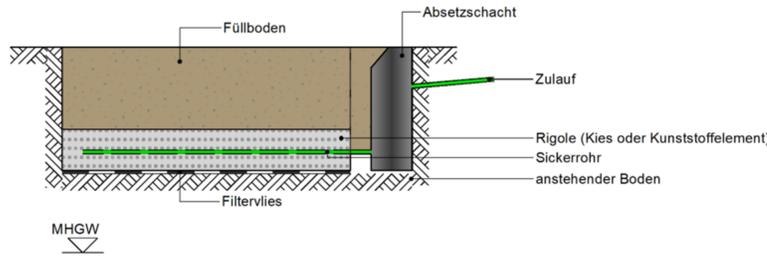
Flächen- und Muldenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)



Mulden-Rigolen-System (Bildquelle: eigene Darstellung)



Schachtversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)



Rigolen- und Rohrigolenversickerung (Bildquelle: eigene Darstellung)

Ressourcenübergreifende Aspekte		
	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	<ul style="list-style-type: none"> - Die intensive Begrünung von Versickerungsanlagen o.ä. fördert die Verdunstungsleistung und Biodiversität - Förderung der Verdunstung und Grundwasserneubildung durch Einleitung der Dachabflüsse - Förderung der Verdunstung durch Bewässerung urbaner Vegetation - Kombination in Multifunktionalen Rückhalteräumen 	
Baustoffe		<ul style="list-style-type: none"> - Dachabdichtungsbahnen können das Regenwasser mit Wurzelschutz- oder Flammenschutzmitteln belasten - Unbeschichtete Metallflächen können Schwermetalle in die Gewässer oder in den Boden schwemmen
Fläche	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte Nutzungsdichte - Förderung der Biodiversität - Förderung der Erlebbarkeit und Lebensqualität durch Schaffung grüner Elemente - zusätzlicher Flächenbedarf notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Nur für Flächen mit geringer Nutzung und geringem Verschmutzungspotenzial - Ggf. Flächenkonkurrenz, vor allem bei anderen unterirdischen Anlagen, wie Zisternen der Regenwassernutzung

Baumrigole



Umsetzung einer Baumrigole im urbanen Raum (Bildquelle: Chris Hamby, lizenziert durch CC BY 4.0)

Kurzinformationen

Stadtbäume stellen ein wichtiges Element zur Klimaanpassung in urbanen Gebieten dar. Um einerseits das Baumwachstum zu erhöhen und andererseits im Sinne des Überflutungsschutzes Regenwasser versickern zu lassen, werden Baumrigolen realisiert.

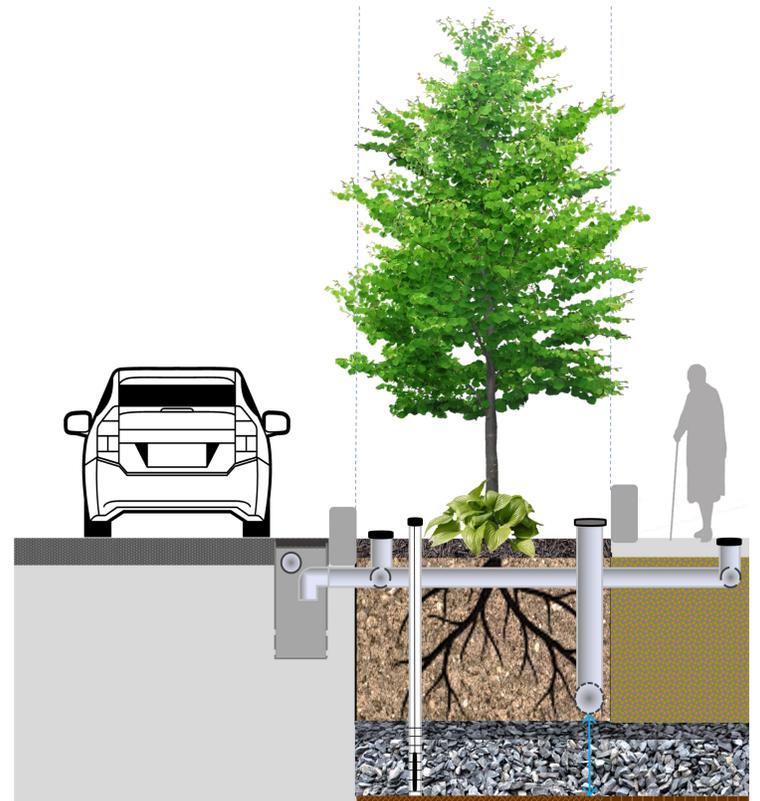
Hier wird Niederschlagswasser von Dachflächen und Straßen zur Versickerung über ein kombiniertes System bestehend aus einer Versickerungsrigole mit einem Retentionsspeicher und einer integrierten Baumpflanzung gesammelt.

Aufwand und Kosten

Bei Baumrigolen kommen baumpflegerische Maßnahmen zum Unterhaltungsaufwand dazu, welche dem optimalen Wuchs des Baums aber auch der Gewährleistung der Verkehrssicherheit dienen. Die Unterhaltung der Rigolen ist bei ausreichender Vorreinigung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens:	Mindestens:
2.500 €/Baumbepflanzung	125 €/Baum*a
Maximal:	Maximal:
7.000 €/Baumbepflanzung	350 €/Baum*a
Üblich:	Üblich:
5.625 €/Baumbepflanzung	238 €/Baum*a

Vorteile	Nachteile
Erhöhung der Freiraumqualität	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
Verbesserung des Stadtklimas und der biologischen Vielfalt	Ressourcenverbrauch und Kosten ähnlich hoch wie bei Regengärten
Große Pflanzgruben bieten mehr Wurzelraum, verbesserte Versickerungsleistungen, höhere Wasserspeicherkapazität	Bisher noch geringe Umsetzungsbeispiele, Wirkungen noch nicht ausreichend festgestellt
Reduzierung des Abflusses und Förderung der Grundwasserneubildung	Behandlungsbedürftigkeit des zugeleiteten Regenwassers muss überprüft werden



Potentieller Aufbau einer Baumrigole (Bildquelle: Daniel Filippi, lizenziert durch CC BY 4.0)

Gründächer

Kurzinformationen

Bei der Begrünung der Dachflächen wird unterschieden in extensive und intensive Dachbegrünung sowie Dächer mit integriertem Retentionsspeicher.

Extensive Gründächer haben eine geringe Aufbauhöhe und trockenheitsverträgliche und pflegeleichte Vegetation. Der Pflegeaufwand ist bei extensiven Gründächern gering, sie werden allerdings nicht zum Aufenthalt genutzt.

Intensive Gründächer werden intensiviert begrünt. Unter Umständen steht sogar die Nutzung zum Aufenthalt im Vordergrund. Daher ist der Dachaufbau höher und schwerer. Auch der Pflegeaufwand ist bei einem intensiven Gründach höher.

Ein Gründach mit **integriertem Retentionsspeicher** verfügt über einen höheren Substrataufbau bzw. Retentionsraum in der Dränschicht und kann somit eine erhöhte Speicherfunktion für Niederschlagswasser erzielen. Es kann sowohl als extensives als auch intensives Gründach ausgeführt werden.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: 14 €/m ² *1 34 €/m ² *2 33 €/m ² *3	Mindestens: 0,50 €/((m ² xa) *1 3,50 €/((m ² xa) *2 1,50 €/((m ² xa) *3
Maximal: 78 €/m ² *1 140 €/m ² *2 45 €/m ² *3	Maximal: 3,00 €/((m ² xa) *1 6,00 €/((m ² xa) *2 3,00 €/((m ² xa) *3
Üblich: 40 €/m ² *1 71 €/m ² *2 39 €/m ² *3	Üblich: 1,25 €/((m ² xa) *1 5,00 €/((m ² xa) *2 2,25 €/((m ² xa) *3
Hinweise: *1 extensives Gründach *2 intensives Gründach *3 Retentionsdach	Die Kosten können je nach Substratdicke variieren

Aufwand und Kosten

Der Pflegeaufwand der **extensiven Dachbegrünung** ist bei richtiger standort- und substratrechter Auswahl der Pflanzen gering (zwei Kontrollgänge pro Jahr). Die Pflege hängt aber auch von den optischen Ansprüchen an das extensive Gründach ab.

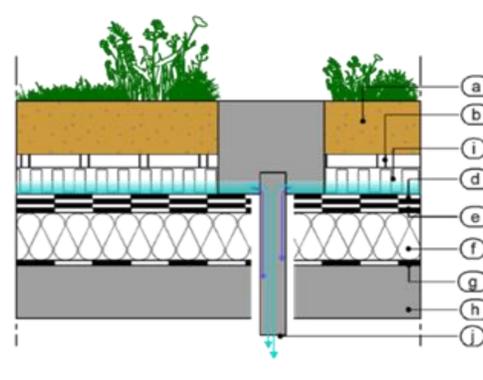
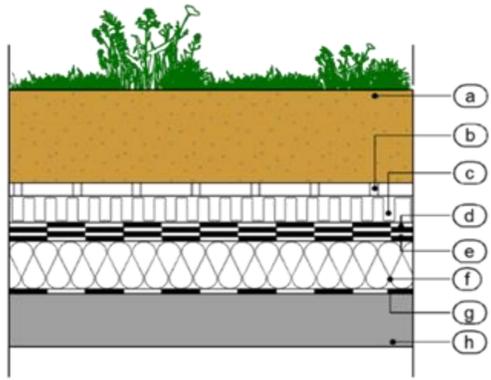
Eine **intensive Dachbegrünung** ist je nach Vegetation regelmäßig zu bewässern und zu düngen und bedarf der üblichen gärtnerischen Pflege wie Baum- und Strauchschnitt bzw. Mahd. Je nach Vegetationsform sind zwei bis acht Pflegegänge pro Jahr erforderlich, bei Rasenflächen für Spiel und Sport sind wöchentliche Pflegegänge notwendig. Weiterhin benötigen intensive Dachbegrünungen eine Be- und Entwässerung, um die Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. Hier sind Prüf- und Wartungsintervalle zu berücksichtigen.

Der Pflege- und Wartungsaufwand von **Retentionsspeichern** ist ähnlich hoch wie bei anderen Dachbegrünungen. Aufgrund der höheren Feuchteverhältnisse ist hier jedoch ein üppigeres Wachstum, sodass öfter gemäht und Fremdbewuchs entfernt werden muss. Zusätzlich muss der Drosselablauf geprüft und gereinigt werden.

Vorteile	Nachteile
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz, Erhöhung der Biodiversität, positiver Beitrag für das Stadtbild	Intensive Dachbegrünung: Pflege- und Bewässerungsaufwand, hoher Ressourcenverbrauch und Kosten
Schutz der Dachabdichtungen vor Witterung, UV-Strahlung	Stadtklimatische Wirkung in Straßenschlucht oft nicht bemerkbar
Verbesserung des Stadtklimas und der Luftqualität, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung	Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit
Wasserrückhalt	
Retentionsspeicher: Verringerung des Trockenstresses für die Dachpflanzen	
Intensive Dachbegrünung: Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität	
Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb	



Gründächer im urbanen Raum (Bildquelle: Mathias Uhl)



- (a) Substratschicht (Höhe abhängig von Begrünungsart)
- (b) Filterschicht
- (c) Dränschicht
- (d) Schutzlage und Durchwurzelungsschutz
- (e) Abdichtung und Dampfdruckausgleichsschicht

- (f) Wärmedämmschicht
- (g) Dampfsperre
- (h) Stahlbetondecke
- (i) Retentionsschicht
- (j) Drossel zur Abflusssteuerung

Aufbau Gründach (Bildquelle: eigene Darstellung)

Ressourcenübergreifende Aspekte		
	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung - Einleitung von Dachflächenabflüssen in Versickerungsanlagen zur Förderung der Verdunstung sowie Grundwasserneubildung	
Schmutzwasser	- Bewässerung mit Grauwasser möglich	
Baustoffe	- Schutz der Dachabdichtung - Berücksichtigung bei Ausschreibung - Einbettung der Technologien und Verbesserung bei Planungs- und Anpassungsprozessen durch Informationsverfügbarkeit	- Änderung der Statik/ mehr Baumaterial nötig - Schädigung der Dachabdichtungen durch Wurzeln bei falscher Konstruktion - Belastung des Regenwassers durch Dachabdichtungsbahnen mit Wurzelschutz- oder Flammschutzmitteln - Einschweben von Schwermetallen in Gewässer/ Boden durch unbeschichtete Metallflächen
Energie	- Kombination mit Photovoltaik möglich - Wärmedämmende Wirkung	- Flächenkonkurrenz Photovoltaik
Fläche	- Erhöhte Nutzungsdichte	- Ggf. Zielkonflikt mit Aufenthaltsfunktion - Ggf. Flächenkonkurrenz möglich
Ökobilanz		- Hoher Ressourcenverbrauch

Dachgärten



Dachgärten (Bildquelle: Mathias Uhl)

Kurzinformationen

Dachgärten sind Gründächer mit Aufenthaltsfunktion. Sie stellen durch ihre Behalbarkeit erweiterte Aufenthaltsräume dar. Die Vegetation ist ähnlich wie die in ebenerdigen Gärten.

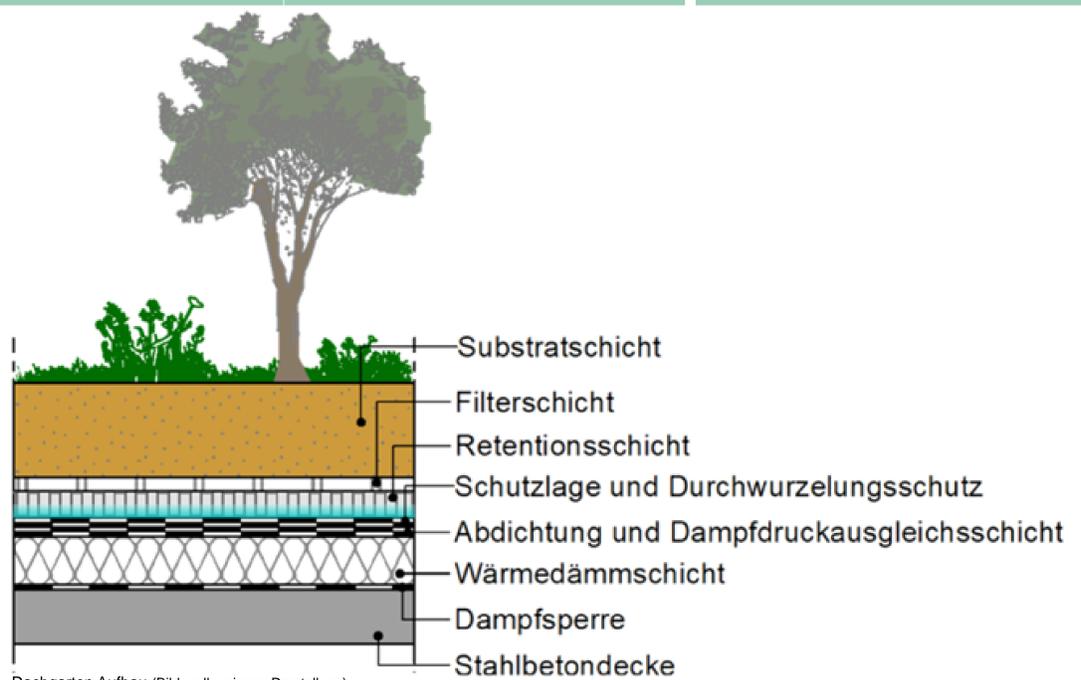
Vorteile	Nachteile
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz	Pflege- und Bewässerungsaufwand
Verbesserung des Stadtklimas, Kühlungseffekt im Sommer, Wärmedämmende Wirkung	Hoher Ressourcenverbrauch und Kosten
Wasserrückhalt	Mögliches Schadenspotential durch Undichtigkeit
Lärminderung	
Bauteilschutz	
Schaffung zusätzlicher Nutzfläche, kein zusätzlicher Grunderwerb möglich	
Erhöhung der Freiraum- und Lebensqualität, zum Ausgleich von Freiflächenkonkurrenzen	
Positiver Beitrag für das Stadtbild	

Aufwand und Kosten

Ein Dachgarten ist je nach Vegetation regelmäßig zu bewässern und zu düngen und bedarf der üblichen gärtnerischen Pflege wie Baum- und Strauchschnitt bzw. Mahd. Je nach Vegetationsform sind zwei bis acht Pflegegänge pro Jahr erforderlich, bei Rasenflächen für Spiel und Sport sind wöchentliche Pflegegänge notwendig. Weiterhin benötigen intensive Dachbegrünungen eine Be- und Entwässerung, um die Wasser- und Nährstoffversorgung dauerhaft zu erhalten. Hier sind Prüf- und Wartungsintervalle zu berücksichtigen.

Investitionskosten	Betriebskosten
Mindestens: 90 €/m ²	Mindestens: 3,50 €/((m ² xa)
Maximal: 646 €/m ²	Maximal: 6,00 €/((m ² xa)
Üblich: 410 €/m ²	Üblich: 5,00 €/((m ² xa)

Hinweise:
Kosten sind abhängig je nach gestalterischer Umsetzung eines Dachgartens



Dachgarten Aufbau (Bildquelle: eigene Darstellung)

Fassadenbegrünung

Kurzinformationen

Die Fassadenbegrünung ist eine dezentrale Maßnahme zur Erhöhung der Verdunstung und Verbesserung des Stadtklimas. Die Begrünung der Hausfassade erfolgt mit erdgebundenen Kletterpflanzen oder wand- bzw. systemgebundenen Techniken (Gabionen, horizontale Kübel, Wandmodule, flächiges Geovlies). Die Pflanzen werden mit Regenwasser bewässert.

Aufwand und Kosten

Die Pflegemaßnahmen der erdgebundenen Fassadenbegrünungen sind relativ gering. Sie beinhalten einen ein- bis zweimal jährlich durchzuführenden Rückschnitt, ggf. Einflechten in Kletterhilfen sowie ggf. Düngen und Schädlingsbekämpfung. Eine Wuchshilfe muss auf Schäden überprüft werden.

Bei systemgebundener Begrünung sind fünf- bis zehnmal jährlich Pflegemaßnahmen wie das zusätzliche Ersetzen von ausgefallenen Pflanzen, Wartung der Wasser- und Nährstoffversorgungsanlage, Frostsicherung der Bewässerungsanlage vor dem Winter. Eine etwa tägliche Bewässerung über die gesamte Vegetationszeit (März bis November) ist erforderlich. Außerhalb der Vegetationsperiode ist die Bewässerung außer Betrieb zu nehmen, um Wurzelfäule und Frostsprengung zu vermeiden.

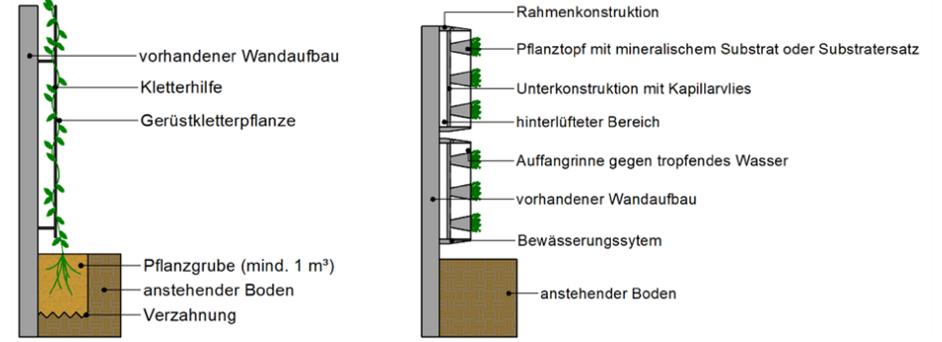
Um den Befall durch tierische und pilzliche Schadorganismen zu erfassen und bekämpfen zu können, sind zwei bis drei Begehungen im Jahr von fachkundigen Personen erforderlich. Schnittmaßnahmen zur Unterhaltungs- und Pflegearbeit sind nach Zeitpunkt, Häufigkeit und Ausführung dem jeweiligen Begrünungsziel und den Pflanzenarten anzupassen.

Investitionskosten		Betriebskosten	
Mindestens:	0,44 €/m ² *1 252 €/m ² *2	Mindestens:	10 €/(m ² *a) *1 10 €/(m ² *a) *2
Maximal:	106 €/m ² *1 2.500 €/m ² *2	Maximal:	20 €/(m ² *a) *1 120 €/(m ² *a) *2
Üblich:	38 €/m ² *1 1.096 €/m ² *2	Üblich:	15 €/(m ² *a) *1 39 €/(m ² *a) *2
Hinweise:		Die Kosten sind abhängig von Pflanzenart, Bauteilhöhe sowie Erreichbarkeit der begrünten Fläche	
	*1 erdgebunden *2 systemgebunden		

Vorteile	Nachteile
hohe Flexibilität, Gestaltungspotenzial	Systemgebunden: spezielle Bewässerung nötig, hohe Investitions- und Betriebskosten
bodengebunden: weitgehend selbständige Pflanzenversorgung mit Wasser und Nährstoffen, geringer Investitions- und Erhaltungsaufwand	Systemgebunden: Primärkonstruktion muss auf das Gesamtgewicht abgestimmt sein
Hohe optische Wirkung, Wertsteigerung der Immobilie und des Wohngebietes, Imageverbesserung	Zusätzlicher Pflegeaufwand
Erhöhung der Freiraumqualität und Biodiversität am Standort	Erschwerte Entfernung der Rückstände
Verbesserung des Mikroklimas	
Wasserrückhalt	
Steigerung der Energieeffizienz	
Gebäudeerhaltung/ Bauteilschutz	
Schaffung von Lebensraum als Beitrag zum Artenschutz	
Lärmschutz	



Erdgebundene Fassadenbegrünung (li.) und systemgebundene Fassadenbegrünung (re.) (Bildquelle: Mathias Uhl)

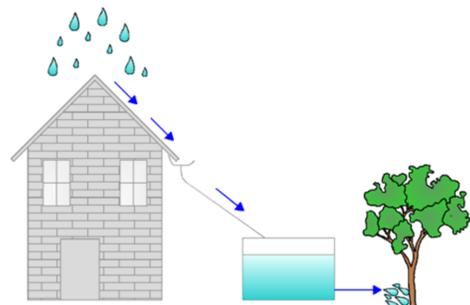


Aufbau erdgebundene Fassadenbegrünung (li.) und systemgebundene Fassadenbegrünung (re.) (Bildquelle: eigene Darstellung)

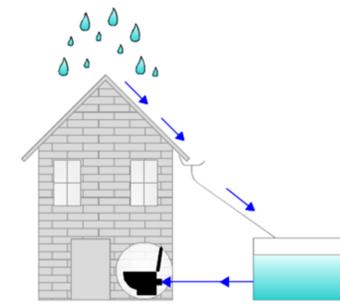
Ressourcenübergreifende Aspekte		
	Synergien	Zielkonflikte
Schmutzwasser	Nutzung zur Grauwasseraufbereitung möglich	
Baustoffe	Schutzfunktion für Bauteil	Beim Entfernen bleiben Rückstände am Bauteil
Energie	Wärmedämmende Wirkung	
Fläche	- Förderung der Nutzungsdichte - Fassade zur Optimierung des Mikroklimas und zum Wasserrückhalt - Förderung der Biodiversität, Erlebbarkeit und Lebensqualität	

Regenwassernutzung

RWN-Bewässerung



RWN-WC-Spülung



Regenwasser zur Bewässerung und zur Toilettenspülung (Kombinationen möglich) (Bildquelle: eigene Darstellung)



Hausinstallation (Bildquelle: Mathias Uhl)

Kurzinformationen

Bei der Regenwassernutzung wird Niederschlagswasser gesammelt und einer späteren Nutzung zugeführt. Die Nutzung als Betriebswasser erfolgt im häuslichen, öffentlichen oder gewerblichen Bereich z.B. zur Bewässerung, Toilettenspülung oder zur Reinigungszwecken. So können gleichzeitig die Kosten zur Trinkwassernutzung eingespart werden

Investitionskosten		Betriebskosten	
Mindestens:	RWN-Bewässerung: 90 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 625 €/E	Mindestens:	RWN-Bewässerung: k.A. RWN-WC-Spülung: 19 €/(E*a)
Maximal:	RWN-Bewässerung: 900 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 1.613 €/E	Maximal:	RWN-Bewässerung: k.A. RWN-WC-Spülung: 25 €/(E*a)
Üblich:	RWN-Bewässerung: 420 €/m ³ RWN-WC-Spülung: 1.188 €/E	Üblich:	RWN-Bewässerung: 0,75 €/(m ² A _{0,5} *a) RWN-WC-Spülung: 25 €/(E*a)

Aufwand und Kosten

Zisternen und die zugehörigen Anlagenteile müssen regelmäßig gewartet werden (DIN 1989, 2002).

Zu den Aufgaben für Unterhaltung und Pflege gehören die Überprüfung der Pumpenanlagen und Rohrleitungen, die Entschlammung des Sammelbehälters bei Bedarf und die Säuberung der Abtrennung für Blätter.

Vorteile	Nachteile
Senkung der Betriebskosten	Teilweise hohe Investitions- und Wartungskosten
Rückhalt von Regenwasser und Senkung des Abflusses	Erhöhter Ressourcenverbrauch aufgrund eines zweiten Leitungsnetzes und weiterer Gebäudetechnik
Reduzierung des Trink- und Abwasseraufkommens	Durch Fehlanlüsse kann das Trinkwasser durch Regenwasser verunreinigt werden
Stärkung des Umweltbewusstseins	Unausgeglichene Bedarfsdeckung bei Bewässerung möglich
Zisternen sind oftmals unterirdisch, daher keine Beeinflussung privater/ öffentlicher Plätze	
Möglichkeit der leichten bis moderaten Reduzierung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer	
Dank großer Auswahl können Regenspeicher individuell an örtliche Bedarfe angepasst werden	

Ressourcenübergreifende Aspekte		
	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Regen- bzw. Grauwassernutzung zur Bewässerung urbaner Vegetation fördert die Verdunstung	
Baustoffe	- Die Maßnahme kann im Rahmen einer Ausschreibung (z.B. für öffentliche Gebäude) mitberücksichtigt werden	
Energie	- Deckung des anfallenden Strombedarfes	- Flächenkonkurrenz für weitere Gebäudetechnik

Regengarten

Kurzinformationen

In dicht urban geprägten Gebieten können Regengärten als zentrales Element zur Versickerung etabliert werden. Regengärten sind tiefer gelegene und intensiv begrünte Mulden-Rigolen-Elemente. Das Niederschlagswasser wird von Dachflächen und Straßen über ein kombiniertes System zur Versickerung, Filtration und Verdunstung gesammelt.

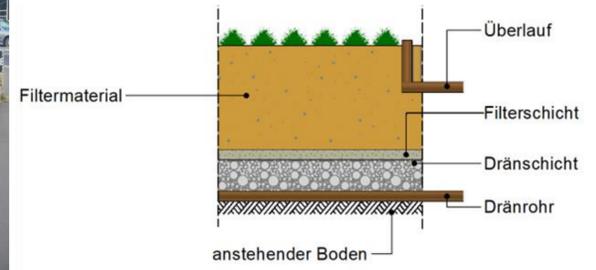
Aufwand und Kosten

Für Regengärten verhält sich die Vegetationspflege entsprechend des sonst üblichen Aufwandes. Wichtig ist das Freihalten der Versickerungsfläche und des Einlaufbereiches von Laub, Sediment und ähnlichen Materialien. Bei Nachlassen der Versickerungsleistung sollte der Rasen vertikutiert werden.

Die Unterhaltung der Rigolen ist bei ausreichender Vorrainung (Bodenpassage oder technische Anlage) weitgehend wartungsfrei. Eine Kontrolle der Schächte auf Verunreinigung/Verstopfung ebenso wie eine Entfernung der Schmutzstoffe aus dem System sollte in regelmäßigen Abständen (mind. 1 mal pro Jahr) erfolgen. Gegebenenfalls sind die Schächte zu reinigen und das Drainrohrsystem zu spülen.



Regengarten (Bildquelle: Mathias Uhl)



Regengarten Aufbau (Bildquelle: eigene Darstellung)

Investitionskosten	Betriebskosten	Vorteile	Nachteile
Mindestens:	Mindestens:	Geeignet auch bei mäßiger Sickerfähigkeit des Bodens	Kein zusätzlicher Nutzen auf Gebäudeebene
15 €/(m ² *A _{0,5})	0,50 €/(m ² *a)	Erhöhung der Freiraumqualität	Ressourcenverbrauch und Kosten fünf Mal höher als beim Mulden-Rigolen-System
Maximal:	Maximal:	Verbesserung des Stadtklimas und der biologischen Vielfalt	
40 €/(m ² *A _{0,5})	2,00 €/(m ² *a)	Stoffliche und hydraulische Entlastung der Oberflächengewässer	
Üblich:	Üblich:	Erhöhte Verdunstungsleistung ggü. Mulden-Rigolen-Elementen	
25 €/(m ² *A _{0,5})	0,88 €/(m ² *a)	Reduzierung des Abflusses und Förderung der Grundwasserneubildung	
		Durch höhere Flächenbelastung weniger Flächenbedarf notwendig	
		Flexible Gestaltung möglich	

Ressourcenübergreifende Aspekte		
	Synergien	Zielkonflikte
Niederschlagswasser	- Intensive Begrünung von Versickerungsanlagen fördert die Verdunstungsleistung und Biodiversität - Förderung der Verdunstung und Grundwasserneubildung durch Einleitung der Dachabflüsse - Förderung der Verdunstung durch Bewässerung urbaner Vegetation - Kombination in Multifunktionalen Rückhalteräumen - Bewässerung mit Grauwasser möglich	
Schmutzwasser		
Baustoffe		- Dachabdichtungsarbeiten können das Regenwasser mit Wurzel- oder Flammenschutzmitteln belasten - Unbeschichtete Metallflächen können Schwermetalle in die Gewässer oder in den Boden schwemmen - Ggf. Flächenkonkurrenz
Fläche	- Erhöhte Nutzungsdichte - Förderung der Biodiversität, Erlebbarkeit und Lebensqualität durch Schaffung grüner Elemente	