



Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Im Auftrag der Hansestadt Rostock | 2019

Anhang V – Maßnahmenbeispiele zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung

FACHBEITRAG ZUM WASSERHAUSHALT ZUM B-PLAN NR. 09.SO.191 „STUDIEN UND WOHNEN BEIM PULVERTURM“ IN DER HANSE- UND UNIVERSITÄTSSTADT ROSTOCK – 1. NACHTRAG





biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Kontakt:
Nebelring 15
D-18246 Bützow
Tel.: 038461/9167-0
Fax: 038461/9167-55

Internet:
www.institut-biota.de
postmaster@institut-biota.de

Geschäftsführer:
Dr. Dr. Dietmar Mehl
Dr. Volker Thiele
Handelsregister:
Amtsgericht Rostock | HRB 5562

INHALT

1	Maßnahmenbeispiele (dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (RWB))	4
1.1	Dachbegrünung.....	5
1.2	Versickerungsmulden	6
1.3	Rigolenversickerung	9
1.4	Mulden-Rigolen-Systeme	10
1.5	Offene Wasserflächen	11
1.6	Sickerpflaster/Entsiegelung/Wassergebundene Wege	12
1.7	Kombinierte Versickerungssysteme im Straßenraum	13
1.8	Oberirdische Wasserableitung (semizentrale Maßnahme) zur Überleitung in Versickerungsmulden	15
2	Quellen	16

1 Maßnahmenbeispiele (dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (RWB))

Konventionell werden versiegelte Flächen im urbanen Raum fast ausschließlich über die Kanalisation entwässert. Neben der stofflichen und hydraulischen Belastung der Fließgewässer ist ein weiterer Nachteil die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. Versiegelung und Ableitung bewirken neben höheren Abflüssen (sowohl im Volumen als auch in der Spitze) gleichzeitig die Reduktion von Grundwasserneubildung und Verdunstung (vgl. hierzu Abbildung 1-1). (BIOTA & SIEKER 2017)



Abbildung 1-1: Veränderung des Wasserhaushaltes durch Urbanisierung (US-EPA 2005 in BIOTA & SIEKER 2017)

Eine grundsätzlich andere Strategie bedeutet die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (RWB). Bei dieser Methode wird, je nach lokalen Bedingungen, zumindest ein Teil der Niederschlagsabflüsse direkt vor Ort dem Wasserkreislauf wieder zugeführt. (BIOTA & SIEKER 2017)

In den folgenden Unterkapiteln werden ausgewählte Maßnahmentypen der Regenwasserbewirtschaftung, die im Untersuchungsgebiet grundsätzlich umsetzbar wären, beschrieben. Ihre Qualitative Wirkung auf den Wasserhaushalt ist in Tabelle 1-1 zusammengefasst.

Tabelle 1-1: Qualitative Wirkung von Maßnahmen auf die Wasserbilanz und die stoffliche Belastung (Verändert nach BIOTA & SIEKER 2017)

Maßnahme	Verdunstung	Versickerung	Direktabfluss	Reinigungsleistung
Dachbegrünung	++	--	0	+
Versickerungsmulden	+	++	--	++
Rigolenversickerung	--	++	--	0
Mulden-Rigolen-Systeme	+	+	0	+
Künstliche Wasserflächen	++	--	--	0
Sickerpflaster/Entsiegelung	+	+	0	0
Oberirdische Wasserableitung	0	+	+	0

1.1 Dachbegrünung

Bei der Dachbegrünung wird grundsätzlich zwischen intensiver und extensiver Dachbegrünung unterschieden (siehe hierzu auch Abbildung 1-2). Die intensive Dachbegrünung erfordert eine höhere Tragfähigkeit des Daches, hat demgegenüber aber auch eine stärkere Wirkung auf den Wasserhaushalt. Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-2 zusammengefasst.

Tabelle 1-2: Beschreibung der Dachbegrünung in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017):

	Dachbegrünung extensiv	Dachbegrünung intensiv
Beschreibung	• Dünne Substratschicht (8 bis 15 cm) • Bepflanzbar mit Sedum-Arten oder Moosen • Keine Nutzungsmöglichkeit	• Dicke Substratschicht (15 bis 100 cm) • Als Terrassen, Wege und Gärten nutzbar
Anwendungsebene	Gebäude	
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses • Erhöhung der Verdunstung • Erhöhung der biologischen Vielfalt und Freiraumqualität • Verbesserung des Raumklimas innerhalb des Gebäudes	
Kosten (Netto)	Ab ca. 22 € · m ² (OPTIGRUEN 2018)	Zwischen 35 und 45 € · m ² (OPTIGRUEN 2018)
Unterhaltung und Pflege	Geringer Pflegeaufwand	Hoher Pflegeaufwand, regelmäßige Bewässerung und Düngung erforderlich
Hinweise zur Bemessung	• Dachneigung 0° bis 45° möglich	• Dachneigung 0° bis 5° möglich • Hohe Traglast erforderlich
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	Zitat KURAS (MATZINGER ET AL. (2017): „Festsetzungen zur „Bauwerksbegrünung“ werden regelmäßig in Bebauungsplänen getroffen, wenn sie städtebaulich erforderlich sind (§ 1 Absatz 3 BauGB). Sie können als „Ausgleichsmaßnahmen“ festgesetzt werden, wenn eine rechtliche Verpflichtung dazu besteht. In § 1a BauGB sind ergänzende Vorschriften zum Umweltschutz enthalten, die auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel beinhalten“ Dachbegrünungsrichtlinie (FLL 2008)	

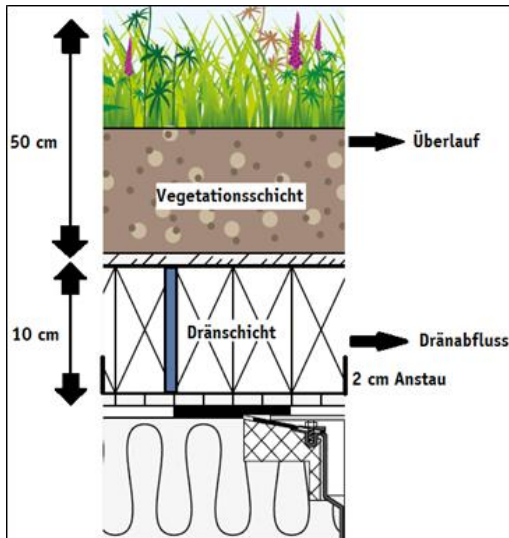


Abbildung 1-2: Links: Prinzip-Schnitt einer intensiven Dachbegrünung (Optigrün 2018), rechts: extensiv begrüntes Dach (WIKIPEDIA 2018)

Eine Sonderform des Gründaches ist das sogenannte Blau-/Einstau-/ oder Retentionsdach, bei welchem der Fokus auf der Wasserspeicherung und verzögerten Abgabe des Wassers liegt. Auch Kombinationen von Grün- und Einstaudach mit einem entsprechenden Dachaufbau sind möglich.

1.2 Versickerungsmulden

Versickerungsmulden sind kleine Retentionsräume im Gelände, welche über einen definierten Zufluss bei Regenereignissen gespeist werden und das Wasser verzögert in den Untergrund abgeben (vgl. Abbildung 1-3). Sie können als Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen sowohl straßenbegleitend angeordnet (siehe Abbildung 1-4), als auch zentral in Grünflächen (siehe Abbildung 1-5) integriert werden. Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-3: Beschreibung von Versickerungsmulden in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017) zusammengefasst.

Tabelle 1-3: Beschreibung von Versickerungsmulden in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Versickerungsmulden	
Beschreibung	Oberflächlich angeordnete Regenwasserspeicher, die in Erdbauweise erstellt werden und deren Oberfläche begrünt wird (i. d. R. Rasen).
Anwendungsebene	Quartier, öffentliche Flächen, Straßenbegleitend
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses • Erhöhung der Grundwasserneubildung • Erhöhung der biologischen Vielfalt und Freiraumqualität • Stoffliche Entlastung der Vorflut
Kosten (Netto)	Kosten für die Herstellung der Muldenversickerung im Durchschnitt und je nach Aufwand unter 10 € · m² der zu entwässernden Fläche . Zusätzliche Kosten durch Wartungsaufwand und Pflege (z. B. Grünflächenpflege, Entfernung von Laub etc.). Betriebsaufwand ist gering und umfasst in der Regel regelmäßige Sichtkontrollen sowie die Mahd des Bewuchses (ca. 1 € · m² Bewirtschaftungsfläche im Jahr).
Unterhaltung und Pflege	Die Vegetationspflege (Rasen, Stauden, Gehölze) entsprechend des sonst üblichen Aufwandes für Grünflächen. Wichtig ist, das Freihalten der Versickerungsfläche und der Zuläufe. Bei Nachlassen der Versickerungsleistung sollte der Rasen vertikutiert werden. Die Muldensohle ist im Frühjahr vor und zu Beginn der Vegetationsperiode sowie im Herbst während und nach Abschluss des Laubfalls zu säubern.
Hinweise zur Bemessung	• Bemessung auf Überstauhäufigkeit $n = 0,2/a$ • Nachweis der Entleerungszeit von max. 24 h • Erforderlicher K_f-Wert: $1 \cdot 10^{-4}$ bis $2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • Muldenfläche sollte ca. 20 % der zu entwässernden Fläche entsprechen; Muldentiefe in der Regel 30 cm, kann aber je nach Untergrund und Anschlussverhältnis variieren • Ein ausreichender Abstand zu Gebäuden ist zum Schutz vor Vernässungsschäden einzuhalten. Als Faustregel kann hier das 1,5-fache der Kellertiefe als Mindestabstand herangezogen werden
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• Nur außerhalb von Wasserschutzgebieten erlaubnisfrei möglich (Berliner NWFreiWV 2001) • DWA A138 (2005); DWA M153 (2007) • Es sind die Vorgaben an die stoffliche Belastung des zu versickernden Niederschlagwassers nach Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG 1998), Grundwasserverordnung (GrwV 2010) und der Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser (DWA-M 153) zu beachten • FLL-Broschüre „Versickerung und Wasserrückhaltung“ (FLL 2005) • Muldenversickerung den Tatbestand der Gewässerbenutzung. Nach § 57 WHG ist eine derartige Einleitung grundsätzlich erlaubnispflichtig

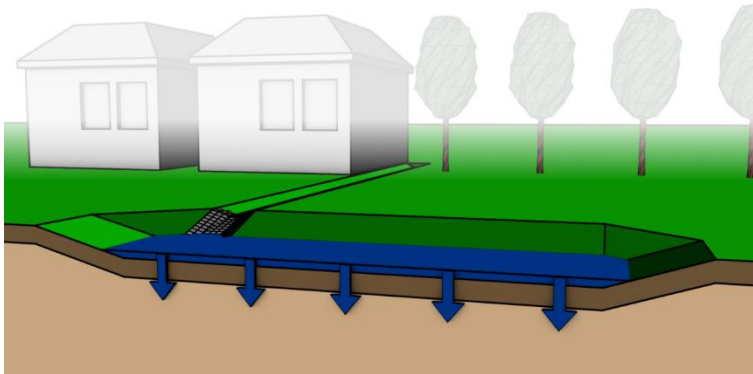


Abbildung 1-3: Schema der Muldenversickerung: mit Zulauf, oberirdischem Retentionsraum und Versickerung, (BIOTA & SIEKER 2017)



Abbildung 1-4: Beispiel für eine straßen- bzw. parkplatzbegleitende Versickerungsmulde in der Rostocker Südstadt, Unicampus



Abbildung 1-5: Beispiel für eine Versickerungsmulde die in eine Grünfläche integriert wurde (Rostock-Südstadt, Unicampus)

1.3 Rigolenversickerung

Die Rigolenversickerung ist eine unterirdische Möglichkeit der Regenwasserbewirtschaftung. Sie kommt vor allem bei begrenztem Raum und gering-durchlässigen Böden zum Einsatz. Die Rigole ist dabei ein unterirdischer Speicherraum (siehe Abbildung 1-6), dem das Regenwasser zugeführt wird und insbesondere bei schlecht-durchlässigen Böden über einen Überlauf an das Kanalnetz angeschlossen ist. Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-4 zusammengefasst.

Tabelle 1-4: Beschreibung von Rigolen in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Schacht und Rigolenversickerung	
Beschreibung	Unterirdische Zwischenspeicherung und verzögerte Versickerung, einsetzbar auch bei schlechter durchlässigen Böden
Anwendungsebene	Privatgrundstück, öffentliche Flächen, Straßenbegleitend
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses • Erhöhung der Grundwasserneubildung
Kosten (Netto)	Die Investitionskosten liegen nach SIEKER (2018) in der Größenordnung von 100 bis 150 € · m ²
Unterhaltung und Pflege	Weitgehend wartungsfrei, Kontrolle und ggf. Beräumung einmal jährlich
Hinweise zur Bemessung	• vereinfachtes Verfahren nach DWA-A 138 (2005) • Überstauhäufigkeit: 0,2/a (für Schacht- und Rigolenversickerung) • 300 bis 400 m³ · ha⁻¹ angeschlossene Fläche (abhängig von k_r-Wert des Bodens) • Einbautiefe: 1 bis 1,4 m • Kein oberirdischer Flächenbedarf
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• Gewässerbenutzung, nach §57 WHG grundsätzlich erlaubnispflichtig • DWA A138 (2005), DWA M153 (2007) • DIN V 4034-1 (2004)

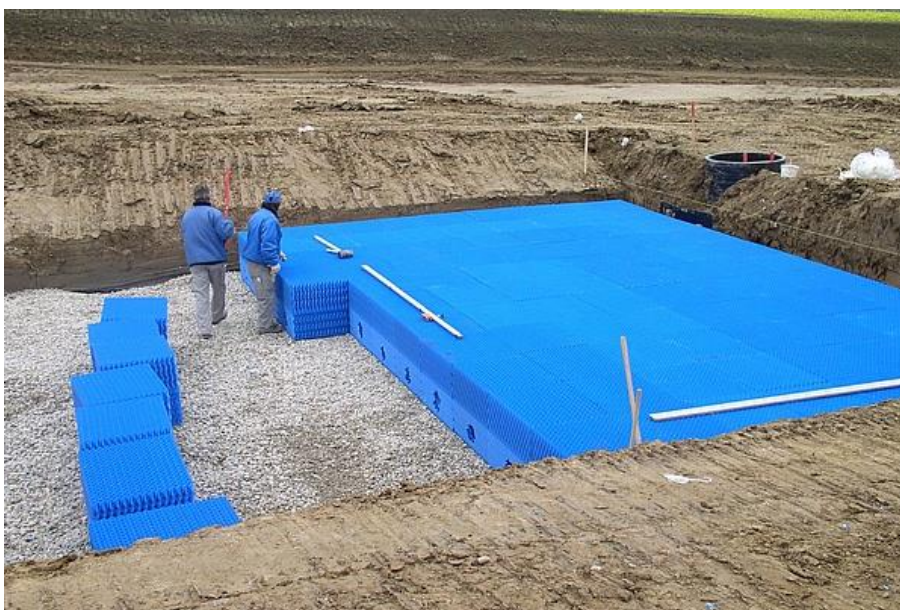


Abbildung 1-6: Einbau eines Rigolensystems (SIEKER GMBH 2019)

1.4 Mulden-Rigolen-Systeme

Mulden-Rigolen-Systeme sind eine Kombination der oben beschriebenen Mulden und Rigolen (siehe Abbildung 1-7: Schema des Mulden-Rigolen-Systems mit gedrosselter Ableitung (SIEKER GMBH 2019), sie kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn der Oberboden keine ausreichende Durchlässigkeit für eine reine Muldenversickerung bietet und gleichzeitig ein höheres Wasservolumen zurückgehalten werden soll. Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-5 zusammengefasst.

Tabelle 1-5: Beschreibung von Mulden-Rigolen-Systemen in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Mulden-Rigolen-Systeme	
Beschreibung	Im Vergleich zur Muldenversickerung wird zur kurzfristigen Speicherung von Regenwasser neben der oberirdisch angeordneten Mulde auch eine unterirdisch angeordnete Rigole verwendet Einsatz bei schlecht sickerfähigen Oberböden eingesetzt ($k_f\text{-Wert} < 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
Anwendungsebene	Privatgrundstück, öffentliche Flächen, Straßenbegleitend
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses, • Erhöhung der Grundwasserneubildung • Erhöhung der Verdunstung • Stoffliche Entlastung der Vorflut
Kosten (Netto)	• Für Unterhaltung und Pflege ca. $1 \text{ €} \cdot \text{m}^2$ Bewirtschaftungsfläche im Jahr • Herstellungskosten je nach örtlichen Bedingungen - zwischen $12,50$ und $30 \text{ €} \cdot \text{m}^2$ befestigter Fläche
Unterhaltung und Pflege	Wenig aufwändig, regelmäßige Sichtkontrollen, Mahd des Bewuchses sowie evtl. die Reinigung der Rigole.
Hinweise zur Bemessung	• Nach DWA-A 138 (vereinfachtes Verfahren) oder alternativ mit der Methode der Langzeitsimulation. • In der Regel erfolgt die Bemessung des Gesamtsystems auf Überstauhäufigkeiten von $n = 0,2$. Die Mulden werden meist auf $n = 1,0$ bemessen • Flächenbedarf etwa 10 % der angeschlossenen, versiegelten Fläche
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• DWA A138 (2005), DWA A117 (2014) • FLL-Broschüre „Versickerung und Wasserrückhaltung“ (FLL 2005) • FLL- Empfehlung für Baumpflanzungen (2010, 2015) • Richtlinie für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung (FGSV 2005) • Nur außerhalb von Wasserschutzgebieten erlaubnisfrei möglich (NWFreiwV 2001)

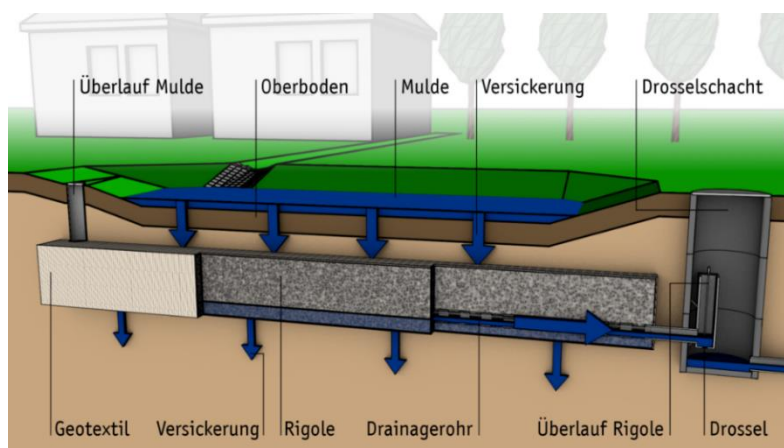


Abbildung 1-7: Schema des Mulden-Rigolen-Systems mit gedrosselter Ableitung (SIEKER GMBH 2019)

1.5 Offene Wasserflächen

Offene Wasserflächen, die Dauerhaft mit Wasser gefüllt sind, erhöhen insbesondere die Verdunstungsleistung im Gebiet. Gleichzeitig wirken Sie bereichernd auf das Wohnumfeld (siehe Abbildung 1-8). Grundsätzlich haben Sie die gleiche Funktion und Wirkungsweise wie ein Regenrückhaltebecken, es sollte aber auf eine naturnahe Gestaltung und gute Einbindung in das Umfeld, insbesondere im Hinblick auf vorhandene Senken und Abflussbahnen, geachtet werden. Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-6 und Tabelle 1-5 zusammengefasst.

Tabelle 1-6: Beschreibung von offenen Wasserflächen in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Offene Wasserflächen	
Beschreibung	Sammlung des Niederschlagswassers in offenen Teichen oder Gräben
Anwendungsebene	Öffentliche Flächen, Straßenbegleitend
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses • Erhöhung der Verdunstung • Erhöhung der biologischen Vielfalt und Freiraumqualität
Kosten	Variabel, je nach Ausführung
Unterhaltung und Pflege	Variiert in Abhängigkeit von der Nutzung des Gewässers
Hinweise zur Bemessung	• Kein einheitliches Vorgehen • Flächenbedarf etwa 5 bis 20% des EZG
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• DWA A117 (2014) • FLL-Gewässerabdichtungsrichtlinie (2005)



Abbildung 1-8: Beispiele für offene Wasserflächen als Regenrückhalte- und bewirtschaftungsmaßnahme in einem Wohngebiet in Leipzig-Möckern

1.6 Sickerpflaster/Entsiegelung/Wassergebundene Wege

Insbesondere auf Plätzen, Parkplätzen sowie kleineren Straßen und Wegen können statt klassischer Versiegelung durch Asphalt oder Pflastersteine auch alternative Befestigungen, wie beispielsweise Sickersteine oder begrünte Fugen (siehe Abbildung 1-9) Verwendung finden.

Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen für die Verwendung teilversiegelter Oberflächenbefestigungen sind in Tabelle 1-7 zusammengefasst.

Tabelle 1-7: Beschreibung von teilversiegelten Oberflächen in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Teilversiegelte Oberflächen	
Beschreibung	Einbau von teilversiegeltem Oberflächenmaterial wie z. B. Sickersteine, Rasengittersteine, Schotterrasen oder wassergebundene Wege
Anwendungsebene	Öffentliche Flächen und Wege
Ziele und Wirkung	• Erhöhung der Grundwasserneubildung • Erhöhung der biologischen Vielfalt und Freiraumqualität
Kosten	Umgerechnet aus (GEIGER, DREISEITL 1995): • Schotterrasen: 22,50 € · m² • Pflastersteine: 50,- € · m² • Rasengittersteine: 42,50 € · m²
Unterhaltung und Pflege	Vergleichbar mit versiegelten Flächen, eventuell Reinigung von Pflasterfugen mit zurückgegangener Versickerungsleistung
Hinweise zur Bemessung	• analog einer Flächenversickerung nach DWA A138
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• Vorgaben an die stoffliche Belastung des zu versickernden Niederschlagwassers nach Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) und Grundwasserverordnung (GrwV 2010) • Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser (DWA M 153) • DWA-A 138



Abbildung 1-9: Beispiel für einen teilversiegelten Parkplatz mit angeschlossener Mulde in der Rostocker Südstadt, Unicampus (links) und Beispiel für Schotterrasen auf einem Parkplatz (BOKU 2019)

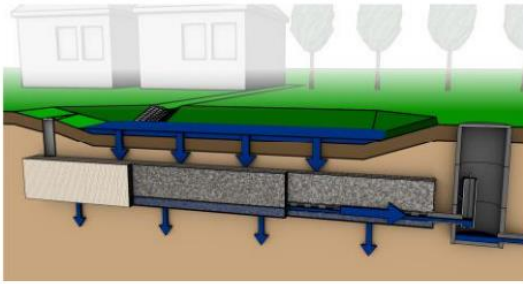
1.7 Kombinierte Versickerungssysteme im Straßenraum

Insbesondere straßenbegleitend ist die Flächenverfügbarkeit oft gering. Hier können kombinierte Versickerungssysteme auch in Kombination mit Baumpflanzungen zum Einsatz kommen. Beispiele dafür sind in Abbildung 1-10 und Abbildung 1-11 dargestellt.

Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-8 zusammengefasst.

Tabelle 1-8: Beschreibung von kombinierten Versickerungssystemen im Straßenraum in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Kombinierte Versickerungssysteme im Straßenraum	
Beschreibung	Bei geringer Flächenverfügbarkeit neben der Straße und/oder geringem Versickerungspotenzial des Bodens können beispielsweise Baumrigolen oder Mulde-Rigolen-Tiefbeete eingesetzt werden
Anwendungsebene	Straßen und Wege
Ziele und Wirkung	• Verringerung des Direktabflusses • Erhöhung der Verdunstung (insbesondere Baum-Rigolen) • Erhöhung der Grundwasserneubildung • Reduzierung der stofflichen Belastung
Kosten	Noch keine ausreichenden Erfahrungen
Unterhaltung und Pflege	Tiefbeet Rigolen erfordern eine zweimal jährliche Reinigung der Zuläufe und regelmäßige Inspektionen. Baum Rigolen sind im Unterhaltungsaufwand ähnlich dem von Straßenbäumen, eine regelmäßige Kontrolle der Zuläufe ist erforderlich.
Hinweise zur Bemessung	• Festlegen der Drosselspende gemäß der lokalen Gegebenheiten • vereinfacht nach DWA-A 138 oder mittels Langzeitsimulation
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• DWA-A 138 • DWA-M 153 • DIN 18916 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten“ (2002) • FLL „Empfehlungen für Baumpflanzungen“ (2010)



Schema des Mulden-Rigolen-Systems mit gedrosselter Ableitung (Quelle: Sieker)



Mulden-Rigolen-Tiefbeet in Birkenstein, Brandenburg (Foto: Sieker)



Schema einer Baum-Rigole (Quelle: Sieker)

Abbildung 1-10: Umsetzungsbeispiele und Systemskizze der kombinierten Versickerungssysteme (SIEKER GMBH 2019)

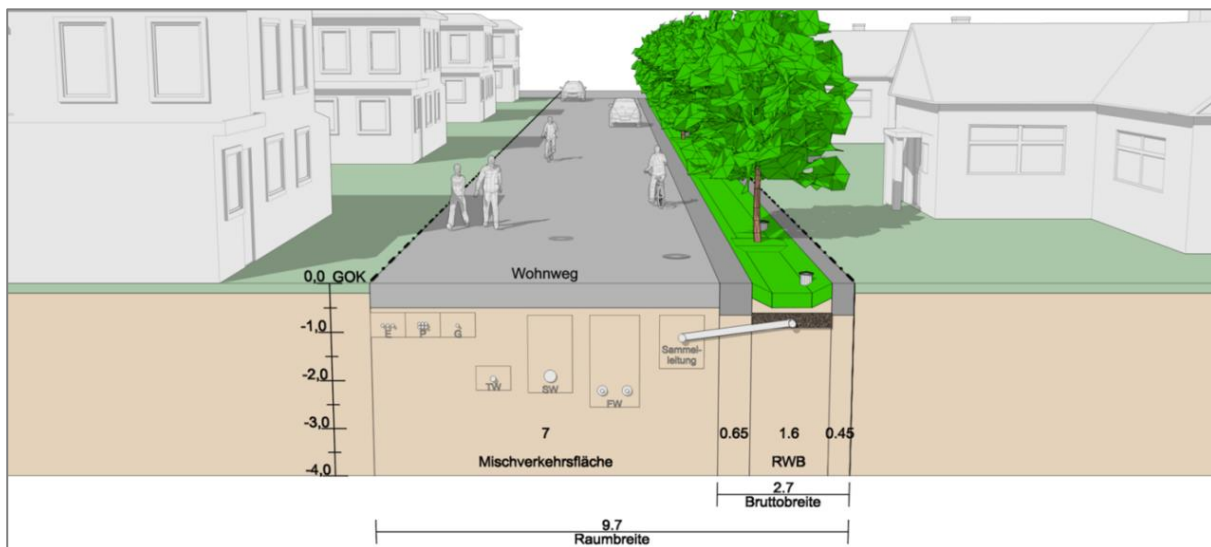


Abbildung 1-11: Straßenquerschnitt und notwendige Breite für die RWB in einer Wohnstraße (SenUVK 2017)

1.8 Oberirdische Wasserableitung (semizentrale Maßnahme) zur Überleitung in Versickerungsmulden

Als Alternative zu Rohrleitungen ist es auch möglich, dass Wasser oberirdisch Versickerungs- und Rückhalteinrichtungen zuzuleiten. In Abbildung 1-12 ist ein Beispiel, wie es in Rostock umgesetzt wurde, dargestellt.

Die wesentlichen Eigenschaften und Randbedingungen sind in Tabelle 1-9 zusammengefasst.

Tabelle 1-9: Beschreibung von Möglichkeiten der oberirdischen Wasserableitung in Anlehnung an MATZINGER ET AL. (2017) und BIOTA & SIEKER (2017)

Oberirdische Wasserableitung (Semizentrale Regenwasserbewirtschaftung)	
Beschreibung	Kann das Regenwasser vor Ort nicht dezentral bewirtschaftet werden, wird es auch an der Oberfläche beispielsweise in offenen Sammelrinnen oder Rasenmulden abgeleitet
Anwendungsebene	Straßen und Wege
Ziele und Wirkung	• Entlastung des Kanalnetzes • Geringe Erhöhung der Verdunstung (bei Rasenmulden)
Kosten (Netto)	Einfache Rasenmulden sind relativ günstig, offene Pflasterrinnen für die Gebäudeentwässerung kosten zwischen 10 und 100 € · m⁻¹ Kastenrinnen ab bei ca. 50 € · m⁻¹ bis mehrere 100 € · m⁻¹
Unterhaltung und Pflege	Regelmäßige Inspektion und Reinigung
Hinweise zur Bemessung	• Verlauf entsprechend der Abflussbahnen • Fließformal nach Gauckler-Manning-Strickler, bei komplexeren Systemen mit entsprechenden Berechnungsprogrammen
Rechtliche Aspekte, Richtlinien und Leitfäden	• Vorgaben der DIN 1986 (für Grundstücke) • DIN EN 752 (für öffentliche Flächen)



Abbildung 1-12: Beispiele für gezielte oberirdische Wasserableitung in Versickerungsmulden in der Rostocker Südstadt, Unicampus

2 Quellen

- BIOTA & SIEKER (2017): Städtebauliche Entwicklung in der Hansestadt Rostock, Raum Biestower Höhe - Fachbeitrag für nachhaltige Strategien im Umgang mit Regenwasser, Gewässern und Feuchtgebieten biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH und Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 114 S.
- BIOTA (2018): Fachbeitrag zum Wasserhaushalt für den B-Plan Nr. 09.SO.191 „Studieren und Wohnen beim Pulverturm“ – Endbericht - im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung und Wirtschaft
- BOKU (2019): Informationen zu Schotterrasen der Universität für Bodenkultur Wien, <https://boku.ac.at/bau-nat/iblb/eigene-entwicklungen/boku-schotterrasen>, Abruf am 30.04.2019.
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983): Grundlagen der Hydrologie. – Berlin (Verlag für Bauwesen), 388 S.
- DWA-A 102/BWK-A 3 (Entwurf) (2017): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer. DWA-Merkblatt, Oktober 2016. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V.
- DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- , Stand Juli 2015, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- FLL (2005): Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Abdichtungssystemen für Gewässer im Garten-, Landschafts und Sportplatzbau. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V., Bonn.
- FLL (2008): Dachbegrünungsrichtlinie – Richtlinie für die Planung Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V., Bonn.
- FLL (2010, 2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 1 und 2. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.
- FVA-BW (2018): Schema Wasserhaushalt. – Waldwissen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, URL: https://www.waldwissen.net/wald/boden/fva_gesamtwasserhaushalt_w1/wasserhaushalt.gif, Download am 5.12.2018.
- STGR (2015): Aktualisierung der Flächennutzungskartierung der Hansestadt Rostock. – Steinbeis Transferzentrum Geoinformatik Rostock.
- OPTIGRUEN (2018): Planungsunterlagen Dachbegrünung. – Optigrün international AG URL: <https://www.optigruen.de/systemloesungen/retentionsdach/drossel-extensiv-und-einfach-intensiv/>. Datum des Seitenaufrufes: 25.06.2018
- SIEKER (2018): Informationen zum Mulden-Rigolen.System. – Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH. URL: <https://www.sieker.de/de/fachinformationen/article/mulden-rigolen-system-mrs-9.html>. Datum des Seitenaufrufes: 25.06.2018
- WIKIPEDIA (2018): Foto eines extensiven Gründaches, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31511616>, Abruf am 03.04.2019
- ZEZSCHWITZ 2004: Kostenrichtwerte zu Anlagen der Wasserwirtschaft, <http://www.hoai-gutachter.de/pdf/kostenricht.pdf>. Datum des Seitenaufrufes: 25.06.2018