In Bearbeitung, Stand 26. März 2021, senden Sie uns gerne Ihre Praxisbeispiele: info@ikt.de



### **Bildkatalog**

### Technische Bauteile und Bauwerke Regenwasser

Praxisbeispiele mit Hinweisen zu Konstruktion und Instandhaltung

**Hinweis:** Ziel ist es, die dargestellten Literaturbeispiele von Pilotmaßnahmen durch viele gute und konkrete Praxisbeispiele von Abwasserbetrieben zu ergänzen. Bitte machen Sie gerne mit und senden uns Ihre Beispiele aus der Praxis. Wir ergänzen den Bildkatalog für den Wissensaustausch unter den Abwasserbetrieben! info@ikt.de

Inhaltsverzeichnis

### Inhaltsverzeichnis

1	Überb	lick technische Bauwerke	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2	Bauw	erke und Anlagen	2
2.1	l Gru	ndstücksbetrachtung	2
	2.1.1	Gründächer	2
	2.1.2	Fassadenbegrünung	6
	2.1.3	Regenwasserzisternen	9
	2.1.4	Objektschutz	28
	2.1.5	Entsieglung	11
	2.1.6	Geländemodellierung	20
	2.1.7	Wasserdurchlässiger Hof und Garten	. Fehler! Textmarke nicht definiert.
	2.1.8	Dezentrale Versickerung	21
		Rückhaltebecken	
	2.1.10	Rückhaltebecken unterhalb	. Fehler! Textmarke nicht definiert.
	2.1.11	Dezentrale NW Behandlung	26
2.2	2 Qua	artiersbetrachtung	28
	2.2.1	Tiefbeete	32
	2.2.2	Baumrigolen	33
	2.2.3	Offene Wasserflächen	34
	2.2.4	Wasserdurchlässige Plätze und Wege	. Fehler! Textmarke nicht definiert.
	2.2.5	Straßenraumanpassung	36
	2.2.6	Parkraumgestaltung	46
	2.2.7	Muldenversickerung	
	2.2.8	Mulden – Rigole Element	
		Mulden – Rigolen System	
		Versickerungsbecken	
	2.2.11	Dezentrale NW-Behandlung	51
2.3	3 Flie	ßwegebetrachtung	. Fehler! Textmarke nicht definiert.
	2.3.1	Notwasserwege	54
	2.3.2	Oberirdische Rinne	56
	2.3.3	Offener Graben	57
	2.3.4	Gewässereinleitung	58
		Begrünte Gleisstraßen	
	2.3.6	Flutmulde	61
3	Ausbl	ick auf die Zukunft	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1	Litoro	turvorzoichnic	63

Einleitung 1

### 1 Anwendungshinweis

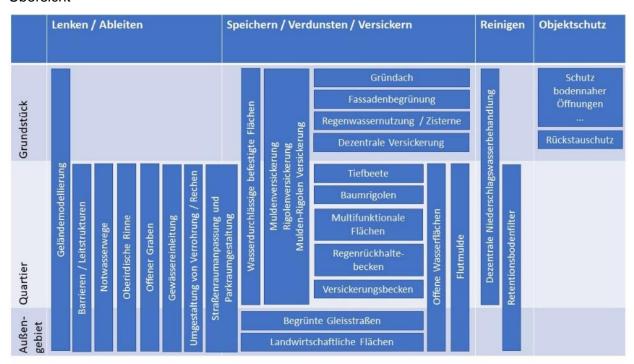
Der Bildkatalog sammelt Praxisbeispiele von Abwasserbetrieben zu den technischen Bauteilen und Bauwerken für Regenwasser mit Stichpunkten zu Konstruktion und Instandhaltung.

**Ziel** ist es, die dargestellten Literaturbeispiele von Pilotmaßnahmen durch viele gute und konkrete Praxisbeispiele von Abwasserbetrieben zu ergänzen.

Der Bildkatalog ist gegliedert nach den folgenden Einsatzbereichen:

- 1. **Grundstück**, eine Liegenschaft/Privatgrundstück mit Immobilie und Außenanlagen und den Themen Objektschutz, Rückstauschutz, Versickerung, Rückhaltung...
- 2. **Quartier**, einem Siedlungsraum in dem o.a. entwässerungstechnische Fragestellungen konzeptionell/technisch gemeinsam gelöst werden.
- 3. **Fließwegegebiet**, bei Starkregen relevanter Einflussbereich zum Lenken und Leiten von Oberflächenwasser
- 4. Flußgebiete, wasserwirtschaftliches Einzugsgebiete, durch Wasserscheiden begrenzt

### Übersicht



Bitte machen Sie gerne mit und senden uns Ihre Beispiele aus der Praxis. Wir ergänzen den Bildkatalog für den Wissensaustausch unter den Abwasserbetrieben! info@ikt.de

### Ihre Ansprechpartner im KomNetABWASSER



**Dipl.-Ing. Marco Schlüter** Tel.: 0209 17806-31 E-Mail: schlueter@ikt.de



**Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Sokoll** Tel.: 0209 17806-17 E-Mail: sokoll@ikt.de



Mirko Salomon, M.Sc. Tel.: 0209 17806-25 E-Mail: salomon@ikt.de



Kilian Möllers, M. Eng. Tel.: 0209 17806-44 E-Mail: moellers@ikt.de

### 2.1 Grundstück

### 2.1.1 Gründächer<sup>1</sup>

Wirkungsgrad:	mittel
Synergiepotential:	erweiterte Nutzfläche, Lebensraum für Flora/Fauna, Lokal- klima
Mögliche Konflikte:	Gebäudestatik, Denkmalschutz

### 2.1.1.1 Konstruktionskriterien

- Flachdächer oder leicht geneigte Dächer (Neigung <10°)</li>
- Abdichtung mit Bitumen, Dachpappe oder Kunststoff-Folien
- Statische Belastbarkeit des Gebäudes (Sicherheitsreserven für Schneelast und Begehung)

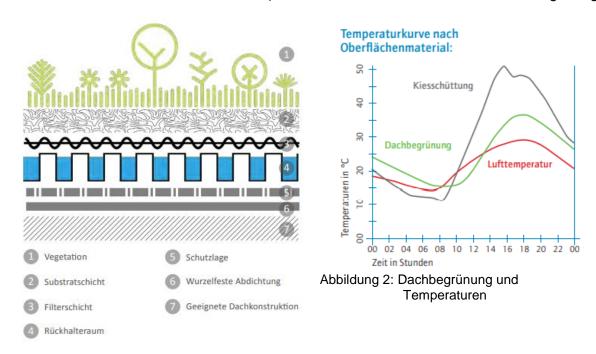


Abbildung 1: Aufbau eines Retentionsdaches

### 2.1.1.2 Chancen und Risiken<sup>2</sup>

- "Dachbegrünung kann bei der Bemessung der Abwassergebühren angerechnet werden, sofern eine getrennte Gebühr für Schmutz- und Niederschlagswasser erhoben wird"
- Begrünung von Dachflächen schließt eine energiewirtschaftliche Nutzung des Daches nicht aus. Im Gegenteil: Durch verschiedene technische Lösungen können die jeweiligen Vorteile miteinander verbunden werden. Beim Wirkungsgrad schneidet die Kombination von Solar-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Nieder-schlagsereignissen. Köln (S. 38)

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (Hrsg.) 2020: Wassersensible Siedlungsentwicklung - Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern. München (S. 16f)

technik und Dachbegrünung sogar günstiger ab. Durch die Verdunstungskühlung der Vegetation kann der Ertrag der Photovoltaikanlage gesteigert werden, da diese einen höheren Wirkungsgrad aufweist, wenn sie sich weniger aufheizt"

### 2.1.1.3 Besonderheiten

- Verbessern das Lokalklima und die Luftqualität
- Wärmedämmung im Winter

### 2.1.1.4 Formen der Dachbegrünung

### Extensivbegrünung<sup>3</sup>





Abbildung 3: Extensivbegrünung<sup>4</sup>

Nutzung	Schutzbelag (ökologisch)		
Pflegeaufwand	gering		
Bewässerung	Nur in Anwachsphase		
Pflanzengesellschaften	Moos-Sedum bis Gras-Kraut		
Aufbaudicke (Substratschicht)	6 – 20 cm		
Gewicht	60 – 150 kg/m <sup>2</sup>		
Herstellungskosten (im Vergleich zu an- deren Gründächern)	gering		
Wasserrückhalt und Verdungstungsver- mögen	gering		

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Nieder-schlagsereignissen. Köln (S. 39)

https://www.baunetzwissen.de/imgs/1/3/1/9/4/6/b77079ada9524d41.jpg (links), https://www.gartenjournal.net/wp-content/uploads/dachbegruenung.jpg (rechts), zuletzt aufgerufen am 11.02.2021

### Einfache Begrünung<sup>5</sup>



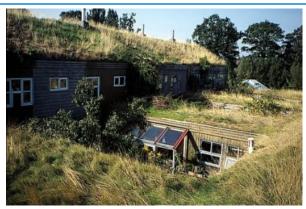


Abbildung 4: einfache Begrünung<sup>6</sup>

Nutzung	Gestaltete Begrünung		
Pflegeaufwand	mittel		
Bewässerung	periodisch		
Pflanzengesellschaf-	Gras-Kraut-Gehölz		
ten			
Aufbaudicke (Substratschicht)	12 – 25 cm		
Gewicht	150 - 200 kg/m <sup>2</sup>		
Herstellungskosten	mittel		
(im Vergleich zu an-			
deren Gründächern)			
Wasserrückhalt und	mittel		
Verdunstungsver-			
mögen			

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Nieder-schlagsereignissen. Köln (S. 39)

 $<sup>\</sup>frac{6}{\text{https://www.baunetzwissen.de/imgs/1/2/5/4/1/7/1/53419a74a28822e1.jpg}} \text{ (links), } \underline{\text{https://www.baunetzwissen.de/imgs/1/2/5/4/1/7/1/52c7f87cc71dd203.jpg}} \text{ (rechts), zuletzt aufgerufen am } 11.02.2021$ 

### Intensivbegrünung<sup>7</sup>



Abbildung 5: Intensivbegrünung<sup>8</sup>

Nutzung	Gepflegte Gartenanlage	
Pflegeaufwand	hoch	
Bewässerung	regelmäßig	
Pflanzengesellschaf-	Rasen/Stauden bis Sträucher/ Bäume	
ten		
Aufbaudicke (Substratschicht)	15–40 cm (bei Baumpflanzungen 120–150 cm)	
Gewicht	150 - 500 kg/m <sup>2</sup>	
Herstellungskosten (im Vergleich zu an- deren Gründächern)	hoch	
Wasserrückhalt und Verdunstungsver- mögen	hoch	

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Nieder-schlagsereignissen. Köln (S. 39)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Steinhaus%2C Rogner Bad Blumau von Friedensreich\_Hundertwasser.jpg, zuletzt aufgerufen am 11.02.2021

### 2.1.2 Fassadenbegrünung<sup>9</sup>

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhakt ist gering			
Synergiepotential:	Höhere Verdunstungsleistung, Verschattung und Kühlung der Wand, Schutz der Fassade vor Witterung, dämmende Wirkung			
Mögliche Konflikte:	Denkmalschutz, Außendämmung			
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (2018): Fassadenbegrünungsrichtlinie - Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen</li> <li>Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (2014): Leitfaden Gebäude, Begrünung und Energie – Potenziale und Wechselwirkungen</li> </ul>			

### 2.1.2.1 Konstruktionskriterien

- Keine Außendämmung
- Geeignete Wandkonstruktion für Zusatzlasten
- Ausrichtung der der Fassade (Verschattung, Windsog)
- Wasseranschluss/-versorgung
- Zugang zur Fassade zur Pflege/Wartung (Stellfläche für Hubsteiger oder Fassadenaufzüge)
- Absturzsicherung ab 3 Meter Absturzhöhe

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Technische Universität München - Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung (Hrsg.) 2018: Leitfaden für klimaorientierte Kommunen in Bayern, Handlungsempfehlungen aus dem Projekt Klimaschutz und grüne Infrastruktur in der Stadt am Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung. München

### 2.1.2.2 Formen der Fassadenbegrünung<sup>10</sup>



Abbildung 6: Fassadenbegrünung im Amthof in Oberderdingen mit Waldrebe, Wildem Wein, Trompetenblume und Weinstock<sup>11</sup>

Merkmale:	<ul> <li>Fertige Außenwand mit Kletterhilfe</li> <li>Direkte Verbindung zum gewachsenen Boden</li> <li>Geeigneter Boden nötig</li> </ul>			
Pflanzen:	Kletterpflanzen			
Unterhaltung (ein- bis zweimal jährlich):	<ul> <li>Rückschnitt, ggf. Einflechten in Kletterhilfen</li> <li>Vom Bewuchs freihalten: Fenster, Fensterläden, Dächer, Fallrohre, Blitzableiter, Markisen und Luftaustrittsöffnungen</li> <li>Entfernen von abgestorbenen Pflanzenteilen</li> <li>Ggf. düngen</li> </ul>			

 $<sup>^{10}\</sup> https://www.gebaeudegruen.info/gruen/fassadenbegruenung/basis-wissen-planungsgrundlagen/planungsgru$ 

Von Dr. Eugen Lehle - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7104116">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7104116</a>, zuletzt aufgerufen am 12.02.2021





Abbildung 7: Wandgebundene Fassadenbegrünung Britomart Transport Centre in Auckland 12

Merkmale:	<ul> <li>Begrünungssysteme ersetzen Fassade</li> <li>Kein Bodenanschluss</li> <li>Konstruktion muss auf Begrünung abgestimmt sein</li> <li>Automatische Anlage für Wasser und Nährstoffe nötig</li> </ul>
Pflanzen:	Großes Spektrum verwendbarer Pflanzen
Unterhaltung (fünf- bis zehnmal jährlich)	<ul> <li>Rückschnitt</li> <li>Vom Bewuchs freihalten: Fenster, Fensterläden, Dächer, Fallrohre, Blitzableiter, Markisen und Luftaustrittsöffnungen</li> <li>Entfernen von abgestorbenen Pflanzenteilen</li> <li>Ersetzen von ausgefallen Pflanzen</li> <li>Wartung der Wasser- und Nährstoffversorgungsanlage</li> <li>Vor dem Winter: Frostsicherung der Bewässerungsanlage</li> <li>Düngen (falls nicht automatisiert über die Wasserzufuhr)</li> </ul>

 $<sup>^{12}</sup>$  Von Tnemtsoni - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61516262">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61516262</a>, zuletzt aufgerufen am 12.02.2021

### 2.1.3 Regenwasserspeicherung und -nutzung [A1] 13

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel			
Synergiepotential:	Regenwassernutzung, Einsparung von Trinkwasser, Gewässerschutz, Trockenheitsvorsorge			
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit, Hygiene, Kanalauslastung in trockenen Perioden			
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>DIN-Vorschrift 1988 – Technische Regeln für die Trinkwasserinstallation</li> <li>DIN-Vorschrift 1989 – Regenwassernutzungsanlagen</li> <li>DVGW-Arbeitsblatt W 555 (2002) Nutzung von Regenwasser (Dachablaufwasser) im häuslichen Bereich</li> </ul>			
Kosten	2.500 - 5.000 €14			

### 2.1.3.1 Formen der Regenwasserspeicherung

- Unterirdische Zisterne
- Kellertanks



Abbildung 8: Betonzisterne<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Umweltbundesamt (Hrsg.) 2005: Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Von Stefan-Xp - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=899099">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=899099</a>, zuletzt aufgerufen am 12.02.2021

### 2.1.3.2 Konstruktionskriterien<sup>16</sup>

 Anschluss der geeigneten Flächen, für die Regenwassernutzung aber ausschließlich Dachablaufwasser

- Kein Flächen aus Kupfer oder Zink anschließen
- Geeigneter Regenspeicher mit Lagerungstemperatur des Wassers unter 18°C
- Geschlossenes System
- Feinfilterung des Wassers vor Speicherung im Tank (Fallrohrfilter, zentrale Sammelfilter oder fertig eingebaute Filter im Speicher) Maschenweite <0,2 mm, möglichst selbstreinigend</li>
- Trennung von Trink und Regenwasser! (Kennzeichnungspflicht der Betriebswasserleitung)

<sup>16</sup> Umweltbundesamt (Hrsg.) 2005: Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen

### 2.1.4 Wasserdurchlässige befestigte Flächen<sup>17</sup>

Wirkungsgrad:	Mittel bis hoch					
Synergiepotential:	Höhere Verdunstungsleistung, Hydraulische und stoffliche Entlastung der Kanalisation und der Gewässer, Anreicherung des Grundwassers, Verbesserung des Stadtklimas					
Mögliche Konflikte:	Flächennutzung					
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>FLL-Richtlinie "Begrünbare Flächenbefestigungen" (2008)</li> <li>FLL-Richtlinie "Wasssergebundene Wegedecken"</li> </ul>					
	(2007)					

### 2.1.4.1 Konstruktionskriterien

- Wasserdurchlässiger Untergrund vorhanden (≥ 3x 10 –5 m/s bzw. ≥ 5x 10 –5 m/s).
- Keine Altlastenflächen, niedriger Grundwasserstand <sup>18</sup>

Tabelle 1: Belagstypen und deren Abflussbeiwerte. Quelle: DIN-Norm 1986-100 (Stand 2016).[A2]

Belastungstyp	Mittlerer Abflussbeiwert	Anwendungen		
Rasen	C = 0,1-0,2	Gärten, Seiten- und Mittel-		
Schotterrasen	C = 0,2	streifen, gelegentlich be		
		nutzte Parkflächen		
Rasengittersteine	C = 0,1	wenig befahrene Wege, Stell-		
Rasenfugenpflaster	C = 0.25	plätze, Feuerwehrzufahrten		
Betonpflasterung mit	C = siehe Herstellerangaben	Geh- und Radwege, Park-		
Dränung		plätze, Fußgängerzonen[A3]		

 $<sup>^{17}\,</sup>https://www.rockenberg.de/app/download/3706919/Entsiegeln-und-Versickern.pdf$ 

 $<sup>^{18}</sup> https://www.bayika.de/bayika-wAssets/docs/aktuelles/2021/Leitfaden\_Wassersensible\_Siedlungsentwick-lung.pdf$ 

### 2.1.4.2 Formen der durchlässige Flächenbefestigung

### Rasenfläche<sup>19</sup>

Abbildung 9: Rasenfläche<sup>20</sup>

Additioung 9: Rasentiache						
Anwendungsberei- che	<ul> <li>Fußwege (bedingt empfohlen)</li> <li>Kfz-Stellplätze (selten genutzt)</li> <li>Spiel- und Bewegungsfläche</li> </ul>					
		rkem Gefäl	_			
		elbstbau ge				
Konstruktion					sensamen, eter Mutterb	-
	Herstellung: "Auf den Untergrund werden 15 bis 20 Zentimeter Mutterboden aufgebracht und mit einer Walze verdichtet. Der Mutterboden muss sandig sein, sonst verfestigt sich der Boden bei Belastung so sehr, dass das Gras nicht mehr wachsen kann. Vorzugsweise im Herbst oder Frühjahr wird Grassamen gesät, eingeharkt und verdichtet."					
Grünflächenanteil	100 %					
Unterhaltung/ Instandhaltung	Regelmäßiges Mähen					
Kosten (mit Einbau) [pro m²]	zirka 10– 15 €					
Sonstiges	Rasenflächen bestehen aus verdichtetem Mutterboden und sind mit strapazierfähigen Gräsern bewachsen.					
Vorteile	<ul><li>Reicht für viele Nutzungen aus</li><li>Günstig</li></ul>					
Nachteile	Regelmäßige Pflege					
Wirksamkeit <sup>21</sup>	Überflutun	gsschutz	Gewässer	schutz	Naturnahe haushalt	er Wasser-
	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung
	Sehr ge- ring	Sehr ge- ring	hoch	Sehr hoch	gering	Sehr hoch

<sup>0 +</sup> 

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

 $<sup>\</sup>frac{20}{\text{https://diy.1-2-do.com/content/uploads/images/73/a8/17/b6b800\_800x600-BB.jpeg}}, \quad \text{zuletzt} \quad \text{aufgerufen} \quad \text{am} \quad 07.02.2021}$ 

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Kies-Splitt-Decken<sup>22</sup>



Abbildung 10: Kies-Splitt-Decke<sup>23</sup>

Anwendungsberei- che	<ul> <li>Terrassen</li> <li>Fußwege</li> <li>Kfz-Stellplätze</li> <li>Farbereiche</li> <li>Hofflächen (bedingt geeignet)</li> <li>Spiel- und Bewegungsfläche (bedingt geeignet)</li> <li>Zum Selbstbau geeignet</li> </ul>
Konstruktion	<b>Material [10 m²]:</b> 1,2 Tonnen Kies oder Splitt der Körnung 2/8 3,0–6,0 Tonnen Kies oder Schotter der Körnung 2/32–2/45 <b>Herstellung:</b>
Grünflächenanteil	0 %
Unterhaltung/ Instandhaltung	gelegentliches Glätten
Kosten (mit Einbau) [pro m²]	zirka 15- 20 €
Sonstiges	Kies-Splitt-Decken bestehen aus Kies oder Splitt, der eine gleichförmige mittlere Körnung hat.
Vorteile	<ul><li>Sehr günstig</li><li>Selbstbau möglich</li></ul>
Nachteile	-

\_

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 14)

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU, Hg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 14)

### Schotterrasen<sup>24</sup>



Abbildung 11: Rasenfläche<sup>25</sup>

Anwendungsberei-	<ul> <li>Fußwe</li> </ul>	•					
che		:					
		1 diliberate					
		chen (beding					
	•	_	•	(bedingt gee	eignet)		
		ırkem Gefäl	_				
		elbstbau ge				_	
Konstruktion	-	-		•	nsamen, Re		
	_				terboden 1		
		•	2/32 3,0–6	5,0 Tonnen l	Kies oder S	chotter der	
	Körnung 2						
	Herstellur	ng:					
Grünflächenanteil	20 – 30 %						
Unterhaltung/ In-	gelegentlic	ches Mähen	bei geringe	er Nutzung			
standhaltung							
Kosten (mit Einbau)	zirka 15 –	zirka 15 – 25 €					
[pro m <sup>2</sup> ]							
Sonstiges	Schotterra	sen besteht	t aus einem	verdichtete	n Gemisch	aus Schot-	
	ter und Mu	ter und Mutterboden, das mit Gräsern bewachsen ist.					
Vorteile	<ul> <li>Hochb</li> </ul>	elastbar					
	<ul> <li>Gering</li> </ul>	er unterhalt					
	Günsti						
Nachteile		<u> </u>					
Wirksamkeit <sup>26</sup>	Überflutun	gsschutz	Gewässer	schutz	Naturnahe	r Wasser-	
	haushalt						
	Ablei-	Rückhalt	stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-	
	tung			lisch	tung	rung	
	Sehr ge-	Sehr ge-	hoch	Sehr	gering	hoch	
	ring	9019	.100.1				
	1119	ring		hoch			

<sup>-</sup>

 $<sup>^{24}</sup>$  Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU, Hg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 15)

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Holzroste<sup>27</sup>



Abbildung 12: Terrassenbelag<sup>28</sup>

Anwendungsberei-	Terrassen					
che	Fußwege (bedingt empfohlen)					
	Zum Selbstbau geeignet					
Konstruktion	Material [10 m²]: 10,0 Quadratmeter Holzroste; 24,0–30,0 Meter					
	Kantholz b/h = 8/10; zirka 100 Stück Schrauben; 0,6 Tonnen Splitt					
	der Körnung 2/8; 2,0–3,0 Tonnen Kies oder Schotter der Körnung					
	2/32–2/45					
	Herstellung: selbst verlegen oder verlegen lassen					
Grünflächenanteil	0 %					
Unterhaltung/ In-	-					
standhaltung						
Kosten (mit Einbau)	zirka 40-60 €					
[pro m <sup>2</sup> ]						
Sonstiges	Holzroste bestehen aus imprägnierten Hölzern (z. B. Lerche, Robi-					
	nien) und werden auf eine gut durchlässige Fläche aufgelegt.					
Vorteile	Natürliches Material					
	Wurzelwachstum benachbarter Pflanzen wird nicht verhindert					
Nachteile	Teuer					
	Bei Nässe rutschig					

 $<sup>^{27}</sup>$  Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

 $<sup>\</sup>frac{28}{\text{https://www.google.com/url?sa=i&url=https\%3A\%2F\%2Fwww.mein-wohndesign24.de\%2Ftipps-und-tricks\%2Fmoderne-holzfliesen&psig=AOvVaw3740bSXVV3jkaW5-yo0q47&ust=1613134448264000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwo-TCNCQ5Mbw4e4CFQAAAAAdAAAABAF, zuletzt aufgerufen am 11.02.2021}$ 

### Holzpflaster<sup>29</sup>



Abbildung 13: Holzpflaster<sup>30</sup>

Anwendungsberei-	Terrassen					
che	Fußwege					
	<ul> <li>Kfz-Stellplätze (selten genutzt)</li> </ul>					
	Hofflächen (bedingt geeignet)					
	Spiel- und Bewegungsfläche (bedingt geeignet)					
	Bei starkem Gefälle					
	Zum Selbstbau geeignet					
Konstruktion	Material [10 m²]: 10,0 Quadratmeter Holzpflaster (Höhe zirka 8–15					
	Zentimeter) 1,0 Tonnen Sand oder Splitt der Körnung 2/8 3,0–6,0					
	Tonnen Kies oder Schotter der Körnung 2/32–2/45					
	Herstellung:					
Grünflächenanteil	0 %					
Unterhaltung/ In-	-					
standhaltung						
Kosten (mit Einbau)	zirka 40-60 €					
[pro m <sup>2</sup> ]						
Sonstiges	Holzpflaster wird aus imprägnierten Holzklötzen hergestellt, die auf					
	eine gut durchlässige Fläche aufgelegt und mit Sand oder Splitt aus-					
	gefugt werden.					
Vorteile						
Nachteile	Rutschgefahr bei Nässe					
	Begrenzte Lebensdauer					

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

https://www.markpine.de/files/content/produkte/landschaftsbau-gartengestaltung/holzpflaster-robinie/landschaftspark-wetzgau.jpg, zuletzt aufgerufen am 11.02.2021

### Rasengittersteine<sup>31</sup>





Abbildung 14: Rasengittersteine<sup>32</sup>

Anwendungsberei- che	<ul> <li>Fußwege (bedingt geeignet)</li> <li>Kfz-Stellplätze</li> <li>Fahrbereiche</li> <li>Hofflächen (bedingt geeignet)</li> <li>Spiel- und Bewegungsfläche (bedingt geeignet)</li> <li>Bei starkem Gefälle</li> </ul>
Konstruktion	<b>Material [10 m²]:</b> 10,0 Quadratmeter Rasengittersteine 0,4 Kubikmeter Mutterboden 130 Gramm Parkplatzrasensamen, Regelsaatgutmischung (RSM) 5.1 0,6– 1,0 Tonnen Sand oder Splitt der Körnung 2/8 3,0–6,0 Tonnen Kies oder Schotter der Körnung 2/32–2/45 <b>Herstellung:</b> nicht zum Selbstbau geeignet
Grünflächenanteil	>40 %
Unterhaltung/ Instandhaltung	gelegentliches Mähen bei geringer Nutzung
Kosten (mit Einbau) [pro m²]	zirka 30 – 40 €
Sonstiges	Rasengittersteine bestehen aus Beton und haben wabenförmige Öffnungen, die mit sandigem Mutterboden gefüllt und mit Gras bewachsen sind.
Vorteile	preiswert
Nachteile	

\_

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (Hrsg.) 2020: Wassersensible Siedlungsentwicklung - Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern. München (S. 14)

### Rasenfugenpflaster<sup>33</sup>



Abbildung 15: Rasenfugenpflaster<sup>34</sup>

Anwendungsberei-		: a.o e.g. (2 - e.a e.g e.a e.g e.a e.g e.a e.g e.a e.g e.a e.g e.a e.a.						
che	Kfz-Stellplätze							
		Fahrbereiche						
	<ul> <li>Hoffläd</li> </ul>	chen (bedinç	gt geeignet)					
	•	•	•	(bedingt gee	eignet)			
		rkem Gefäll						
Konstruktion	Material [	<b>10 m²]:</b> 10,0	0 Quadratm	eter Fugenp	oflaster 0,1-	0,3 Kubik-		
	meter Mut	terboden 3	0– 90 Grar	nm Parkpla	tzrasensam	en, Regel-		
	saatgutmis	schung (RS	M) 5.1 0,6-	-1,0 Tonnei	n Sand ode	r Splitt der		
	Körnung 2	/8 3,0– 6,0	Tonnen Kie	s oder Scho	tter der Körr	nung 2/32-		
	2/45							
	Herstellur	ng: nicht zu	m Selbstbaı	u geeignet				
Grünflächenanteil	Bis 35 %							
Unterhaltung/ In-	gelegentliches Mähen bei geringer Nutzung							
standhaltung								
Kosten (mit Einbau)	zirka 35 - 45 €							
[pro m <sup>2</sup> ]								
Sonstiges	Rasenfuge	enpflaster b	esteht aus I	Betonsteine	n mit angefo	ormten Ab-		
	standhalte	rn, die gleic	hmäßig bre	it begrünte	Fugen gewä	hrleisten.		
Vorteile	<ul> <li>Vielfält</li> </ul>	ige Gestaltı	ungsmöglich	nkeiten				
Nachteile								
Wirksamkeit durch-	Überflutun	gsschutz	Gewässer	schutz	Naturnahe	r Wasser-		
lässiges Pflaster <sup>35</sup>	haushalt							
	Ablei- Rückhalt stofflich hydrau- Verduns		Verduns-	Versicke-				
	tung			lisch	tung	rung		
	gering	mittel	gering	hoch	Sehr	Sehr		
	hoch hoc							
		HOOH HOOH						

<sup>&</sup>lt;sup>33</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU, Hg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 20)

<sup>&</sup>lt;sup>35</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Porenpflaster<sup>36</sup>



Abbildung 16: Porenpflaster<sup>37</sup>

Anwendungsberei- che	<ul> <li>Terrassen</li> <li>Fußwege</li> <li>Kfz-Stellplätze (bedingt geeignet)</li> <li>Fahrbereiche (bedingt geeignet)</li> <li>Hofflächen</li> <li>Spiel- und Bewegungsfläche (bedingt geeignet)</li> <li>Bei starkem Gefälle</li> </ul>						
Konstruktion	Material [10 m²]: 10,0 Quadratmeter Porenpflaster 0,1 Tonnen Splitt der Körnung 2/8 für die Fugen 0,6– 1,0 Tonnen Sand oder Splitt der Körnung 2/8 3,0–6,0 Tonnen Kies oder Schotter der Körnung 2/32–2/45  Herstellung: nicht zum Selbstbau geeignet						
Grünflächenanteil	0 %	<u> </u>					
Unterhaltung/ Instandhaltung	gelegentliches Abkehren zum Erhalt der Durchlässigkeit						
Kosten (mit Einbau) [pro m²]	zirka 40 - 60 €						
Sonstiges			en Nutzung och wasserd	•	ten her wie	ein norma-	
Vorteile	• wasser	rdurchlässig	)				
Nachteile	kein G	rünanteil					
Wirksamkeit durch- lässiges Pflaster <sup>38</sup>	Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wasserhaushalt						
						Versicke- rung	
	gering mittel gering hoch Sehr hoch hoch						

 $<sup>^{36}</sup>$  Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden (S. 13)

<sup>&</sup>lt;sup>37</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU, Hg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 20)

<sup>&</sup>lt;sup>38</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### 2.1.5 Geländemodellierung[A4]

Wirkungsgrad:	unterschiedlich
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit

Mit Geländemodellierung kann Wasser vom Haus bzw. kritischer Infrastruktur weggeleitet werden.

"Kleine Maßnahmen können helfen das Wasser vom Gebäude fern zu halten. Beispielsweise können Senken auf dem Grundstück genutzt oder anlegt werden, um das Wasser gezielt in diese zu leiten. ."<sup>39</sup>

### 2.1.5.1 Besonderheiten

Große Bodenschwellen dürfen nur mit Genehmigung und unter Einhaltung der Neigungsvorgaben gebaut werden. Dadurch haben sie einen relativ großen Platzbedarf.

<sup>&</sup>lt;sup>39</sup> Hochwasser Kompetenz Centrum (Hg.) 2017: Hochwasser und Starkregen – Gefahren, Risiken, Vorsorge und Schutz. Köln (S. 23)

### 2.1.6 Dezentrale Versickerung

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel bis hoch
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>DWA-A 138 Planung, Bau, und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (2005)</li> <li>DWA-M 153</li> <li>§ 9 Abs. 1 Nr. 20 des BauGB</li> <li>FLL-Broschüre "Versickerung und Wasserrückhaltung" (FLL 2005)</li> </ul>
Kosten	2-25 €/m² pro A <sub>u</sub> <sup>40</sup>

### 2.1.6.1 Konstruktionskriterien

- Versickerungsfähigkeit des Bodens
- Grundwasserstand
- Schadstoffbelastung der Regenabflüsse
- Platzangebot vor Ort
- Der Flächenbedarf ergibt sich neben der Sickerfähigkeit (kf-Wert) des Bodens aus dem Verhältnis der Versickerungsfläche zur angeschlossenen Fläche
- "Für die dezentrale Versickerung wird allgemein ein kf-Wert > 1·10-6 m/s, für die Versickerung in den Seitenräumen befestigter Flächen kf > 2·10-5 m/s benötigt" DWA-M 153
- "Bei oberirdischen Versickerungsanlagen im unmittelbaren Wohnumfeld muss die Zugänglichkeit auf Bereiche beschränkt werden, wo (auch bei normalen Niederschlägen) keine großen Strömungen auftreten und die Wassertiefe maximal 40 cm beträgt" DWA-A 138

### 2.1.6.2 Instandhaltung

- Funktionsüberwachung (Überprüfung auf Ablagerungen oder Laubansammlungen, ...)
- Pflege und Wartung (Mahd, Jäten, Grünschnitt, ...)

### 2.1.6.3 Chancen und Risiken

Chancen	Risiken
Neubildung von Grundwasser	-
<ul> <li>Reinigung durch die Bodenpassage</li> </ul>	
<ul> <li>Pufferwirkung (gegen Überschwemmun-</li> </ul>	
gen)	
• Geringerer Zufluss zur Kläranlage (ggf.	
Einsparung von Abwassergebühren)	
<ul> <li>Verbesserung des Mikroklimas</li> </ul>	

### 2.1.6.4 Formen der dezentralen Versickerung

Flächen-, Mulden-, Rigolen- und Schachtversickerung oder Kombinationen

<sup>40</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Flächenversickerung<sup>41</sup>



Abbildung 17: Flächenversickerung durch bewachsenen Boden<sup>42</sup>

Flä	Flächenbedarf Hoch (mindestens 25 bis über 100% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche)						n abfluss-			
größe	Versickerungs- fähigkeit des Un- tergrundes	Hoch (kf -\	Wert ≥ 1 · 10	0–6 m/s)						
achweis	Mächtigkeit der bewachsenen Bodenzone	≥ 20 cm								
Planungsvorgabe oder Nachweisgröße	Abstand Sohle zum Mittlerer höchster Grund- wasserstand	≥ 1 m	≥ 1 m							
orga	Einstauhöhe	0 cm	0 cm							
ossve	Freibord Über- lauf	-								
Janur	Böschungsnei- gung	-								
	Entleerungszeit	-								
	weis	-								
Wirksamkeit <sup>43</sup>		Überflutun	Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wass haushalt			r Wasser-				
		Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung			
		Sehr ge- ring	Sehr ge- ring	hoch	Sehr hoch	gering	Sehr hoch			

 $<sup>^{41}</sup>$  DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

<sup>&</sup>lt;sup>42</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßen-raumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-11)

<sup>&</sup>lt;sup>43</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Muldenversickerung<sup>44</sup>

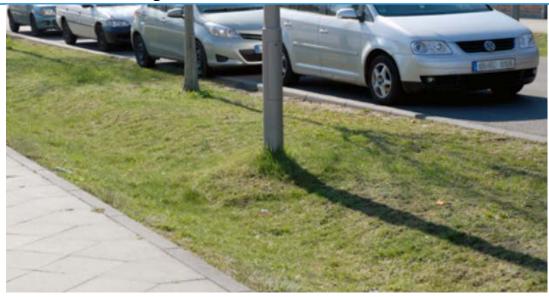


Abbildung 18: Straßenbegleitende Versickerungsmulde<sup>45</sup>

Flä	chenbedarf	mittel (10-2	20% der and	geschlosser	nen abflussv	virksamen F	läche)			
še	Versickerungs- fähigkeit des Un-	Hoch (kf -Wert ≥ 1 · 10–6 m/s)								
gröf	tergrundes									
eis	Mächtigkeit der	≥ 20 cm	≥ 20 cm							
achw	bewachsenen Bodenzone									
Planungsvorgabe oder Nachweisgröße	Abstand Sohle zum Mittlerer höchster Grund- wasserstand	≥ 1 m	≥ 1 m							
g	Einstauhöhe	für Mulden	i. d. R. ≤ 30	0 cm						
ossvo	Freibord Über- lauf	-								
Janur	Böschungsnei- gung	i. d. R. 1:1	,5 oder flach	ner						
-	Entleerungszeit	≤ 84 h								
Hin	weis	Kombination	on mit Rück	halt möglich	n (Einstau m	aximal 24h)				
Wirksamkeit <sup>46</sup>		Überflutun	gsschutz	Gewässer	schutz	Naturnahe haushalt	r Wasser-			
		Ablei-	Rückhalt	stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-			
		tung			lisch	tung	rung			
		Sehr ge- ring	mittel	hoch	Sehr hoch	mittel	hoch			

 $<sup>^{44}</sup>$  DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

<sup>&</sup>lt;sup>45</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßen-raumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-11)

<sup>&</sup>lt;sup>46</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Rigolenversickerung<sup>47</sup>



Abbildung 19: Straßenbegleitende Versickerungsmulde<sup>48</sup>

Flä	chenbedarf	gering (offene Rigole: 6-7% der angeschlossenen Fläche geschlossene Rigole: Rohrdurchmesser min. DN 300)								
	Versickerungs-	Hoch (kf -Wert ≥ 1 · 10–6 m/s)								
Se Se	fähigkeit des Un-									
: <u>0</u>	tergrundes									
<u>i</u> SG	Mächtigkeit der	_								
ĕ	bewachsenen									
S	Bodenzone									
ž	Abstand Sohle	≥ 1 m								
Jer	zum Mittlerer									
0	höchster Grund-									
Planungsvorgabe oder Nachweisgröße	wasserstand									
ğ	Einstauhöhe	ggf. bautechnisch begrenzt								
) × 0	Freibord Über-	-	-							
g	lauf									
	Böschungsnei-	-								
<u>a</u>	gung									
-	Entleerungszeit	-								
Hir	weis	nur mit Vorreinigung oder für nicht befahrene Straßenbegleitflächen,								
		z.B. Gehwege (außerhalb Spritzfahnenreichweite) zugelassen								
Wi	ksamkeit <sup>49</sup>	Überflutun	gsschutz	Gewässerschutz		Naturnaher Wasser-				
						haushalt				
		Ablei-	Rückhalt	stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-			
		tung			lisch	tung	rung			
		Sehr ge-	Sehr	gering	hoch	Sehr ge-	Sehr			
		ring	hoch	_		ring	hoch			

 $<sup>^{\</sup>rm 47}$  DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

<sup>&</sup>lt;sup>48</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßen-raumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-11)

<sup>&</sup>lt;sup>49</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### Schachtversickerung<sup>50</sup>





Abbildung 20: Regenwasserspeicher kombiniert mit Versickerung<sup>51</sup>

Flä	chenbedarf	gering (< 2% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche)								
4	Versickerungs-	Hoch (kf -\	Wert ≥ 1 · 10	0–6 m/s)						
iße	fähigkeit des Un-									
grö	tergrundes									
<u>S</u>	Mächtigkeit der	-	-							
Ě	bewachsenen									
ac	Bodenzone									
Ž	Abstand Sohle	Unterkante	e Filterschic	ht bzw. Sch	achtsohle ≥	1 m				
<del>o</del>	zum Mittlerer									
0	höchster Grund-									
ap	wasserstand									
g	Einstauhöhe	ggf. bautechnisch begrenzt								
Planungsvorgabe oder Nachweisgröße	Freibord Über-	-								
ğ	lauf									
nu	Böschungsnei-	-								
<u> </u>	gung									
	Entleerungszeit	-								
Hin	weis	nur mit Vorreinigung oder für nicht befahrene Straßenbegleitflächen,								
		z.B. Gehwege (außerhalb Spritzfahnenreichweite) zugelassen								
Wir	ksamkeit <sup>52</sup>	Überflutun	gsschutz	Gewässerschutz		Naturnaher Wasser-				
						haushalt				
		Ablei-	Rückhalt	stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-			
		tung			lisch	tung	rung			
		-	mittel	gering	hoch	-	Sehr			
							hoch			

 $<sup>^{50}</sup>$  DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

<sup>&</sup>lt;sup>51</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 46)

<sup>&</sup>lt;sup>52</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### 2.1.7 Dezentrale NW Behandlung[A5]<sup>53</sup>

Wirkungsgrad:	Abhängig von der Methode
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Funktionsfähigkeit
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>§ 53, Abs. 1 des Landeswassergesetzes NRW</li> <li>DWA-M 153 (2007)</li> <li>BWK-M 3 (2007)</li> <li>BWK-M7 (2008)</li> </ul>

Die Klärpflicht des Niederschlagswassers wird von der Schadstoffbelastung der einzelnen Flächen abhängig gemacht, die an eine Einleitung angeschlossen sind

### 2.1.7.1 Konstruktionskriterien

- Im Trennerlass wird Niederschlagswasser in die Kategorien unbelastet, schwach belastet und stark belastet unterschieden
- Schwach belastetes Wasser kann dezentral behandelt werden.

### 2.1.7.2 Chancen und Risiken

C	Chancen	Risiken				
•	Geringer Baulicher Aufwand	•	Viele Betriebspunkte (erhöhte Wartung und Korntrolle) Geringe hydraulische Aufnahmevermögen Erlaubnis zur Einleitung nötig			

### 2.1.7.3 Formen der Dezentralen NW Behandlung (ausgewählte Beispiele)

Form	Wirkungsweise	Maximal zuläs- sige An- schlussfläche	Wartung/ Reinigung
Zweistu- fige/dreistufige Behandlungs- systeme	Dichtetrennung, Filtration, Sorption, Ionenaustausch, Fällung	500 – 10.000 m <sup>2</sup>	u.a. Wartungsvertrage, ordnungsgemäßen Zustand alle 12 Monate überprüfen, Filtersätze alle drei Jahre austauschen, Reinigung alle 5 Jahre
Bodenfilter	Filtration, Sorption, Ionenaustausch, Fällung, biochem. Umwandlung	Projektspezifi- sche Berech- nung	
Flächensub- strat mit Fil- tersubstrat	Filtration, Sorption, Ionenaustausch,	A <sub>u</sub> :A <sub>f</sub> =1:1, Versickerungsrate 540 l/(s*ha)	Verunreinigungen entfernen, Versickerungsrate nach Auftreten von Rükstau oder spätestens nach 10 Jahren prüfen
Separations- Straßenablauf SSA	Siebung und Sedi- mentation	500 m <sup>2</sup>	Saug-Spül-Wagen saugt Inhalt nach 8 – 12 Monaten aus

53

Form	Wirkungsweise	Maximal zuläs- sige An- schlussfläche	Wartung/ Reinigung
Sedimentati- onsbox	Dichtetrennung	20 -80 m <sup>2</sup> /lfm	Erste Kontrolle 6/12 Monate nach Einbau, Entleerung bei hohem Schlammspiegel, geg. Austausch der Filtersäcke alle 10 Jahre
Geotextil-Filter- sack	Filtration	150 – 400 m <sup>2</sup>	vierteljährliche Wartungsintervalle, Erstreinigung mittels Hochdruckrei- niger nach einem Jahr, dann zwei- jährliche Reinigungsintervalle
Lamellenklärer	Sedimentation, Dichtetrennung	530 - 1.850 m <sup>2</sup>	Wartung alle 6 Monate, Schlamm- fanginhalt und Leichtflüssigkeit nach Bedarf entsorgen

### 2.1.8 Objektschutz<sup>54</sup>

Wirkungsgrad:	Je nach Schutz
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Beeinträchtigung der Grundstücksnutzung, Eingriff in Stadt- und Landschaftsbild, verkehrstechnisches Hindernis
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>DWA-M 119 (2016)</li> <li>DIN 1986- 100</li> <li>DIN EN 12056</li> <li>DIN EN 13564</li> </ul>

### 2.1.8.1 Formen des Objektschutzes

- Mobiler Hochwasserschutz
- Rückstausicherung
- Abdeckung/Abdichtung (zum Beispiel Abdeckplatten für Straßen- und Hofeinläufe, Abdeckung von Kellerlichtschächten, druckwasserdichte Fenster etc.)
- Barrieren und Sperren
- Erhöhung/Rampen
- Klappschotte/Schutztore
- Weiße Wanne, schwarze Wanne



Abbildung 21: Schutzmaßnahmen bei der Gebäudeentwässerung

### Oberflächenwasser

Wegleiten des Wassers von Gebäuden und kritischer Infrastruk-



Abbildung 22: Umlaufender Hochwasserschutz mit teilmobilen Schutzelementen

- Erddämme, Mauern oder Spundwände
- Mulden auf dem Gelände
- Fließrinnen vom Gebäude weg
- Schlauchsysteme, die mit Wasser gefüllt werden

<sup>&</sup>lt;sup>54</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge.

<sup>&</sup>lt;sup>55</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. (S. 33)

## Anpassen von Gebäudeöffnungen



Abbildung 23: Objektschutz an Gebäudeöffnungen<sup>56</sup>

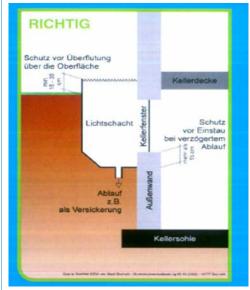


Abbildung 24: Überflutungsschutz Lichtschächte<sup>57</sup>

- Absätze vor Kellerfenstern
- Sandsäcke bei nur geringen Wasserüberständen (Zentimeter oder Dezimeter)
- Dammbalkensysteme, die unmittelbar vor den Eingangsbereichen installiert werden.
- passgenau zugeschnittene Einsatzelemente für Eingangs- oder Fensteröffnungen, sogenannte Schotts, mit Profildichtungen
- Alternativ direkt druckdichte oder hochbeständige Fenster und Türen

Bauliche Vorsorge im Gebäude



Abbildung 25: Heizöltankanlage mit Auftriebssicherung<sup>58</sup>

- Heizungsanlagen und elektrische Installationen hochwassersicher installieren
- Holzbrennstofflager sichern
- Gastanks gegen Auftrieb und Anprall sichern
- Auftriebssicherung von Heizöl
- Hochwasserbeständige Baustoffe verwenden

<sup>56</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. (S. 34)

<sup>&</sup>lt;sup>57</sup> Quelle: Stadt Bochum

<sup>&</sup>lt;sup>58</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. (S. 38)

# Rückstau aus dem Kanal Abwasserhebeanlage Rückstauverschluss Abbildung 26: Rückstausicherung im Gebäude für nicht fäkalienhaltiges Abwasser<sup>59</sup>

### 2.1.8.2 Besonderheiten

- Gemeinschaftsaufgabe der beteiligten kommunalen Akteure (insbesondere Entwässerungsbetrieb, Tiefbauamt, Grünflächenamt, Straßenbaulastträger, Stadtplanungsamt) sowie der Grundstückeigentümer.
- Die Kommune ist für die schadensfreie Ableitung im öffentlichen Raum verantwortlich, und zwar bis zu einem "seltenen Starkregen".

<sup>&</sup>lt;sup>59</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. (S. 31)

### 2.2 Quartiersbetrachtung

### 2.2.1 Geländemodellierung

Wirkungsgrad:	unterschiedlich
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit

Mit Geländemodellierung kann Wasser von Bauwerken bzw. kritischer Infrastruktur weggeleitet werden.



Abbildung 27: Ablenkung des Regenwassers in ein Muldensystem – Für den Überflutungsfall staut das Regenwasser mittig ein<sup>60</sup>

### 2.2.1.1 Besonderheiten

Große Bodenschwellen dürfen nur mit Genehmigung und unter Einhaltung der Neigungsvorgaben gebaut werden. Dadurch haben sie einen relativ großen Platzbedarf.

<sup>&</sup>lt;sup>60</sup> Quelle: Stadt Bochum

### 2.2.2 Tiefbeete

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel bis hoch
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138
	RiStWag
Kosten	50-70 €/m² pro A <sub>u</sub> <sup>61</sup>



Abbildung 28: Entwässerung über Tiefbeete<sup>62</sup>

Wirksamkeit <sup>63</sup>	Überflutungs- schutz		Gewässerschutz		Naturnaher Was- serhaushalt	
	Ablei- Rückhalt		stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-
	tung			lisch	tung	rung
	-	hoch	mittel	hoch	gering	hoch

 $<sup>^{61}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

<sup>&</sup>lt;sup>62</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 4-15)

<sup>&</sup>lt;sup>63</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### 2.2.3 Baumrigolen

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel bis hoch
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138
	RiStWag
Kosten	5-70 €/m² pro A <sub>u</sub> <sup>64</sup>



Abbildung 29: Versickerung der Gehwegabflüsse in Rigolen<sup>65</sup>

Wirksamkeit <sup>66</sup>	Überflutungs- schutz		Gewässerschutz		Naturnaher Was- serhaushalt	
	Ablei- Rückhalt		stofflich	hydrau-	Verduns-	Versicke-
	tung			lisch	tung	rung
	Sehr ge-	Sehr	gering	hoch	Sehr ge-	Sehr
	ring	hoch			ring	hoch

<sup>&</sup>lt;sup>64</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

<sup>&</sup>lt;sup>65</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-11)

<sup>&</sup>lt;sup>66</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

### 2.2.4 Offene Wasserflächen

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt hoch
Synergiepotential:	Stadtbild, Lokalklima, Stadtgeschichte
Mögliche Konflikte:	Abflussqualität, Unterhaltung und Pflege, Nutzungskonflikte <sup>67</sup>
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138

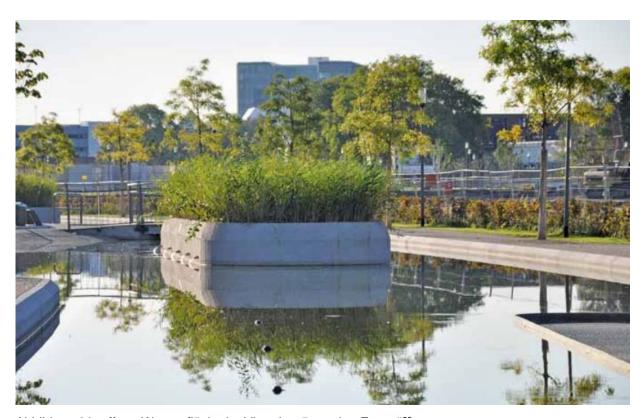


Abbildung 30: offene Wasserfläche im Viertel "grüne mitte Essen"68

### Chancen Risiken

- Hohe Kapazität zur Aufnahme von Abflussspitzen bei Starkregen
- Kühlungseffekt
- Erhöhung der Lebens- und Aufenthaltsqualität
- Sicherheit von Kindern
- Mögliches massenhafte Auftreten von Wasservögeln (z.B. Kanadagans) sorgt für einen erhöhten Pflege- und Unterhaltungsaufwand

<sup>&</sup>lt;sup>67</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen. Köln

<sup>&</sup>lt;sup>68</sup>Emschergenossenschaft (Hrsg.) 2016: Universitätsviertel – grüne mitte Essen, Beispiel-sammlung zur Zukunftsinitiative "Wasser in der Stadt von morgen", Essen

#### 2.2.5 Multifunktionale Flächen<sup>69</sup>

Wirkungsgrad:	gering bis mittel (Abflussbeiwerte abhängig vom Material)
Synergiepotential:	Lokalklima, Hitzereduzierung, Stadtbild, Grundwasserneubildung
Mögliche Konflikte:	Schadstoffeinträge, Komforteinschränkungen (Barrierefreiheit)
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen R2, FGSV</li> </ul>

# Stark abhängig von der Belastungsklasse der Verkehrsflächen (besonders Belastungsklasse 0,3 geeignet)



Abbildung 31: Zollhallenplatz in Freiburg<sup>70</sup>

#### Chancen Risiken

- Grundwasserneubildung
- Reduzierter Abfluss
- Verbesserung des Stadtklimas
- Bei begrünten Flächen höhere Verdunstung
- Schadstoffeinträge im Grundwasser
- Verformungen im Straßenraum

<sup>&</sup>lt;sup>69</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen. Köln

<sup>&</sup>lt;sup>70</sup> Ludwig, K. 2012: Nucleus für ein neues Quartier, Garten + Landschaft Zeitschrift für Landschaftsarchitektur

#### 2.2.6 Straßenraumanpassung

#### Straßenmulde<sup>71</sup>



Anwendungsbereich	ausreichende Platzverhältnisse					
	<ul> <li>verbesserter Abfluss durch glatte Sohlenbefestigung oder Ver- größerung des Sohlgefälles</li> </ul>					
	<ul> <li>bei sta einzuri</li> </ul>		le sind Gef	ällestufen z	ur Erosions	minderung
Flächenbedarf im Straßenprofil	Regelbreit	e 1,0 - 2,5 n	n			
Normen/Hinweise	RAS-E	W				
	RiStWa	ag				
	• DWA A	\138				
<b>Kosten</b> Herstellung (in €/m² pro A <sub>u</sub> )	30 – 80 €/m					
Unterhaltungsauf- wand	mittel					
<b>Wirksamkeit</b> <sup>72</sup> (unbefestigte/ gedichtete				r Wasser-		
Mulde)	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung
	Gering/ mittel	Hoch/ mittel	Mittel/ sehr ge- ring	Hoch/ mittel	Mittel/ gering	Mittel/ -

<sup>&</sup>lt;sup>71</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>72</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

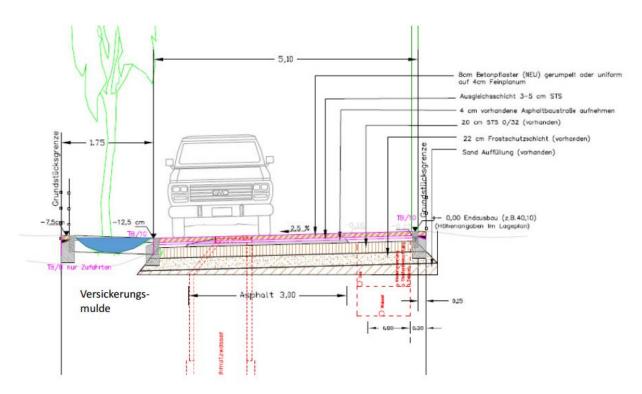


Abbildung 32: Ausbau Straße mit Versickerungmulde Samtgemeinde Wathlingen<sup>73</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>73</sup> Quelle: Samtgemeinde Wathlingen Dipl..Ing. Lothar Niebuhr

#### Straßengraben<sup>74</sup> Anwendungsbereich bei hohem Abflussaufkommen, eingeschränkten Platzverhältnissen und starkem Gefälle verbesserter Abfluss durch glatte Sohlenbefestigung oder Vergrößerung des Sohlgefälles Flächenbedarf Mindestbreite 0,5 m im Straßenprofil Normen/Hinweise **RAS-Ew** RiStWag Kosten Herstellung 30 - 80 €/m (in €/m2 pro Au) Unterhaltungsaufmittel wand Wirksamkeit75 (unbe-Überflutungsschutz Naturnaher Wasser-Gewässerschutz festigter/ gedichteter haushalt Graben) Ablei-Versicke-Rückhalt stofflich hydrau-Verduns-

lisch

Mittel/

gering

Gering/

ring

sehr ge-

tung

Mittel/

gering

rung

Mittel/ -

tung

Mittel/

hoch

Mittel/

gering

<sup>&</sup>lt;sup>74</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>75</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

## Bordrinne<sup>76</sup> Anwendungsbereich Regelbauweise bei Längsneigung der Fahrbahn ≥ 0,4% Flächenbedarf im Breite 0,30 m Straßenprofil Normen/Hinweise ER 4 Anlage 6 DIN 1340/1343 Kosten Herstellung 40 - 50 €/m (in €/m2 pro Au) Unterhaltungsauf-Sehr gering wand Wirksamkeit<sup>77</sup> Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wasserhaushalt Ablei-Rückhalt stofflich hydrau-Verduns-Versicke-

tung

hoch

lisch

ring

sehr ge-

ring

sehr ge-

tung

rung

 $<sup>^{76}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>77</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

Pendelrinne <sup>78</sup>						
Anwendungsbereich	_		ei Längsneig	•	•	
			elrinne: nur auklassen \			ıngskiasse
Flächenbedarf im Straßenprofil	Breite 0,30	) m				
Normen/Hinweise	• ER 4 A	ınlage 7				
	• DIN 13	340/1343				
	• ER 4 A	ınlage 8 (ko	mbinierte R	inne)		
<b>Kosten</b> Herstellung (in €/m2 pro Au)	40 - 50 €/m					
Unterhaltungsauf- wand	Sehr gering					
Wirksamkeit <sup>79</sup>	Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wass haushalt			r Wasser-		
	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung
	hoch	-	sehr ge- ring	sehr ge- ring	-	-

\_

 $<sup>^{78}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>79</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

#### Muldenrinne<sup>80</sup> Anwendungsbereich überwiegend in Fußgängerbereichen (dort Regelbauweise) zur Unterteilung von Mischverkehrsflächen geeignet Überfahrbarkeit muss gewährleistet sein Gestaltungsmittel zur Trennung unterschiedlicher Oberflächenmaterialien in der Regel gepflastert (in verkehrsberuhigten Bereichen einheitliches Material möglich) Breite 0,30 - 0,50 m Flächenbedarf im Straßenprofil Normen/Hinweise ER 4 Anlage 9 Herstellung 70 - 80 €/m Kosten (in €/m2 pro Au) Unterhaltungsaufgering wand Wirksamkeit<sup>81</sup> Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wasserhaushalt Ablei-Rückhalt stofflich hydrau-Verduns-Versicketung lisch tung rung hoch sehr gesehr ge-Sehr gering ring ring

 $^{80}$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>81</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

#### Kastenrinne<sup>82</sup> Anwendungsbereich für abflussschwache Straßenoberflächen oder für Nebenflächen und Grundstückszufahrten geeignet (Sohlgefälle unabhängig von Straßengefälle) Einbau guer zur Fließrichtung zulässige Radlasten gemäß DIN EN 1433 sind zu berücksichtigen (PKW = Klasse B, LKW = Klasse D) Flächenbedarf Breite ca. 0,15 - 0,50 m im Straßenprofil Normen/Hinweise ER 4 Anlage 10 **DIN EN 1433** DIN 19580 150 - 300 €/m Kosten Herstellung (in €/m2 pro Au) Unterhaltungsauf-Offen: gering, geschlossen: hoch wand Wirksamkeit83 (of-Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wasserfene/geschlossene haushalt Kastenrinne) Ablei-Rückhalt stofflich hydrau-Verduns-Versicketung lisch tung rung Sehr Sehr gesehr gesehr ge-Sehr gehoch ring/ ring ring ring

<sup>&</sup>lt;sup>82</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>83</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)



\_

<sup>&</sup>lt;sup>84</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-5)

<sup>&</sup>lt;sup>85</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

# Querneigung zum Straßenrand, Ableitung über die Schulter<sup>86</sup>



Anwendungsbereich	<ul> <li>breitflächige Entwässerung zum Straßenrand (über Schulter)</li> <li>in Kombination Grünstreifen oder Seitengräben zur Aufnahme und</li> <li>Versickerung der Straßenabflüsse</li> </ul>						
Flächenbedarf im Straßenprofil	keiner (Nu	keiner (Nutzung der vorhandenen Straßenfläche)					
Normen/Hinweise							
<b>Kosten</b> Herstellung (in €/m2 pro Au)	k.A.						
Unterhaltungsauf- wand	gering						
Wirksamkeit <sup>87</sup>	Überflutungsschutz		Überflutungsschutz Gewässerschutz		schutz	Naturnaher Wasser- haushalt	
	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung	
	Sehr hoch	Sehr ge- ring	sehr ge- ring	gering	Sehr ge- ring	-	

 $<sup>^{86}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-6)

<sup>&</sup>lt;sup>87</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

Entwässerung über St	ntwässerung über Straßenfläche oder Notwasserwege <sup>88</sup>					
Anwendungsbereich	<ul> <li>Ableitu</li> </ul>	All it				
		nrsaufkomm ı berücksich	en, Verkeh itigen	rssicherhei	t und Barr	ierefreiheit
Flächenbedarf im Straßenprofil	,	keiner (temporäre Mitbenutzung der vorhandenen Straßenfläche oder Wege)				enfläche o-
Normen/Hinweise	• RISA-0	Gutachten z	ur AG Verke	ehrsplanung		
<b>Kosten</b> Herstellung (in €/m2 pro Au)	k.A.					
Unterhaltungsauf- wand	gering					
Wirksamkeit <sup>89</sup>	Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Was haushalt			r Wasser-		
	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung
	Sehr hoch	gering	sehr ge- ring	gering	Sehr ge- ring	-

\_

 $<sup>^{88}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-4 und 3-6)

<sup>&</sup>lt;sup>89</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

#### 2.2.7 Parkraumgestaltung[A6]

Wirkungsgrad:	unterschiedlich
Synergiepotential:	Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	<ul> <li>FGSV (2004): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR)</li> <li>RAS-Ew – Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung, 2005</li> </ul>

- Immer abhängig von der Parkraumnachfrage
- Verschiedene Querschnittslösungen
- Abhängig von Nutzungsansprüchen



Abbildung 33: Parkplatz mit durchlässigem Belag und Versickerungsmulde Zeche Zollverein<sup>90</sup>

<sup>90</sup> Eigene Abbildung

#### 2.2.8 Muldenversickerung

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel bis hoch
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138
	RiStWag
	DIN 18919 (Grünpflege)
Kosten	ca. 2,5 - 7 €/m² pro A <sub>u</sub> 91



Abbildung 34: Straßenbegleitende Muldenkaskaden 92

Anwendungsbereich	<ul> <li>bei hoher Wasserdurchlässigkeit (kf = 1*10-3 bis 1*10-4 m/s)</li> <li>auch bei geringen Grundwasserflurabständen möglich (Der Mindestabstand beträgt 1 Meter)</li> <li>erhöhter Flächenbedarf</li> <li>gleichmäßige Zufuhr über offene Rinnen oder Quergefälle</li> </ul>					
Flächenbedarf im Straßenprofil	mindestens 25 bis über 100% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche					
Unterhaltungsauf- wand	gering	gering				
Wirksamkeit <sup>93</sup>	Überflutungsschutz Gewässerschutz Naturnaher Wass			r Wasser-		
	Ablei- tung	Rückhalt	stofflich	hydrau- lisch	Verduns- tung	Versicke- rung
	Sehr ge- ring	mittel	hoch	Sehr hoch	mittel	hoch

 $<sup>^{91}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

<sup>&</sup>lt;sup>92</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-7)

<sup>&</sup>lt;sup>93</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

#### 2.2.9 Mulden - Rigolen Versickerung

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138
	RiStWag
Kosten	ca. 15 – 25 €/m² pro A <sub>u</sub> <sup>94</sup>



Abbildung 35: Mulden-Rigolen-System in Berlin-Rummelsburg 95

Anwendungsbereich	<ul> <li>Durch Möglichkeit einer gedrosselten Entleerung in einen Kanal ist der Einsatz auch bei schlecht sickerfähigen Böden (kf-Wert &lt; 1*10-6 m/s) möglich<sup>96</sup></li> <li>bei beengten Platzverhältnissen (Vorteil gegenüber Mulde: höheres Retentionsvolumen)</li> <li>Nur mit ausreichender Vorreinigung über Bodenpassage zulässig</li> </ul>
Flächenbedarf im Straßenprofil	ca. 10-12% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche
Unterhaltungsauf- wand	Hoch (Die Kosten für Pflege und Wartung werden mit ca. 0,50-0,75 EUR/(m²*a) angegeben)

 $<sup>^{94}</sup>$  Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-13)

 $<sup>\</sup>frac{95}{https://www.sieker.de/fachinformationen/article/mulden-rigolen-system-mrs-9.html}, \quad zuletzt \quad aufgerufen \quad am \\ 26.02.2021$ 

 $<sup>^{96}</sup>$  <u>https://www.sieker.de/fachinformationen/article/mulden-rigolen-system-mrs-9.html</u>, zuletzt aufgerufen am 26.02.2021

#### 2.2.10 Versickerungsbecken

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel bis hoch
Synergiepotential:	Grundwasserneubildung, Stadtbild, Lokalklima
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf, Abflussqualität, Pflegebedarf
Normen und Richtlinien:	• DWA A 138



Abbildung 36: Versickerungsbecken im Scharnhauser Park (Esslingen)<sup>97</sup>

r L	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	≥ 1*10 <sup>-5</sup>
be od	Mächtigkeit der bewachsenen Bodenzone	≥ 20 cm
Planungsvorgabe oder Nachweisgröße <sup>98</sup>	Abstand Sohle zum Mittlerer höchster Grundwasserstand	≥ 1 m
un Sch	Einstauhöhe	i. d. R. ≥ 50
ğan	Freibord Überlauf	≥ 35
룝	Böschungsneigung	i. d. R. ≤ 1:1,5
	Entleerungszeit	≤ 84 h

<sup>&</sup>lt;sup>97</sup> Eigene Datei

<sup>&</sup>lt;sup>98</sup> DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

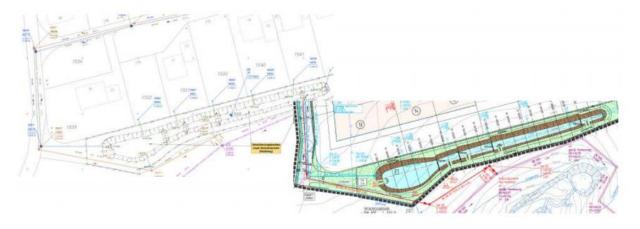


Abbildung 37: Versickerungsbecken HPC<sup>99</sup>

 $<sup>^{99}</sup>$  Quelle: HPC AG, NL Reichshof; Bockermann Fritze, Enger

#### 2.2.11 Regenrückhaltebecken<sup>100</sup>

Wirkungsgrad:	Rückhalt hoch	
Synergiepotential:	Hydraulische und stoffliche Entlastung der Kanalisation und	
	der Gewässer	
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit	
Normen und Richtlinien:	• DWA-A 117 (2013)	
	• DWA-A 166 (2013)	





Abbildung 38: Regenrückhaltebecken im Business Park Berlin-Bohnsdorf und an der Pillgramer Straße in Berlin-Mahlsdorf<sup>101</sup>

#### 2.2.11.1 Konstruktionskriterien

- Regenrückhaltebecken werden innerhalb oder am Ende des Kanalnetzes angeordnet, um hydraulische Überlastungen des Vorfluters, des Kanals oder des Klärwerks zu verhindern
- Im Misch- oder Trennsystem
- Geschlossene (Erdbecken) oder offene Bauweise möglich
- Hauptschluss oder Nebenschluss
- Bestehen aus einem Retentionsbecken und deiner Drosseleinrichtung
- Bemessung auf Überstauhäufigkeit n = 0,1/a
- 5 10% der angeschlossenen versiegelten Fläche (abhängig von Tiefe und Böschungsneigung)

#### 2.2.11.2 Chancen und Risiken

# Chancen Dämpfende Wirkung auf Abflussspitzen Reduzieren hydraulischen Stress im Gewässer

#### 2.2.11.3 Unterhaltung

 Die Drosseleinrichtung muss nach großen Regenereignissen, mindestens aber einmal im Jahr, auf ihre Funktion überprüft werden

<sup>100</sup> Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., ... & Reichmann, B. (2017). Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirt-schaftung-Ergebnisse des Projektes KURAS. Konzepte für urbane Regenwasserbewirt-schaftung und Abwassersysteme: Berlin, Germany. (S. 130ff)

<sup>&</sup>lt;sup>101</sup> Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., ... & Reichmann, B. (2017). Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirt-schaftung-Ergebnisse des Projektes KURAS. Konzepte für urbane Regenwasserbewirt-schaftung und Abwassersysteme: Berlin, Germany. (S. 130)

• "Bei offenen Becken ist das im Retentionsraum befindliche Gras zu mähen und die Böschungen sind auf Standsicherheit zu prüfen"

 "Die abgelagerten Sedimente sind nur dann zu beräumen, wenn sie das zur Verfügung stehende Speichervolumen wesentlich reduzieren oder die Funktionalität der Drosseleinrichtung einschränken."

#### 2.2.11.4 Formen der Rückhaltebecken

Offene Becken

Erdbecken



Abbildung 39: gefülltes Regenrückhaltebecken<sup>102</sup>



Abbildung 40: unterirdisches Regenrückhaltebecken in München<sup>103</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>102</sup> Quelle: Weidling; Karl-Niklas Waack

 $<sup>^{103}</sup>$  Von Basti007 - Eigenes Werk, CC BY 3.0,  $\frac{\text{https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20293693}}{\text{letzt aufgerufen am } 08.03.2021}$ 

#### 2.2.12 Retentionsbodenfilter

Wirkungsgrad:	Rückhalt hoch	
Synergiepotential:	Hydraulische und stoffliche Entlastung der Kanalisation und	
	der Gewässer	
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit	
Normen und Richtlinien:	• DWA-M 178 (2005)	
	• DWA-A 118 (2006)	
	• DWA-A 117 (2013)	

#### 2.2.12.1 Konstruktionskriterien

- Die Feststoffbelastung des Filters sollte nicht über 7 kg AFS63/(m²,a) liegen.
- Mittlere Beschickungshäufigkeit ≥ 10/a
- Einjährliche Einstaudauer ≤ 48 h

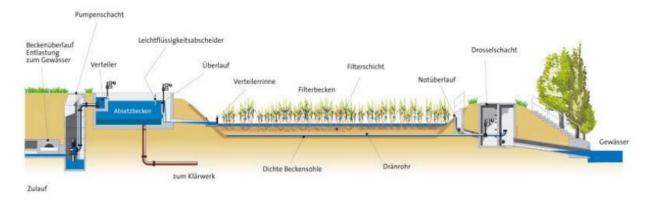


Abbildung 41: Schema Retentionsbodenfilter 104

<sup>104</sup> Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., ... & Reichmann, B. (2017). Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirt-schaftung-Ergebnisse des Projektes KURAS. Konzepte für urbane Regenwasserbewirt-schaftung und Abwassersysteme: Berlin, Germany. (S. 126)

## 2.2.13 Dezentrale NW-Behandlung[A7] X

Siehe Kapitel 2.1.11

#### 2.3 Außengebiet

#### 2.3.1 Barrieren- und Leitstrukturen

Wirkungsgrad:	unterschiedlich
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Flächenverfügbarkeit



Abbildung 42: Rückhalt des Wassers in Außengebieten  $^{105}$ 

<sup>105</sup> Quelle: Weidling; Karl-Niklas Waack

#### 2.3.2 Notwasserwege

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel
Synergiepotential:	Instandsetzungsbedarf Straße
Mögliche Konflikte:	Verkehrsfluss, Verkehrssicherheit, Barrierefreiheit, Zuständigkeiten
Normen und Richtlinien:	Notwasserwege nach §9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB

- Zusätzliche Rinnen oder Flutmulden, die im Starkregenfall Wasser auf Retentionsflächen ableiten
- Gegebenenfalls Einbeziehung der Fahrbahnfläche
- Wichtig: auf Straßenflächen nur bis einer gewissen Längsneigung möglich, da ansonsten Gefahrenstellen geschaffen werden<sup>106</sup>



<sup>&</sup>lt;sup>106</sup> Freie Hansestadt Bremen, Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.): Merkblatt für eine wassersensible Stadtund Freiraum-gestaltung. Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und eine Überflutungsvorsorge bei extremen Regenereignissen in Bremen. Bremen

#### 2.3.3 Oberirdische Rinne

Mirkungsgrad		
Synergiepotential:	Straßen- und Freiraumgestaltung ("Erlebnis Wasser"), Lo-	
	kalklima	
Mögliche Konflikte:	Komforteinschränkungen (Barrierefreiheit)	
Normen und Richtlinien:	• DIN EN 1433	





Abbildung 43: offene Kastenrinne<sup>107</sup>

Abbildung 44: Muldenrinne<sup>108</sup>

#### 2.3.3.1 Chancen und Risiken

Chancen		Risiken	
•	Erlebbares Wasser	•	Verkehrssicherheit
•	Gestaltungselement	•	Barrierefreiheit

<sup>&</sup>lt;sup>107</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-6)

<sup>&</sup>lt;sup>108</sup> Freie Hansestadt Hamburg (Hg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg (Blatt 3-5)

#### 2.3.4 Offener Graben[A8]

Wirkungsgrad:	hoch
Synergiepotential:	Straßen- und Freiraumgestaltung ("Erlebnis Wasser"), Lo-kalklima
Mögliche Konflikte:	Abflussqualität, Unterhaltung und Pflege, Nutzungskonflikte
Normen und Richtlinien:	





Abbildung 45: Graben mit Rückhlatefunktion 109

#### 2.3.4.1 Chancen und Risiken

Gestaltungselement

ChancenRisiken● Erlebbares Wasser• Flächenverfügbarkeit

\_

<sup>&</sup>lt;sup>109</sup> Eepi Luxembourg; Michael Buschlinger

#### 2.3.5 Gewässereinleitung

Wirkungsgrad:	hoch	
Synergiepotential:	-	
Mögliche Konflikte:	Aufnahmefähigkeit Gewässer	
Normen und Richtlinien:	Wasserhaushaltsgesetz	
	• DWA-A 102 /BWK-A 3	
	• DWA-M 153	

"Die Einleitung von gesammeltem Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen in ein Oberflächengewässer stellt grundsätzlich eine Gewässerbenutzung im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) dar. Es ist daher eine entsprechende wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde zu beantragen."<sup>110</sup>



Abbildung 46: Gewässereinleitung aus der Kanalisation in den Hellbach bei Recklinghausen<sup>111</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>110</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg (S. 50)

<sup>&</sup>lt;sup>111</sup> Eigene Abbildung

# 2.3.6 Begrünte Gleisstraßen<sup>112</sup>

Wirkungsgrad:	Potential von Regenrückhalt mittel
Synergiepotential:	Instandsetzungsbedarf Straße, Stadtklima
Mögliche Konflikte:	-



Abbildung 47: Grüne Gleise

Chancen Risiken

•	Wasserrückhalt und Verdunstung	Schadstoffe im Grundwasser
•	Kühlungseffekt	
•	Lärmminderung	

 $<sup>^{112}\,\</sup>mathrm{Gr\"{u}ngle}$ isnetzwerk (Hrsg.) 2012: Wirkung und Funktion Gr\"{u}ner Gleise, Handout, Berlin

#### 2.3.7 Landwirtschaftliche Flächen

Wirkungsgrad:	Mittel bis hoch
Synergiepotential:	-
Mögliche Konflikte:	Nutzung

Pflügen und Anbauen quer zum Hang erhöht die Retention und kann das Risiko von Sturzfluten minimieren. Zusätzlich können diese Maßnahmen flächenhafte Erosion bei Starkregen und den Eintrag von Feinsedimenten in die Gewässer verhindern. Neuere Maschinen in der Landwirtschaft ermöglichen das Befahren seitlich zum Hang.



Abbildung 48: Pflügen und Saat quer zum Hang<sup>113</sup>

<sup>113</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 2014: Hinweise zur bayerischen Erosionsschutzverordnung (ESchV). Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

#### 2.3.8 Flutmulde

Wirkungsgrad:	hoch
Synergiepotential:	
Mögliche Konflikte:	Platzbedarf

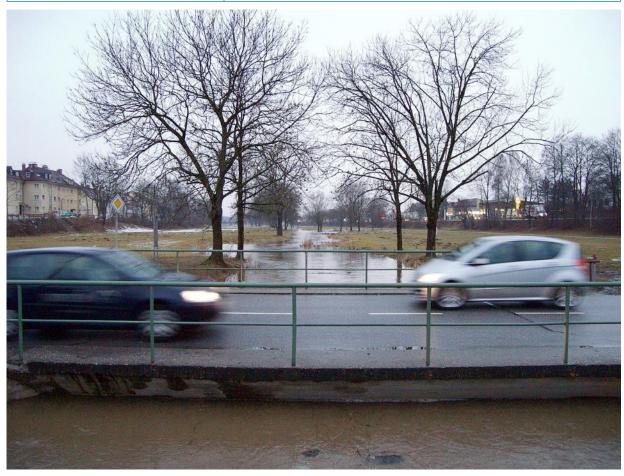


Abbildung 49: Flutmulde Landshut<sup>114</sup>

Chancen Risiken

• Schutz vor Hochwasser • -

 $<sup>^{114}\</sup>text{Uploaded}$  by Badenserbub, CC BY 2.0,  $\underline{\text{https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10627330}},$  zuletzt aufgerufen am 08.03.2021

#### 2.3.9 Umgestaltung Verrohrungen / Rechen

Wirkungsgrad:	hoch
Synergiepotential:	
Mögliche Konflikte:	Zeit- und Personalaufwand
Normen und Richtlinien	• DIN 19661-1
	•

Durch die Einengung durch Rechen kann der benötigte Durchfluss von Durchlässen verringert werden. Räumliche Rechen verhindern dies. Allerdings müssen auch diese regelmäßig kontrolliert und gegebenenfalls freigeräumt werden.





Abbildung 50: Räumlicher Rechen vor Durchlass<sup>115</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>115</sup> Quelle: Weidling; Karl-Niklas Waack

#### 3 Literaturverzeichnis

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 2014: Hinweise zur bayerischen Erosionsschutzverordnung (ESchV). Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.) 2015: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Augsburg

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (Hrsg.) 2020: Wassersensible Siedlungsentwicklung - Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern. München

BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG).

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) 2018, Leitfaden Starkregen: Objektschutz und bauliche Vorsorge: Bürgerbroschüre, Bonn

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) 2016: Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge.

DIN 1986-30 (2012): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung, BeuthVerlag, Berlin.

DIN 1989 (2002): Regenwassernutzungsanlagen, Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung, BeuthVerlag, Berlin.

DVGW (2002): Technische Regel W255: Nutzung von Regenwasser (Dachablaufwasser) im häuslichen Bereich. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches. Beuth-Verlag, Berlin.

DWA-A 117 (2013): Bemessung von Regenrückhalteräumen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

DWA-A 118 (2006): Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

DWA-A 138 (04/2005) Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

DWA-M 178 (2005): Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Emschergenossenschaft (Hrsg.) 2016: Universitätsviertel – grüne mitte Essen, Beispielsammlung zur Zukunftsinitiative "Wasser in der Stadt von morgen", Essen

FGSV (1998): Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen. – Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e.V.; Köln.

FGSV (2004): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR)

FLL (2007): Wassergebundene Wegedecken: Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von wassergebundenen Wegen, Forschungsgesellschaft Landschaftentwicklung Landschaftsbau e.V., Bonn.

FLL (2008): Begrünbare Flächenbefestigungen: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen, Forschungsgesellschaft Landschaftentwicklung Landschaftsbau e.V., Bonn.

Freie Hansestadt Bremen, Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.): Merkblatt für eine wassersensible Stadt- und Freiraum-gestaltung. Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und eine Überflutungsvorsorge bei extremen Regenereignissen in Bremen. Bremen.

Freie Hansestadt Hamburg (Hrsg.) 2015: Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung. Hamburg

Grüngleisnetzwerk (Hrsg.) 2012: Wirkung und Funktion Grüner Gleise, Handout, Berlin

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) 2007: Praxisratgeber - Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Wiesbaden

Hochwasser Kompetenz Centrum (Hg.) 2017: Hochwasser und Starkregen – Gefahren, Risiken, Vorsorge und Schutz. Köln

Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., ... & Reichmann, B. (2017). Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung-Ergebnisse des Projektes KURAS. Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme: Berlin, Germany.

RAS-Ew Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): – Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung, 2005

Stadtentwässerungsbetriebe Köln (Hrsg.) 2016: Leitfaden für eine wassersensible Stadtund Freiraumgestaltung in Köln: Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen. Köln

Stadtentwässerungsbetrieben Köln, AöR, den Stadtbetrieben Königswinter und der Stadtentwässerung Schwerte GmbH (Hg.) 2011: Dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in Trennsystemen – Umsetzung des Trennerlasses.

Technische Universität München - Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung (Hrsg.) 2018: Leitfaden für klimaorientierte Kommunen in Bayern, Handlungsempfehlungen aus dem Projekt Klimaschutz und grüne Infrastruktur in der Stadt am Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung. München

Umweltbundesamt (Hrsg.) 2005: Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen

Umweltbundesamt (Hrsg.) 2019: Vorsorge gegen Starkregenereignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung. Analyse des Standes der Starkregenvorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs. Dessau-Roßlau