



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation

Hamburger Regelwerke für Planung und Entwurf von Stadtstraßen
[ReStra]

Wissensdokument
**Hinweise für eine wassersensible
Straßenraumgestaltung**

Ausgabe 2015

Impressum

Herausgeber

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
Amt für Verkehr und Straßenwesen
Abteilung VI Infrastruktur
Referat VI 1 - Grundlagen des Straßenwesens
Alter Steinweg 4
20459 Hamburg

Redaktion & Zeichnungen

MUST Städtebau GmbH
Dr.-Ing. Jan Benden, Ir. Robert Broesi
Eigelstein 103-113
50668 Köln
Tel. 0221/1699 2929
mail@must.eu
www.must.eu

Gestaltung

Inge Paeßens

Erschienen im Januar 2015

© BWVI

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung	1-1
2	Zukünftige Herausforderungen für die Entwässerung von Straßen in Hamburg	2-1
2.1	Handlungsfeld Gewässerschutz	2-1
2.2	Handlungsfeld Überflutungsschutz	2-2
2.3	Wassersensible Straßenraumgestaltung	2-4
3	Bausteine einer wassersensiblen Straßenraumgestaltung	3-1
3.1	Oberirdische Ableitung	3-2
3.2	Versickerung und Retention	3-8
3.3	Dezentrale Behandlung	3-14
4	Empfohlene Lösungen für typische Entwurfssituationen	4-1
4.1	Verbindungsstraße	4-2
4.2	Quartierstraße	4-5
4.3	Gewerbestraße	4-8
4.4	Sammelstraße	4-11
4.5	Wohnstraße	4-14
5	Prüfschritte für eine wassersensible Straßenplanung	5-1
5.1	Verbesserung der Abflussqualität	5-1
5.2	Reduzierung der Überflutungsrisiken	5-4
5.3	Checkliste zum Entwurf der Straßenentwässerung	5-5
5.4	Betriebliche Hinweise	5-6
6	Quellenverzeichnis	6-1

ReStra - Regelungssystematik

Richtlinien [R] sind verbindlich und grundsätzlich bei der Planung und beim Entwurf von Stadtstraßen in Hamburg zu beachten. Ihre Inhalte stellen allgemein anerkannte Regeln der Technik dar und zeigen bewährte und wirtschaftliche Lösungen für Hamburg.

Wissensdokumente [W] geben einen in Hamburg bekannten Arbeits- und Kenntnisstand wieder. Die Dokumente sollen für ausgewählte Themen sensibilisieren und dienen als Beispielsammlung und Orientierungshilfe bei Planung und Entwurf von Stadtstraßen in Hamburg.

1. Einleitung

Das vorliegende Wissensdokument "Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung" baut auf den Ergebnissen der Arbeitsgruppe Verkehrsplanung im Gemeinschaftsprojekt RISA (RegenInfraStrukturAnpassung, 2009 bis 2014) der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) und HAMBURG WASSER (HW) auf [1].

Die AG Verkehrsplanung bildete eine der vier thematischen Arbeitsgruppen innerhalb von RISA. Sie beschäftigte sich unter wissenschaftlicher Begleitung des Institutes für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen schwerpunktmäßig mit den verkehrsflächenbezogenen Aspekten des Themas Regenwasserbewirtschaftung in Hamburg.

Hintergrund

Das Projekt RISA verfolgt das Ziel, Konzepte und Lösungen für einen zukunftsfähigen Umgang mit Regenwasser zu entwickeln, die einen angemessenen Überflutungs- und Hochwasserschutz sichern, den Gewässerschutz verbessern sowie die weitere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt in Hamburg ermöglichen sollen. Damit soll den Herausforderungen begegnet werden, vor denen die Siedlungswasserwirtschaft in Hamburg aufgrund der

zunehmenden Flächeninanspruchnahme, den Folgen des Klimawandels und der hohen Verkehrsdichte auf vielen Straßen steht.

Die anhaltende Versiegelung von Flächen hat spürbare Auswirkungen auf die Wasserhaushaltsbilanz in der Stadt. Mit der Zunahme des Oberflächenabflusses nimmt einerseits die Verdunstung ab. Gleichzeitig sinkt die Rate der Grundwasserneubildung und somit gegebenenfalls der Grundwasserspiegel (vgl. Abbildung 1). Auch die Gewässer in Hamburg werden durch die anhaltende Flächenversiegelung in der Stadt negativ beeinflusst. Es kommt vermehrt zu extremen Hochwasserspitzen mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten und zu Niedrigwasserständen durch die mangelnde Wasserzufuhr über das Grundwasser. Der prognostizierte Klimawandel wird diese Situationen voraussichtlich weiter verschärfen [2].

Einen großen Teil der versiegelten Flächen in Hamburg bilden die Flächen des Straßenverkehrs. Die RISA-Arbeitsgruppe Verkehrsplanung beschäftigte sich daher unter der Leitung des Amtes für Verkehr und Straßenwesen mit der Thematik der zukünftigen Straßenentwässerung. Im

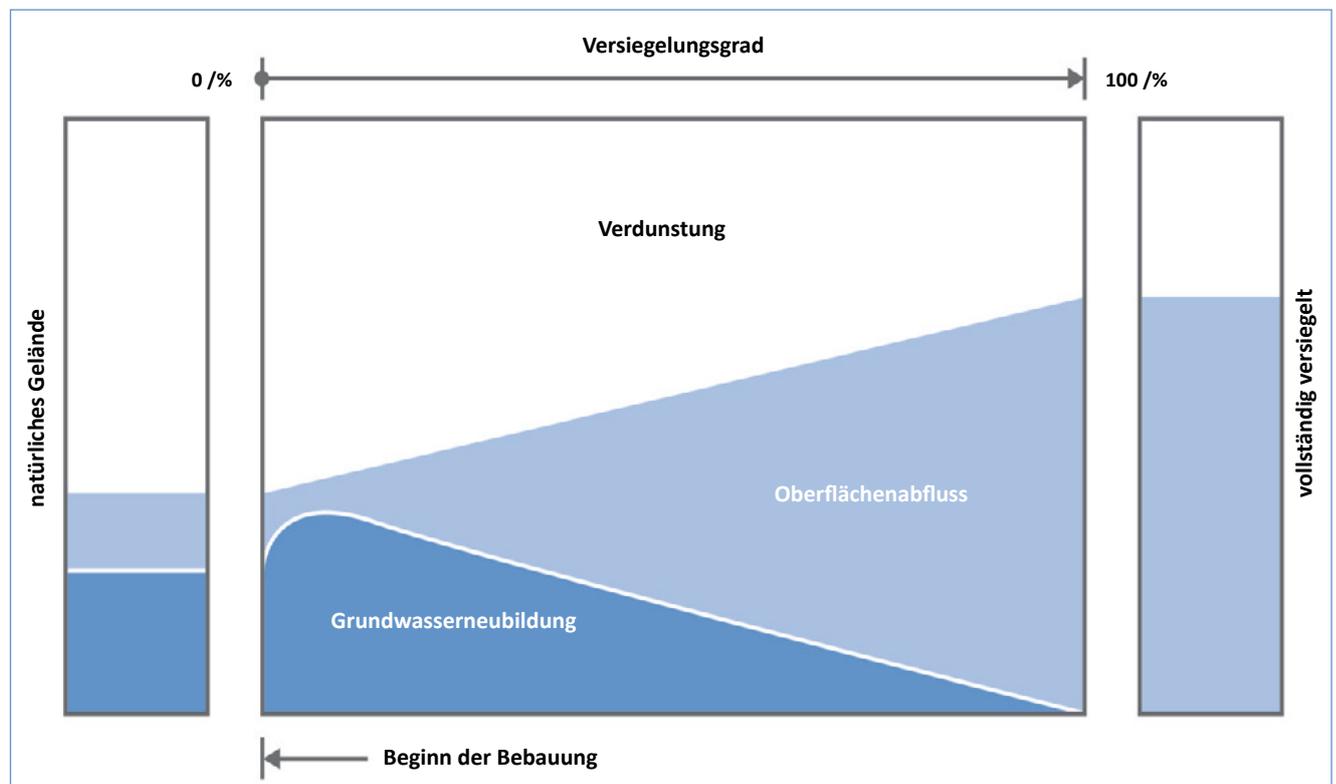


Abb. 1: Beispielhafte und vereinfachte Darstellung der Veränderung der Wasserhaushaltsgrößen mit zunehmender Versiegelung

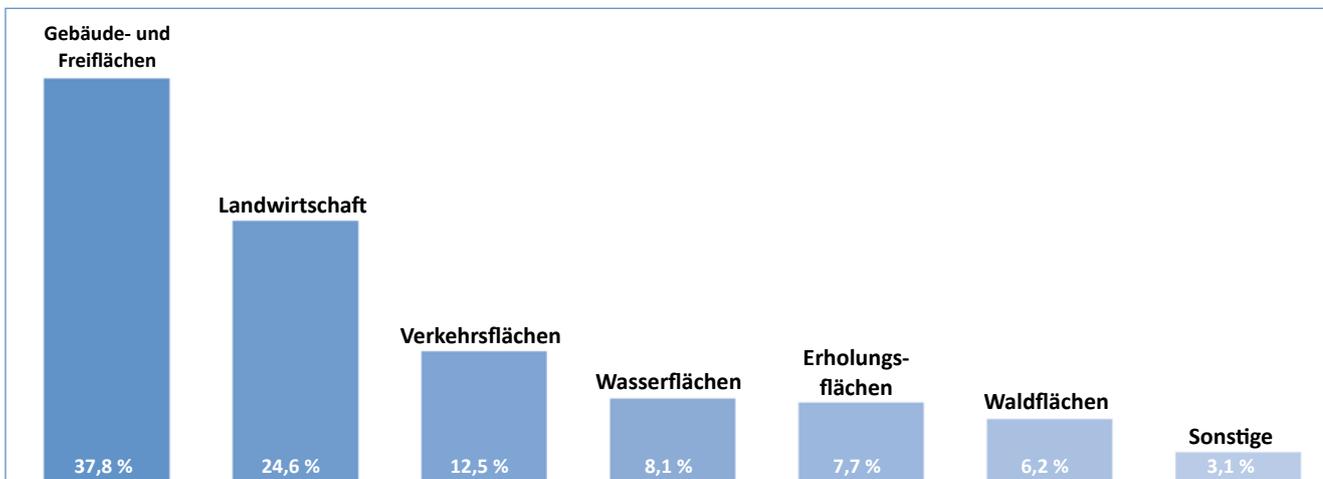


Abb. 2: Anteile der Flächennutzung an der Gesamtfläche der Freien und Hansestadt Hamburg

Fokus standen dabei die Fragen, welchen Beitrag Straßen zur Verbesserung der Überflutungsvorsorge und der Gewässerqualität in Hamburg leisten können und wie die Straßenräume entwässerungstechnisch verändert werden müssen, wenn aufgrund bestimmter Regenergebnisse die Straße zu einem entscheidenden Faktor bei der Entwässerung wird.

Ausgehend von den Ergebnissen aus RISA und dem derzeitigen Kenntnisstand soll das vorliegende Wissensdokument der Planungspraxis in Hamburg als Arbeits- und Orientierungshilfe für eine wassersensible Straßenraumgestaltung dienen und für einen anderen Umgang mit Wasser auf Verkehrsflächen sensibilisieren.

Ausgangslage

Verkehrsflächen sind ein integraler Bestandteil der Hamburger Stadtlandschaft, der insgesamt einen Anteil von 12,5 Prozent an der Flächennutzung (vgl. Abbildung 2) hat. Den größten Teil der Verkehrsflächen nehmen Straßen, Wege und Plätze ein. Diese haben mit 7.295 Hektar einen Gesamtanteil an der Flächennutzung von 9,7 Prozent [3]. Die Stadt verfügt über ein Netz von rund 4.000 Kilometern Stadtstraßen, wovon ungefähr 558 Kilometer dem Hauptverkehrsstraßennetz zuzuordnen sind [4].

Die Straßeninfrastruktur in Hamburg wird aktuell mit mehreren Herausforderungen konfrontiert. Auf der einen Seite sind ein zunehmender Erhaltungsbedarf und wachsende Probleme durch Verkehrsemissionen zu bewältigen. Andererseits werden in der Planungspraxis stets höhere Anforderungen an die Verkehrssicherheit, an

die Barrierefreiheit und an die gestalterischen Qualitäten öffentlicher Straßen, Wege und Plätze gestellt.

Einen weiteren Aspekt, den es verstärkt bei der Planung und beim Entwurf von Straßen zu berücksichtigen gilt, bildet die Entwässerung von Verkehrsflächen. Dabei sind unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen, die zueinander in Konflikt stehen können: Einerseits muss als Beitrag zum Überflutungsschutz eine ordnungsgemäße und zügige Entwässerung der Straßenflächen gewährleistet sein. Da ein großer Teil der Hamburger Straßen, Wege und Plätze direkt über Gräben, Entwässerungsleitungen oder Siele in Oberflächengewässer entwässert, sind andererseits auch die Gewässerschutzziele entsprechend der wasserrechtlichen Bestimmungen einzuhalten.

Die aktuell zur Verfügung stehenden Klimaszenarien für Norddeutschland und Hamburg prognostizieren eine zunehmende Häufigkeit und Intensität sowohl von Starkregenereignissen als auch von längeren sommerlichen Trockenperioden. Dadurch werden die Herausforderungen für die Entwässerung von Straßen in den kommenden Jahren noch weiter wachsen.

Die Anforderungen des Überflutungs- und Gewässerschutzes erfordern einen Paradigmenwechsel beim Umgang mit den Abflüssen von Straßenflächen in Hamburg. Es bedarf eines sensiblen und zukunftsfähigen Umgangs mit Regenwasser, der sowohl die zusätzliche Flächenversiegelung durch Neuerschließungen und Nachverdichtung als auch mögliche Veränderungen des Niederschlagsgeschehens infolge des Klimawandels mildert.

2. Zukünftige Herausforderungen für die Entwässerung von Straßen in Hamburg

Die Veränderungen der Niederschlagscharakteristiken im Zuge des Klimawandels und die wachsenden Anforderungen an die Gewässerqualität stellen künftig auch die Straßenplanung vor neue Aufgaben. Im Folgenden sollen die Handlungsfelder der Überflutungsvorsorge und des Gewässerschutzes mit den sich daraus ableitenden Herausforderungen für die Gestaltung sowie für die Entwässerung von Straßen näher skizziert werden.

2.1 Handlungsfeld Gewässerschutz

Niederschläge, die über bebaute und befestigte Flächen abfließen sind gemäß des Hamburgischen Abwassergesetzes (HmbAWG) bzw. des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) als Abwasser zu betrachten. In vielen Bereichen Hamburg wird dieses Abwasser in einem vom Schmutzwassersiel getrennten System gesammelt und ohne Behandlung in ein Gewässer eingeleitet. Durch große Investitionen in das Mischsystem über die Wasserschutzprogramme für Bille, Alster und Elbe konnte in den letzten Jahren erreicht werden, dass die Überläufe aus Mischselen in die Gewässer auf ein Minimum begrenzt wurden. Demgegenüber besteht die Erkenntnis, dass auch unbehandelte Regenwasserabflüsse aus Trennsystemen hohe Schadstoffmengen in die Gewässer einbringen können.

Insbesondere auf Straßen kommt es zur Anreicherung einer Vielzahl von Schadstoffen aus Rückständen der Treibstoffverbrennung sowie durch Brems- und Reifenabnutzung, Tropfverluste und Fahrbahnabrieb. Hinzu kommen Belastungen durch Laub, Pollen, Müll und Tierexkremate. Die Versiegelung von Straßenoberflächen führt zu einer fast vollständigen Ableitung von Niederschlagswasser über das Entwässerungssysteme in die Gewässer.

Durch die Einleitung wird die Schadstoffbelastung der Oberflächengewässer und des Grundwassers erhöht. Die nicht organischen Schadstoffe (insbesondere die Schwermetalle Zink, Kupfer und Cadmium) sind nicht abbaubar, wodurch sich in vielen Hamburger Gewässern hoch belastete Sedimente ansammeln, die regelmäßig kostenintensiv entnommen und entsorgt werden müssten. Zudem können bei starken Regenereignissen hydraulische Stoßbelastungen Gewässerböden aufwühlen und dort ansässige Organismen zerstören.

Die Belastungskonzentration und -zusammensetzung von Straßenabflüssen ist komplex und von unterschiedlichen verkehrsbedingten Wirkgrößen abhängig. In der Regel ergibt sie sich aus der Summe mehrerer Wirkgrößen wie:

- dem Standort (dicht bebautes Gebiet oder offene Bauweise),
- der Nutzungsintensität der Straße (Verkehrsstärke, Verkehrsfluss, Fahrzeugklassen),
- der Häufigkeit der Straßen-, Wege- und Trummenreinigung und
- aus saisonalen Einflüssen (wie dem Einsatz von Streusalzen).

Zur Einschätzung der „Behandlungsbedürftigkeit“ von Straßenablaufwasser werden in der Praxis oft die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) sowie die Wasserführung und die Güte des von der Einleitung betroffenen Gewässers herangezogen. Niederschlagsabflüsse von Straßen mit einer höheren DTV müssen in der Regel vor Einleitung in ein Gewässer behandelt werden. Bei kleinen, hoch belasteten Gewässern kann eine Behandlung bereits bei Straßen mit einer geringen Verkehrsstärke erforderlich sein. Die Einschätzung des Behandlungserfordernisses ist somit immer eine Einzelfallentscheidung.

Aufgrund der Vielzahl an Fließ- und Stillgewässern (Flüsse, Kanäle, Fleete, Bäche und Gräben) in Hamburg und deren Bedeutung für die Lebensqualität in der Stadt sowie als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sollte dem Gewässerschutz in Hamburg ein besonderer Stellenwert beigemessen werden. Die Europäische Wasserrahmen-



Abb. 3: Schadstofffahne im Straßenabfluss

richtlinie (EG-WRRL) und das deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG) fordern eine Bewirtschaftung der Gewässer, bei der jede vermeidbare Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktionen unterbleibt. Entsprechend dieser Zielsetzung verlangt die EG-Richtlinie, dass alle Mitgliedstaaten ihre Gewässer in einen guten ökologischen Zustand bringen. Wird dieses Ziel nicht erreicht oder Ausnahmeregelungen in Anspruch genommen, muss dies nachvollziehbar begründet werden.

Die Bestandsaufnahme der Hamburger Gewässer gemäß Artikel 4 der EG-WRRL hat ergeben, dass die Oberflächen-gewässer der Stadt Qualitätsdefizite aufweisen [5]. In den Gewässern der Stadt haben sich in den letzten Jahrzehnten beträchtliche Mengen an Abflusssedimenten angesammelt. Dies ist zu einem erheblichen Anteil auf die Schadstoffzufuhr von Straßen in die Gewässer zurückzuführen. Aufgrund der zum Teil hohen städtebaulichen Dichte und einem starken Verkehrsaufkommen kommt es an zahlreichen Einleitstellen in Hamburg zu erheblichen Schmutzfrachten in den Straßenabflüssen. Die Schadstoffkonzentrationen liegen dabei zum Teil weit über den Zielwerten des Gewässerschutzes [ebenda]. Verschärft wird diese Problematik dadurch, dass viele Gewässer in Hamburg gestaut sind und dadurch nur geringe Fließgeschwindigkeiten und wenig Selbstreinigungsvermögen aufweisen.

Herausforderung Gewässerschutz

Grundsätzlich sollte die Beseitigung von Niederschlagswasser auf Straßen in Hamburg so erfolgen, dass die Gewässer nicht weiter beeinträchtigt werden. Eine der größten Herausforderungen besteht darin, direkte Einleitungen des Regenwassers von verschmutzten Flächen und die daraus resultierenden Schadstoffeinträge in die Hamburger Gewässer so gering wie möglich zu halten.

Es müssen Lösungen gefunden werden, welche die schädlichen Einflüsse der Straße auf den Wasserhaushalt vermindern. Dabei müssen die verschmutzten Niederschlagsabflüsse von Straßen vor der Einleitung in das Trennsiel gereinigt werden, um somit Schadstoffeinträge ins Grundwasser und in die Hamburger Oberflächengewässer effektiv zu reduzieren oder wenn möglich an das Mischwassersiel angeschlossen werden.

2.2 Handlungsfeld Überflutungsschutz

Die globalen Klimamodelle lassen neben den Änderungen der Jahresdurchschnittstemperaturen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zunehmende Häufigkeiten und Intensitäten lokaler Starkniederschläge erwarten. Auch für Hamburg sagen die regionalen Modelle eine größere Variabilität der Niederschlagsverhältnisse mit häufigeren und intensiveren Extremereignissen voraus. Zwar nimmt der Gesamtniederschlag im Sommerhalbjahr ab, dafür können einzelne Ereignisse lokal deutlich intensiver ausfallen.

Die Extremniederschläge und die daraus resultierenden Überflutungen können zu erheblichen Schäden führen. Urbane Nutzungen und städtische Infrastrukturen können durch Überflutungen nach Starkregenereignissen wesentlich beeinträchtigt werden. Die Überlastung der zentralen Entwässerungssysteme und daraus resultierende Überflutungen gefährden dabei sowohl die bauliche Substanz als auch den Betrieb technischer Infrastrukturen. Das Schadenspotenzial und die daraus folgende Anfälligkeit mancher Stadtbereiche von Hamburg werden im Zuge des Klimawandels und gleichzeitig stattfindender Nachverdichtungsprozesse weiter zunehmen.

Trotz aller Unsicherheiten der vorliegenden Prognosen erfordert der Klimawandel eine Anpassung des Siedlungsbestandes an zunehmende Starkregen. Diese kann sich jedoch nicht darauf beschränken, die Entwässerungssysteme auszubauen. Unterirdische Ableitungssysteme sind in der erforderlichen Größenordnung weder finanzierbar noch in Trockenperioden zu betreiben. Es wird kaum vermeidbar sein, dass an manchen Orten Wasser aus dem Sielnetz



Abb. 4: Sielüberstau als Folge eines Starkregenereignisses

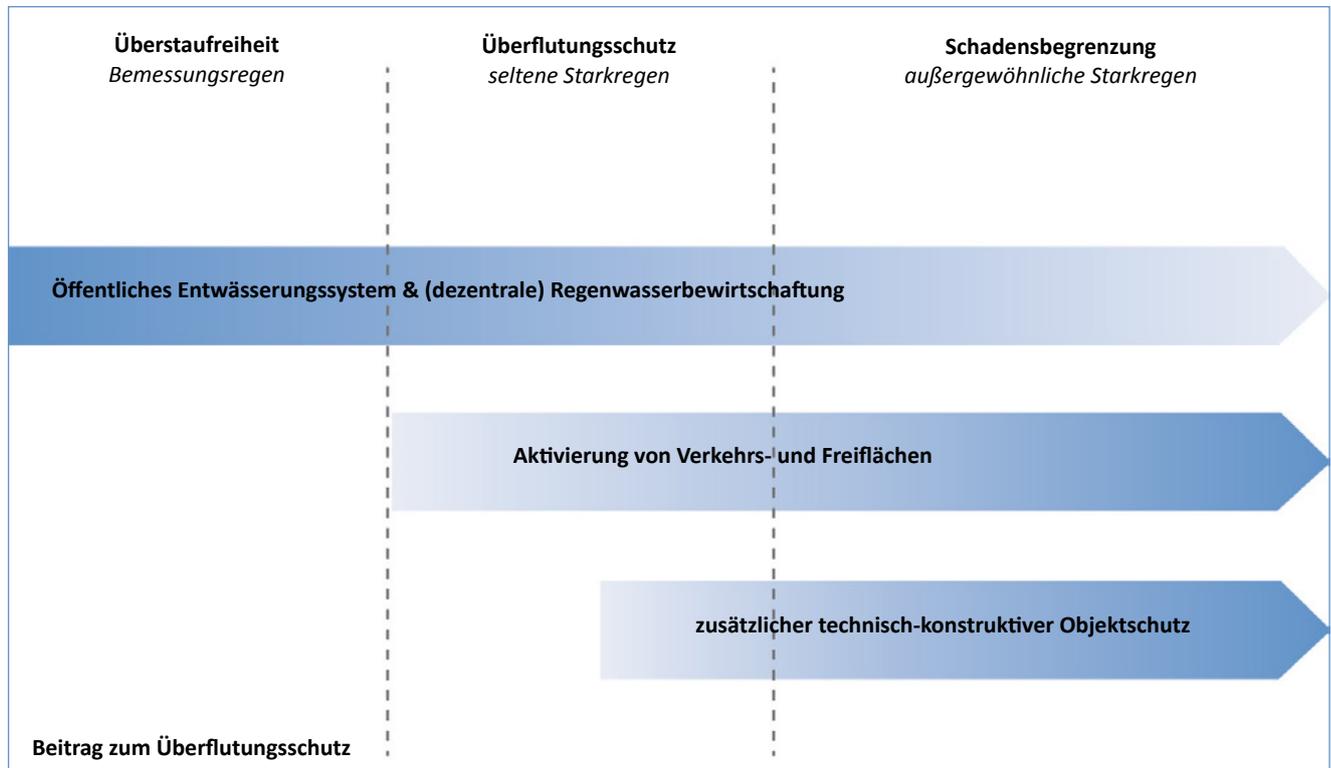


Abb. 5: Elemente des Überflutungsschutzes in unterschiedlichen Belastungsbereichen

austritt oder aufgrund der begrenzten Aufnahmekapazität der Trummen gar nicht erst in das Sielnetz gelangt. Extreme Starkregenabflüsse können somit nur auf der Oberfläche abgeleitet und zurückgehalten werden. Dieser Abfluss muss jedoch kontrolliert erfolgen, um Schäden zu minimieren.

Für eine schadlose Ableitung von Niederschlagsspitzen an der Oberfläche haben Straßen eine große Bedeutung. Die Erkenntnis, dass sie bereits heute in den Regelwerken als Abflusswege definiert sind, eröffnet die Möglichkeit, den Blick auf bisher ungenutzte Synergien und Optimierungspotenziale zu lenken. Verkehrsflächen stellen einen wesentlichen Bestandteil der Stadtentwässerung dar.

Das Sielnetz liefert insbesondere für solche Bemessungsregen einen Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge, die (je nach Infrastruktur) ungefähr alle fünf bis zehn Jahre auftreten. Die Aktivierung von Verkehrsflächen zielt dagegen auf einen weitergehenden Überflutungsschutz für seltene Starkregen und/oder eine Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Niederschlägen ab (vgl. Abbildung 5).

Die Notwendigkeit, Hamburg an zunehmende Starkregeneignisse anzupassen ist aber nicht mehr alleine eine

Angelegenheit der Stadtentwässerung, sondern eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe, an der sich viele andere Disziplinen (Stadt- und Grünflächenplanung, Straßenbau, etc.) beteiligen müssen. Es sind also auch an der Oberfläche Maßnahmen zu ergreifen, mit denen künftige Beeinträchtigung durch Starkniederschläge vermieden bzw. abgemildert werden können.

Herausforderung Überflutungsvorsorge

Durch den Rückhalt und durch eine kontrollierte oberflächige Ableitung der Abflüsse über Straßen, Wege oder Plätze kann ein wichtiger Beitrag zur Schadensminimierung im Siedlungsbestand geleistet werden. Wenn Straßen als komplementäre Fließwege anerkannt werden, sollte an geeigneten Stellen ein technischer Ausbau von Straßen parallel, eventuell sogar alternativ zum Ausbau des Sielnetzes in Erwägung gezogen werden, um insgesamt zu einer besseren Systemgemeinschaft zu gelangen. Dabei stellt sich die Herausforderung, die verkehrlichen Einschränkungen und Konflikte nach Zeit und räumlicher Ausdehnung möglichst gering zu halten und unkontrollierte Abflüsse auf Privatgrund zu vermeiden.



Abb. 6: Überflutung als Folge verstopfter Trummen

2.3 Wassersensible Straßenraumgestaltung

Die oben skizzierten wachsenden Anforderungen des Überflutungs- und Gewässerschutzes machen einen veränderten Umgang mit den Abflüssen von Straßenflächen in Hamburg notwendig. Es bedarf einer „wassersensiblen“ Straßenraumgestaltung, die im Gegensatz zu dem bisher verfolgten Ansatz einer möglichst schnellen Ableitung in das Entwässerungsnetz das Ziel verfolgt, zunächst nach ortsnahen, dezentralen Lösungen zur Versickerung, Verdunstung, Nutzung sowie zur Speicherung und gedrosselten Ableitung von Regenwasser zu suchen. Eine entsprechende Gestaltung von Straßen bietet vielfältige volkswirtschaftliche Synergien, da statt in kostspielige Sielsanierungen in die Stadtgestaltung investiert wird. Gleichzeitig kann sie eine sozialverträgliche Entwicklung der Entwässerungsgebühr gewährleisten.

Ziel einer wassersensiblen Straßenplanung sollte es sein, im Sinne einer kommunalen Gemeinschaftsaufgabe einen Beitrag dazu zu leisten, Abflussspitzen in Gewässern zu vermeiden, die Gewässerqualität zu verbessern und dem Ziel eines naturnahen hydrologischen Kreislaufs möglichst nahe zu kommen. Die Straße stellt somit einen zusätzlichen Baustein der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung dar, aus dem sich vielseitige Möglichkeiten ergeben, die Straßenraumgestaltung und die Aufenthaltsqualität im Straßenraum zu verbessern. Allerdings müssen dabei die verkehrlichen Ansprüche an eine Straße nach wie vor gewahrt werden. Das auf der Straßenoberfläche anfallende Regenwasser sollte grundsätzlich die Benutzbarkeit und den Bestand der Straße möglichst wenig beeinträchtigen. Beim Neubau einer Straße bieten sich umfangreiche

Möglichkeiten für eine wassersensible Gestaltung. Der Umgang mit Regenwasser im Straßenraum sollte daher hier frühzeitig in die Straßenplanung einbezogen werden. Schwieriger stellt sich die Situation dagegen im bestehenden Straßennetz dar. Es ist offensichtlich, dass die wassersensible Umgestaltung einer Straße im Bestand aus rein entwässerungstechnischen Beweggründen in Zeiten knapper Mittel sehr unwahrscheinlich ist. Jedoch bieten sich viele Gelegenheiten zur Straßenumgestaltung aufgrund anderer Baumaßnahmen, die als Ausgangspunkt für eine kleinteilige oder umfassende Veränderung der Straßenentwässerung genommen werden könnten. Hierzu zählen beispielsweise:

- die „endgültige Herstellung“ einer Straße (BauGB)
- allgemeine Instandsetzungsmaßnahmen
- die vollständige Erneuerung der Straße aufgrund substanzieller Mängel oder verkehrlicher Erfordernisse (z.B. Entschärfung von Unfallhäufungsstellen)
- Ein- oder Rückbau von ÖPNV-Trassen oder Radwegen
- Leitungsverlegungen oder
- Baumpflanzungen im Straßenraum.

Bei einer wassersensiblen Straßenraumgestaltung sollten verstärkt auch Aspekte der Unterhaltung von Entwässerungssystemen berücksichtigt werden. Hierzu zählen beispielsweise die Wechselwirkungen zwischen Bepflanzung und Straßenabflüssen sowie die Sicherstellung der Zugänglichkeit von Anlagen der Straßenentwässerung. Auch eine Anpassung der Reinigungszyklen und -intensitäten sollte ortsspezifisch in Erwägung gezogen werden.

Herausforderung Straßenraumgestaltung

In Zukunft sollte bei der Straßenraumgestaltung in Hamburg grundsätzlich ein größeres Augenmerk auf das Thema der Straßenentwässerung und deren Betrieb gelegt werden. Sowohl beim Neubau als auch beim notwendigen Umbau von Straßen sollte geprüft werden, inwieweit durch eine entsprechende wassersensible Gestaltung des Straßenraumes Synergien mit der Überflutungsvorsorge und mit dem Gewässerschutz erzielt werden können. Das Niederschlagswasser sollte dabei die Benutzbarkeit und den Bestand der Straße möglichst wenig beeinträchtigen.

3. Bausteine einer wassersensiblen Straßenraumgestaltung

Eine wassersensible Straßenraumgestaltung umfasst eine Vielzahl von Maßnahmen und Methoden der Straßenentwässerung, die in der Regel vielfältig kombiniert werden können. Die Auswahl der am besten geeigneten Methode zur Straßenentwässerung ist dabei abhängig von:

- den Niederschlags- und Zuflussmengen vor Ort
- der Überflutungsgefahr und den Schadensrisiken
- den topografischen Verhältnissen (Gefälle der Straße)
- der Versickerungsfähigkeit der Böden
- dem Abstand zu Oberflächengewässern
- dem Zustand und der Sicherheit der Gewässer
- den Anforderungen des Gewässerschutzes
- den Platzverhältnissen vor Ort und
- der Verkehrsbelastung/-fluss (Schadstoffmenge).

Vor dem Hintergrund der Ziele des Überflutungsschutzes, des Gewässerschutzes und des Erhalts eines naturnahen Wasserhaushaltes müssen wassersensibel gestaltete Straßen die folgenden Funktionen erfüllen:

1. die oberirdische Ableitung der Niederschläge
2. der Rückhalt und die Versickerung des Regenwassers und
3. die Behandlung belasteter Straßenabflüsse.

Die drei Bausteine stützen sich auf unterschiedliche Systeme, die im Folgenden zur Orientierung kurz aufgezeigt werden. Dabei werden die Anwendungsbereiche der jeweiligen Entwässerungsmethoden abgegrenzt und ein Überblick über die wichtigsten Systemanforderungen gegeben. Darüber hinaus werden die unterschiedlichen Bauweisen und Methoden hinsichtlich ihrer Kosten und ihrer Wirksamkeit zur Zielerreichung aus Sicht der Siedlungswasserwirtschaft bewertet.

Die Angaben ersetzen keine bautechnischen Richtlinien, sondern sollen einen Überblick über den Stand des Wissens geben. Auf weiterführende technische Regelwerke und konkrete Informationen zur Umsetzung der verschiedenen Entwässerungsmethoden wird verwiesen.

Die genannten Kosten für die Herstellung der unterschiedlichen Entwässerungssysteme basieren auf einer Literaturrecherche sowie auf Angaben einzelner Hersteller. Sie bilden somit nur Orientierungswerte und ersetzen keine projektbezogene Preiskalkulation.



Abb. 7: Straßenbegleitender Versickerungstreifen



Abb. 8: Tiefbeet im Gehwegbereich



Abb. 9: Gepflasterte Muldenrinne zur Ableitung in eine Grünfläche



Abb. 10: Entwässerung über eine offene Kastenrinne

3.1 Oberirdische Ableitung

Standardelemente der Längsentwässerung

Die oberirdische Ableitung von Regenwasser auf Straßen erfolgt über Straßenmulden, -gräben oder -rinnen. Die Funktion dieser Systeme ist der Transport des Regenwassers in die Straßenabläufe (Trummen), in ein Gewässer oder in Versickerung-, Rückhalte- und Behandlungsanlagen.

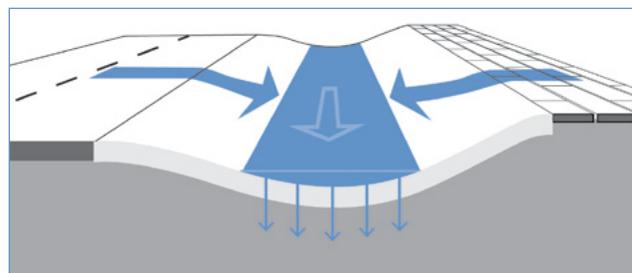
Aus Sicht der dezentralen naturnahen Regenwasserbewirtschaftung ist grundsätzlich immer eine Straßenmulde als Ableitungselement zu bevorzugen. Allerdings muss in der Praxis aus Gründen der Hydraulik, der Topographie oder der Flächenverfügbarkeit, zur Längsentwässerung häufig auf Gräben oder Rinnen zurückzugegriffen werden.

In Hamburg werden im Straßenraum standardmäßig je nach Längsneigung der Fahrbahn Bord- oder Pendelrinnen verwendet. Muldenrinnen werden überwiegend in Fußgängerbereichen und auf Mischverkehrsflächen eingesetzt. Sie können dort einen Beitrag zur Verkehrsberuhigung liefern oder als Gestaltungsmittel zur Gliederung unterschiedlicher Oberflächenmaterialien dienen. Der Einsatz geschlossener Rinnensysteme beschränkt sich aufgrund des vergleichsweise hohen Unterhaltungsaufwandes meist auf Tunnelbereiche (Schlitzrinnen) und Grundstückszufahrten (Kastenrinnen), an denen eine Überfahrbarkeit der Rinnen gewährleistet sein muss.

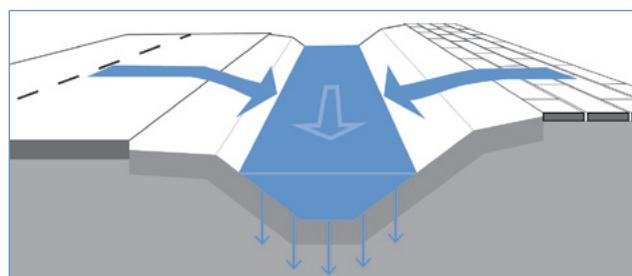
Durch eine oberirdische Ableitung des Niederschlages wird Regenwasser in der Stadt erlebbar. In Wohn- und Aufenthaltsbereichen kann Wasser als Gestaltungs- oder Spielelement genutzt werden. Anderorts sind bei der Gestaltung der Längsentwässerung (in Abhängigkeit von der Art und Nutzungsintensität der Straße) immer Aspekte der Verkehrssicherheit, des Nutzungskomforts (Kfz, Radfahrer und Fußgänger) und der Barrierefreiheit zu beachten.

Straßenabläufe (Trummen)

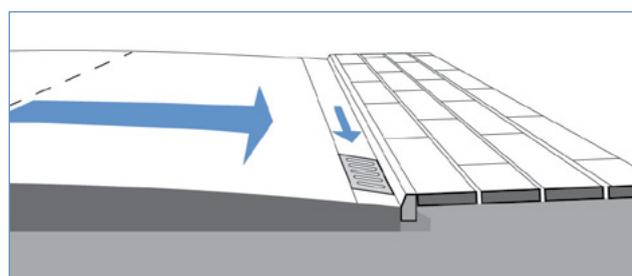
Bei der Bemessung von Straßenabläufen werden in der Praxis die Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung (RAS-Ew) herangezogen, die von einem statistischen Bemessungsregen mit einer Wiederkehrzeit von einem Jahr und einer Dauer von 15 Minuten ausgehen. Extreme Regenereignisse liegen erheblich über diesen Bemessungsannahmen, so dass sich bei stärkeren Niederschlägen schnell ein Wasseraufstau im Straßenraum einstellen kann. Zudem wird die Leistungsfähigkeit (bzw. das Schluckvermögen) vieler Straßenabläufe meist einge-



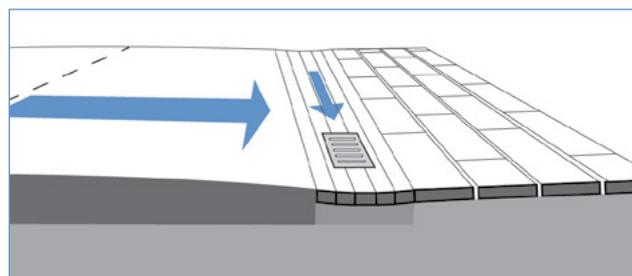
Straßenmulde



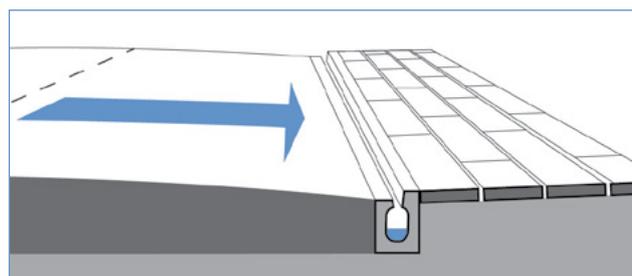
Straßengraben



Bordrinne

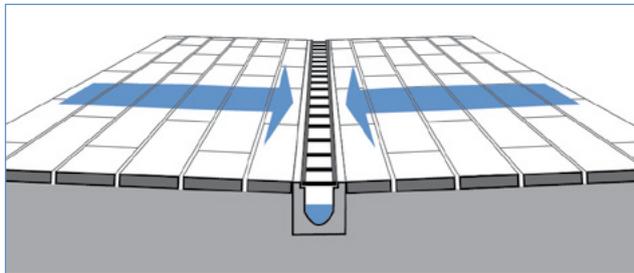


Muldenrinne

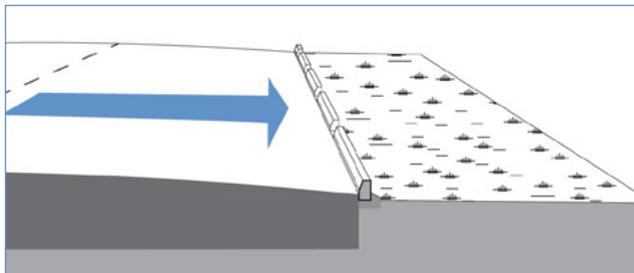


Schlitzrinne

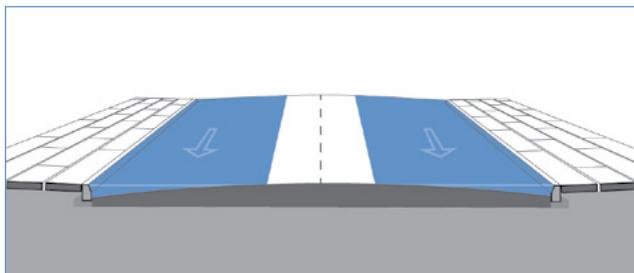
Abb. 11: Elemente der oberirdischen Ableitung



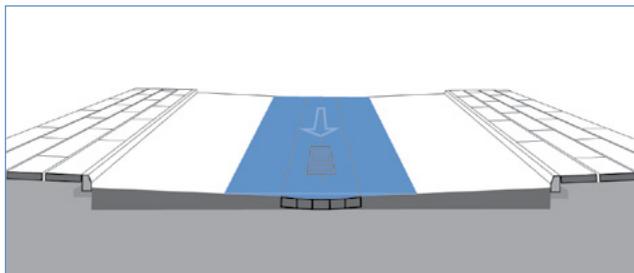
Kastenrinne



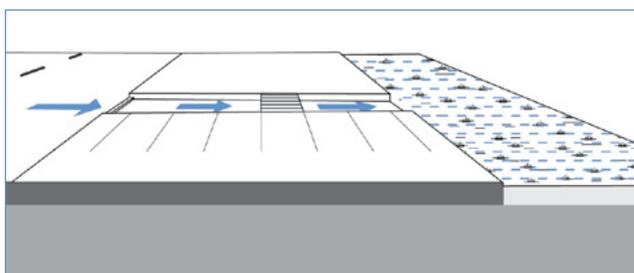
Querneigung zum Straßenrand



Straße als Gerinne (Dachprofil mit Hochborden)



Straße als Gerinne (umgekehrtes Dachprofil)



Notwasserweg

schränkt durch Verstopfungen der Roste und der Ablaufleitungen. Für den Normalfall empfehlen die RAS-Ew eine Einzugsfläche von ca. 400 m² je Trumme. Im Sinne der Starkregenvorsorge sollte in Bereichen mit erhöhten Überflutungsgefahren - neben einer Anpassung der Reinigungszyklen - unter Umständen auch die Erhöhung der Trummenanzahl (reduzierte Einzugsfläche) oder der Einsatz von Systemen mit einem erhöhten Schluckvermögen in Erwägung gezogen werden [6]. Absehbare Konflikte, z.B. die Verstopfung von Trummen unter Straßenbäumen, sollten möglichst bereits bei der Planung berücksichtigt werden.

Notentwässerung bei Starkregen (die Straße als Fließweg)

Bei seltenen und außergewöhnlichen Starkregenereignissen wird auch in Zukunft an mancher Stelle im Stadtgebiet Regenwasser aus den Sielen austreten (bzw. nicht in diese eintreten) und sich den physikalischen Gesetzmäßigkeiten folgend seinen Weg an der Oberfläche suchen. Um Schäden durch Wasser zu minimieren, sollte in Bereichen, in denen die Überflutungsanalysen erhöhte Risiken feststellen, über die normale Entwässerung der Straße hinaus auch die Inanspruchnahme des Straßenkörpers als hydraulisches Infrastrukturelement bzw. als Fließmulde bei außergewöhnlichen Regenereignissen geprüft werden. Dies kann beispielsweise durch den gezielten Einsatz von Hochborden und Rampen (an Kreuzungen und Grundstückszufahrten) oder durch die Einrichtung eines umgekehrten Dachprofils mit einer Mittelrinne erreicht werden [7].

Bei einem normalen Regen wird das Regenwasser über die üblichen Ableitungselemente gezielt den Trummen, den Versickerungs- oder den Behandlungsanlagen zugeführt. Dadurch kann eine Reinigung des oft zu Beginn eines Regenereignisses vermuteten stärker verschmutzten Niederschlagswassers (first flush) gewährleistet werden. Die weniger behandlungsbedürftigen Abflussspitzen werden in seltenen Fällen über die Straße auf eine Grünfläche geleitet oder diffus einem Oberflächengewässer zugeführt.

Es ist zu prüfen, ob das Niederschlagswasser schadlos auf der Straße abgeleitet werden kann und ob im Tiefpunkt ein Bereich zur Versickerung oder ein Gewässer vorhanden ist, das sich zur Einleitung eignen würde. Außerdem ist (insbesondere bei der Direkteinleitung in ein Gewässer) die Behandlungsbedürftigkeit in Abhängigkeit von der Straßenkategorie (gem. RAST) bei der Abwägung zu berücksichtigen.

Element	Anwendungsbereich / Einsatzkriterien	Flächenbedarf im Straßenprofil	Normen Hinweise
Straßenmulde	<ul style="list-style-type: none"> • ausreichende Platzverhältnisse • verbesserter Abfluss durch glatte Sohlenbefestigung oder Vergrößerung des Sohlgefälles • bei starkem Gefälle sind Gefällestufen zur Erosionsminderung einzurichten 	Regelbreite 1,0 - 2,5 m	<ul style="list-style-type: none"> • RAS-Ew • RiStWag • DWA A138
Straßengraben	<ul style="list-style-type: none"> • bei hohem Abflussaufkommen, eingeschränkten Platzverhältnissen und starkem Gefälle • verbesserter Abfluss durch glatte Sohlenbefestigung oder Vergrößerung des Sohlgefälles 	Mindestbreite 0,5 m	RAS-Ew RiStWag
Bordrinne	<ul style="list-style-type: none"> • Regelbauweise bei Längsneigung der Fahrbahn $\geq 0,4\%$ 	Breite 0,30 m	<ul style="list-style-type: none"> • ER 4 Anlage 6 • DIN 1340/1343
Pendelrinne	<ul style="list-style-type: none"> • Regelbauweise bei Längsneigung der Fahrbahn $< 0,4\%$ • kombinierte Pendelrinne: nur in Straßen der Belastungsklasse Bk 0,3 (ehemals Bauklassen V und VI) gem. ER 1 	Breite 0,30 m	<ul style="list-style-type: none"> • ER 4 Anlage 7 • DIN 1340/1343 • ER 4 Anlage 8 (kombinierte Rinne)
Muldenrinne	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • ER 4 Anlage 9
Kasterrinne	<ul style="list-style-type: none"> • für abflussschwache Straßenoberflächen oder für Nebenflächen und Grundstückszufahrten geeignet (Sohlgefälle unabhängig von Straßengefälle) • Einbau quer zur Fließrichtung • zulässige Radlasten gemäß DIN EN 1433 sind zu berücksichtigen (PKW = Klasse B, LKW = Klasse D) 	Breite ca. 0,15 - 0,50 m	<ul style="list-style-type: none"> • ER 4 Anlage 10 • DIN EN 1433 • DIN 19580
Schlitzrinne	<ul style="list-style-type: none"> • abflussschwache Straßenoberflächen insb. in Tunnelrampen und -strecken • Flächen mit hohen Radlasten • ungeeignet für Radverkehrsflächen! 	Breite ca. 0,15 - 0,80 m Schlitzbreite 13 - 30 mm	<ul style="list-style-type: none"> • ER 4 Anlage 10 • DIN EN 1433 • DIN 19580
Querneigung zum Straßenrand	<ul style="list-style-type: none"> • breitflächige Entwässerung zum Straßenrand (über Schulter) • in Kombination Grünstreifen oder Seitengräben zur Aufnahme und Versickerung der Straßenabflüsse 	keiner (Nutzung der vorhandenen Straßenfläche)	
Entwässerung über Straßenfläche oder Notwasserwege	<ul style="list-style-type: none"> • Bereiche mit hoher Überflutungsgefahr und Schadenspotenzial • Ableitung von Starkregenspitzen in Versickerungsanlagen oder in ein Oberflächengewässer im Tiefpunkt • Verkehrsaufkommen, Verkehrssicherheit und Barrierefreiheit sind zu berücksichtigen 	keiner (temporäre Mitbenutzung der vorhandenen Straßenfläche oder Wege)	<ul style="list-style-type: none"> • RISA-Gutachten zur AG Verkehrsplanung [8]

Tab. 1: Elemente zur oberflächigen Ableitung von Straßenabflüssen



Abb. 12: Straßenmulde



Abb. 13: Entwässerungsgraben



Abb. 14: Bordrinne



Abb. 15: Muldenrinne



Abb. 16: Offene Kastenrinne



Abb. 17: Geschlossene Kastenrinne

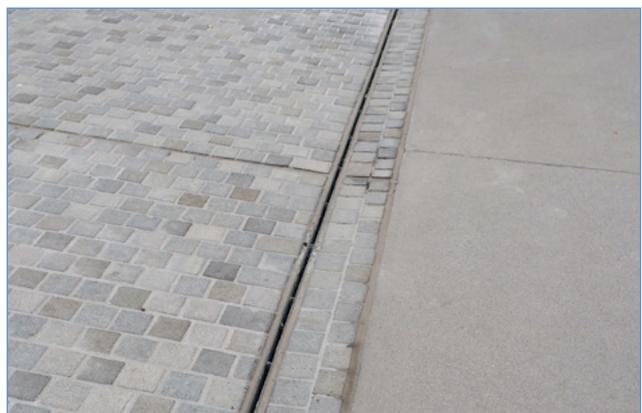


Abb. 18: Schlitzrinne



Abb. 19: Ableitung über die Schulter



Abb. 20: Straßenbegleitende Muldenkaskaden

	Kosten		Wirksamkeit					
	Herstellung (in €/m ² pro A _v)	Unterhalts- aufwand	Überflutungsschutz		Gewässerschutz		naturnaher Wasserhaushalt	
			Ableitung	Rückhalt	stofflich	hydraulisch	Verdunstung	Versickerung
Unbefestigte Mulde	ca. 30 €/m	mittel	●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●	●●●
Gedichtete Mulde	ca. 80 €/m	mittel	●●●	●●●	●	●●●	●●	-
Unbefestigter Graben	ca. 30 €/m	mittel	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●
Gedichteter Graben	ca. 80 €/m	mittel	●●●●	●●	●	●●	●●	-
Bord-/Pendelrinne	ca. 40-50 €/m	sehr gering	●●●●	-	●	●	-	-
Muldenrinne	ca. 70-80 €/m	gering	●●●●	-	●	●	●	-
Offene Kastenrinne	ca. 150-200 €/m	gering	●●●●●	●	●	●	●	-
Geschl. Kastenrinne	ca. 300 €/m	hoch	●●●●●	●	●	●	-	-
Schlitzrinne	ca. 150-400 €/m	sehr hoch	●●●●●	●	●	●	-	-
Querneigung zum Rand	k.A.	gering	●●●●●	●	●	●●	●	-
Notentwässerung	k.A.	gering	●●●●●	●●	●	●●	●	-

Legende: ● = sehr gering ●● = gering ●●● = mittel ●●●● = hoch ●●●●● = sehr hoch

Tab. 2: Beispielhafter Vergleich der Elemente hinsichtlich Kosten (Anhaltswerte) und Wirksamkeit bzgl. der wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen

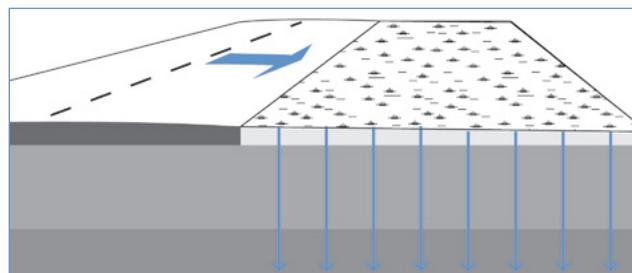
3.2 Versickerung und Retention

Versickerung und Einleitung

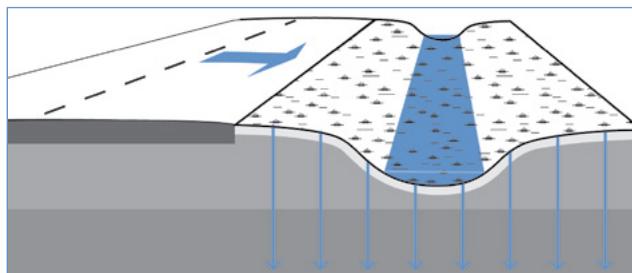
Wo die natürlichen Bodenverhältnisse dies ermöglichen, ist es anzustreben, das auf der Straße anfallende Regenwasser vor Ort zu versickern. Die Methode ist dabei abhängig von der Versickerungsfähigkeit des Bodens, vom Grundwasserstand, von der Schadstoffbelastung der Abflüsse und vom Platzangebot im Straßenraum bzw. im Umfeld. Grundsätzlich muss immer der Schutz des Grundwassers und der anliegenden Bebauung gewährleistet sein. Auf Altlastflächen oder in Bereichen mit wassergefährdenden Stoffen ist eine Versickerung daher in der Regel ausgeschlossen.

Der Flächenbedarf für Versickerungsanlagen ergibt sich neben der Sickerfähigkeit (kf-Wert) des Bodens aus dem Verhältnis der Versickerungsfläche zur angeschlossenen Verkehrsfläche. Die Bemessung sollte immer durch Fachplaner erfolgen. Versickerung kann einerseits breitflächig über wasserdurchlässige Beläge sowie in Grünflächen, Mulden oder Tiefbeeten erfolgen. Bei eingeschränkten Platzverhältnissen bietet sich eine linienförmige oder punktuelle Versickerung in Rigolen, Rohren bzw. notfalls in Schächten an. Diese Anlagen werden bei Straßenwasser jedoch nur in Ausnahmefällen mit Vorreinigung (siehe Kapitel 3.3) oder für die Abflüsse nicht befahrener Straßenbegleitflächen (z.B. Gehwege) zugelassen. Sie bedürfen in der Regel einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Eine flächige Versickerung mit Bodenpassage ist meist erlaubnisfrei. In Wasserschutzgebieten gelten Sonderregeln.

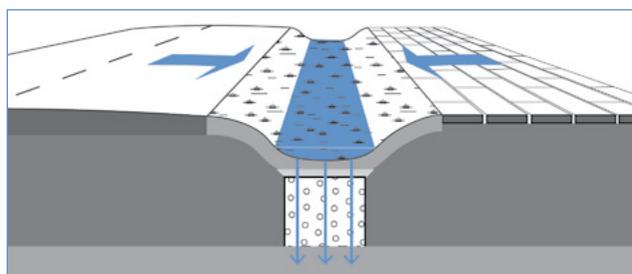
In Bereichen mit nicht versickerungsfähigen Böden bildet die offene oder geschlossene Einleitung des Straßenwassers in das öffentliche Misch- oder Regenwassersiel, in Straßenentwässerungsleitungen oder direkt in das nächstgelegene Oberflächengewässer die einzige Möglichkeit der Entwässerung. Das Einleiten bedarf dabei einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 8ff. und 54ff. WHG, bei der durch die zuständige Wasserbehörde die Behandlungsbedürftigkeit der Abflüsse ermittelt wird. Einen Sonderfall bilden offene oder verrohrte Straßengräben. Die Art der Erlaubnis für eine Einleitung ist jeweils davon abhängig, wohin der Graben entwässert. Die direkte Einleitung in ein oberirdisches Gewässer kann breitflächig oder punktuell erfolgen. Vorzugsweise sollte jedoch die Einrichtung mehrerer Einleitungsstellen angestrebt werden. An diesen Stellen sind die Gefahren von Erosion und Rückstau möglichst gering zu halten.



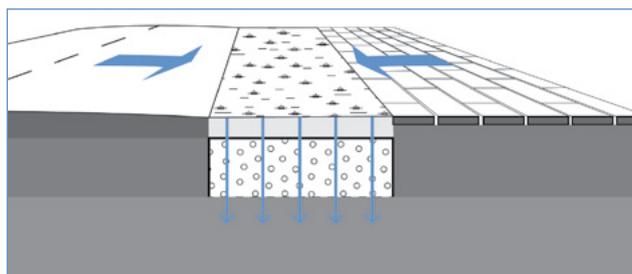
Flächenversickerung durch bewachsenen Boden



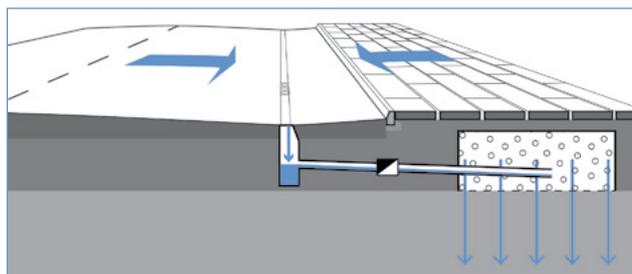
Versickerung über Mulden



Mulden-Rigolenversickerung

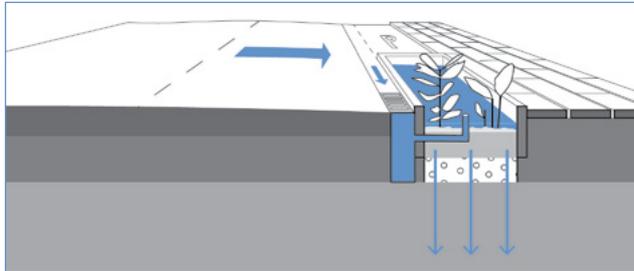


Rigolenversickerung (i.d.R. Vorbehandlung erforderlich)

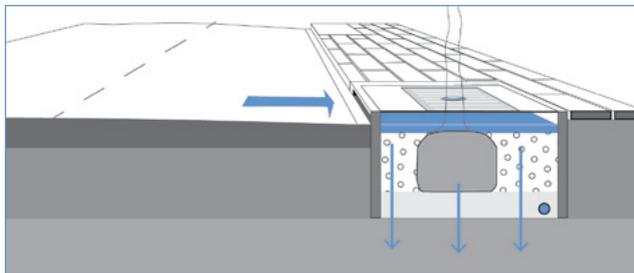


Rohr-Rigolenversickerung (i.d.R. Vorbehandlung erforderlich)

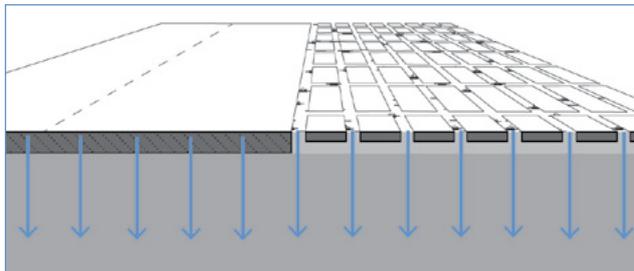
Abb. 21: Elemente zur Versickerung und Retention



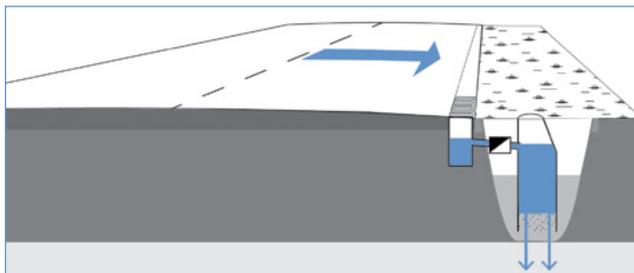
Versickerung und Retention in Tiefbeeten



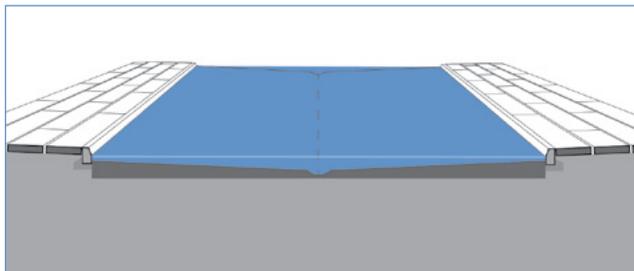
Baumscheiben mit Rückhaltevermögen



Wasserdurchlässige Straßenbeläge



Sickerschächte (i.d.R. Vorbehandlung erforderlich)



Temporärer Rückhalt im Straßenraum

Rückhalt

Bei Starkregenereignissen kann es in gefährdeten Bereichen notwendig sein, hohe Abflussspitzen oder überstauendes Regenwasser aus den Trennsielen gezielt an der Oberfläche zwischenzuspeichern. Ziel ist es, einerseits das Sielnetz und die Gewässer durch Drosselung der Abflüsse hydraulisch zu entlasten und andererseits Schäden an Gebäuden durch oberflächlich eindringendes Regenwasser zu minimieren.

Die Bauwerke der zentralen Regenwasserrückhaltung und -behandlung erreichen bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen schnell ihre Kapazitätsgrenzen. Bei extremen Starkregen sollten daher auch Verkehrs- und Freiflächen gezielt zum Wasserrückhalt einbezogen werden. Die Möglichkeiten der Retention im Straßenraum sind dabei vor allem von der Flächenverfügbarkeit an der Oberfläche abhängig. Sofern sich im Straßenseitenraum Bereiche dafür anbieten, können selbständige Rückhalteflächen wie Retentionsmulden oder -gräben eingerichtet werden. In dicht bebauten Gebieten kann in gefährdeten Bereichen dagegen die „Mitbenutzung“ bestehender Flächen mit einer anderen Hauptfunktion in Erwägung gezogen werden. Potenzielle Bereiche für eine solche multifunktionale Lösung stellen beispielsweise Grünflächen, Parkplätze oder Spiel- und Sportflächen dar [9; 10].

Grundsätzlich ist bei der Mitbenutzung von Flächen zum kurzzeitigen Wasserrückhalt bei Starkregen auf eine ausreichende Verkehrssicherheit und auf Belange der Barrierefreiheit zu achten. Mögliche temporäre Komforteinschränkungen sind vor Ort mit den Schadenspotenzialen gegenüber Überflutungsschäden abzuwägen. Bieten sich an der Oberfläche keine geeigneten Flächen für einen ausreichenden Rückhalt von Abflussspitzen, sollten eventuell Retentionsmöglichkeiten unter den Verkehrsflächen (z.B. gedichtete Rigolen oder Staukanäle) geprüft werden. Auch kombinierte Lösungen sind denkbar. Die Größe der Rückhalteanlage ergibt sich aus der zu erwartenden Wassermenge bei einem Starkregen und der aus Sicht des Überflutungsschutzes geforderten Überlaufsicherheit. Auch hier sollte die Bemessung immer durch Fachplaner erfolgen. In der Regel sollte das Regenwasser nicht länger als einen Tag zurückgehalten werden, bevor es verdunstet, versickert oder gedrosselt in das Siel oder ein Gewässer geleitet wird. Ein Dauereinstau sollte möglichst vermieden werden, um Algenbildung und eine Geruchsbelästigung auszuschließen [ebenda].

Element	Anwendungsbereich / Einsatzkriterien	Flächenbedarf im Straßenprofil	Normen Hinweise
Flächenversickerung durch bewachsenen Boden (ohne Aufstau und Speicherung)	<ul style="list-style-type: none"> • bei hoher Wasserdurchlässigkeit ($k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s) • auch bei geringen Grundwasserflurabständen möglich (Der Mindestabstand beträgt 1 Meter) • erhöhter Flächenbedarf • gleichmäßige Zufuhr über offene Rinnen oder Quergefälle 	mindestens 25 bis über 100% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RAS-Ew • RiStWag • DIN 18919 (Grünpflege)
Versickerung über Mulden oder Gräben	<ul style="list-style-type: none"> • z.B. in Mittel und Seitenstreifen (maximale Muldentiefe b/5) • Wasserdurchlässigkeit: $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s • Kombination mit Rückhalt möglich (Einstau maximal 24h) • Bedarf an Querriegeln (Kaskaden) bei starkem Gefälle 	10-20% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RiStWag • DIN 18919 (Grünpflege)
Rigolenversickerung und Rohrversickerung (offen oder geschlossen)	<ul style="list-style-type: none"> • flächige oberirdische Beschickung oder punktuelle Rohreinleitung • z.B. unter Parkplätzen, Straßen, Grünflächen bei beengten Platzverhältnissen und schlecht durchlässigem Oberboden • Kombination mit Rückhaltung möglich • nur mit Vorreinigung oder für nicht befahrene Straßenbegleitflächen, z.B. Gehwege (außerhalb Spritzfahnenreichweite) zugelassen 	offene Rigole: 6-7% der angeschlossenen Fläche geschlossene Rigole: Rohrdurchmesser min. DN 300	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RiStWag
Mulden-Rigolenversickerung	<ul style="list-style-type: none"> • bei weniger durchlässigem Oberboden $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s • bei beengten Platzverhältnissen (Vorteil gegenüber Mulde: höheres Retentionsvolumen) • Nur mit ausreichender Vorreinigung über Bodenpassage zulässig 	ca. 8-12% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RiStWag
Tiefbeet- und Baum-scheibenversickerung	<ul style="list-style-type: none"> • im Bereich der Fahrbahnflächen (Verkehrsberuhigung) oder im Seitenraum der Straße zum Ausgleich von Zuflussspitzen • z.B. Vorschaltung eines Absetzraumes zum Grobstoffrückhalt. • dichte, einstau- und trockenresistente Bepflanzung der Beete 	ca. 3 - 5 % der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche (variable Grundrissform)	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RiStWag
Sickerschächte	<ul style="list-style-type: none"> • nur bei hohem Grundwasserflurabstand (min. > 1,50m von Sohle) • Einsatz nur bei zwingenden Gründen (z.B. Platzmangel) • k_f (unterhalb Schacht) $\geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s • Erhöhung des Speichervermögens durch Verbindung mehrerer Schächte zu Sickergalerie oder Kombination mit Mulde und Rigole • Wurzelabstand beachten • nur mit Vorreinigung oder für nicht befahrene Straßenbegleitflächen (außerhalb der Reichweite von Spritzfahnen) zugelassen 	< 2% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 • RiStWag
Wasserdurchlässige Straßenbeläge (Pflaster, Asphalt, Drainbeton)	<ul style="list-style-type: none"> • Bei unzureichenden Flächen für Versickerung im Seitenraum • Besonders geeignet für Belastungsklasse \leq Bk 0,3 nach den ER 1 sowie für sonstige Verkehrsflächen (ansonsten Einzelfallprüfung) • eingeschränkte Anwendung in Wasserschutz- und Altlastgebieten • Schub- und Torsionsbeanspruchungen vermeiden (z.B. durch schräge Anordnung von Stellplätzen) • Bepflanzung im Umfeld abwägen (Durchwurzelung, Laubfall) • Durchlässigkeit des verdichteten Baugrundes $k_f \geq 3 \cdot 10^{-5}$ m/s bzw. $k_i \geq 5 \cdot 10^{-5}$ (Mindestabstand zum Grundwasser \geq 1m) 	kein zusätzlicher Flächenbedarf	<ul style="list-style-type: none"> • M VV (FGSV) • ER 1 • RiStWag
Temporärer Rückhalt im Straßenraum	<ul style="list-style-type: none"> • Bereiche mit hoher Überflutungsgefahr und Schadenspotenzial • Unterstützung durch Erhöhung der Borde, Profilanpassungen (z.B. V-Profil) oder Verkehrsberuhigungselemente • Verkehrssicherheit und Barrierefreiheit berücksichtigen 	keiner (temporäre Mitbenutzung der vorhandenen Straßenfläche)	<ul style="list-style-type: none"> • Gutachten zur RISA-AG Verkehrsplanung [8]

Tab. 3: Elemente zur Versickerung und Retention von Straßenabflüssen



Abb. 22: Flächenversickerung durch den bewachsenen Boden



Abb. 23: Straßenbegleitende Versickerungsmulde



Abb. 24: Versickerung der Gehwegabflüsse in Rigolen



Abb. 25: Straßenentwässerung in bepflanzte Versickerungsmulde



Abb. 26: Versickerung über Tiefbeete mit Rigolen im Straßenraum



Abb. 27: Versickerung über Baumscheiben



Abb. 28: Durchlässige Beläge im Bereich von Stellplätzen



Abb. 29: Schaffung von Retentionsraum durch Fahrbahnabsenkung



Abb. 30: Großflächige Versickerungsmulden im Mittelstreifen

	Kosten		Wirksamkeit					
	Herstellung (in €/m ² pro A _v)	Unterhalts- aufwand	Überflutungsschutz		Gewässerschutz		naturnaher Wasserhaushalt	
			Ableitung	Rückhalt	stofflich	hydraulisch	Verdunstung	Versickerung
Rasenfläche	ca. 2 - 5 €/m ²	sehr gering	●	●	●●●●	●●●●●	●●	●●●●●
Schotterrasenfläche	ca. 10 - 25 €/m ²	sehr gering	●	●	●●●●	●●●●●	●●	●●●●
Mulden	ca. 2,5 - 7 €/m ²	gering	●	●●●	●●●●	●●●●●	●●●	●●●●
Rigolen	ca. 5 - 25 €/m ²	mittel	●	●●●●●	●●	●●●●	●	●●●●●
Sickerrohre	ca. 5 - 25 €/m ²	hoch	-	●●●●●	●●	●●●●	-	●●●●●
Mulden-Rigolen	ca. 15 - 25 €/m ²	hoch	●	●●●●	●●●	●●●●	●●	●●●●●
Tiefbeete	ca. 50 - 70 €/m ²	hoch	-	●●●●	●●●	●●●●	●●	●●●●
Sickerschächte	ca. 15 - 25 €/m ²	mittel	-	●●●	●	●●●●	-	●●●●●
Durchlässige Pflaster	ca. 40 - 55 €/m ²	gering	●●	●●●	●●	●●●●	●●●●●	●●●●●
Drainasphalt	ca. 50 - 110 €/m ²	gering	●●	●●●	●●	●●●●	●●●●●	●●●●●
Rückhalt auf Straße	k.A.	gering	●●	●●●●●	●	●●●●	●●●●●	●●●●●

Legende: ● = sehr gering ●● = gering ●●● = mittel ●●●● = hoch ●●●●● = sehr hoch

Tab. 4: Beispielhafter Vergleich der Elemente hinsichtlich Kosten (Anhaltswerte) und Wirksamkeit bzgl. der wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen

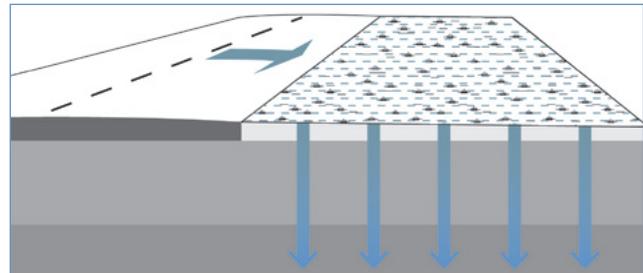
3.3 Dezentrale Behandlung

Die Versickerung von Straßenabwasser in Rigolen oder Schächten ist nur bei unbedenklichen Abflüssen von wenig befahrenen Straßen möglich. Durch eine Behandlung bzw. durch eine Vorreinigung des belasteten Wassers sollen die Abflüsse im Sinne des Gewässerschutzes grundsätzlich eine ähnliche Qualität erreichen, wie Wasser, das eine Passage durch den bewachsenen Oberboden durchlaufen hat. Die Behandlung von Strassenabflüssen kann dabei einerseits dezentral unmittelbar am Ort der Abflusentstehung erfolgen. Alternativ ist eine zentrale Reinigung am Sielauslass eines Einzugsgebietes in ein Gewässer denkbar. Auch kombinierte Verfahren sind möglich. Im Zusammenhang mit der Erstellung von Konzepten zur Regenwasserbehandlung ist jeweils unter ökonomischen und ökologischen Randbedingungen sowie je nach örtlichen Verhältnissen zu prüfen, ob die Behandlung des Straßenabflusses dezentral am Entstehungsort oder in zentralen Anlagen erfolgen sollen.

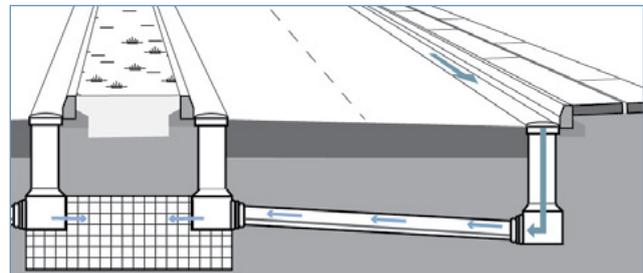
Methoden der dezentralen Regenwasserbehandlung

Art und Umfang der Behandlung von Regenwasser sind abhängig von der jeweiligen stofflichen Belastung der Straßenabflüsse. Um Partikel und Leichtflüssigkeiten zurückzuhalten, ist eine physikalische Behandlung durch Filtration oder Sedimentation notwendig. Sofern die im Wasser verbliebenen gelösten Stoffe zurückgehalten bzw. abgebaut werden sollen, erfordert dies zusätzlich eine physikalisch-chemische oder biologische Behandlung. Die meisten Behandlungssysteme sehen kombinierte Verfahren aus mehreren Stufen vor.

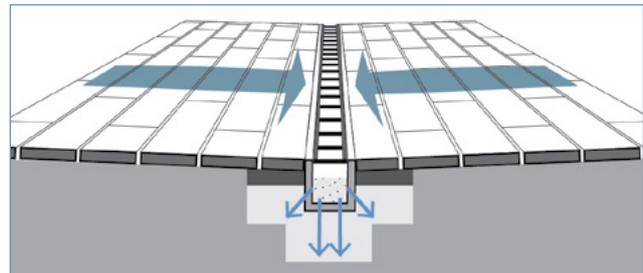
Aus Sicht der Straßengestaltung ist insbesondere der Einsatzort und der daraus resultierende Platzbedarf für dezentrale Anlagen von Bedeutung. Außer dem Belastungsgrad der Straßenabflüsse bestimmt das zur Verfügung stehende Flächenangebot im Straßenraum in starkem Maße die Wahl der Behandlungsmethode. Während bei Neuplanungen häufig der für die Regenwasserbehandlung erforderliche Platz zur Verfügung gestellt werden kann, sind im Siedlungsbestand meist die örtlichen Verhältnisse ausschlaggebend für die Reinigungsmethode. Bei ausreichenden Platzverhältnissen im Straßenprofil sollte immer die oberirdische Behandlung über den bewachsenen Oberboden im Seitenraum der Straße (Fahrbahnrand, Mulden, Mittelstreifen) bevorzugt werden. Bei eingeschränktem Platzangebot muss auf unterirdische Systeme in Rinnen, Rohren, Straßeneinläufen oder Schachtsys-



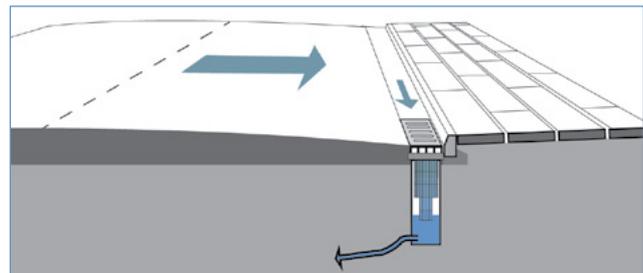
Behandlung über belebte Bodenzone (Versickerung)



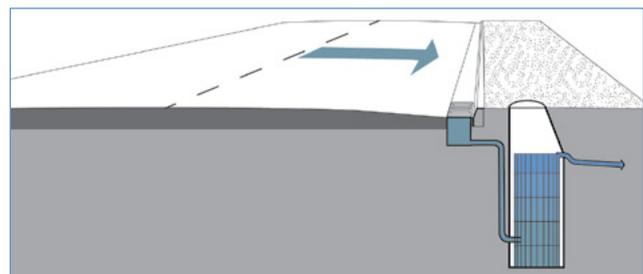
Reinigung in Rohrsystem (z.B. Sedimentationsrohre)



Behandlung in Rinnen (z.B. Substratrinnen)



Reinigung in Straßeneinläufen (z.B. Trummeneinsätze)



Behandlung in Schächten

Abb. 31: Systemtypen dezentraler Straßenabflussbehandlung



Abb. 32: Lamellenabscheider



Abb. 33: Substratrinne



Abb. 34: Filtereinsatz für Trummen



Abb. 35: Filterschacht

temen zurückgegriffen werden (vgl. Abbildung 31) oder das belastete Niederschlagswasser zu einer günstiger gelegenen semizentralen oberirdischen Behandlungsanlage geleitet werden.. Aufgrund der vielfältigen Einsatzorte und Anforderungen gibt es keine Behandlungsanlage, die überall angewandt werden kann.

Systemvergleich

Bei dezentralen Anlagen handelt es sich meist um industriell hergestellte Fertigteile, die direkt z.B. in Trummen, Rinnen oder Schächte eingebaut werden. Viele der Systeme sind noch relativ neu auf dem Markt, so dass es bislang an aussagekräftigen Erfahrungen in Bezug auf betriebliche Aspekte mangelt [11]. Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat für die einer Versickerung vorgeschalteten Systeme Anforderungen für eine Zulassung formuliert, die sich an den Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung orientieren. Vergleichbare Grenzwerte liegen für die Einleitung in Gewässer nicht vor. Hier bedarf es bislang einer Einzelfallbetrachtung durch die zuständige Wasserbehörde [ebenda].

Die große Zahl an Wirkungsprinzipien und Einbauweisen der zur Verfügung stehenden dezentralen Behandlungsanlagen erschwert deren fachliche Einteilung. Tabelle 5 umfasst eine vereinfachende Übersicht des Verbandes kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), welche die vielfältigen Behandlungsverfahren dezentraler und zentraler Anlagen kategorisiert auflistet. Auf Angaben zu Kosten und zum Wirkungsgrad der Systeme wird verzichtet. Die von den Hersteller angegebenen Kosten sind nur wenig aussagekräftig, da die notwendigen Baumaßnahmen zum Einsatz einer Behandlungsanlage von zahlreichen externen Faktoren abhängig sind und für jedes Bauvorhaben individuell kalkuliert werden müssen. Auch die Reinigungsleistung der unterschiedlichen Systeme lässt sich nur schwer vergleichen, da die Messwerte der Hersteller unter jeweils unterschiedlichen Rahmenbedingungen erhoben wurden. Grundsätzlich bestehen bezüglich der Leistungsfähigkeit sowie der Betriebssicherheit der genannten Anlagen noch zahlreiche Ungewissheiten. Hier gilt es, die Ergebnisse von Pilotprojekten abzuwarten. Da die Reinigungsleistung einer Behandlungsanlage in starkem Maße von der Qualität und von der Regelmässigkeit der Wartung abhängt, gilt es dabei auch betriebliche Aspekte dezentraler Behandlungssysteme zu untersuchen.

System	Wirkungsprinzip ¹⁾	Verfahren	anschließbare abflusswirksame Fläche		
dezentral ²⁾	Trennsystem	physikalisch (Sedimentation)	Sedimentationsschacht	400 m ²	
				500 - 1.000 m ²	
				400 - 1.200 m ²	
				Sedimentationsrohr	600 - 15.000 m ² /lfm
				Sedimentationsrinne	20 m ² /lfm
				Wirbelabscheider, Hydrozyklon	500 m ²
				Lamellenabscheider	min. 10.000 m ²
			Zwischenspeicher	k.A.	
		physikalisch (Filtration)	Filterschacht	2.000 - 2.500 m ²	
				340 - 3.000 m ²	
			Trummenfilter, Filterpatrone	400 m ²	
			Filtersack	250-400 m ²	
			Filterrinne	5 - 30 m ² /lfm	
		Flächenbelag	-		
	physikalisch (Filtration), biochemisch	Versickerung ³⁾ , ggf. mit speziellem Filtersubstrat	nicht produktspezifisch		
zentral ⁵⁾	Mischsystem	physikalisch (Sedimentation)	Regenüberlaufbecken (RÜB) ⁶⁾ , ggf. mit Einbauten	gesamtes Einzugsgebiet	
			Stauraumkanäle mit Entlastung (SK) ⁶⁾		
		physikalisch (Filtration), biochemisch	Retentionsbodenfilterbecken (RBF) ⁷⁾		
	Trennsystem	physikalisch (Sedimentation)	Regenklärbecken (RKB), ggf. mit Einbauten		
			RiStWaG Abscheider ⁸⁾		
		physikalisch (Filtration), biochemisch	Retentionsbodenfilterbecken (RBF) ⁷⁾		
			Versickerung ³⁾		

1) vereinfachte Kategorisierung. Weitere Wirkungsprinzipien / Verfahrenstechniken wie Siebung, Dichtentrennung, Ionenaustausch, abiotische und biotische Sorption, Fällung etc. werden zur Wahrung der Übersicht nicht weiter differenziert

2) Kategorisierung frei gewählt

3) siehe DWA A 138

4) in der Regel individuell geplant und gefertigt, daher wird an dieser Stelle auf die einschlägigen Regelwerke verwiesen

5) Kategorisierung in Anlehnung an DWA A 166

6) siehe DWA A 128, DWA A 166, DWA M 176

7) siehe DWA A 128, DWA A 166, DWA M 176

8) siehe FGSV RiStWag

Tab. 5: Elemente zur Behandlung von Straßenabflüssen

4. Empfohlene Lösungen für typische Entwurfsituationen

Die Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) benennen für die Praxis der Straßenraumgestaltung sogenannte „typische Entwurfsituationen“, die den Großteil der in der Praxis vorkommenden straßenräumlichen Situationen (ca. 70-80 %) in Deutschland abdecken. Aus diesen werden in den Richtlinien systematische Hilfestellungen für die meisten Entwurfsaufgaben abgeleitet. Unter Angabe der Randbedingungen aus den Nutzungsansprüchen der Verkehrsträger und aus der vorhandenen Straßenraumbreite empfehlen die RAST mögliche Querschnittslösungen, um die Abwägung bei der Straßenraumgestaltung zu unterstützen. Tabelle 6 zeigt die Zuordnung der jeweiligen Entwurfsituationen zu den genannten Straßenkategorien. Sofern eine Entwurfsaufgabe nicht den Standardsituationen entspricht, bedarf es einer individuellen Lösung mit Hilfe der „städtebaulichen Bemessung“ der unterschiedlichen Nutzungsansprüche.

Fragen der Straßenentwässerung bzw. die daraus resultierenden Raumansprüche werden in den typischen Querschnittslösungen der RAST 06 bzw. in den Vorschlägen zur städtebaulichen Bemessung von Straßenräumen nicht berücksichtigt. Im Folgenden sollen daher für ausgewählte typische Entwurfsituationen im Hamburger Straßennetz Möglichkeiten einer wassersensiblen Gestaltung von Straßenräumen aufgezeigt werden. Das Spektrum der illustrierten Lösungsbeispiele ist dabei nicht abschließend, sondern es sind eine Vielzahl alternativer Entwürfe denkbar.

Typische Entwurfsituation	Straßenkategorie
Wohnweg	ES V
Wohnstraße	ES V
Sammelstraße	ES IV
Quartiersstraße	ES IV, HS IV
Dörfliche Hauptstraße	ES IV, HS IV
Örtliche Einfahrtstraße	ES III, HS IV
Örtliche Geschäftsstraße	ES IV, HS IV
Hauptgeschäftsstraße	ES IV, HS IV
Gewerbestraße	ES IV, ES V, (HS IV)
Industriestraße	ES IV, ES V, (HS IV)
Verbindungsstraße	HS III, HS IV
Anbaufreie Straße	VS II, VS III

Tab. 6: Typische Entwurfsituationen nach der RAST

Beim Straßenentwurf bzw. bei der Abwägung und Auswahl der ortsspezifisch am besten geeigneten Methode zur Straßenentwässerung sind u.a. die folgenden Aspekte bzw. Nutzungsansprüche zu berücksichtigen:

- Hauptfunktion der Straße (Verbindung, Erschließung oder Aufenthalt)
- Ansprüche an die Verkehrsablaufqualität
- Schadstoffbelastung (Verkehrsstärke)
- Bebauungs- und Nutzungsdichte
- Art und Zahl der Umfeldnutzungen
- Grundstückszufahrten
- Anforderungen an den Fußgänger- und Radverkehr (Längsverkehr, Überquerbarkeit, Verkehrssicherheit, Barrierefreiheit)
- Parkraumnachfrage
- vorhandene Straßenbegrünung
- Straßenraumquerschnitte (Längs- und Querprofile) und Seitenraumbreiten.



Abb. 36: Grundinstandsetzung einer Straße

4.1 Verbindungsstraße

Charakteristika

- Hauptverkehrsstraße
- stark variierende Bebauungsdichte
- gemischte Nutzung mit wechselnder Charakteristik
- besondere Ansprüche an Radverkehr und ÖPNV
- Parken meist auf Privatgrundstücken
- Verkehrsstärke 800 bis über 2.600 Kfz/h

Lösungsmöglichkeiten

Aufgrund der Verbindungsfunktion der Hauptverkehrsstraße muss der Verkehrsfluss und das entsprechende Fahrprofil gesichert werden. Der bestehende breite Querschnitt bietet jedoch einerseits die Möglichkeit, den Mittelstreifen als lineare Versickerungsfläche auszugestalten, welche mittels Quergefälle und Schlitzborden mit Regenabflüssen beschickt wird. Alternativ ist denkbar, sowohl in den Seitenräumen als auch im Mittelstreifen Straßenbäume mit unterirdischen Speicherkapazitäten (sogenannte „treepits“) in den Pflanzgruben vorzusehen. Dadurch könnte gleichzeitig eine ökologische und gestalterische Aufwertung der straßenräumlichen Qualitäten erzielt werden.



Abb. 37: Lage innerhalb der Siedlungsstruktur

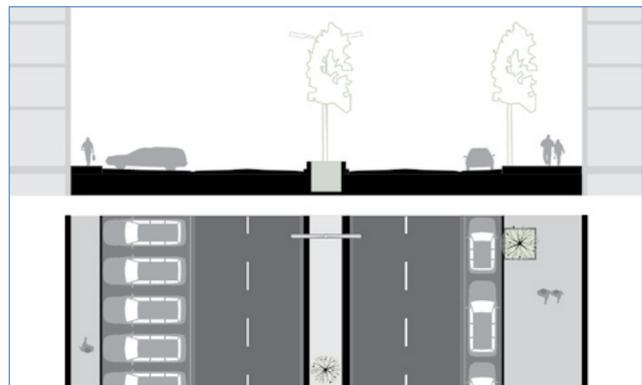


Abb. 38: Straßenprofil im Bestand



Abb. 39: Verbindungsstraße

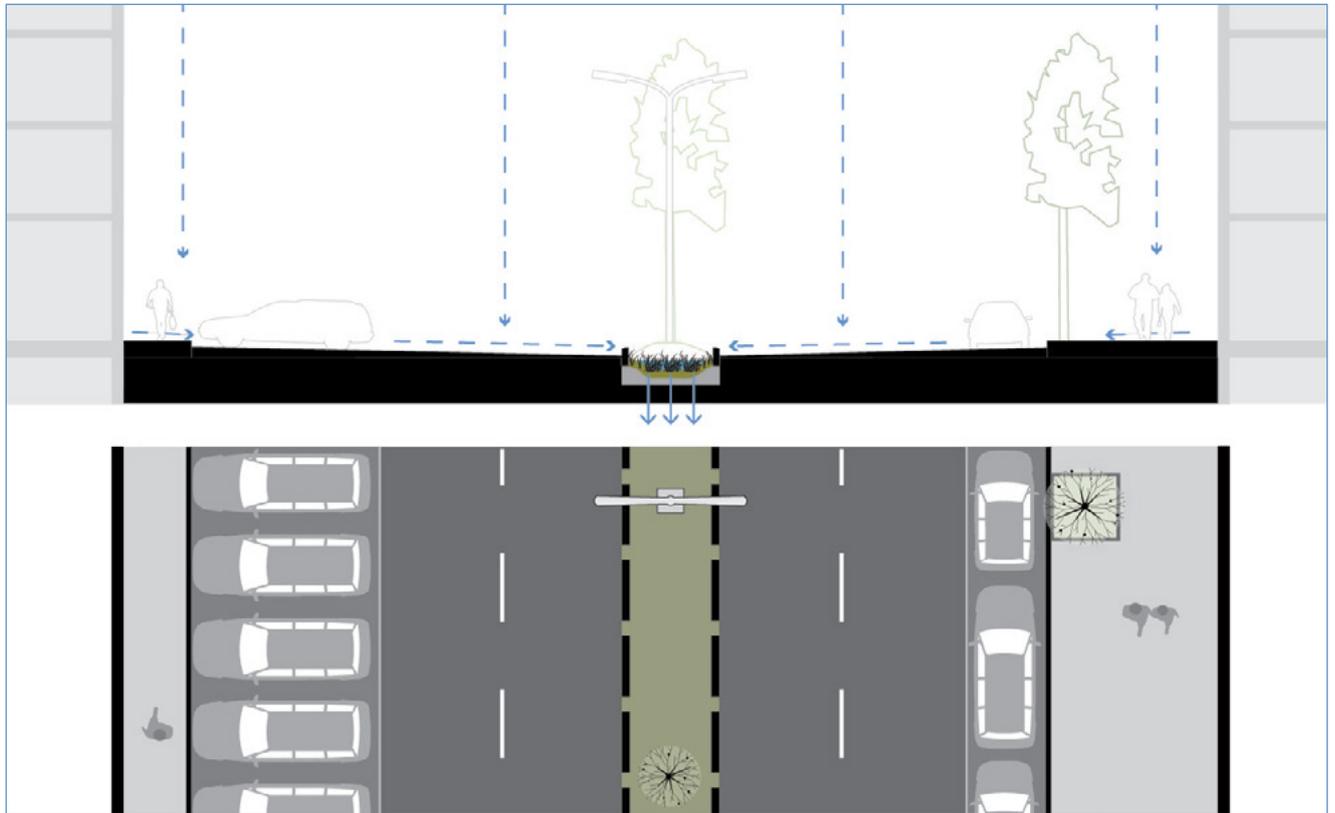


Abb. 40: Beispiellösung A - Entwässerung über Versickerungsmulde im Mittelstreifen



Abb. 41: Beispiellösung A - Entwässerung über Versickerungsmulde im Mittelstreifen

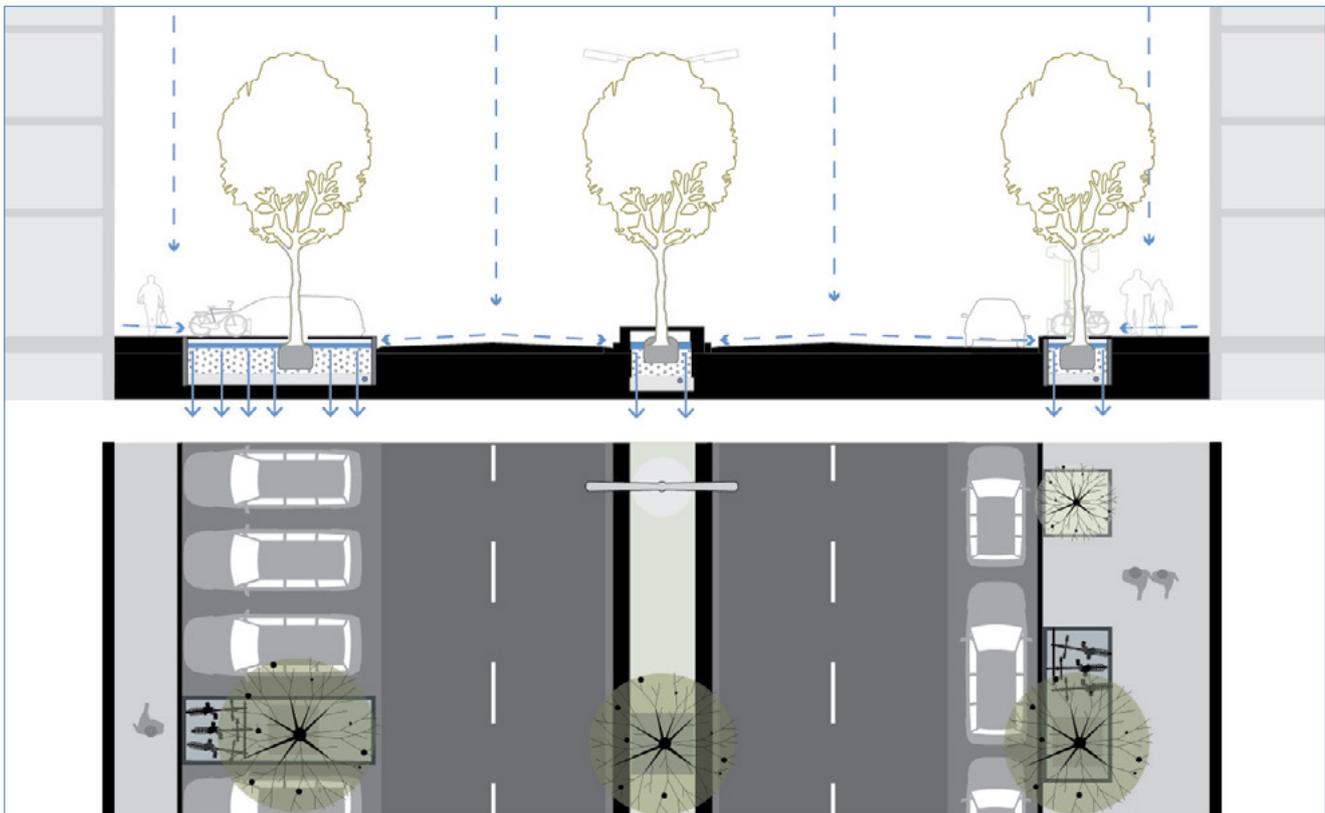


Abb. 42: Beipiellösung B - Entwässerung über speicherfähige Straßenbaumscheiben („treepits“)



Abb. 43: Beipiellösung B - Entwässerung über speicherfähige Straßenbaumscheiben („treepits“)

4.2 Quartierstraße

Charakteristika

- geschlossene, dichte Bebauung; starke Versiegelung
- gemischte Nutzung, hohe Nutzungsdichte
- besondere Ansprüche an Fußgängerlängsverkehr
- hohe Parkraumnachfrage (Pkw/Fahrrad)
- Verkehrsstärke 400-1000 Kfz/h

Lösungsmöglichkeiten

Aufgrund der Vielzahl der Nutzungsansprüche und der begrenzten Raumverfügbarkeit sollten funktionsüberlagernde Lösungen für die Entwässerung gesucht werden. Denkbar ist es beispielsweise, auf Höhe der Straßenbäume Tiefbeete anzulegen, die einerseits der Reinigung und der Speicherung von Regenwasser dienen und gleichzeitig ohne einen großen Verlust von Parkraum zur Gliederung der Stellplätze beitragen. Alternativ kann angesichts des Platzmangels die Fahrbahn selbst durch Anpassung des Profils (z.B. höhere Borde oder V-Profil) als temporäre Rückhaltefläche bei Starkregen herangezogen werden. Bei einer Abkehr vom Dachprofil werden Trummen und eine überfahrbare Rinne in der Straßenmitte erforderlich.



Abb. 44: Lage innerhalb der Siedlungsstruktur

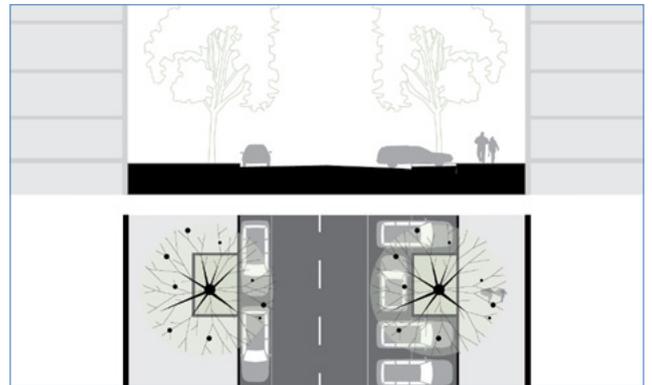


Abb. 45: Straßenprofil im Bestand



Abb. 46: Quartierstraße in einem Gründerzeitquartier

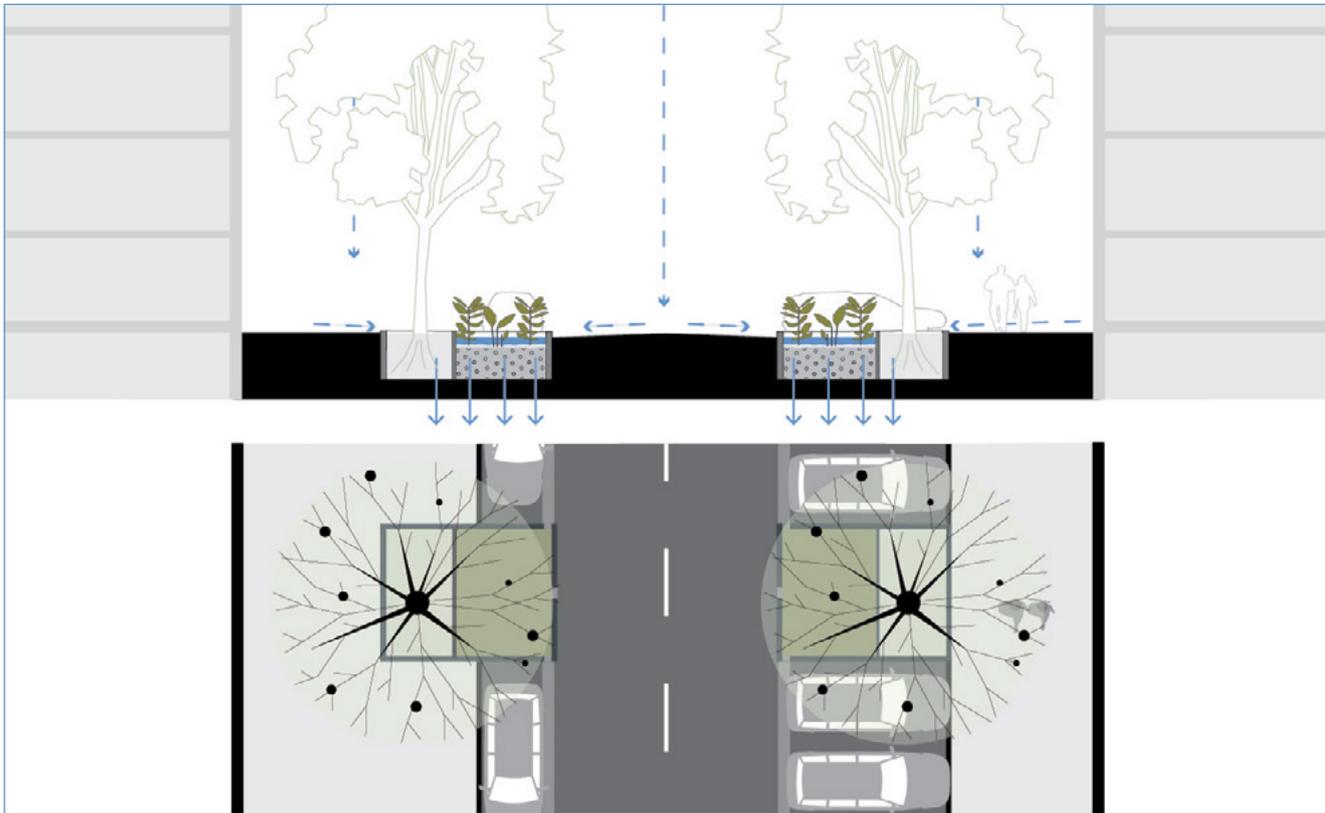


Abb. 47: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete



Abb. 48: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete

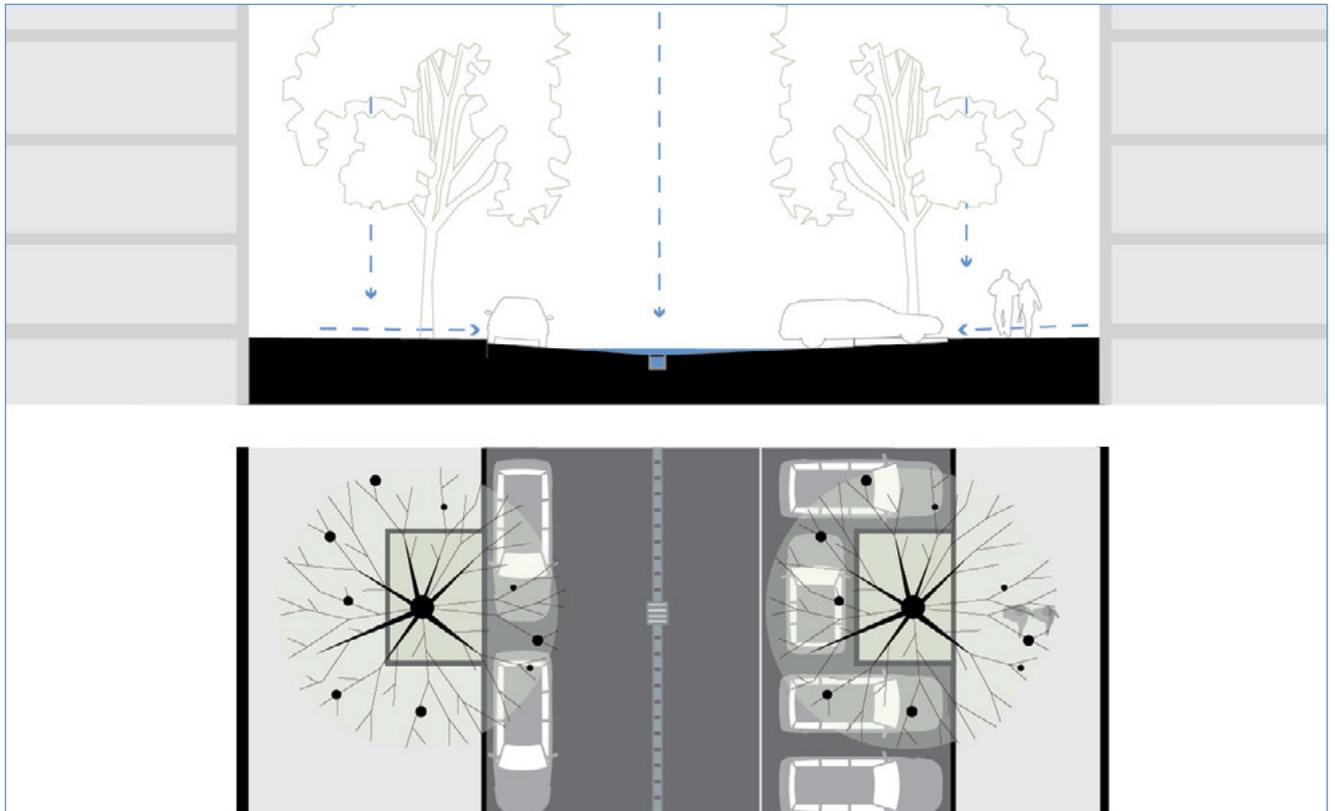


Abb. 49: Beipiellösung B - Anpassung des Straßenprofils (Fahrbahn als Fließgerinne)



Abb. 50: Beipiellösung B - Anpassung des Straßenprofils (Fahrbahn als Fließgerinne)

4.3 Gewerbestraße

Charakteristika

- offene, groß parzellierte Grundstücke mit Stellflächen
- starke Versiegelung der Grundstücke
- geringe Parkraumnachfrage im Straßenraum
- oft hoch belastete Grundstückszufahrten
- wenig Fußgängerverkehr, geringe Querbezüge
- Verkehrsstärke 400 bis über 1800 Kfz/h

Lösungsmöglichkeiten

Angesichts des begrenzten Parkdrucks im öffentlichen Straßenraum ist es denkbar, die straßenbegleitenden Stellplätze tieferzulegen und mit Hilfe einer Profilanpassung als temporäre Retentionsflächen zur Drosselung von Starkregenspitzen zu nutzen. Das geringe Fuß- und Radverkehrsaufkommen ermöglicht eine Verschmälerung des Gehweges zugunsten eines straßenbegleitenden Versickerungstreifens, der breitflächig über die Schulter der Straße beschickt wird. Ergänzend ist es denkbar, die Gehwege und/oder die Stellplatzflächen mit Porenpflaster auszustatten, wodurch eine dezentrale Versickerung des Regenwassers zusätzlich unterstützt werden kann.



Abb. 51: Lage innerhalb der Siedlungsstruktur



Abb. 52: Straßenprofil im Bestand



Abb. 53: Gewerbestraße



Abb. 54: Beispiellösung A - Entwässerung über Stellplatzstreifen in Tieflage



Abb. 55: Beispiellösung A - Entwässerung über Stellplatzstreifen in Tieflage

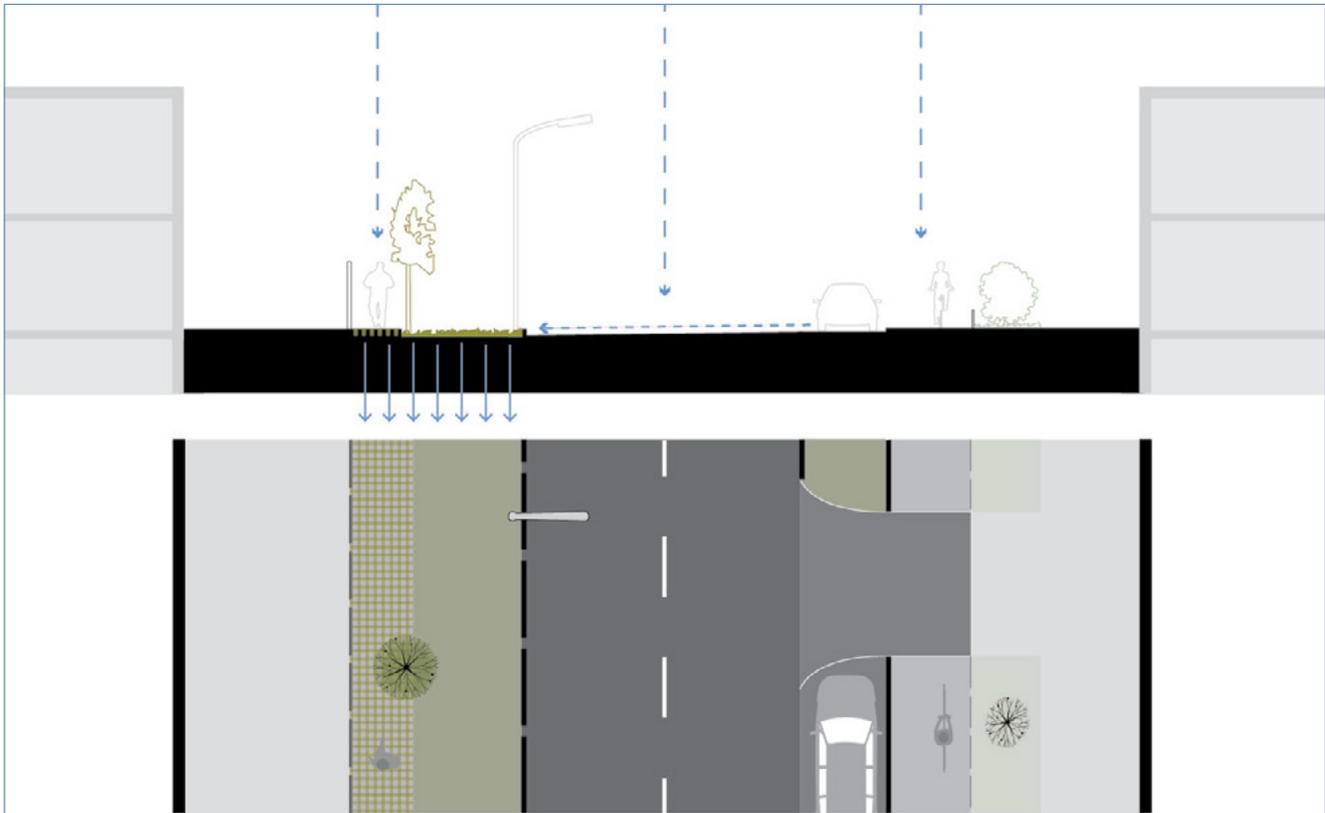


Abb. 56: Beipiellösung B - Breitflächige Versickerung in straßengleitendem Grünstreifen



Abb. 57: Beipiellösung B - Breitflächige Versickerung in straßengleitendem Grünstreifen

4.4 Sammelstraße

Charakteristika

- unterschiedliche Bebauung, oft Zeilenschließung
- vorwiegende Erschließungsfunktion
- überwiegende Wohnnutzung mit privaten Stellplätzen
- besondere Ansprüche an Fußgängerverkehr und an den öffentlichen Nahverkehr
- Verkehrsstärke 400 bis 800 Kfz/h

Lösungsmöglichkeiten

Durch die Breite des Straßenprofils wird eine Inanspruchnahme der Seitenräume für die Straßenentwässerung ermöglicht. Möglich ist einerseits die straßenbegleitende Anlage von Tiefbeete zwischen den Stellplätzen und dem Fuß- und Radverkehrsbereich. Der Zulauf von den fahrbahnenflächen erfolgt dabei über bedeckte Kastenrinnen. Alternativ ist die Ableitung des Regenwassers in linearen Mulden denkbar, die über Bordschlitze im Meterabstand beschickt werden. Angesichts der Längsgefälles der Straße empfiehlt sich hier die Einrichtung von Kaskadenstufen. Außerdem muss die Zugänglichkeit der Pkw-Stellplätze durch entsprechende Querungshilfen gewährleistet werden.



Abb. 58: Lage innerhalb der Siedlungsstruktur

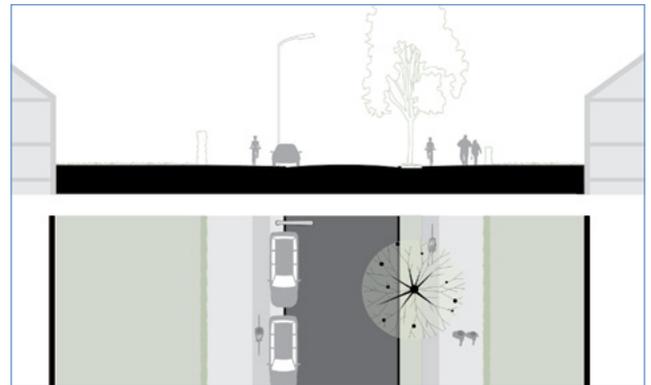


Abb. 59: Straßenprofil im Bestand



Abb. 60: Sammelstraße in einem Wohngebiet

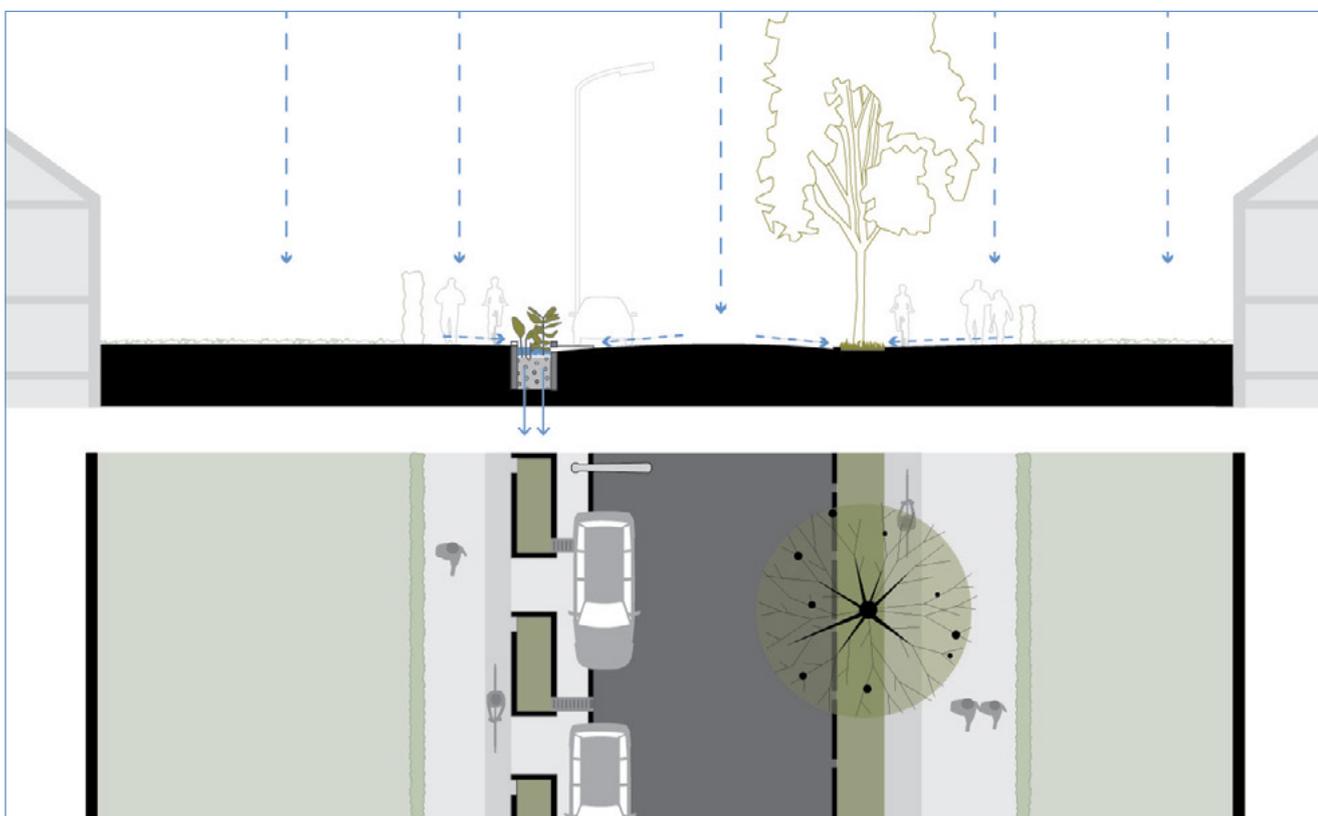


Abb. 61: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete in Seitenraum

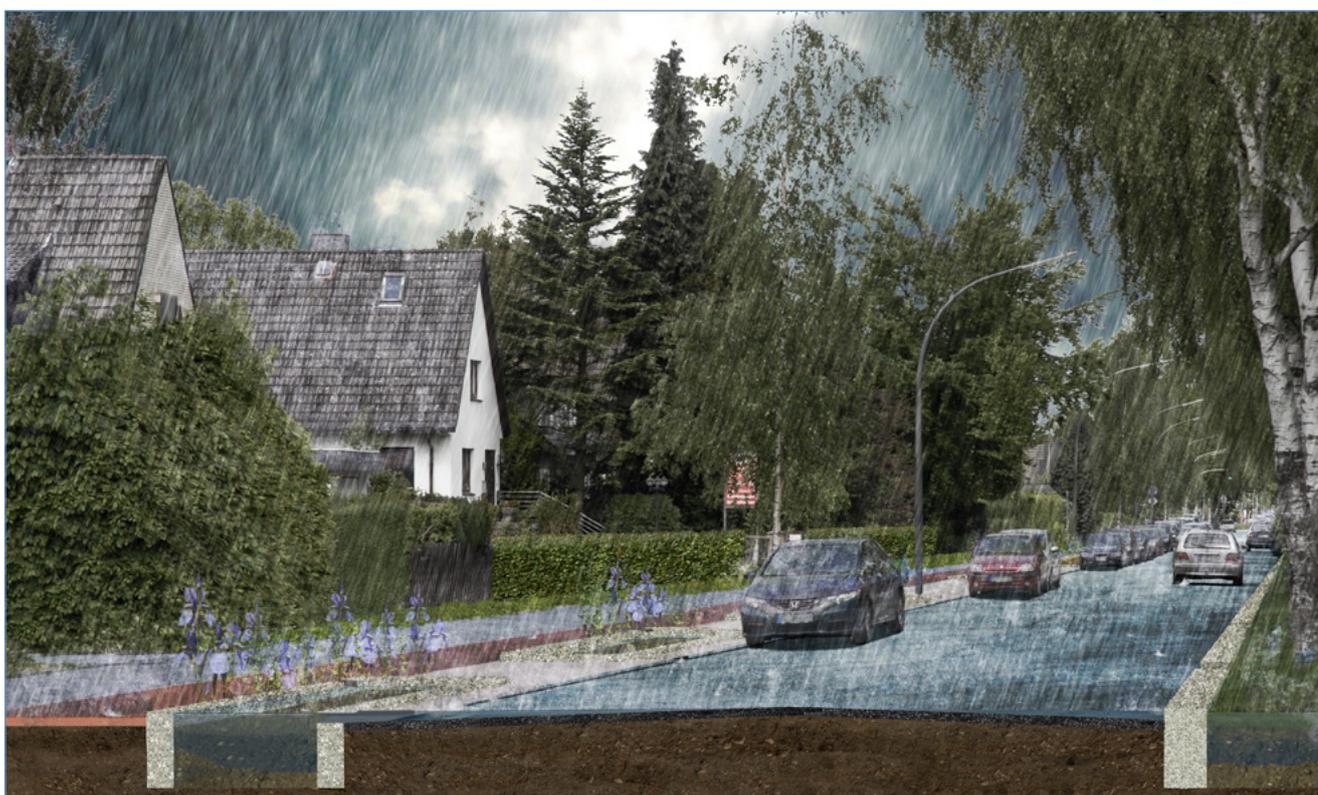


Abb. 62: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete in Seitenraum

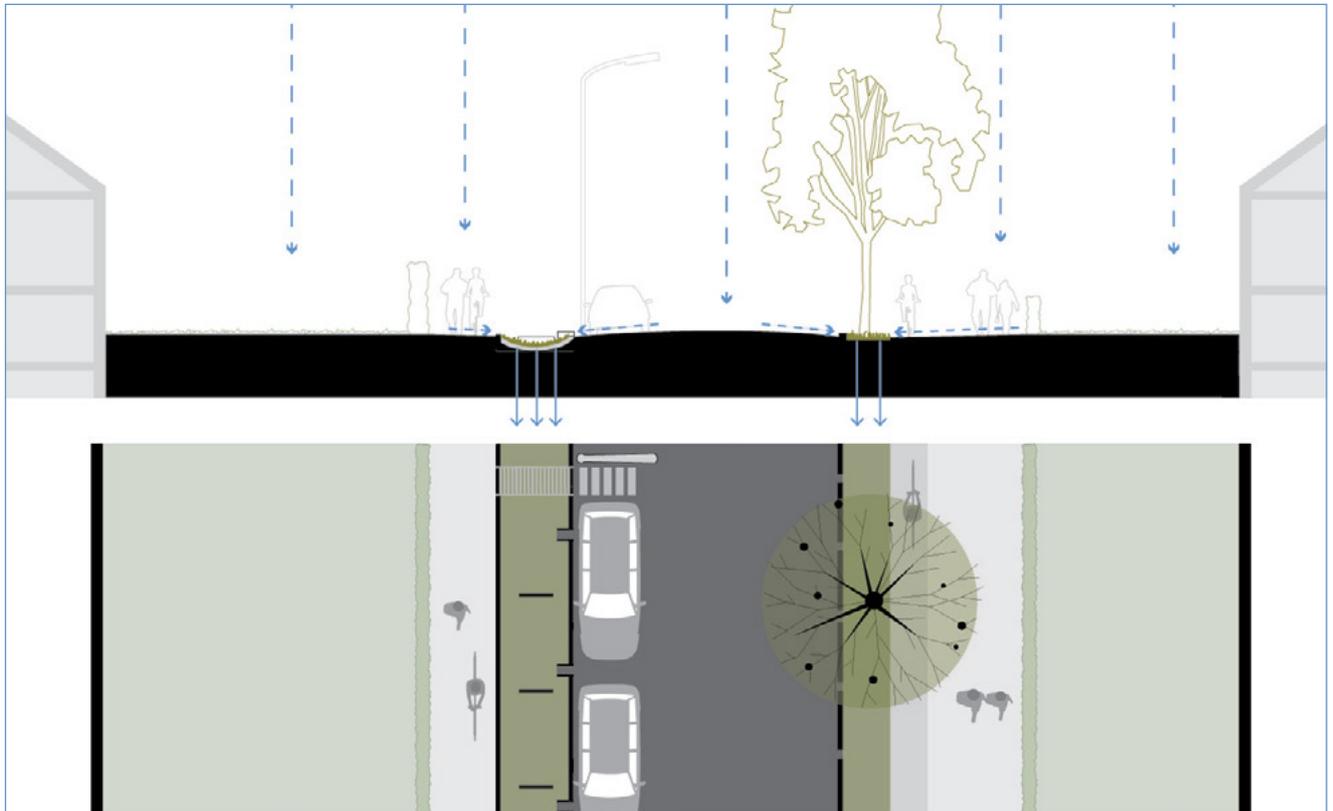


Abb. 63: Beipiellösung B - Entwässerung über straßenbegleitende Muldenkaskaden

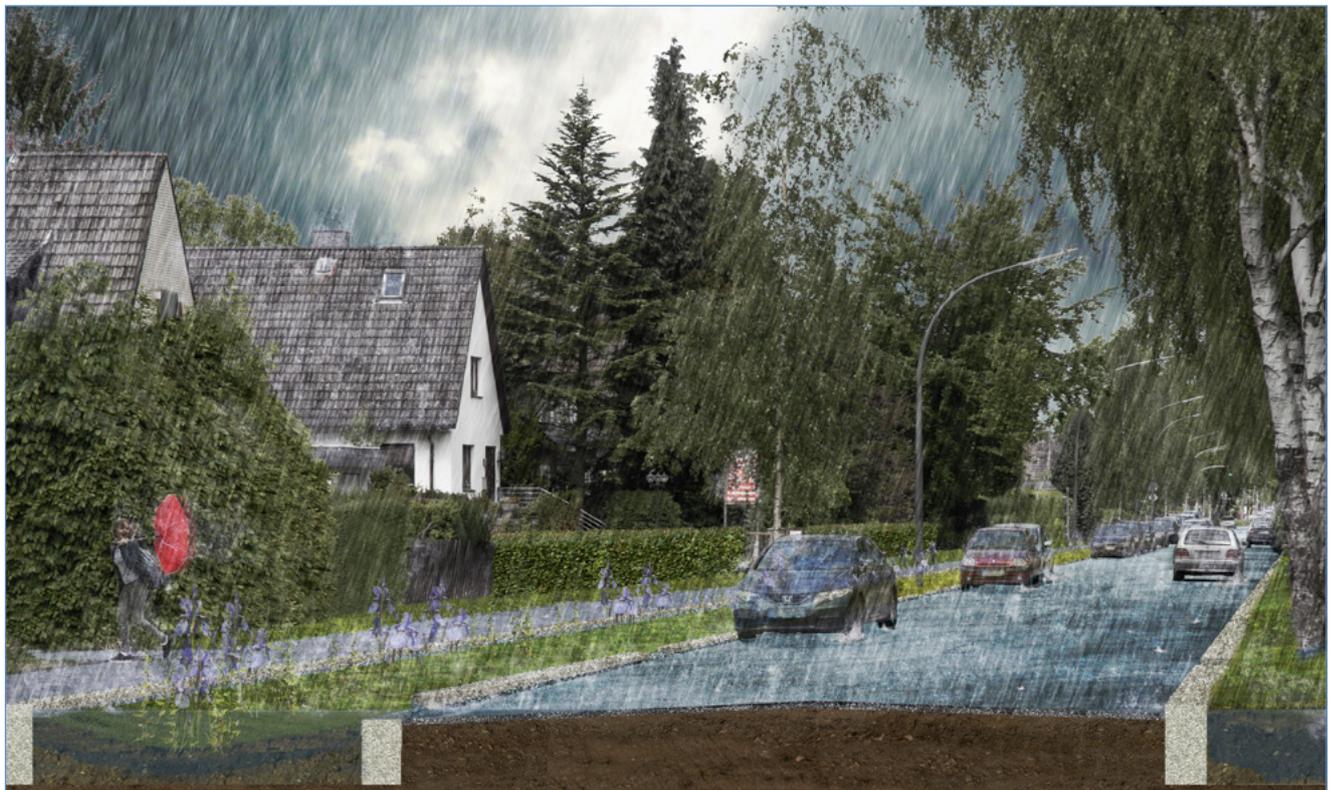


Abb. 64: Beipiellösung B - Entwässerung über straßenbegleitende Muldenkaskaden

4.5 Wohnstraße

Charakteristika

- vorherrschend Reihen- und Einzelwohnhausbebauung
- häufig verkehrsberuhigte Mischverkehrsflächen
- geringe Fahrgassenbreite
- besondere Nutzungsansprüche an den Aufenthalt
- Verkehrsstärke unter 150 Kfz/h

Lösungsmöglichkeiten

Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens können Tiefbeete im Straßenraum angelegt werden, in denen das im Straßenraum anfallende Niederschlagswasser versickern kann und somit das Sielnetz entlastet wird. Durch die bewusste Einrichtung der Versickerungsanlagen im Fahrbahnbereich, dienen die Beete ergänzend der Verkehrsberuhigung. Alternativ ist es denkbar, das Regenwasser in offenen Kastenrinnen zu sammeln und mittels eines Überlaufes in angrenzenden Grünflächen versickern zu lassen oder direkt in ein naheliegendes Gewässer einzuleiten. Das Regenwasser kann so im Straßenraum sichtbar und erlebbar gemacht werden, wodurch die Gestaltungs- und Aufenthaltsqualität erhöht wird.



Abb. 65: Lage innerhalb der Siedlungsstruktur

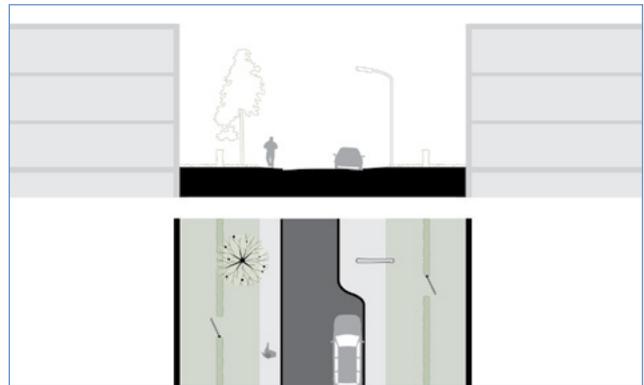


Abb. 66: Straßenprofil im Bestand



Abb. 67: Wohnstraße mit Zeilenbauweise

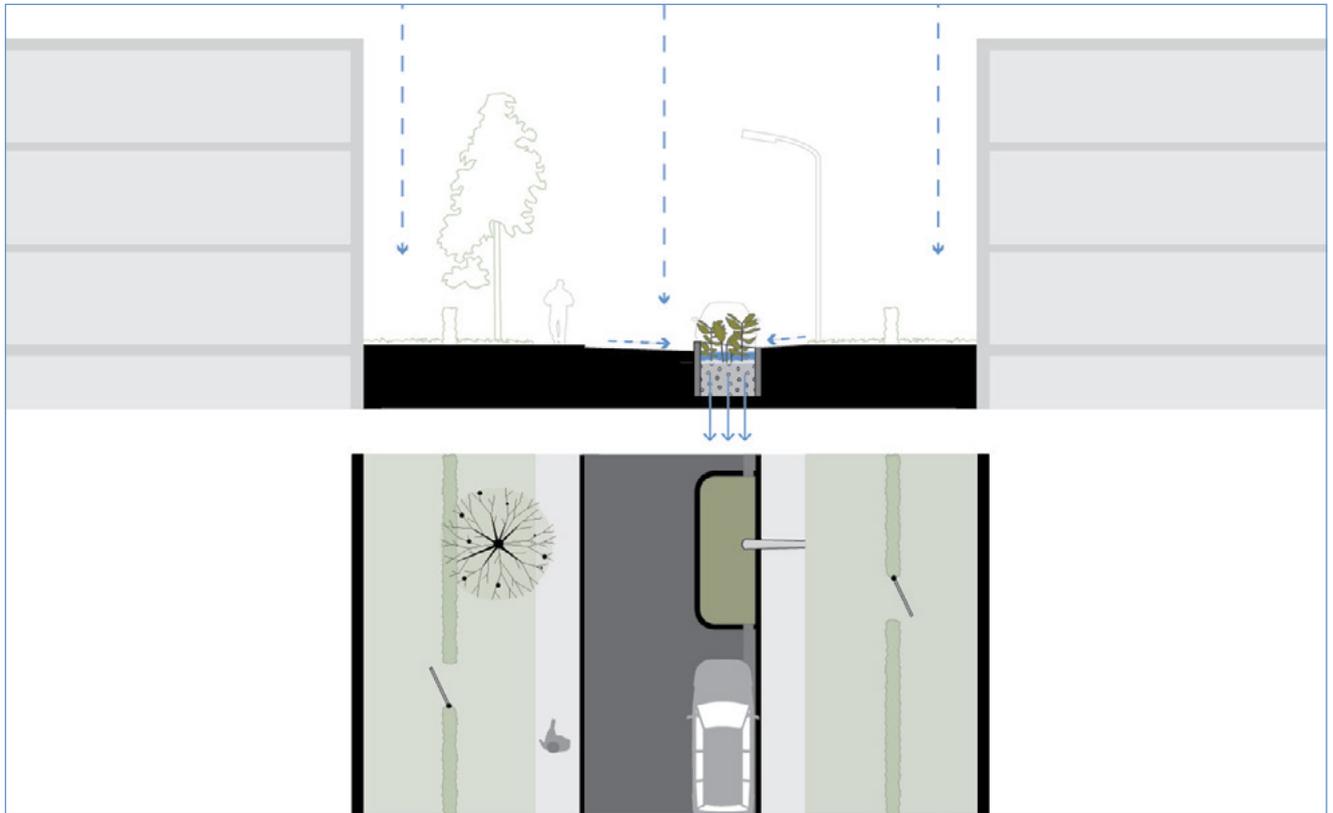


Abb. 68: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete



Abb. 69: Beispiellösung A - Entwässerung über Tiefbeete

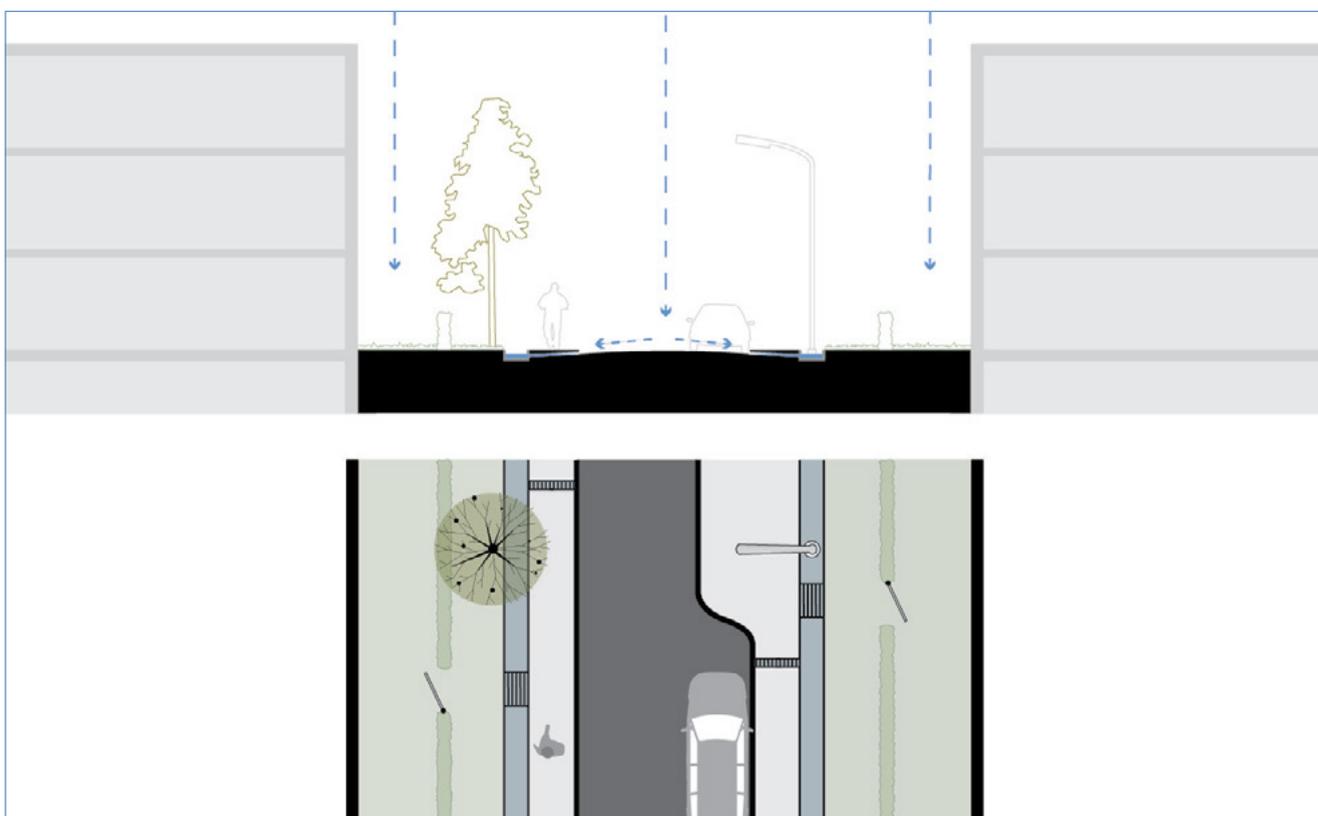


Abb. 70: Beipiellösung B - Entwässerung über offene Rinnen im Seitenraum



Abb. 71: Beipiellösung B - Entwässerung über offene Rinnen im Seitenraum

5. Prüfschritte für eine wassersensible Straßenplanung

5.1 Verbesserung der Straßenabflussqualität

Soweit bauliche Maßnahmen an der Straße anstehen, ist die Straßenentwässerung, die weitere Vorflut und eine gegebenenfalls erforderliche Behandlung des Straßenabwassers planerisch von Beginn an vom Wegebausträger zu berücksichtigen.

Um künftig einen effektiven und nachhaltigen Beitrag zum Gewässerschutz in Hamburg zu leisten, werden bei einer Straßenraumgestaltung die folgenden Prüfschritte empfohlen:

Prüfschritt 1: Verbleib des Oberflächenwassers von Straßenverkehrsflächen und Erlaubnispflichten

Gemäß der Entwurfsrichtlinie 4 (ER 4) ist das Regenwasser in Hamburg generell möglichst nicht zu fassen sondern zu versickern oder zu verdunsten, sofern die örtlichen Verhältnisse es zulassen. Nur wenn eine Versickerung nicht möglich ist, muss es abgeleitet werden. Für die Abflussbehandlung sind zunächst der Transportweg und der Verbleib des Abwassers entscheidend (vgl. Tabelle 7).

Entwässerungsmethode		Transportweg	Erlaubnis-/Genehmigungspflichten	Verbleib des Abflusses
(Dezentrale) Versickerung		breitflächig über die bewachsene Bodenzone	<ul style="list-style-type: none"> • Eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 10 WHG ist nicht erforderlich, sofern das Wasser nicht gefasst wird • Für Wasserschutzgebiete gelten Sonderregeln (RiStWag) 	Grundwasser
		über Versickerungsanlage (z.B. Mulden-Rigolensysteme)	<ul style="list-style-type: none"> • Eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 10 WHG ist erforderlich, die Wasserbehörde entscheidet über Erfordernis und den Umfang der Behandlung • Für Wasserschutzgebiete gelten Sonderregeln (RiStWag) 	
Ableitung	über Straßenentwässerungsleitung	über Mischwassersiel	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist keine formale Genehmigung für den Anschluss der Straßenentwässerungsanlage an das Siel erforderlich • Bei begrenzter Aufnahmefähigkeit des Siels kann eine Vergleichmäßigung durch Rückhalt erforderlich sein • Einleitstelle und -menge sind mit der Hamburger Stadtentwässerung (HSE) schriftlich (mit Lageplan) abzustimmen 	Kläranlage
		über Regenwassersiel	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist keine formale Genehmigung für den Anschluss der Straßenentwässerungsanlage an das Siel erforderlich • Einleitstelle und -menge sind mit der Hamburger Stadtentwässerung schriftlich (mit Lageplan) abzustimmen • Die Prüfung von Erfordernis und Umfang der Behandlung erfolgt durch die HSE in Abstimmung mit der Wasserbehörde • Eventuell. ist eine Anpassung der wasserrechtlichen Erlaubnis für das Regenwassersiel erforderlich 	Gewässer
		direkte Einleitung in Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 10 WHG ist erforderlich, die Wasserbehörde entscheidet über Erfordernis und den Umfang der Behandlung 	
	über Straßengraben (offen oder verrohrt)	Graben leitet direkt in ein Gewässer ein	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserbehörde prüft die vorhandene Erlaubnis nach § 10 WHG und entscheidet über Erfordernis und den Umfang der Behandlung sowie über die Anpassung der Erlaubnis 	
		Graben leitet in ein Regenwassersiel ein	<ul style="list-style-type: none"> • Einleitstelle und -menge sind mit der Hamburger Stadtentwässerung schriftlich (mit Lageplan) abzustimmen Behandlungserfordernis wie bei Einleitung in Regensiel 	

Tab. 7: Verbleib des Straßenabflusses und Genehmigungspflichten

Prüfschritt 2: Bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §10 WHG zur Einleitung in Gewässer

Auch die Erlaubnis- und Genehmigungspflicht richten sich nach dem Transportweg und dem weiteren Verbleib des Abwassers (vgl. Tabelle 7).

Grundsätzlich gilt: wird das von Verkehrsflächen abfließende Regenwasser direkt in ein Gewässer eingeleitet oder über eine Anlage ins Grundwasser versickert, so bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 10 WHG. Diese wird in Hamburg entsprechend der Anordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Wasserrechts und der Wasserwirtschaft durch die jeweils zuständige Dienststelle erteilt.

An vorhandenen Straßen ist zu prüfen, ob bereits eine Erlaubnis besteht, ob diese den jeweils aktuellen Anforderungen genügt und ob sie die neu geplanten Maßnahmen mit abdeckt (anfallende Wassermenge, abflusswirksame Fläche).

Die zentrale Rechtsgrundlage in diesem Zusammenhang bilden die Vorschriften des § 57 WHG zum „Einleiten von Abwasser in Gewässer“.

Gemäß § 57 (1) WHG darf eine wasserrechtliche Erlaubnis nur dann erteilt werden, wenn:

- Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten werden, wie dies nach dem Stand der Technik möglich ist .
- die Einleitung mit den Anforderungen an Gewässereigenschaften (Qualität, Hydraulik) vereinbar ist.

Sofern die Abflüsse von Straßen in das Sielnetz abgeleitet werden, sind sowohl die Einleitstelle und die Menge des einzuleitenden Regenwassers mit der Hamburger Stadtentwässerung schriftlich (mit Lageplan) abzustimmen.

Prüfschritt 3: Ermittlung des Einzugsgebietes und der anfallenden Wassermengen

Im nächsten Schritt sind das zu berücksichtigende Einzugsgebiet (abflusswirksame Flächen) und die anfallenden Wassermengen für die Dimensionierung der Regenwasserbehandlungsanlage nach den bekannten Formeln zu ermitteln.

Element	Herkunft (Verkehrsflächen)	Stoffgehalt und Verschmutzungsgrad		Behandlungsbedarf
		-	+	
Versickerung	<ul style="list-style-type: none"> • Grünstreifen • unbefestigte Flächen 	-	unbedenklich	ohne Vorbehandlung
	<ul style="list-style-type: none"> • Rad und Gehwege in Wohngebieten, Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereiches von Straßen • verkehrsberuhigte Bereiche • Straßen mit DTV 300 - 15.000 Kfz • Pkw-Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechseln • Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung, z.B. Fuhrunternehmen, Reiterhöfe oder Märkte • Straßen mit DTV über 15.000 Kfz 	-	tolerierbar	Versickerung nach geeigneter Vorbehandlung oder unter Ausnutzung der Reinigungsprozesse in der Versickerungsanlage. Eine oberirdische Versickerung durch den bewachsenen Boden kann je nach Beschaffenheit der Abflüsse und der Aufenthaltszeit im Sickerraum als Reinigungsschritt ausreichen
	<ul style="list-style-type: none"> • Hofflächen und Straßen in Gewerbe und Industriegebieten mit signifikanter Luftverschmutzung • Sonderflächen, z.B. Lkw-Park- und Abstellflächen 		nicht tolerierbar	Ableitung ins Siel oder Versickerung nach geeigneter Vorbehandlung

Tab. 8: Einschätzung des Verschmutzungsgrades und der Behandlungsbedürftigkeit von Straßenabflüssen zur Versickerung gemäß DWA-A 138 (stark vereinfacht)

Element	Herkunft (Verkehrsflächen)	Verschmutzungsgrad	Behandlungsbedarf
Ableitung	<ul style="list-style-type: none"> unbefestigte Flächen Fuß und Radwege Wohnstraßen Verkehrsflächen in Mischgebieten, die belastungsmäßig mit Wohngebieten vergleichbar sind 	gering verschmutzt	Behandlung i.d.R. nicht notwendig (sofern es nicht aufgrund der hydraulischen Belastung erforderlich ist)
	<ul style="list-style-type: none"> Straßen mit DTV < 15.000 Kfz (außer Wohnstraßen) stark frequentierte Pkw-Parkplätze Verkehrsflächen in Gewerbe- und Industriegebieten (ohne Flächen, die dem Verschmutzungsgrad „stark“ zuzuordnen sind) 	mittel verschmutzt	mindestens einfache mechanische Behandlung und Leichtstoffrückhalt
	<ul style="list-style-type: none"> stark frequentierte Straßen mit DTV >15.000 Kfz stark befahrene Lkw- und Buszufahrten sowie -parkplätze Logistikflächen 	stark verschmutzt	weitergehende mechanische Behandlung, Leichtstoffabscheidung, Filtration
	<ul style="list-style-type: none"> bestimmte Bereiche mit starker Verschmutzung (Wochenmarkt/Fischstände; Großveranstaltungen) nicht überdachte Lager- und Umschlagplätze für stark verschmutzte/staubende Güter 	Abflüsse von Sonderflächen	im Einzelfall Einleitung ins Schmutzwassersiel nach Rücksprache mit HSE oder (dezentrale) Behandlung in Anlage mit hoher Reinigungsleistung

Tab. 9: Einschätzung des Verschmutzungsgrades und der Behandlungsbedürftigkeit zur Ableitung von Straßenabflüssen gemäß Leitfaden „Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation“

Prüfschritt 4: Einschätzung der Behandlungsbedürftigkeit der Straßenabflüsse

Die Einschätzung der Behandlungserfordernis von Straßenabflüssen ist aufgrund der komplexen Belastungssituation, der Empfindlichkeit des aufnehmenden Gewässers und der jeweiligen baulichen Möglichkeiten vor Ort grundsätzlich immer eine Einzelfallentscheidung.

Merkblätter und Hinweise

Hinweise für die Beurteilung der Verschmutzung von Regenwasserabflüssen und für Behandlungsverfahren gibt das DWA-Merkblatt M 153 („Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ 2007, korrigierte Fassung 2012, zukünftig DWA A 102, derzeit in Erarbeitung). In Hamburg dient daneben der Leitfaden „Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation“ [12] der BSU als Hilfestellung bei der Antragstellung sowie für die Erarbeitung der wasserrechtlichen Erlaubnisse für öffentliche Flächen. Dieser gilt entwässerungstechnisch für Neuplanungen, für vorhandene Einleitungen sind die jeweiligen Anforderungen im Einzelfall zu bestimmen.

In Ergänzung zu den genannten Merkblättern hat das Amt für Verkehr und Straßenwesen mit dem Rundschreiben Straßenbautechnik RST 2/ 12 die in RISA entwickelte „Checkliste zur Planung von Straßenentwässerungen im Trennsystem“ eingeführt, um die qualitativen und hydraulischen Problemstellungen der Entwässerung künftig besser in die Straßenplanung (insbesondere im Bestand) einzubeziehen.

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Versickerungsanlagen im Straßenraum ist das Arbeitsblatt A 138 der DWA zu Rate zu ziehen. Dieses wird in Hamburg ergänzt durch das Merkblatt zu „Dezentralen naturnahen Regenwasserbewirtschaftung“ der BSU [13].

Verschmutzungsgrad

Die genannten Merkblätter und Leitfäden untergliedern Niederschlagswasser nach Herkunft und Belastung in unterschiedliche Klassen. Dabei gelten unterschiedliche Kriterien für die Abflüsse von Straßen, die versickert werden und solche, die im Trennsystem abgeleitet werden. Aus dem jeweiligen Verschmutzungsgrad ergibt sich der entsprechende Behandlungsbedarf (vgl. Tabelle 8 bzw. 9).

5.2 Reduzierung der Überflutungsrisiken

Die Verantwortung für eine zukunftsweisende Straßenraumgestaltung erfordert vermehrt den Blick auf das Thema Wasser. Die Betrachtung von Überflutungsgefahren sollte regelhaft Bestandteil der Straßenplanung sein.

Hierzu werden die folgenden Prüfschritte empfohlen:

Prüfschritt 1: Ermittlung der Überflutungsgefahren im Straßenraum oder in dessen näheren Umgebung

Im ersten Schritt gilt es zu analysieren, ob, und wenn ja, in welchem Umfang auf der betroffenen Straße bzw. im Einflussbereich der Straßenabflüsse die Gefahr von Überflutungen besteht. Das Gefährdungspotenzial starkregenbedingter Überflutungen ergibt sich dabei aus der Lage von Geländetiefpunkten (Mulden, Senken, Gewässer), aus Fließwegen an der Oberfläche sowie aus der Überstauhäufigkeit des Sielnetzes.

Im Projekt RISA wurden die Abflusswege und die Senken für Hamburg von der Stadtentwässerung mittels Luftbildanalysen berechnet und kartiert. Die Überflutungs- und Risikopotenzialkarten werden in RISA erarbeitet und sollen zukünftig für ganz Hamburg zur Verfügung stehen.

Prüfschritt 2: Einschätzung des Schadenspotenzials und Bewertung der örtlichen Schadensrisiken

Das Schadensrisiko lässt sich abschätzen, indem die örtlichen Schadenspotenziale ermittelt werden. Hierzu müssen alle Objekte im Umfeld der Straße, die bei einer Überflutung geschädigt werden können, hinsichtlich ihrer Anfälligkeit bewertet werden. Anhaltspunkte für die Einschätzung des Schadenspotenziales bieten die Art der Nutzungen vor Ort. Dabei wird generell in Gewerbegebieten und in Stadtzentren von einem höheren Schadenspotenzial ausgegangen als in Wohngebieten. Besonders überflutungssensible Einrichtungen bilden ferner unterirdische Anlagen (z.B. Tiefgaragen, U-Bahnhöfe etc.), Infrastrukturen der Stromversorgung sowie Einrichtungen zur Betreuung mobilitätseingeschränkter Personen (z.B. KITA's, Altenheime, Krankenhäuser).

Durch die Überlagerung des Gefährdungs- und Schadenpotenziales kann das örtliche Überflutungsrisiko abgeschätzt werden. Ein erhöhtes Risiko liegt demnach an solchen Stellen vor, wo eine hohe Gefährdung und gleichzeitig Objekte mit hohem Schadenspotenzial zu finden sind. Die Quantifizierung und die Bewertung der Überflutungsrisiken kann als eine erste Entscheidungsgrundlage zur Dimensionierung und zur Verortung von Maßnahmen der Entwässerung im Straßenraum herangezogen werden.

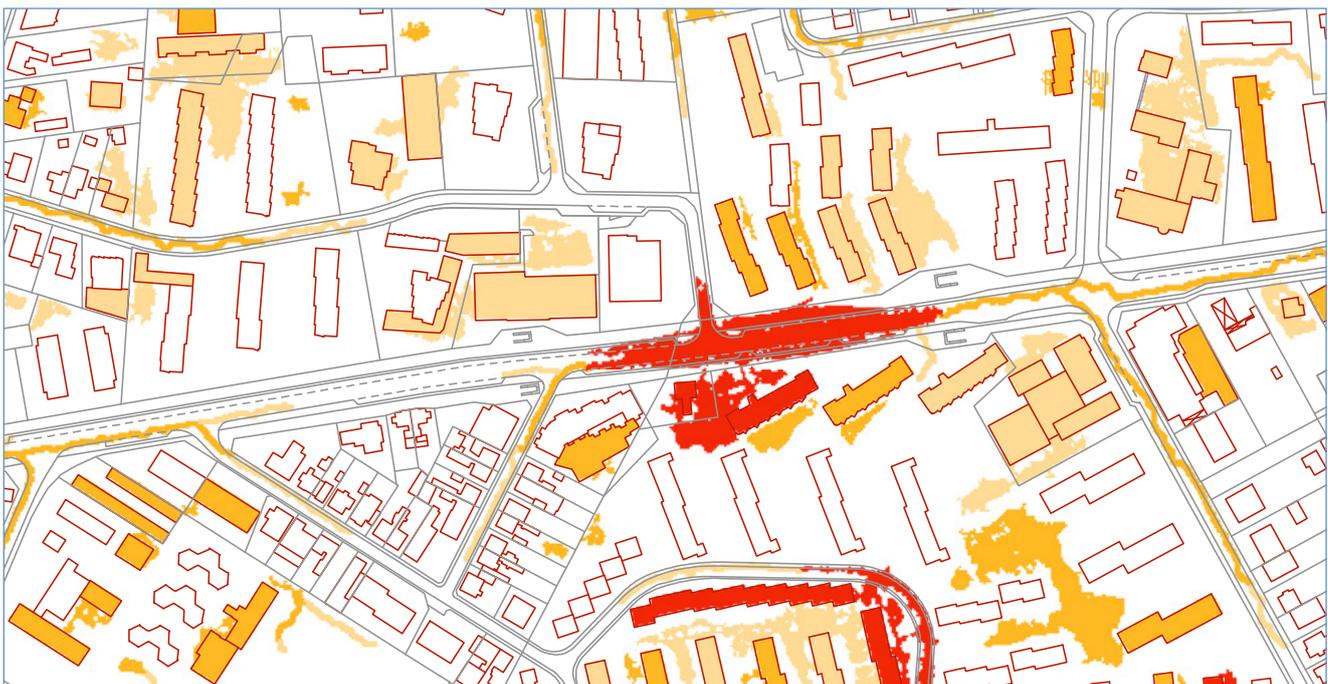


Abb. 72: Ausschnitt aus einer Karte der Überflutungsverdachtsflächen in Hamburg

5.3 Checkliste zum Entwurf der Straßenentwässerung

Prüfkriterien	Prüfungsgegenstand	Datengrundlage/Quelle
Einzugsgebiet und anfallende Wassermengen	Für welches Einzugsgebiet und für welche Zuflussmengen muss die Entwässerung dimensioniert werden?	<ul style="list-style-type: none"> • BSU, Regenreihen zur Bemessung oberirdischer Gewässer und Abwasseranlagen • Sieleinzugsgebiete (HAMBURG WASSER)
Abflussqualität (Verschmutzungsgrad)	Wie behandlungsbedürftig sind die Regenwasserabflüsse im Straßenraum?	<ul style="list-style-type: none"> • siehe 5.1
Überflutungsrisiken und Schadenspotenziale	Wie hoch sind die Überflutungsgefahr und das Schadenspotenzial in der Straße und in deren Umgebung?	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenpotenzial- und Risikopotenzialkarte (RISA, HW)
Flächenverfügbarkeit im Straßenraum	Stehen im Straßenprofil oder im näheren Umfeld ausreichend Flächen für die Integration von Entwässerungsmaßnahmen zur Verfügung?	<ul style="list-style-type: none"> • städtebauliche Bemessung
Geländeprofil (Fließwege und Senken)	Wie können vorhandene Neigungen und Geländetiefpunkte bei der Planung der Straßenentwässerung berücksichtigt und genutzt werden?	<ul style="list-style-type: none"> • digitales Geländemodell
Lage im Wasserschutzgebiet	Befindet sich die Straße in einem der Hamburger Wasserschutzgebiete?	<ul style="list-style-type: none"> • Geoportal der Metropolregion Hamburg (http://geoportal.metropolregion.hamburg.de) • Karte der Wasserschutzgebiete in Hamburg (www.hamburg.de/wasserschutzgebiete)
Versickerungsfähigkeit des Bodens	Inwieweit sind die Voraussetzungen für die Versickerung des Regenwassers erfüllt?	<ul style="list-style-type: none"> • Bohrprofilkarten des Geologischen Landesamtes Hamburg (www.hamburg.de/geologie) • Versickerungspotenzialkarte Hamburg Stadtentwässerung (www.geoportal-hamburg.de)
Grundwasserflurabstand	Steht ausreichend Sickerraum für die Reinigung und die Ableitung des Regenwassers zur Verfügung?	<ul style="list-style-type: none"> • Geoportal der Metropolregion Hamburg (http://geoportal.metropolregion.hamburg.de) • BSU, Referat Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (www.hamburg.de/grundwasser)
Altlasten	Besteht eine Kontamination des Bodens durch Altlasten?	<ul style="list-style-type: none"> • BSU, Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz/Altlasten (www.hamburg.de/altlasten)
Abstand von Gebäuden und unterirdischen Leitungen	Können ausreichende Abstände zu den angrenzenden unterkellerten Gebäuden und zu Ver- und Entsorgungsanlagen eingehalten werden?	<ul style="list-style-type: none"> • DWA A 138 (Kap. 3.2.2) für Versickerungsanlagen • Anfrage bei den Leitungsträgern
Vereinbarkeit der Entwässerung mit anderen Ansprüchen an den Straßenraum	Wie hoch sind die Ansprüche an die Verkehrssicherheit, die Barrierefreiheit und an den Verkehrsfluss? Welche Nutzungskonflikte bestehen mit anderen Flächenanprüchen?	<ul style="list-style-type: none"> • Regelwerke der Straßenplanung
Potenziale zur „Mitbenutzung“ bei Starkregen	Bieten sich (über die normale Entwässerung der Straße hinaus) Möglichkeiten, den Straßenraum temporär zur Ableitung oder zum Rückhalt bei Starkregen zu nutzen?	<ul style="list-style-type: none"> • RISA-Gutachten zur AG Verkehrsplanung [8]

Tab. 10: Checkliste für eine wassersensible Straßengestaltung

5.4 Betriebliche Hinweise

Ein veränderter Umgang mit den Abflüssen von Straßenflächen schließt auch einen sachgerechten Betrieb der veränderten Entwässerungselemente mit ein. Ziel sollte es dabei sein, die Potenziale wirksamer Unterhaltungsstrategien für den Überflutungs- und Gewässerschutz besser auszuschöpfen.

Straßen- und Trummenreinigung

Die Häufigkeit der Straßenreinigung in Hamburg richtet sich in der Regel nach der Bedeutung der Straßen sowie nach Erfahrungswerten und ist dabei unabhängig von der örtlichen Methode der Straßenentwässerung. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen allerdings, dass die Häufigkeit und die Intensität der Reinigung von Fahrbahnoberflächen und Trummen einen erheblichen Einfluss auf die Schadstoffmenge im Straßenabwasser hat. Demnach ist nachweisbar, dass weniger Schadstoffe in das Sielnetz gelangen, je öfter die Fahrbahnoberflächen gereinigt werden [14].

Insbesondere der sogenannte First-Flush-Effekt kann durch eine turnusmäßige Reinigung der Straßenflächen und der Trummen reduziert werden, weil dadurch grobes organisches und mineralisches Material, das im Laufe der Zeit durch den Verkehr wie auch durch die natürlichen Zersetzungsprozesse zerkleinert wird, aus dem Straßenraum entfernt wird und nicht in die Siele gelangt [15].

Eine unzureichende Reinigung der Straßeneinläufe und Zulaufrienen kann auch die Überflutungsvorsorge beeinträchtigen. Blätter, Schmutz oder Fremdstoffe verstopfen erfahrungsgemäß regelmäßig die Trummen. Ein großes

Problem stellen in diesem Zusammenhang vor allem die starken Sommergewittern vorausgehenden Starkwinde oder Hagelschlag dar, wodurch Laub und Astwerk in die Straßenentwässerungssysteme gelangen. Niederschlagsabflüsse können dann nicht ordnungsgemäß über die Trummen in das Siel abfließen, was an der Oberfläche zu Schäden führen kann. Vor allem im Herbst besteht aufgrund des Laubfalls ein erhöhter Reinigungsbedarf.

Im Sinne einer wassersensiblen Straßengestaltung empfiehlt es sich, bei der Planung auch eine Anpassung der Reinigungszyklen (Häufigkeiten) und -intensitäten (z.B. Kehrgeschwindigkeiten) für Straßenflächen, Zulaufrienen und Trummen in Erwägung zu ziehen. Dies gilt vor allem für Gebiete mit Trennsielen, sowie in besonders überflutungsgefährdeten Bereichen (lokale Tiefpunkte / Senken).

Es besteht Potential die Möglichkeiten der Straßenreinigung, einen effektiven Beitrag zum Überflutungs- und Gewässerschutz zu leisten, weiter auszuschöpfen. Vor dem Hintergrund des Vermeidungsprinzips kann in vielen Fällen eine Erhöhung der Betriebsaufwendungen für die Reinigung von Straßen und Trummen einen deutlichen Beitrag zum Überflutungs- und Gewässerschutz leisten. Denkbar ist, dass ein angepasstes Reinigungskonzept je nach lokalen Verhältnissen effektiver als der Ansatz einer Behandlungsanlage sein kann. Dieser Denkansatz sollte daher zukünftig bei der Aufstellung von Gewässerschutz- und Regenwasserbehandlungskonzepten mit einbezogen werden. Dies kann aus emissionsorientierter Sicht über eine Bilanzierung zurückhaltbarer Jahresschmutzfrachten durch Straßen- und Trummenreinigung im Vergleich zur Regenwasserbehandlung erfolgen.



Abb. 73: Reinigung einer Trumme



Abb. 74: Verstopfter Trummenfilter

Da Schwermetalle zu einem großen Teil an Feinstpartikeln (sogenannte AFSfein, „abfiltrierbare Stoffe in der Feinfraktion < 63 ηm^2 “) gebunden sind und bei der Straßenreinigung vor allem partikuläre Stoffe aus dem Straßenraum entfernt werden, empfiehlt sich die Reinigung der Straßen – sofern frühzeitig absehbar – vor Regenereignissen. Vor allem nach längeren Trockenphasen sowie zu Zeiten erhöhten Laubfalls.

Ein großes Problem für eine ordnungsgemäße Straßenreinigung stellt das Parken bzw. Abstellen von Kfz dar. Insbesondere in Wohngebieten bleibt oftmals lange (bis dauerhaft) Schmutz im Bereich der Stellplätze liegen, da aufgrund der parkenden Fahrzeuge Kehrräumer das am Rand liegende Kehrgut nicht erreichen oder dieses durch den Kehrvorgang unter die Fahrzeuge verdriftet. Auch die Reinigung der Trümmen wird dadurch zum Teil erheblich behindert. Es wird daher empfohlen, bei der Straßen- und Verkehrsplanung auch die Möglichkeiten temporärer Halteverbote zu Reinigungszwecken im Straßenraum zu prüfen, um eine Zugänglichkeit der Systeme für das Reinigungspersonal zu gewährleisten. Nicht zuletzt ist bei der Gestaltung von Straßen bzw. der Straßenentwässerung möglichst darauf zu achten, dass die Standorte von Bäumen und Trümmen aufeinander abgestimmt werden. Befinden sich die Trümmen im direkten Umfeld einer Baumscheibe, erhöht dies die Gefahr, dass sie durch Laub oder Verwurzelung verstopfen. Um den Betriebsaufwand zu reduzieren sollten möglichst große Schlammfänge verwendet werden, die seltener gereinigt werden müssen. Auf Trümmen mit verkleinerter Gitterrostfläche sollte aus betrieblichen Gründen eher verzichtet werden.



Abb. 75: Straßenreinigung

Wartung und Reinigung von Versickerungs- und Behandlungsanlagen

Neben den genannten Straßenentwässerungselementen sind auch die Anlagen zur Versickerung bzw. zur Behandlung von Straßenabflüssen regelmäßig und sachgemäß zu betreiben, wozu je nach Anlagentyp neben der Funktionsprüfung auch die Reinigung und die Wartung gehören, um deren Leistungsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Dies erfordert spezielle Schulungen und Erfahrungen des Betriebspersonals, da es sich bei Versickerungs- und Behandlungsanlagen um Sonderbauwerke handelt. Detaillierte Hinweise hierzu liefern u.a. umfangreiche Regelwerke, wie z.B. das der DWA (Versickerungsanlagen: DWA A 138 und ergänzender DWA-Kommentar; Regenwasserbehandlungsanlagen: DWA-A 166, DWA M 176, DWA-M 178/zukünftig DWA-A 178, u.a). Zu den notwendigen Maßnahmen von Versickerungsanlagen zählen vor allem (abhängig von der Versickerungsart):

- die regelmäßige Kontrolle der Zuläufe und Beseitigung von Pflanzenaufwuchs, Ablagerungen, Laub und Fremdstoffen an den Zuläufen zu Versickerungsanlagen und in den Fugen bzw. Richtungswechseln von Rinnen,
- eine regelmäßige Mahd von Versickerungsflächen und -mulden und Grünflächenpflege nach DIN 18919,
- die Inspektion und Spülung unterirdischer Anlagen (Rohre, Rigolen, Schächte) und
- die Wiederherstellung der Wasserdurchlässigkeit durch Vertikutierung oder Bodenaustausch (bei Bedarf).



Abb. 76: Mahd einer Versickerungsmulde

6. Quellenverzeichnis

Abbildungen

- Abb. 1:** eigene modifizierte Darstellung nach ATV-DVWK 2000
- Abb. 2:** eigene Darstellung nach www.statistik-portal.de
- Abb. 3:** Klaus-Thorsten Tegge
- Abb. 4:** C. Commandeur
- Abb. 5:** eigene modifizierte Darstellung nach DWA AG ES 2.5
- Abb. 6 -7:** HAMBURG WASSER
- Abb. 8:** City of Portland, Environmental Services
- Abb. 9:** Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft/Atelier Dreiseitl
- Abb. 10-18:** MUST Städtebau
- Abb. 19:** HAMBURG WASSER
- Abb. 20 - 24:** MUST Städtebau
- Abb. 25:** Wikimedia Commons, Axel HH, 28.08.2014
- Abb. 26-30:** MUST Städtebau
- Abb. 31:** HAMBURG WASSER
- Abb. 32:** MITA Biorulli, www.mitaborulli.it
- Abb. 33:** Hauraton, www.hauraton.com/de
- Abb. 34:** HAMBURG WASSER
- Abb. 35:** Dr. Pecher AG
- Abb. 36-71:** MUST Städtebau
- Abb. 72 :** HAMBURG WASSER (Darstellung der Topographie (Basis: digitales Geländemodell) vervielfältigt mit Zustimmung der Freien und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, www.geoinfo.hamburg.de)
- Abb. 73-74 :** HAMBURG WASSER
- Abb. 75 :** Stadtreinigung Hamburg
- Abb. 76 :** HAMBURG WASSER

Tabellen

- Tab. 1:** Die Angaben basieren auf dem „Regenwasserhandbuch“ der Freien Hansestadt Hamburg [Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2013], auf der „Fachinformation Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten“ des Landes Hessen [Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008] und auf der Broschüre „Naturnahe Entwässerung von Verkehrsflächen“ [Bayerisches Landesamtes für Wasserwirtschaft, 2005]
- Tab. 2:** Die Kostenangaben basieren auf Werten der Broschüre „Naturnahe Entwässerung von Verkehrsflächen“ [Bayerisches Landesamtes für Wasserwirtschaft, 2005], des „Regenwasserhandbuches“ der Freien Hansestadt Hamburg [Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2013] und auf Erfahrungswerten von HAMBURG WASSER
- Tab. 3:** Die Angaben basieren auf dem „Regenwasserhandbuch“ und dem Leitfaden „Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung“ der Freien Hansestadt Hamburg [Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2013 bzw. 2006], auf der „Fachinformation Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten“ des Landes Hessen [Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008] sowie auf der Broschüre „Naturnahe Entwässerung von Verkehrsflächen“ [Bayerisches Landesamtes für Wasserwirtschaft, 2005]

- Tab. 4:** Die Kostenangaben basieren auf Werten der Broschüre „Naturnahe Entwässerung von Verkehrsflächen“ [Bayerisches Landesamtes für Wasserwirtschaft, 2005], des „Regenwasserhandbuches“ der Freien Hansestadt Hamburg [Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2013] und auf Erfahrungswerten von HAMBURG WASSER
- Tab. 5:** Die Tabelle wurde weitgehend aus der Broschüre „Niederschlagswasserbehandlung“ des Verbandes kommunaler Unternehmen e.V. (VKU) übernommen. Die Angaben zur abflusswirksamen Fläche basieren auf Angaben aus der „Übersicht dezentraler Straßenabwasserbehandlungsanlagen“ [Sieker et al. 2014], aus den RAS Ew [Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.), 2005] und auf Erfahrungswerten von HAMBURG WASSER
- Tab. 6:** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): RAS - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, 2008
- Tab. 7:** Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt [2010] Leitfaden zur Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation
- Tab. 8:** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): DWA-A 138 - Arbeitsblatt Planung, Bau, und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- Tab. 9:** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): DWA-M 153 - Merkblatt Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 2007
- Tab. 10:** eigene Zusammenstellung

Literatur

- [1] www.risa-hamburg.de
- [2] Rechid, D.; Petersen, J.; Schoetter, R.; Jacob, D. [2014] Klimaprojektionen für die Metropolregion Hamburg. Berichte aus den KLIMZUG-NORD Modellgebieten, Band 1. Hamburg
- [3] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein [2014] Statistische Berichte. Bodenflächen in Hamburg am 31.12.2013 nach Art der tatsächlichen Nutzung
- [4] Pressestelle der BWVI [2013] „Marode Hamburger Straßen werden systematisch saniert. Verkehrsbehörde und Bezirke ziehen an einem Strang“, Presseerklärung vom 23. Mai 2014
- [5] Meier, W. [2008] Straßenentwässerung in Hamburg und die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. In: Vereinigung der

- Straßenbau- und Verkehrsingenieure in Hamburg e.V.: VSVI Information 2008, S. 14-20
- [6] Dörr, A.; Schöning, F. [2014] Die „wasserwirtschaftlichen Aufgaben“ einer Straße - Beitrag der Straßenentwässerung bei Starkregen und urbanen Sturzfluten. In: Straße und Autobahn Nr. 4/2014
- [7] Müller, M. [2013] Die Straße als Regenwasser-Fließweg. In: bi-Umweltbau 5/13. S. 74-77
- [8] Institut für Stadtbauwesen der RWTH Aachen [2013] Straße der Zukunft. Beitrag von Verkehrsflächen zum Überflutungs- und Gewässerschutz. Gutachten im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der RISA-Arbeitsgruppe Verkehrsplanung
- [9] Kompetenznetzwerk Hamburg Wasser (Hrsg.) [2010] Regenwassermanagement für Hamburg. Abschlussbericht 2010. Anhang 1
- [10] HCU, HafenCity University; Hamburg Wasser [2010] Dokumentation des Workshops zum Thema: Mitbenutzung von Flächen zur Regenwasserbewirtschaftung – Chancen und Grenzen für Hamburg im Bestand und in der Planung, durchgeführt am 28. April 2009
- [11] Verband kommunaler Unternehmen e.V. [2010]: Kommunale Wasserwirtschaft, Information 02. Niederschlagswasserbehandlung von kommunalen Unternehmen
- [12] Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt [2010] Leitfaden zur Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation
- [13] Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt [2006] Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung. Ein Leitfaden für Planer, Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer
- [14] Helmreich, B. [2010] Stoffliche Betrachtungen der dezentralen Niederschlagswasserbehandlung. Habilitationsschrift an der TU München. In: Berichte aus der Siedlungswasserwirtschaft, Heft 199. München
- [15] Sommer, H. [2007] Behandlung von Straßenabflüssen – Anlagen zur Behandlung und Filtration von Straßenabflüssen in Gebieten mit Trennsystemen – Neuentwicklungen und Untersuchungen. Dissertation an der Universität Hannover
- Verkehrsflächen - Dauerhaftigkeit, Einheitsgewicht und Bewertung der Konformität, 2010
- DWA-A 128** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Dimensionierung von Regenentlastungsanlagen,
- DWA-A 138** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Arbeitsblatt Planung, Bau, und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- DWA-A 166** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, 2013
- DWA-M 153** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Merkblatt Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 2007
- DWA-M 176** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung, 2013
- DWA-M 178** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hg.): Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, 2005
- ER 1** Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU): Entwurfsrichtlinie Nr. 1 Standardisierter Oberbau mit Asphaltdecken für Fahrbahnen, 2013
- ER 4** Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU): Entwurfsrichtlinie Nr. 4 Ableiten des Oberflächenwassers von Straßenverkehrsflächen, 2006
- M VV** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen, 2013
- RAS-Ew** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): – Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung, 2005
- RASt** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, Ausgabe 2006
- RiStWag** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, 2002
- RStO** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, 2012

Richtlinien, Merkblätter und Empfehlungen

- DIN 18919** Deutsches Institut für Normung: Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen, 2002
- DIN EN 1340** Deutsches Institut für Normung: Bordsteine aus Beton, 2003
- DIN EN 1343** Deutsches Institut für Normung: Bordsteine aus Natursteine für Außenbereiche, 2003
- DIN EN 1433** Deutsches Institut für Normung: Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen, 2005
- DIN 19580** Deutsches Institut für Normung: Entwässerungsrinnen für

Gesetze

- Baugesetzbuch (BauGB)**, vom 23. 9. 2004, zuletzt geändert am 15. Juli 2014
- Hamburgisches Abwassergesetz (HmbAbwG)**, vom 24. Juli 2001, zuletzt geändert am 17. Dezember 2013
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert am 7. August 2013