

Regenwasser Handbuch



Regenwassermanagement an Hamburger Schulen

.....Dachbegrünung..... Entsiegelung
.....Flächenversickerung..... Rinnen.....
.....Sickerstränge..... Retention..... Verdunstung.....
.....Sickerschacht..... Rigole..... Versickerung.....
.....Mulden.....
.....Filter.....

Regenwasserhandbuch SBH und RISA

Ganzheitlicher Umgang mit Niederschlag an Hamburger Schulen

Das Projekt RISA – RegenInfraStrukturAnpassung

Mit dem Gemeinschaftsprojekt RISA erarbeiten die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und HAMBURG WASSER Konzepte und Lösungen für einen zukunftsfähigen Umgang mit Regenwasser. Damit wird den Herausforderungen begegnet, vor denen die Wasserwirtschaft in Hamburg aufgrund der zunehmenden Flächenversiegelung und den Folgen des Klimawandels steht.

Einleitung

Wie im gesamten Bundesgebiet sind auch in Hamburg in den letzten Jahren vermehrt extreme Wetterlagen und insbesondere auch Starkregenereignisse aufgetreten. Hauptursache dieser klimatischen Veränderungen ist der vom CO₂-Anstieg in der Atmosphäre verursachte Klimawandel. Trotz eines allgemeinen Bewusstseins für die Probleme, Risiken und lokalen Folgen des Klimawandels hat sich eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung bisher noch nicht als selbstverständliche Alternative zur herkömmlichen Entwässerung durchgesetzt. Noch viel zu häufig wird das anfallende Niederschlagswasser auf öffentlichen und privaten Flächen durch eine Einleitung in das Sielnetz beseitigt. Obwohl eine umweltverträgliche naturnahe Regenwasserbewirtschaftung möglich wäre, wird Regenwasser als Abwasser entsorgt. Dieser Vorgehensweise kann durch intelligente Lösungen entgegengewirkt werden. Die Prüfung der Machbarkeit für eine dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung – insbesondere der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse – muss grundlegender Bestandteil jeder Planung sein.

Dieses Handbuch will helfen, Vorbehalte aufzulösen und anhand von Rechenbeispielen und technischer Hilfestellung den ganzheitlichen Umgang mit Niederschlag an Hamburger Schulen fördern. Das Handbuch richtet sich an alle Planer, Architekten, Landschaftsarchitekten und Ingenieure, die mit dem Neubau und der Sanierung von Gebäuden, Freiflächen und Sielanlagen an Hamburger Schulen befasst sind.

Zudem soll den Schulen als Nutzer und den für die Unterhaltung zuständigen Mitarbeitern eine Schrift an die Hand gegeben werden, die die grundsätzlichen technischen Fragen klärt. Der Umgang mit Regenwasseranlagen an Schulen muss genauso selbstverständlich werden, wie der Umgang mit allen anderen technischen Anlagen und Geräten im Schulalltag auch.

Das Handbuch stellt beispielhafte Anlagen vor und zeigt den Mehrwert, der durch eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung für einen Schulhof erzielt werden kann. Möglichkeiten der räumlichen Aufwertung und Verbesserungen für Spiel-, Aufenthalts- und Gestaltungsqualität werden dargestellt. Gleichzeitig wird aufgezeigt, wie durch einen kreativen Umgang mit den anfallenden Niederschlägen langfristig Sielgebühren und Kosten für Sanierungsmaßnahmen eingespart werden können.

In der verstärkten Zusammenarbeit mit dem Hamburger Projekt RegenInfraStrukturAnpassung (RISA) bei einigen Modellvorhaben und mit der Veröffentlichung des vorliegenden Handbuches möchte SBH | Schulbau Hamburg eine Vorbildfunktion für andere Behörden und auch für private Akteure in der Hansestadt übernehmen.

Durch die schrittweise Einführung der Ganztagschulen verbringen immer mehr Schüler einen Großteil ihres Tages auf dem Schulgelände. Es besteht also die große Chance vielen Hamburger Schülerinnen und Schülern das Wissen um die Kreisläufe und die Ökologie des Regenwassers auf anschauliche Weise in einem vielfältigen und hochwertigen Lernumfeld näher zu bringen.

1. Warum Regenwasser bewirtschaften?	5
1.1 Technische Gründe und ökonomischer Nutzen	7
1.2 Ökologischer Nutzen	8
1.3 Rechtliche und fachliche Grundlagen	9
2. Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung	10
2.1 Systeme zur Abwassermeidung	12
2.1.1 Entsiegelung und Rückbau	12
2.1.2 Durchlässige Flächenbefestigung	14
2.1.3 Dachbegrünung	16
2.2 Systeme der Regenwasserversickerung	18
2.2.1 Flächenversickerung	20
2.2.2 Mulde zur Versickerung oder Rückhaltung	22
2.2.3 Rigolen- und Rohrversickerung	24
2.2.4 Mulden-Rigolenversickerung	26
2.2.5 Schachtversickerung	28
2.2.6 Abgedichtete Systeme, Teichversickerung, Rückhalte-Sicker-Mulde	30
2.3 Regenwassernutzung	31
2.4 Systeme zum Transport	31
2.4.1 Offene Pflasterrinnen und Kastenrinnen	32
3. Regenwasser auf dem Schulhof	34
3.1 Einbindung in die Gestaltung	34
3.2 Bildungsthema „Leben mit Wasser“	43
4. Wirtschaftlicher Vergleich	44
5. Planung und Ausführung	50
5.1 Planungsschritte und Grundlagenermittlung	50
5.2 Überflutungsnachweis	54
5.3 Bauausführung	55
6. Richtlinien, Gesetze, Quellen	56
6.1 Quellenverzeichnis	56
6.2 Adressen und Ansprechpartner	58
6.3 Planungshilfen – Karten	58
6.4 Internet-Links zu Fachinformationen	59
6.5 Weiterführende Literatur	59

Warum Regenwasser bewirtschaften?

1





Starkregenereignisse resultieren oft in Überflutung und extremen hydraulischem Stress für Fließgewässer

Technische Gründe und ökonomischer Nutzen 1.1

Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad im Stadtgebiet sind die öffentlichen Siele heute bei Starkregenereignissen oft überlastet. Da die Siele aus wirtschaftlichen und technischen Gründen nur bis zu einem bestimmten Bemessungsfall ausgelegt sind, können größere Niederschlagsmengen, die in kurzer Zeit anfallen, häufig nicht mehr aufgenommen werden. Die Gewässer, in die letztendlich das Regenwasser abgeleitet wird, sind durch hydraulischen Stress überfordert.

Messungen des Deutschen Wetterdienstes zeigen, dass Starkregenereignisse gegenüber den vergangenen Jahrzehnten zunehmen. Aufgrund des Klimawandels wird die Zahl solcher extremer Wetterlagen voraussichtlich weiter steigen. Hamburg wird sich auf diese Zunahme einstellen müssen. Um weitere Siel- und vor allem Gewässerüberlastungen zu vermeiden und bestehende Überlastungen zu beseitigen, bietet sich die örtliche Versickerung der anfallenden Niederschläge – bei ausreichender Versickerungsfähigkeit des Untergrundes – als ökonomisch und technisch sinnvolle Maßnahme an (siehe Kapitel 5.1 Planungsschritte). Ebenso können durch Maßnahmen wie Dachbegrünung, Rückhaltung und Regenwassernutzung die Gewässer und die Siele entlastet und die Überflutungsgefahr entsprechend reduziert werden.

Parallel zu den klimatischen Veränderungen steigt in Hamburg der Versiegelungsgrad weiter an. Viele Flächen werden u. a. im Zuge des aktuellen Wohnungsbauprogramms nachverdichtet. Schon heute besteht daher für die meisten Grundstücke eine Einleitbegrenzung durch die Hamburger Stadtentwässerung (HSE). Dies bedeutet häufig, dass eine Rückhaltung mit gedrosselter Ableitung auf dem Grundstück erfolgen muss. Durch dezentrale Bewirtschaftungsmaßnahmen können Kosten für große Rückhalteanlagen ein-

gespart werden. Je nach Versickerungsfähigkeit des Untergrundes bestehen seit der Einführung des Gebührensplittings 2012, durch vollständige Abkopplung von Flächen, zusätzlich Einsparmöglichkeiten bei den Abwassergebühren.

Bei flächendeckendem Einsatz von naturnaher Regenwasserbewirtschaftung ist mittel- bis langfristig sogar eine geringere Dimensionierung der öffentli-



chen Siele, Retentionsbecken und Kläranlagen möglich. Gleichzeitig besteht die Chance, mit der einhergehenden verringerten Belastung, die laufenden Kosten für die Sanierung dieser Anlagen zu reduzieren. Hier liegen weitere erhebliche Sparpotenziale, die bei konsequenter Umsetzung der dezentralen Maßnahmen aktiviert werden können.

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung für den Grundstückseigner bzw. Nutzer oft günstiger ist, als eine konventionelle Regenwasserentsorgung mit direkter Einleitung in das Sielnetz ^[28] (siehe Kapitel 4 Beispielrechnungen). Systeme mit örtlicher Bewirtschaftung der Niederschläge sind dabei gleichzeitig deutlich flexibler als herkömmliche Systeme mit direkter Ableitung.





Ökologischer Nutzen

1.2

Mit einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird das Niederschlagswasser zeitlich verzögert wieder in den Wasserkreislauf zurückgeführt. Dieser Vorgang läuft vergleichbar zu den natürlichen Bedingungen ab. Auch bei zusätzlicher Versiegelung können so die ursprünglich vorhandenen Grundwasserstände erhalten und stabilisiert werden. Eingriffe in den Wasserhaushalt können ausgeglichen werden. Bei Sanierungsmaßnahmen besteht für Alt-Anlagen die Möglichkeit, mit einer dezentralen Bewirtschaftungslösung die Grundwasserneubildung zu steigern.

Durch Versickerung und Verdunstung wird das Kleinklima stabilisiert und in den Sicker- und Rückhalteeinrichtungen, ebenso wie auf begrünten Dächern, können sich neue Lebensräume entwickeln. Die städtische Biodiversität wird erhöht. Gleichzeitig können durch Einsatz von Regenwassernutzung die Trinkwasserressourcen geschont werden.

Häufig werden in Hamburg natürliche Fließgewässer als Vorflut genutzt. Durch eine Regenwasserbewirtschaftung vor Ort können die in Folge von Starkregenereignissen auftretenden Belastungen für Fließgewässer erheblich verringert werden. Der Eintrag von Schadstoffen aus Abschwemmungen von Verkehrsflächen wird reduziert. Verunreinigtes Regenwasser wird über die belebte Bodenzone gereinigt. Zusätzlich können die Abflussspitzen minimiert werden. Dies ist wichtig, da das Anschwellen von langsam fließenden Gewässern zu reißenden Bächen durch große Mengen ungedrosselt eingeleiteten Niederschlagswassers regelmäßig die Gewässerökologie schädigt und zu Erosion führt.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Für Versickerungsanlagen an Hamburger Schulen muss in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis gemäß Wasserhaushaltsgesetz bei der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) – Referat Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (U12) ^[33] beantragt werden.

Die Regenwasserbewirtschaftung betrifft sowohl wasserrechtliche als auch naturschutzrechtliche Be-
lange und ist in einer Vielzahl von Rechtsnormen gere-
gelt. Für die Bewirtschaftung von Niederschlagswas-
ser an Hamburger Schulen gelten folgende **rechtliche
Grundlagen**:

- Auf Bundesebene:
Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ^[1]
Abwasserabgabengesetz (AbwAG) ^[2]
Baugesetzbuch (BauGB) ^[3]
Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) ^[4]
- Auf Landesebene:
Hamburgisches Wassergesetz (HWaG) ^[5]
Wasserschutzgebietsverordnungen ^[6]
Hamburgisches Abwassergesetz (HmbAbwG) ^[7]
Hamburgische Bauordnung (HBauO) ^[8]
Hamburgisches Naturschutzgesetz (HmbNatSchG) ^[9]

Die **fachlichen Grundlagen** für die Bewirtschaftung
von Niederschlagswasser sind in einer Reihe von
Richtlinien und Normen festgelegt. Die grundlegen-
den technischen Regeln sind:

- Richtlinien:
Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung (DWA-A 138) ^[10]
Handlungsempfehlungen Umgang mit Regenwasser (DWA-M 153) ^[11]
Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA-A 117) ^[12]
Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung (RAS-Ew) ^[13]
FLL-Richtlinie für begrünbare Flächenbefestigungen ^[14]
FLL-Dachbegrünungsrichtlinie ^[15]
FLL Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung ^[16]
- Normen:
DIN EN 752 – Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden ^[17]
DIN 1986-100 – Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke ^[18]
DIN EN 12056-3 – Dachentwässerung, Planung und Bemessung ^[19]



WHG



HWaG



HmbABWG

Die vollständigen Texte einiger Gesetze sind
über die angegebenen Internet-Links zu bezie-
hen. Zusätzlich sind im Anhang Listen der was-
serrechtlichen Vorschriften und der wesentli-
chen technischen Richtlinien angefügt (siehe
Kapitel 6.1 Quellen). Weitere Informationen un-
ter www.hamburgwasser.de.

Wasserrecht

Normen

Technische Richtlinien

Verordnungen

2

Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung

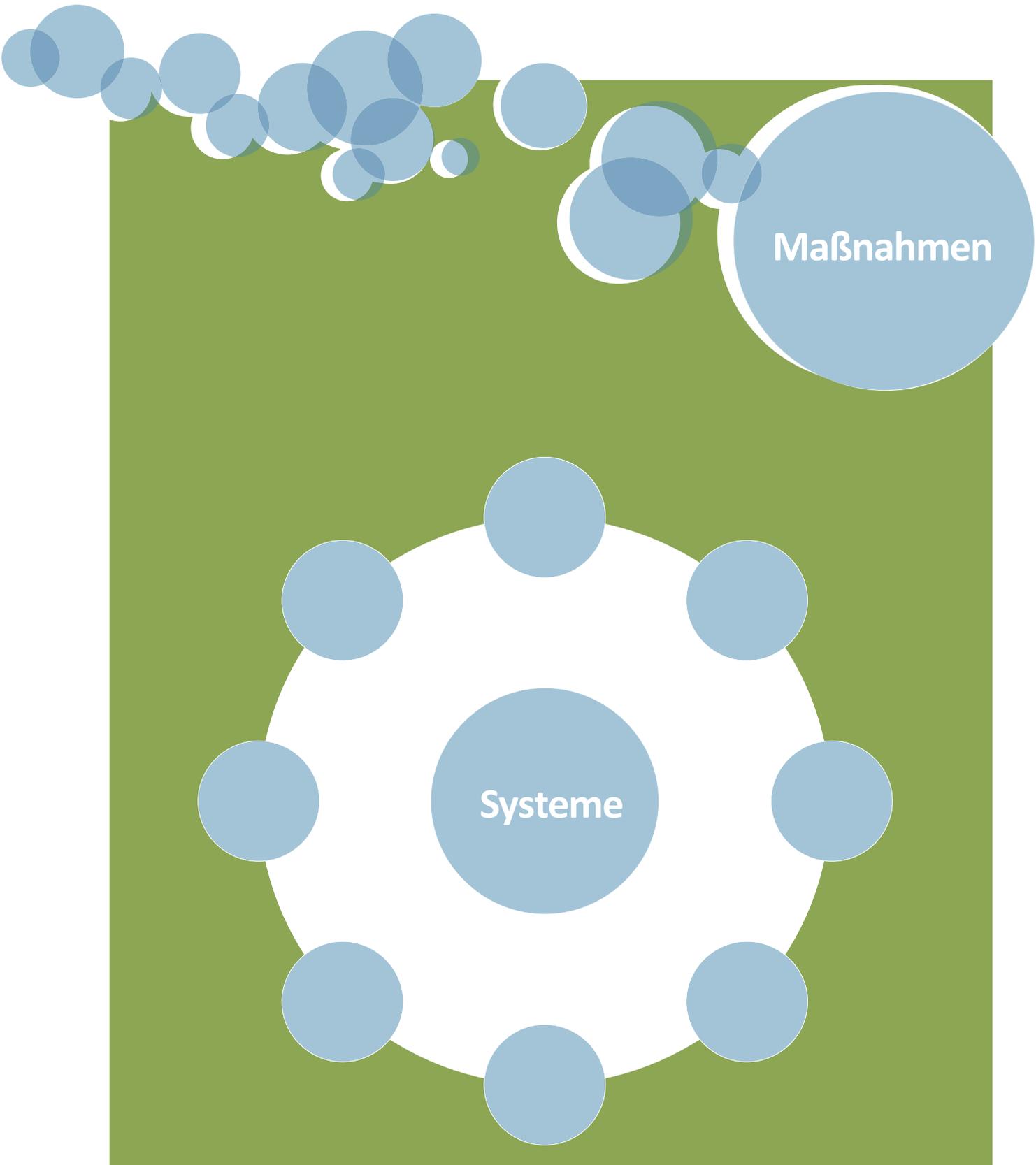
Bei einer dezentralen naturnahen Regenwasserbewirtschaftung handelt es sich immer um ein Bündel von Maßnahmen in einer Vielzahl möglicher Kombinationen. Es werden Bauweisen zur Abwasservermeidung und -rückhaltung mit Systemen der Regenwassernutzung und Versickerungssystemen kombiniert. In diesem Kapitel werden die für die Hamburger Schulen relevanten Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in Einzelportraits ausführlich vorgestellt. Neben den gezeigten Möglichkeiten stehen noch etliche weitere Maßnahmen zur Verfügung. Diese können allerdings aus unterschiedlichen Gründen nicht oder nur in Ausnahmefällen im Schulbereich eingesetzt werden.

Weiterführende technische und inhaltliche Informationen hierzu erhalten Sie beispielsweise über die im Anhang aufgelistete Fachliteratur (siehe Kapitel 6.5 Weiterführende Literatur).

Die für die einzelnen Systeme und Bauweisen genannten Herstellungskosten basieren auf Erfahrungswerten aus Beispielprojekten. Sie dienen lediglich zur Bewertung der unterschiedlichen Systeme und können eine projektbezogene Kostenberechnung nicht ersetzen. Angegeben sind jeweils die Gesamtbaukosten einschl. Erdarbeiten, Bodenabfuhr und gegebenenfalls Fertigstellungspflege.



Offene Rinnen transportieren das Niederschlagswasser und sind gleichzeitig attraktives Spielelement



Systeme zur Abwasservermeidung

2.1

Niederschläge versickern auf unversiegelten naturbelassenen Flächen in der Regel an Ort und Stelle in den Untergrund. Diese Versickerung ist der Teil des Wasserkreislaufes, der wesentlich zur Neubildung von Grundwasser und damit zum natürlichen Wasserhaushalt beiträgt.

Bebauung und Flächenversiegelung stellen Eingriffe in den Wasserhaushalt dar. Denn durch Versiegelung verliert ein Boden seine natürlichen Funktionen – sowohl als Lebensraum für Tiere und Pflanzen wie auch als Speicher und Puffer im Wasserkreislauf. Diese Ein-

griffe sind immer zunächst zu minimieren. Erst im zweiten Schritt sind deren Folgen auszugleichen.

Höchste Priorität innerhalb der verschiedenen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung hat daher die **Abflussvermeidung** und **Abflussverminderung**. Eine Reduzierung der anfallenden Abflüsse kann zum einen durch Rückbau und Entsiegelung und zum anderen durch den Einsatz von wasserdurchlässigen Flächenbefestigungen, sowie durch Dachbegrünung, erreicht werden.

Entsiegelung und Rückbau

2.1.1

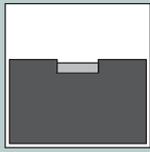
Im Zuge einer Sanierungs- oder Neubaumaßnahme ist zuallererst die Notwendigkeit versiegelter und befestigter Flächen auf dem Schulgelände zu überprüfen. Gebäude oder Gebäudeteile, die nicht mehr genutzt werden, oder deren Nutzung zukünftig entfällt, kön-

nen abgerissen bzw. rückgebaut werden. Gleiches gilt für befestigte und versiegelte Flächen. Im Anschluss an eine Entsiegelung können die freigewordenen Flächen durch einen wasserdurchlässigen Belag ersetzt oder als Grünfläche angelegt werden.

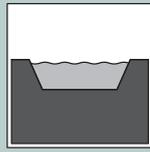


Wasserundurchlässige Asphaltflächen an der Schule Leuscherstraße werden entsiegelt

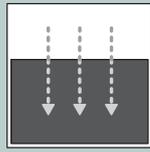
Bauweisen



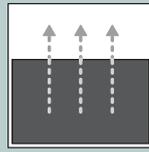
Transport



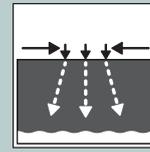
Speicherung



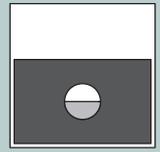
Versickerung



Verdunstung



Reinigung

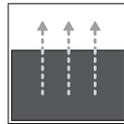
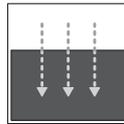


Ableitung

Systeme der Regenwasserbewirtschaftung und ihre Funktionen

Für eine dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung stehen viele Einzelmaßnahmen und Bauweisen zur Verfügung, die vielfältig eingesetzt und kombiniert werden können. Die im Handbuch vorgestellten Systeme erfüllen folgende wesentliche Funktionen:

Transport, Speicherung/Rückhaltung, Versickerung, Verdunstung, Reinigung und gedrosselte Ableitung.



Ausführung:

- Abriss von Nebengebäuden, Schuppen, Vordächern, Anbauten, Laubengängen und anderen Überdachungen
- Ganz oder teilweise Entsiegelung von Stellplätzen, Schulhofflächen oder Wegen mit wasserundurchlässigen Belägen wie Asphalt, Beton oder Pflastersteinen
- Hierfür bieten sich besonders gering belastete Beläge und wenig genutzten Flächen, sowie der Rückbau von Überbreiten an Verkehrsflächen an
- Ersatz der geräumten Flächen durch Rasen und Pflanzflächen oder wasserdurchlässige Beläge (siehe Kapitel 2.1.2)

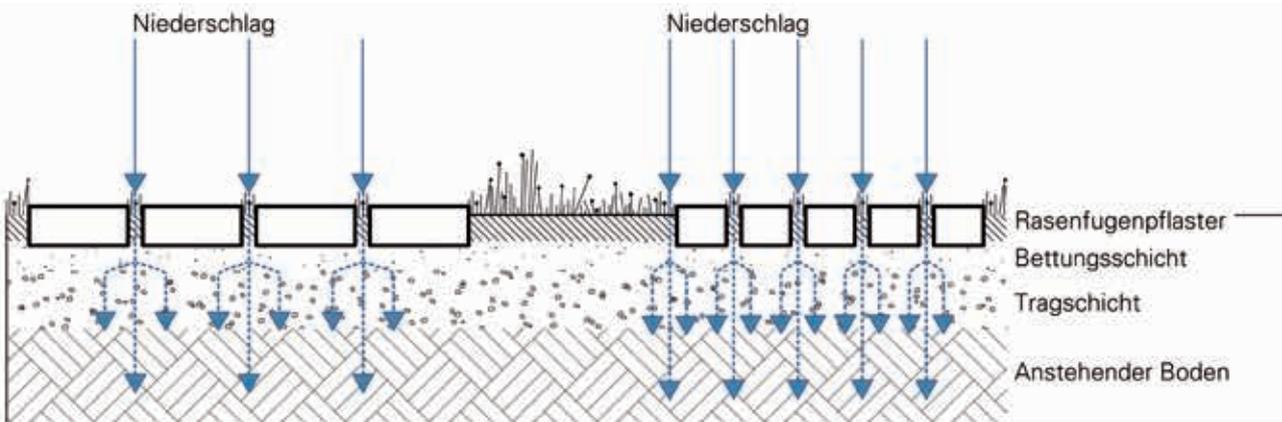
Kosten:

- Abbrucharbeiten an Gebäuden variabel: Abhängig von Zustand, Art und Größe der Gebäude/Gebäudeteile. Ermittlung der Kosten über Kostenvoranschlag
- Räumung von (unbelasteten) Altbelägen, einschl. Bettung: ca. 5 – 15 EUR/m²
- Räumung von Tragschichten (unbelastet, LAGA Z0): ca. 15 – 25 EUR/m³
- Räumung von belasteten Materialien nur nach Kostenvoranschlag



Durchlässige Flächenbefestigung

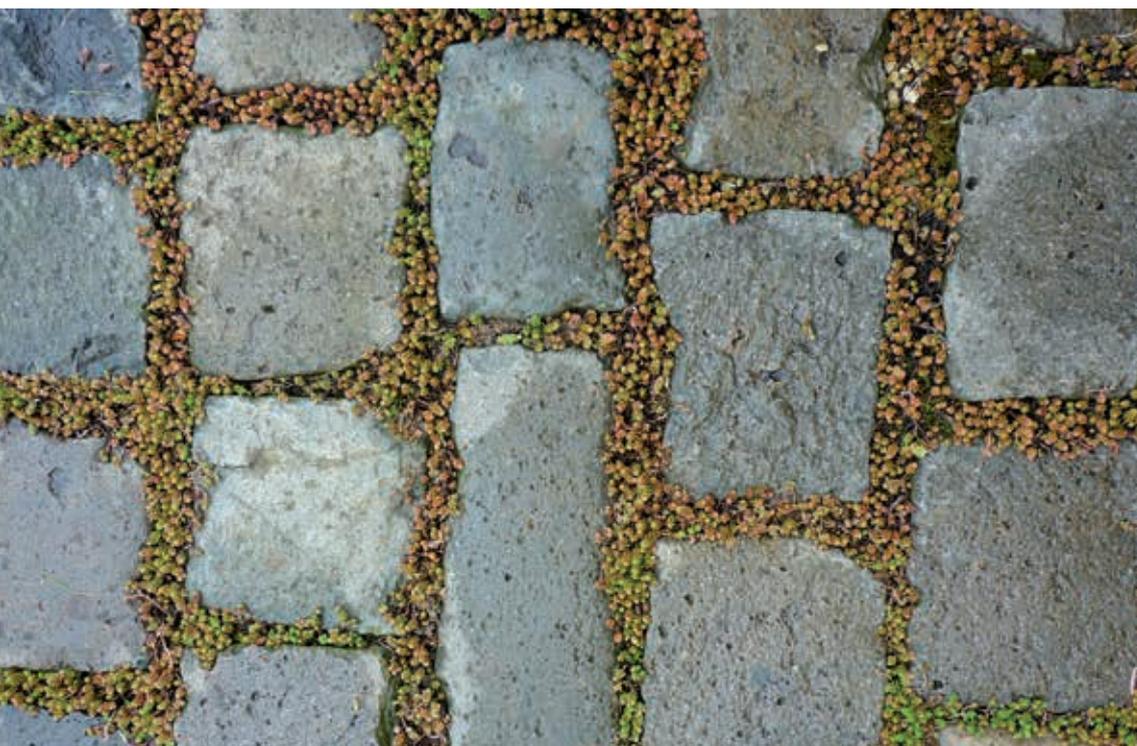
2.1.2



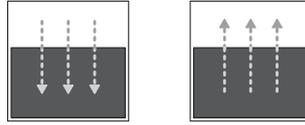
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung

Ist aus funktionalen Überlegungen eine vollflächige Entsigelung nicht möglich, oder kann beim Neubau auf eine Befestigung von Flächen nicht gänzlich verzichtet werden, kann mit der Verwendung von wasserdurchlässigen Belägen wie Schotterrassen oder entsprechenden Pflastersystemen zumindest eine Teilentsiegelung erreicht werden. Abhängig von Art und Verlegung des Befestigungsmaterials dringt mehr oder weniger Regenwasser in den Boden ein, wird gespeichert und verdunstet oder versickert.

Die Wahl des passenden Materials erfolgt in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung, den vegetations-technischen Bedingungen und den Baugrundverhältnissen. Entscheidend sind auch gestalterische und nutzerspezifische Überlegungen wie Fahr- und Gehkomfort sowie Pflegeaufwand. So dürfen wassergebundene Decken nicht direkt in Eingangsbereichen von Schulgebäuden eingesetzt werden. Es ist immer eine ausreichend große, befestigte Laufzone vorzusehen, um Schmutzeintrag ins Gebäude zu verhindern.



Auch Alt-Beläge lassen sich gut für eine wasserdurchlässige Wegefläche wiederverwenden. Bei geringer Nutzung können die Fugen auch attraktiv mit Mauerpfeffer bepflanzt werden



Ausführung:

- Ersatz der geräumten Flächen durch Rasen oder wasserdurchlässige Beläge, wie Schotterrasen, wassergebundene Wegedecke, Rasengittersteine, Rasenfugen- und Porenpflaster
- Ausführung gemäß FLL-Richtlinie für begrünbare Flächenbefestigungen ^[14]
- Ausführung im öffentlichen Bereich gemäß „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Straßenbauarbeiten in Hamburg“ ^[20]

Hinweise:

- Untergrund muss ausreichend tragfähig für die vorgesehene Nutzung sein
- Untergrund und Tragschicht müssen ausreichend und dauerhaft wasserdurchlässig sein. Voraussetzung ist $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ bis 1×10^{-3} ^[14]
- Durchlässig befestigte Oberflächen, z. B. Rasenfugenpflaster, sind grundsätzlich nicht mehr als Anlagen der Flächenversickerung angesehen ^[10]
- Der wasserdurchlässige Baugrund muss eine Dicke von mind. 1,0 m aufweisen ^[14]

Herstellungskosten:

Herstellung von

- Rasen: ca. 5 – 10 EUR/m²
- Schotterrasen: ca. 15 – 25 EUR/m²
- Rasengittersteine: ca. 35 – 45 EUR/m²
- Rasenfugenpflaster: ca. 40 – 55 EUR/m²
- Porenpflaster: ca. 40 – 55 EUR/m²
- Dränasphalt: ca. 50 – 70 EUR/m²

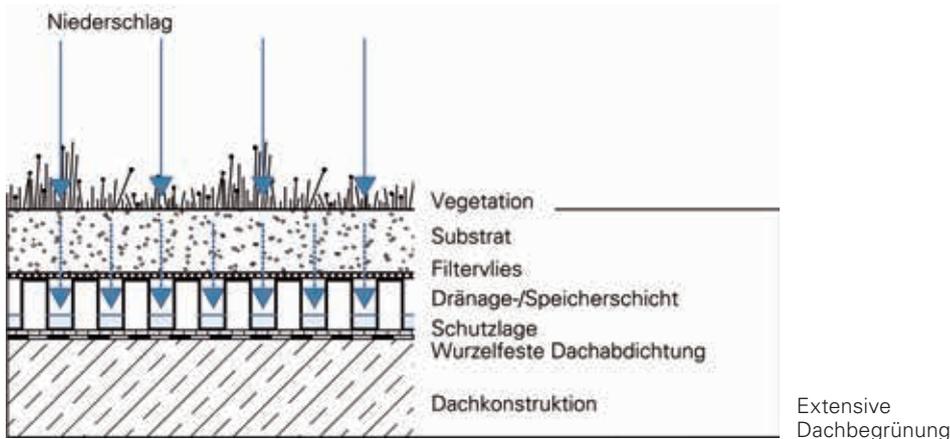
Unterhaltung:

- Regelmäßige Mahd, ggf. Entfernen von Gehölzsämlingen
- Entfernen von Laub und (Fein-)Ablagerungen im Herbst und nach Bedarf
- Reinigung mit Hochdruckreinigern oder Saugkehrmaschinen nur sehr begrenzt möglich (nur bei begrüntem Pflastersystemen bei vollständiger Durchwurzlung der Fugen/Grünflächenanteile)
- Kein Einsatz von Herbiziden oder anderen wassergefährdenden Stoffen
- Kein Einsatz von Tausalzen, da Bodenstruktur und Vegetation nachteilig verändert werden können
- Streumittel für den Winterdienst sollen eine Körnung von > 1 mm haben und dürfen durch Belastung nicht pulverisiert werden. Sie sind im Frühjahr zu entfernen ^[16]



Dachbegrünung

2.1.3



Die Begrünung von Dachflächen hat erheblichen Einfluss auf die Abflussverzögerung und Abflussminderung für überbaute Flächen. Es werden zwei Varianten unterschieden:

Extensive und Intensive Dachbegrünung.

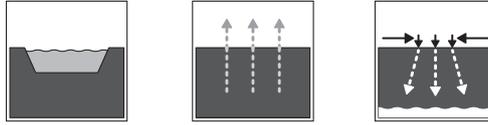
An Hamburger Schulen können extensive Dachbegrünungen zum Einsatz kommen [21]. Diese werden weitestgehend selbsterhaltend aufgebaut, so dass keine zusätzliche Bewässerung notwendig wird. Angepasst an die jeweiligen Standortbedingungen werden Pflanzen mit hoher Regenerationsfähigkeit verwendet, beispielsweise Moose und Sedum.

Extensive Gründächer ermöglichen je nach Ausführung eine **Rückhaltung** und **Verdunstung** von bis zu

70% des anfallenden Regenwassers. Gleichzeitig dienen Sie als Schallschutz, Wärmedämmung und zur Gebäudekühlung. Durch die Vegetation erfolgt eine Ausfilterung von Staub und Schadstoffen aus Luft und Regenwasser. Etliche Studien belegen, dass Dächer aufgrund einer Begrünung besser gegen extreme Wetterlagen geschützt sind und daher eine deutlich längere Lebenszeit besitzen als einfache bitumengedichtete Dächer. Bei einer langfristigen Betrachtung, unter Berücksichtigung regelmäßig anfallender Abwassergebühren, kann eine einfache extensive Dachbegrünung günstiger sein als eine konventionelle Eindeckung mit Kiesauflage.



Dachbegrünungen bieten ganzjährig ein attraktives Bild für die höher gelegenen Klassenräume



Ausführung:

- Einsatz auf Flach- und Schrägdächern bis maximal 40° Dachneigung
- Dachbegrünungen sind nach der „FLL-Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ auszuführen ^[15]
- Extensivbegrünungen benötigen in der Regel einen Schichtaufbau von 5 – 15 cm. Der Einbau kann auf Neubauten und wegen der geringen Schichtstärke auch auf vorhandenen Gebäuden erfolgen. Das Auflagegewicht liegt wassergesättigt bei ca. 60 bis 170 kg/m²
- Die Dachentwässerung ist gemäß DIN EN 752 ^[17] und DIN EN 12056 ^[19] auszuführen

Hinweise:

- Vor Herstellung einer Dachbegrünung ist zunächst die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion nachzuweisen und die Maßnahme bei der Bauprüfteilung anzuzeigen
- Auf sogenannten 0°-Dächern sind Drainage-Elemente vorzusehen. Bei einer Dachneigung von > 15° sind Schubsicherungen einzubauen

Herstellungskosten:

- Extensive Dachbegrünung im Neubau: Abhängig von Flächengröße, statischen Vorgaben, gewähltem Schichtenaufbau und Art der Bepflanzung ca. 20 bis 45 EUR/m²
- Extensive Dachbegrünung im Bestand: Nur nach Kostenvoranschlag. Bei vorhandenen Dächern werden möglicherweise eine vorherige Sanierung der Dachdichtung und eine Erneuerung der Anschlüsse und Abläufe notwendig

Unterhaltung:

1 bis 2mal jährlich:

- Kontrolle der Vegetation, ggf. Entfernen von Gehölzsämlingen und unerwünschtem Fremdbewuchs
- Kontrolle der Dachrandbereiche und Dachdurchdringungen auf Hinterwurzeln durch Pflanzen
- Überprüfung der Entwässerungseinrichtungen, ggf. Spülen der Abläufe

Nach Bedarf:

- Mähen der Vegetation und Abtragen des Mähguts ab einer Wuchshöhe von 30 cm
- Düngen (nur mit Langzeitdünger und nur in der Anwuchsphase oder bei Auftreten von Mangelsymptomen, maximal 1mal/Jahr)



Sind alle Möglichkeiten zur Abflussvermeidung und -reduzierung ausgeschöpft, ist zu prüfen, ob die anfallenden Niederschläge vor Ort auf dem Grundstück versickert werden können. In diesem Fall spricht man von „dezentraler naturnaher Regenwasserversickerung“.

Mit dem Begriff **Versickerung** wird der natürliche Vorgang des Eindringens von (Regen-)Wasser in den Boden und Untergrund, bzw. Unterbau bezeichnet. Durch Versickerungsanlagen wird Oberflächenwasser oder Sickerwasser gezielt in tiefere Bodenschichten versickert. Eine Versickerung ist nur dann möglich, wenn weder die geologische Schichtenreihenfolge, die Geländeneigung, noch natürliche Grundwasserstände dagegen sprechen. In Hamburg gibt es viele Stadtbereiche, in denen schwer wasserdurchlässige Böden, zu hohe und auch ansteigende Grundwasserstände, Tiefgaragen und Keller im Bestand, oder Altlasten eine Versickerung nicht zulassen. Daher müssen zu Beginn der Planung einer Schule hinsichtlich Abkopplung der Regenwasserableitung vom Siel alle

Grundlagen geprüft und der Nachweis der Versickerung erbracht werden (siehe Kapitel 5.1 Planungsschritte).

Für den Einsatz an Hamburger Schulen kommen verschiedene Arten von Versickerungsanlagen in Betracht:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rohr- und Rigolenversickerung
- Mulden-Rigolen-Elemente und -Systeme
- Schachtversickerung

Die aufgelisteten Anlagen zur dezentralen Versickerung können vielfältig kombiniert werden. Sie unterscheiden sich in folgenden Eigenschaften:

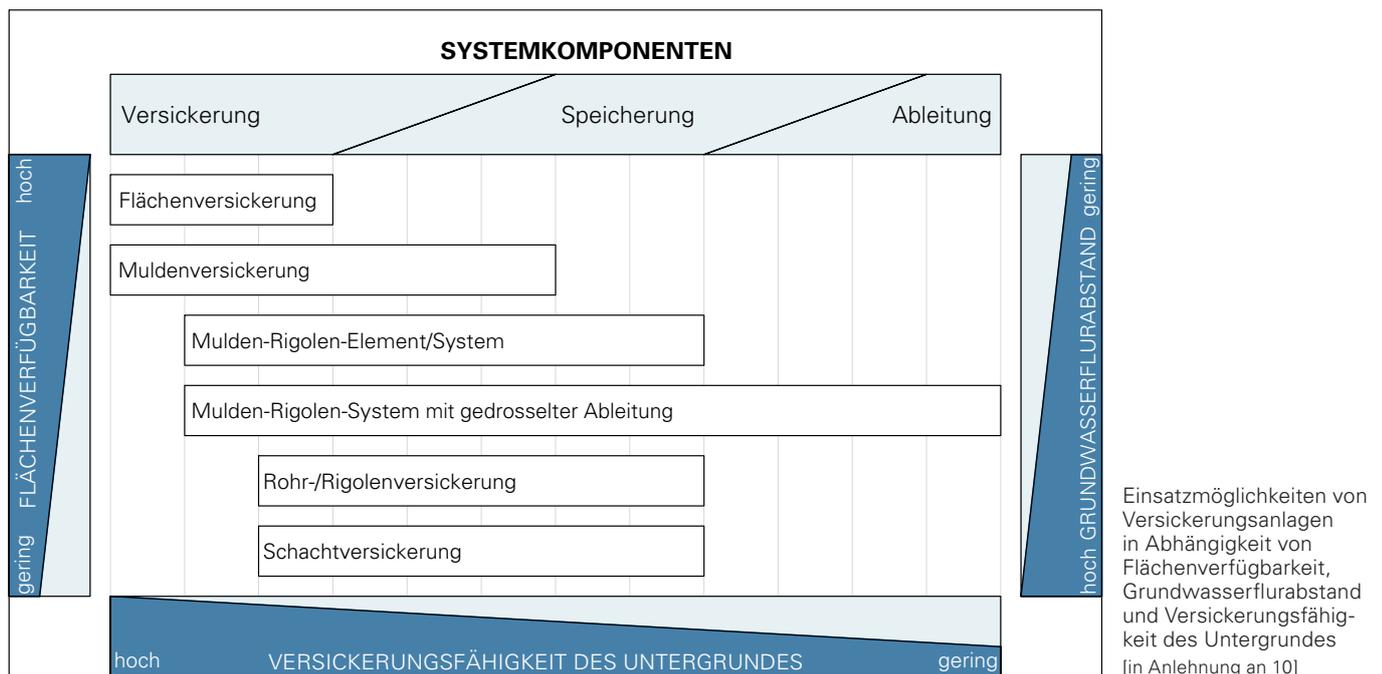
- Grad der Speicherfähigkeit
- Flächenbedarf
- hydraulische Beschickung
- ober- und unterirdische Versickerung

Versickerungsfläche A_s und versiegelte Fläche A_u

Für die Versickerung müssen Flächen in ausreichendem Maße zur Verfügung gestellt werden. Dies ist bei der Neuplanung von Gebäuden und Freianlagen von Beginn an zu berücksichtigen. Die im Folgenden angegebenen Werte für den Flächenbedarf sind im Verhältnis **Versickerungsfläche (A_s)**, also beispielsweise die Sohlfläche einer Versickerungsmulde, zu angeschlossener **versiegelter Fläche (A_u)** angegeben. Es handelt sich bei diesen Werten um Erfahrungswerte, die aus Beispielprojekten ermittelt wurden. Sie dienen lediglich zur groben Einteilung der unterschiedlichen Versickerungsanlagen. Die tatsächliche Bemessung für ein konkretes Bauvorhaben muss nach DWA-A 138 ^[10] erfolgen.

Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit der gesättigten Bodenzone wird in der Regel mit dem **Durchlässigkeitsbeiwert k_f** in der Einheit m/s angegeben. Der k_f -Wert ist abhängig von der Korngrößenverteilung, der Lagerungsdichte und von der Bodenart. Der Wertebereich reicht dabei von $k_f < 1 \times 10^{-1}$ m/s für Grobkies bis zu $k_f > 1 \times 10^{-11}$ m/s für schluffigen Ton und Ton. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt zwischen 1×10^{-6} m/s $< k_f < 1 \times 10^{-3}$ m/s (siehe auch Kapitel 5.1 Planungsschritte).



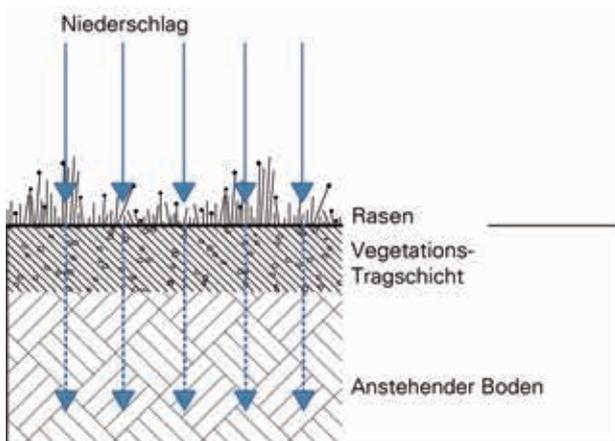
Die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Versickerungsanlagen werden in Abhängigkeit von Flächenverfügbarkeit, Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und unter Berücksichtigung des Grundwasserstandes am jeweiligen Standort bestimmt (siehe Grafik oben).

In der Regel bieten sich auf Schulhöfen zunächst alle Grünflächen für eine Versickerung an. Grundsätzlich nicht geeignet sind jedoch alle Arten von intensiv genutzten Spiel- und Sportflächen. So kann es beispielsweise auf Rasenflächen, die regelmäßig stark bespielt werden, zu einer erheblichen Bodenverdichtung mit Vegetationslücken und entsprechendem Verlust der Wasserdurchlässigkeit kommen.

Regenwasser kann aber bekanntermaßen auch einen erheblichen Spielwert besitzen. Viele gebaute Beispiele belegen die Vereinbarkeit technischer Entwässerungslösungen mit kreativen Spielmöglichkeiten (siehe Kapitel 3 Regenwasser auf dem Schulhof). Derartige Kombinationen müssen gleichzeitig robust und dauerhaft, aber auch sicher im Sinne der geltenden Richtlinien und Normen sein. So besitzt Regenwasser beispielsweise keine Trinkwasserqualität und die Nutzung für Spielzwecke lässt sich daher nur im konkreten Einzelfall bewerten. Die jeweiligen Planungen für kombinierte Spiel- und Entwässerungsanlagen müssen in jedem Fall mit den zuständigen Stellen abgestimmt werden.

Flächenversickerung

2.2.1



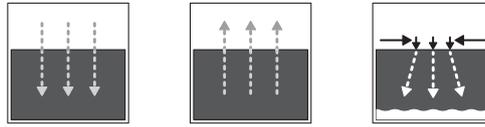
Flächenversickerung Schotterrassen

Bei der Flächenversickerung wird das Oberflächenwasser **ohne einen Aufstau** durch den bewachsenen Boden oder eine unbefestigte Deckschicht in den Baugrund geführt. Die Flächenversickerung benötigt viel Platz, ist aber einfach und preiswert anzulegen und zu unterhalten. Eine Vorreinigung ist nicht erforderlich, da das Regenwasser über die belebte Bodenzone versickert und dabei ausreichend gereinigt wird.

Auf Schulhöfen eignen sich grundsätzlich alle flach geneigten begrünten Flächen, also Rasen-, Stauden- und Gehölzflächen für eine Flächenversickerung. Auch Feuerwehruzufahrten mit Schotterrassen oder Mulchwege können genutzt werden.



Flächenversickerung von Oberflächenwasser über ein Quergefälle im Weg



Ausführung:

- Zuleitung von anfallendem Regenwasser über offene Rinnen oder über die Seitenräume von befestigten Flächen in vorhandene oder neu herzustellende Vegetationsflächen (z. B. über ein Quergefälle im Weg in die angrenzende Rasenfläche)
- Ausführung von Schotterrassenflächen gemäß FLL-Richtlinie für begrünbare Flächenbefestigungen ^[14]

Hinweise:

- Da keine oberirdische Speicherung des Regenwassers erfolgt, muss die Wasserdurchlässigkeit des Bodens bzw. der Deckschicht so groß sein, dass der Bemessungsregen zeitgleich aufgenommen werden kann ^[16]
- Bei der Flächenversickerung in den Seitenräumen befestigter Flächen ist für einen linienhaften gleichmäßigen Übergang des Wassers auf die Versickerungsfläche zu sorgen ^[10]

Bemessung:

- Die Bemessung erfolgt nach DWA-A 138
- Die Dauer des Bemessungsregens sollte mit $D = 10$ min gewählt werden, bei großen und flach geneigten Anschlussflächen kann die maßgebende Regendauer auf $D = 15$ min vergrößert werden ^[10]
- Der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Versickerungsfläche (sowohl Oberbau, als auch Untergrund) muss $k_f \geq 2 \times 10^{-5}$ m/s betragen

Flächenbedarf:

- Versickerungsfläche (A_S): von mindestens 25 % bis in der Regel über 100 % A_U

Herstellungskosten:

- Kosten fallen nur an, wenn keine vorhandenen Grünflächen genutzt werden können
- Rasen: ca. 5 – 10 EUR/m² entspricht ca. 2 – 10 EUR/m² A_U
- Schotterrassen: ca. 15 – 25 EUR /m² entspricht ca. 10 – 25 EUR/m² A_U

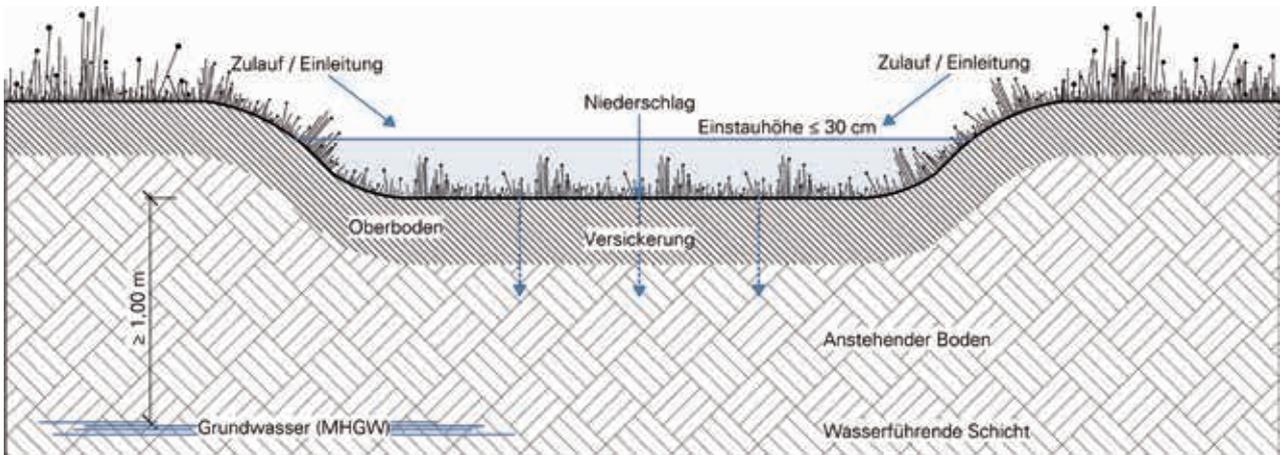
Unterhaltung:

- Regelmäßige Mahd, bzw. Grünflächenpflege nach DIN 18919 ^[22]
- Kontrolle der Zuläufe, Beseitigung von Ablagerungen und Wulstbildung – die Versickerungsfläche muss dauerhaft gleichmäßig beschickt werden



Mulde zur Versickerung oder Rückhaltung

2.2.2



Muldenversickerung

Die Mulde gehört aufgrund Ihrer einfachen Bauweise zu den am häufigsten eingesetzten Rückhalte- und Versickerungsanlagen. Sie bietet sich für Schulflächen mit beschränktem Platzangebot bei guter bis mittlerer Durchlässigkeit des Bodens an. In flachen, meist mit Rasen oder als Wiese begrüneten Bodenvertiefungen wird das anfallende Niederschlagswasser **mit Aufstau** durch den bewachsenen Boden in den Baugrund geführt oder, bei einer Rückhalteanlage, gedrosselt abgeleitet. Wie bei der Flächenversickerung erfolgt die Zuleitung vorzugsweise über oberirdische Rinnen. So kann eine allzu tiefe Ausbildung der Mulden vermieden werden.

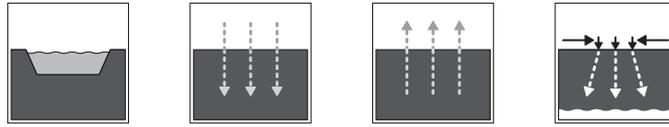
Mulden werden in der Regel mit einem linienförmigen Verlauf hergestellt. Sie können aber auch frei gestaltet werden. Dies macht eine gute Einbindung in die

Außenräume von Schulen möglich. Allerdings müssen dabei auch die Vorgaben der Unfallkasse ^[23] und der TR-Schulen Hamburg ^[21] beachtet werden (siehe Kapitel 2.2.6 Abgedichtete Systeme). Aus diesen Richtlinien lassen sich Hinweise für Mulden ableiten. So sollten Lauf- und Spielbereiche gemieden werden, um Gefahrensituationen bei Wassereinstau auszuschließen. Gegebenenfalls sind die Böschungsbereiche von Mulden durch eine Bepflanzung gegen Hineinfallen wirksam zu sichern. Geeignete Flächen sind meist in Randbereichen und auf Abstandsflächen zu finden. Auch Stellplatzanlagen lassen sich oft gut über Mulden entwässern.

Bei der Muldenversickerung ist keine Vorreinigung erforderlich, da die Versickerung ebenfalls über die belebte Bodenzone erfolgt.



Muldenversickerung als Gestaltungselement, mit unterschiedlich geneigter Böschung



Ausführung:

- Ausbildung von flach geneigten Mulden mit einer Einstauhöhe von maximal 30 cm und einer wasserdurchlässigen Oberbodenschicht von 10 bis 30 cm. Die Böschungsneigung sollte maximal 1:2 betragen, besser ist eine Neigung von 1:3 bis 1:7, um eine Mähbarkeit mit Großflächenmähern zu erreichen
- Die Anordnung sollte möglichst parallel zu den Höhenlinien des Geländes und mit annähernd waagerechter Sohlebene erfolgen, damit eine gleichmäßige Verteilung des Wassers gewährleistet ist. Bei stärkerem Geländegefälle können lange Mulden unterbrochen werden und kaskadenförmig hintereinander angeordnet werden
- Zuleitung von auf den versiegelten Flächen anfallendem Regenwasser über offene Rinnen oder über die Seitenräume von befestigten Flächen

Hinweise:

- Auf Schulhöfen sind für die Anlage von Mulden mit zeitweiligem Wassereinstau die Vorgaben der Unfallkassen zu beachten ^[23]

Bemessung:

- Die Bemessung zur Versickerung erfolgt nach DWA-A 138 ^[10], zur Rückhaltung nach DWA-A 117 ^[12]
- Zur Versickerung muss der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Untergrundes im Muldensohlenbereich $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s betragen
- Der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der aufgetragenen Oberbodenschicht sollte $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s betragen ^[10]
- Durch die Speicherfunktion der Mulde kann die Versickerungsrate oder, bei einer Rückhalteanlage, der Abfluss ins Siel geringer als der Zufluss sein
- Um eine Verschlickung und Verdichtung der Mulde zu vermeiden, soll die Entleerungsdauer für den gewählten Bemessungsregen nicht mehr als 24 Stunden betragen ^[16]

Flächenbedarf:

- Versickerungsfläche (A_s): in der Regel 10 bis 20 % A_u

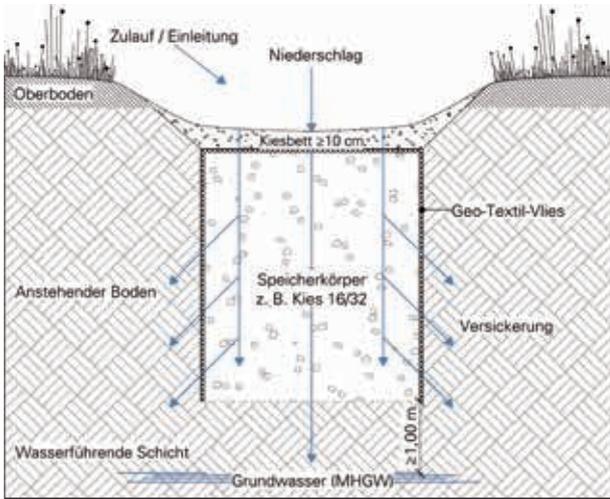
Herstellungskosten:

- Einfache Rasenmulde: ca. 25 – 35 EUR/m² entspricht ca. 2,5 – 7 EUR/m² A_u

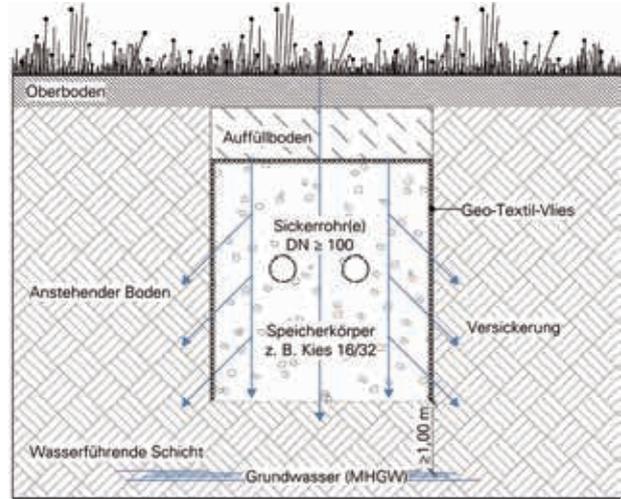
Unterhaltung:

- Mahd mindestens 1 x jährlich, Mähgut aufnehmen und ggf. Entfernen von Gehölzsämlingen
- bei bepflanzten Mulden: Regelmäßige Grünflächenpflege nach DIN 18919 ^[22]
- Regelmäßige Kontrolle der Zuläufe und Beseitigung von Ablagerungen, sowie Verhinderung von Auskolkungen nach Bedarf – die Versickerungsmulde muss dauerhaft gleichmäßig beschickt werden
- Entfernen von Laub im Herbst und nach Bedarf
- Wiederherstellung der Wasserdurchlässigkeit nach Bedarf (Vertikutieren, Bodenaustausch)





Rigolenversickerung (offene Rigole)



Rohrversickerung (geschlossene Rigole)

Bei der Rigolenversickerung wird das Niederschlagswasser von Dachflächen oberirdisch und möglichst auf ganzer Länge in einen mit Kies oder Schotter gefüllten offenen Graben – die Rigole – geleitet. Im Porenanteil der Rigole findet zunächst eine **unterirdische Speicherung** statt. Im Anschluss wird das

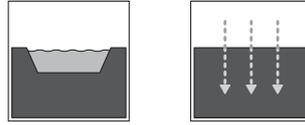
Regenwasser zeitverzögert über die Wände und Sohle in den Untergrund versickert. Bei der Rohrversickerung handelt es sich um eine Variante der Rigolenversickerung. Hier wird das Regenwasser unterirdisch in den Speicherkörper, der unterhalb der Geländeoberfläche liegt, geleitet. Der Speicherkörper kann aus grobkörnigen Schüttgütern wie Kies, Schotter und Lava oder aus festen Kunststoffelementen hergestellt werden. Das Material ist in Abhängigkeit von Standortfaktoren wie dem k_f -Wert des Untergrundes und der Flächenverfügbarkeit sowie nach Prüfung der Wirtschaftlichkeit zu wählen.

Zur Verteilung des Wassers und zur Vergrößerung des Stauraums werden bei der Rohrversickerung auf ganzer Länge des Rigolenkörpers ein oder mehrere Vollsickerrohre eingebracht. Der Rigolenkörper ist zur Sicherung gegen Kontakterosion und um einer Durchwurzelung vorzubeugen mit einem Geotextil zu ummanteln. Alle verwendeten Baustoffe müssen umweltverträglich sein. Grund- und Sickerwasser dürfen nicht durch Auswaschungen belastet werden.

Eine Rigolenversickerung bietet sich auf Schulhöfen mit beengten Platzverhältnissen an. Die Flächen über einer Rohrversickerung bleiben bei geringen Verkehrslasten nutzbar. Einige Hersteller von Kunststoffelementen bieten überbaubare Systeme an. So ist inzwischen auch die Herstellung von Verkehrsflächen über einer Rigole möglich.



Füllkörper-Rigole im Bau (je nach Hersteller und System sind auch schwerlastbefähigte Bauweisen – SLW 60 – möglich)



Ausführung:

- Herstellung von Rigolen mit grobkörnigem Füllmaterial oder Kunststoffelementen mit waagerechter Sohlebene. Ummantelung des Speicherkörpers mit einem filterstabilen Geotextil-Vlies ($k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s; Robustheitsklasse 3 oder 4)
- Für Rohr-/Füllkörperrigolen: Einbau eines Kontroll- und Absetzschachtes (mit Schlammfang) als Zuleitung, um den Eintrag von Fremdstoffen zu verhindern, sowie ggf. eines Spülschachtes am Ende der Rigole zur Entnahme von Spülgut
- Verlegung von Vollsickerrohren mit Wasseraustrittsfläche ≥ 100 cm²/m, ohne Gefälle und mindestens 20 cm über der Grabensohle ^[16]
- Ober- und/oder unterirdische Zuleitung von Dachflächenwasser (nur nichtmetallische Dächer, grundsätzlich kein Niederschlagswasser von Verkehrsflächen)

Hinweise:

- Bei der Anordnung der Rigolenversickerung auf dem Grundstück ist ein ausreichender Abstand zum Wurzelbereich geplanter und vorhandener Bäume und zu geplanten oder vorhandenen Versorgungsleitungen einzuhalten
- Die Rigolenversickerung darf gering durchlässige Schichten mit guter Schutzwirkung für das Grundwasser nicht durchstoßen

Bemessung:

- Die Bemessung erfolgt nach DWA-A 138
- Der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht unterhalb der Rigolensohle muss $k_f \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s betragen
- Durch die Speicherfunktion der Rigole kann die Versickerungsrate geringer als der Zufluss sein. Je nach Bauweise und verwendetem Füllmaterial liegt das nutzbare Volumen zwischen 30 % (eng gestufter Kies) bis > 90 % (Kunststoffelemente)

Flächenbedarf:

- Offene Rigole: Versickerungsfläche (A_s): ca. 6 – 7% A_u
- Geschlossene Rigole: variabel/abhängig von der Bauweise

Herstellungskosten:

- Offene Rigole: ca. 60 – 85 EUR/m³ oder ca. 5 – 7 EUR/m² A_u
- Geschlossene Rigole: je nach Bauweise ca. 100 – 300 EUR/m³ entspricht ca. 6 – 12 EUR/m² A_u

Unterhaltung:

Offene Rigole:

- Entfernen von Bewuchs und Fremdstoffen auf der Kiesoberfläche, nach Bedarf und nur manuell, ohne den Einsatz von Herbiziden oder anderen wassergefährdenden Stoffen
- Entfernen von Laub im Herbst und nach Bedarf
- Regelmäßige Kontrolle der Zuläufe, Beseitigung von Ablagerungen – die Versickerungsrigole muss dauerhaft gleichmäßig beschickt werden

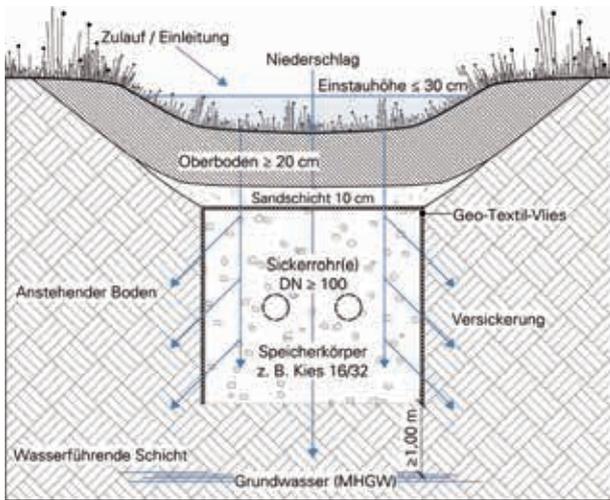
Geschlossene Rigole:

- Inspektion der Kontrollschächte, halbjährlich, ggf. Entschlammung
- Inspektion der Sickerstränge, nach Bedarf, ggf. Hochdruckspülung
- Schutz der Anlage vor Durchwurzelung bei nachträglicher Bepflanzung

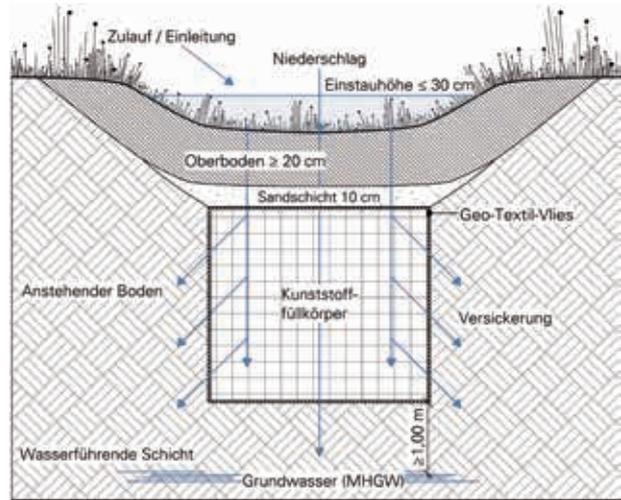


Mulden-Rigolenversickerung

2.2.4



Mulden-Rigolenversickerung mit Kieskörper



Mulden-Rigolenversickerung mit Kunststofffüllkörper

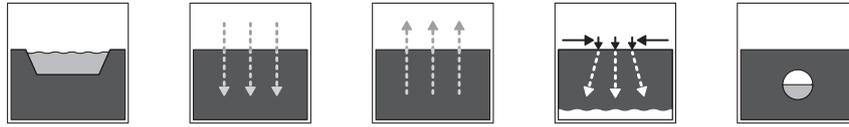
Mit der Mulden-Rigolenversickerung steht eine **kom-binierte Anlage** für Schulgrundstücke mit geringem Freiflächenanteil und weniger durchlässigem Untergrund zur Verfügung. Ein Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer **oberirdischen** begrünten Mulde, kombiniert mit einer **unterirdischen** Rigole. Das Niederschlagswasser wird hier zunächst oberirdisch in die Mulde geleitet, dort aufgestaut und im Anschluss zeitverzögert in den Speicherkörper der darunterliegenden Rigole versickert. Durch diesen zweiten Speicher werden das Retentionsvermögen und die versickerungswirksame Fläche gegenüber einer einfachen

Mulde erheblich vergrößert. Dies erfolgt bei gleichzeitig sehr guter Reinigung des Regenwassers über die belebte Bodenzone. Mehrere Mulden-Rigolen-Elemente können zu einem sogenannten Mulden-Rigolen-System parallel geschaltet oder hintereinander zusammengeschlossen werden.

Für die Planung und den Bau einer Mulden-Rigolenversickerung sind die Punkte der beiden vorangegangenen Kapitel maßgebend (Nr. 2.2.2/2.2.3). Zusätzlich sind in der Kombination weitere Punkte zu beachten.



Mulden-Rigolen-Element kurz nach der Fertigstellung, vor Auflaufen der Rasensaat

**Ausführung:**

- Einbau einer Sandschicht ≥ 10 cm mit $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s, oberhalb der Vlies-Ummantelung der Rigole
- Einbau einer Oberbodenschicht ≥ 20 cm mit $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s als Sohlenschicht in der Mulde
- Bei Verkehrsflächen kein Einbau eines Überlaufes zur direkten Einleitung von der Mulde in die Rigole
- Oberirdische Zuleitung von Dachflächenwasser sowie Regenwasser von Verkehrs- und Hofflächen in die begrünte Mulde

Hinweise:

- Der Anschluss von Abflussflächen direkt an die Rigole ist zu vermeiden ^[10]
- Die einzelnen Mulden-Rigolen-Elemente in einem Mulden-Rigolen-System sind durch Schachtbauwerke mit Drosselung und Überlauf zu trennen ^[16]

Bemessung:

- Die Bemessung erfolgt nach DWA-A 138
- Der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht unterhalb der Rigolensohle muss $k_f \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s betragen
- Ab einem k_f -Wert des Untergrundes von $\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Überlaufmöglichkeit mit Drosselabfluss aus der Rigole in den Vorfluter vorzusehen ^[10]

Flächenbedarf:

- Versickerungsfläche (A_s): ca. 8 – 12% A_u
- Bei Mulden-Rigolenversickerung mit gedrosseltem Abfluss: Versickerungsfläche (A_s): $\geq 3\%$ A_u ^[29]

Herstellungskosten:

- Mulden-Rigolen-Element: je nach Bauweise der Rigole ca. 100 – 300 EUR/m³ entspricht ca. 15 – 25 EUR/m² A_u

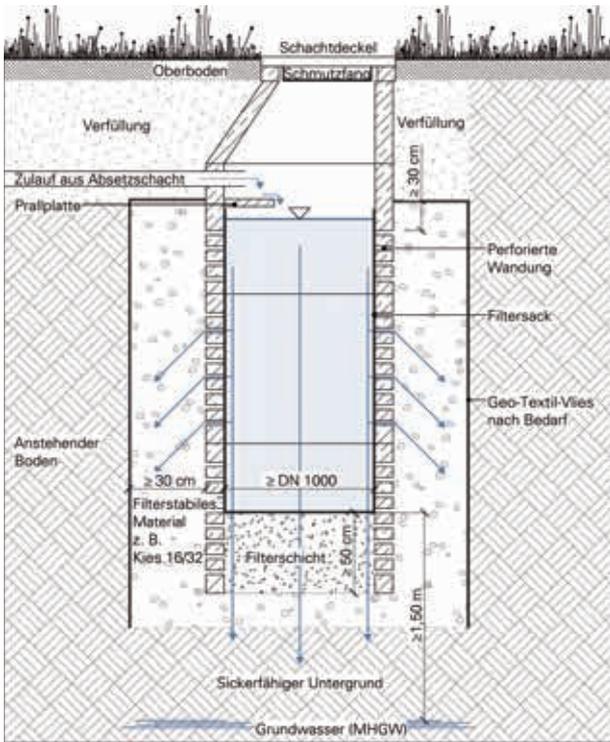
Unterhaltung:

- Pflege- und Unterhaltungsaufwand wie bei Mulde und geschlossener Rigole
- Zusätzlich Kontrolle der Mutterbodenschicht auf Trockenrisse oder Ausspülungen, halbjährlich und Ausbesserung bei Bedarf

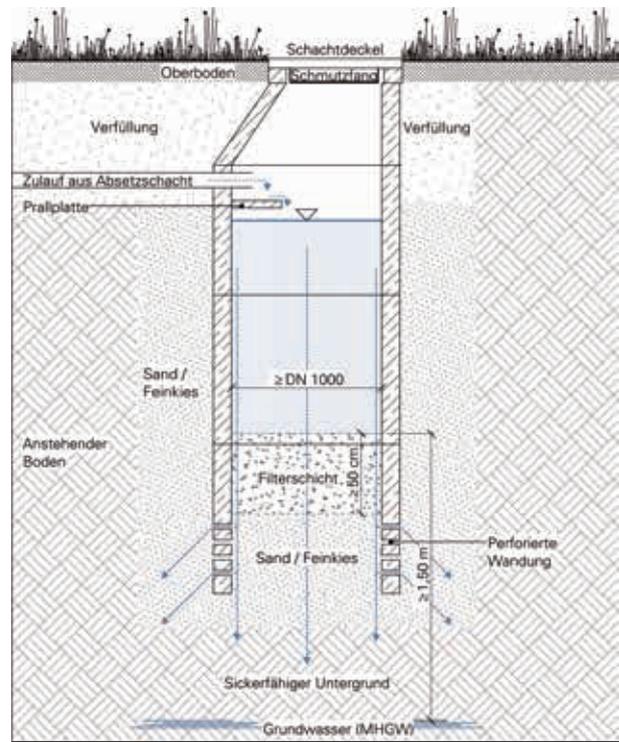


Schachtversickerung

2.2.5



Schachtversickerung Typ A



Schachtversickerung Typ B

Die Schachtversickerung ist eine punktförmige Versickerung **mit unterirdischer Speicherung**. Das Niederschlagswasser wird in einem Schacht aufgestaut und über künstlich eingebaute Filterschichten an den Untergrund abgegeben. Ein Versickerungsschacht wird ohne Boden hergestellt und besteht in der Regel aus einem Betonkonus mit Abdeckung und perforierten Betonringen oder alternativ aus Kunststoffen wie PE- oder GFK. Aufgrund der systembedingten großen Bautiefe von Sickerschächten ist für den Einsatz dieser Bauweise ein entsprechend großer Grundwasserflurabstand die Voraussetzung. Die Schachtversickerung ist die aus Sicht des Grundwasserschutzes ungünstigste Bauweise mit der geringsten Stoffrückhaltefunktion.

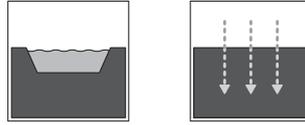
Es werden zwei Bauarten für Sickerschächte unterschieden:

Schachttyp A: Hier sind alle Schachtbauteile **unterhalb des Zulaufs perforiert**. Die Versickerung erfolgt über die Seitenwände des Schachtes. Zum Schutz des Grundwassers und für den dauerhaften Erhalt der Sickerfähigkeit ist ein Filtersack vor die Schachtwände zu hängen. Der Schachttyp A verfügt

bei gleicher Bautiefe über ein größeres Speichervolumen als der Schachttyp B, da beim Schachttyp B der Filtersand mächtiger ist.

Schachttyp B: Hier sind lediglich die Schachtbauteile **unterhalb der Filterschicht perforiert**. Das Regenwasser durchläuft zunächst die Filterschicht über der offenen Schachtsohle. Erst danach versickert es in den Untergrund (entspricht einem Sickerschacht nach DIN 4261-1 [24]). Da bei dem Schachttyp B durch Austausch der Filterschicht die Sickerfähigkeit dauerhaft erhalten werden kann, geht man von einer längeren Lebensdauer als bei Schachttyp A aus.

Auf Schulgrundstücken mit wenig Freifläche können mit einer Schachtversickerung die Dachflächen von Einzelgebäuden, beispielsweise kleinere Turnhallen, Pavillonbauten oder Garagen entwässert werden. Bei einer Schachtversickerung fehlt die Reinigung durch die belebte Bodenzone. Sickerschächte können beliebig überbaut werden, so gehen keine Schulhöfen verloren, allerdings sind sie bei mangelhafter Wartung auch deutlich störanfälliger als andere Versickerungssysteme.



Ausführung:

- Herstellung von Sickerschächten mit einem Mindestdurchmesser von DN 1000
- Einbau einer Filterschicht mit einer Stärke von $d \geq 50$ cm aus karbonathaltigem Sand mit einer Körnung von 0,25 – 4 mm und einer Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 1 \times 10^{-3}$ im Bereich der Schachtsohle
- Für Schachttyp A: Einbau eines Filtersacks
- Im Bereich der Versickerzone ist der Schacht mit filterstabilem Material bis 30 cm über OK Sickeröffnung aufzufüllen. Der Schacht ist mit filterstabilem Material zu ummanteln. Die Ummantelungsdicke soll mindestens 30 cm betragen ^[16]
- Ggf. Einfassung der Kies-Ummantelung des Schachtes mit Geotextil-Vlies (Robustheitsklasse 3 oder 4)
- Der Einbau eines vorgeschalteten Absetzschachtes (mit Schlammfang) als Zuleitung wird empfohlen, um den Eintrag von Fremdstoffen zu verhindern
- Ober- und/oder unterirdische Zuleitung von Dachflächenwasser (nur nichtmetallische Dächer)
- Zur Vergrößerung des Stauvolumens können mehrere Schächte zu einer sogenannten Sickergalerie hintereinander geschaltet und durch Überläufe miteinander verbunden werden. Abstand zwischen zwei Schächten: ≥ 10 m

Hinweise:

- Bei der Anordnung der Schachtversickerung auf dem Grundstück ist ein ausreichender Abstand zum Wurzelbereich geplanter und vorhandener Bäume und zu geplanten oder vorhandenen Versorgungsleitungen einzuhalten
- Versickerungsschächte dürfen gering durchlässige Schichten mit guter Schutzwirkung für das Grundwasser nicht durchstoßen

Bemessung:

- Die Bemessung erfolgt nach DWA-A 138
- Der mittlere Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht unterhalb des Sickerschachtes muss $k_f \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s betragen

Flächenbedarf:

- Versickerungsfläche (A_s): $< 2 \% A_u$

Herstellungskosten:

- Sickerschacht Typ A und B: ab ca. 1.500 EUR/Stk entspricht ca. 15 – 25 EUR/m² A_u

Unterhaltung:

- Inspektion der Absetz- und Sickerschächte und Dokumentation der Wasserstände, halbjährlich
- Entschlammung der vorgeschalteten Absetzschächte, bei Bedarf
- Wiederherstellung der Durchlässigkeit:
 - Schachttyp A – Reinigung und ggf. Austausch des Filtersacks
 - Schachttyp B – Abschälen und Erneuern der Filterschicht

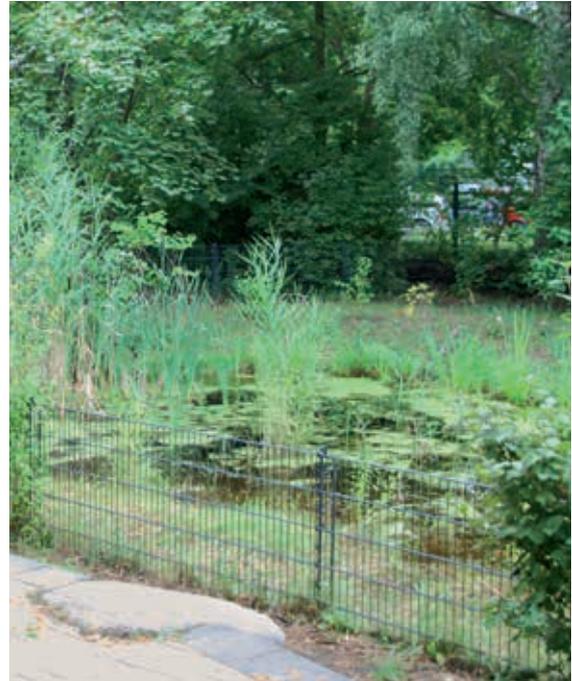


Abgedichtete Systeme

Teichversickerung, Rückhalte-Sicker-Mulde

Gegenüber dem Baugrund abgedichtete Systeme, wie etwa Teiche, werden an Hamburger Schulen nur in Ausnahmefällen eingesetzt. Dies gilt auch für kombinierte Anlagen mit Sicker- und Rückhaltefunktion. Aufgrund des **dauerhaften Einstaus** mit Wasserständen von häufig über 80 cm bestehen besondere Anforderungen an die Verkehrssicherungspflicht und an die Einbindung in das Schulgelände. Hier sind insbesondere die Vorgaben der TR-Schulen und der Unfallkasse zu beachten (siehe Infokasten).

Zusätzlich ergibt sich aufgrund von Wasserspiegelschwankungen und der spezifischen Vegetation auf wechselfeuchten Standorten ein höherer Pflege- und Unterhaltungsaufwand. Dieser kann nicht über die regelmäßige standardisierte Grünflächenpflege abgedeckt werden. Teiche und Biotope müssen mindestens jährlich von Einträgen wie Laub und Unrat gereinigt werden. Unerwünschter Aufwuchs und abgestorbene Pflanzenteile sind regelmäßig zu entfernen, um einer Verlandung vorzubeugen.



Regenwassergespeicher Schulteich mit Einfriedung aus Stabmattenzaun

Auszüge aus den geltenden Richtlinien für Biotope und Teiche an Schulen

1. Unfallverhütungsvorschrift GUV-V S1 (2001) ^[23]

§14 Einrichtungen und Anlagen im Freien:

(5) Wasseranlagen sind sicher zu gestalten und so anzulegen, dass die Gefahr des Hineinfallens von Schülerinnen und Schülern vermieden wird.

Wasseranlagen auf dem Schulgelände sind sicher gestaltet, wenn sie z.B.

- im Randbereich der Pausenhoffläche angeordnet sind, die Wassertiefe höchstens 1,20 m beträgt und eine mindestens 1,00 m breite Flachwasserzone bis zu einer Wassertiefe von maximal 0,40 m vorgesehen ist, oder
- in Uferbereichen ohne Flachwasserzone durch Zäune, Geländer oder heckenartige Bepflanzungen gesichert sind.

2. TR-Schulen (2012) ^[21]

16.3.7.5. Schulteiche/Biotope

Schulteiche/Biotope bedürfen der schriftlichen Zustimmung der Schulleitung und der BSB.

Maximale Wassertiefe 0,80 m. Mind. 1,00 m breite Flachwasserzone, max. 0,40 m tief mit Kies, Naturboden, Bepflanzung.

In Grundschulen Einfriedung mit abschließbarem Tor, mind. 1,00 m hoch. Alternative zur Einfriedung: fest verankerte Gittermatte, Maschenweite max. 12 x 12 cm, ca. 10 cm unter der Wasseroberfläche, die das Gewicht mehrerer Kinder trägt.

Regenwassernutzung

2.3

Die gezielte Nutzung von Regenwasser in Gebäuden und für Grünflächen ist ein Baustein der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. In Fachkreisen wird allerdings u. a. das Kosten-Nutzen-Verhältnis durchaus kontrovers diskutiert. Die Regenwassernutzung kommt an Hamburger Schulen zur Zeit nur in äußerst geringem Umfang und auch nur für die Gartenbewässerung zum Einsatz.

Laut Informationsbroschüre des Umweltbundesamtes zur Regenwassernutzung ^[30] ist gegenüber der Regenwassernutzung „aus ökologischen Gründen ... eine ortsnahe Regenwasserversickerung zu bevorzugen, die lokal die Grundwasserneubildung verbessert.“ Die Nutzung von Regenwasser als Brauchwasser (Toilettenspülung) kann für einen Neubau auf Wirtschaftlichkeit geprüft werden.



Einbau von Zisternen für die Regenwassernutzung

Systeme zum Transport

2.4

Das anfallende Niederschlagswasser ist, bei ausreichender Flächenverfügbarkeit, grundsätzlich immer über die belebte Bodenzone zu versickern. Gerade auf Schulgrundstücken sind die dafür notwendigen Versickerungsanlagen möglichst flach auszubilden. Bei

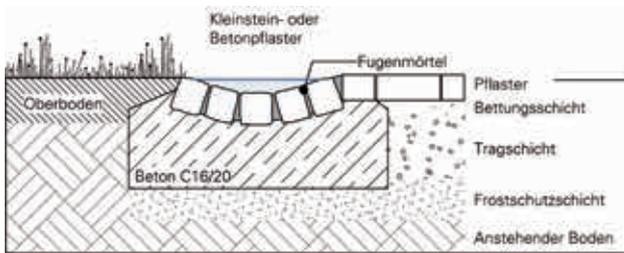


Sohliefen von rund 0,30 m können Gefahren für die Schüler durch große Einstauhöhen ausgeschlossen werden und die Mulden bleiben einfach zu pflegen.

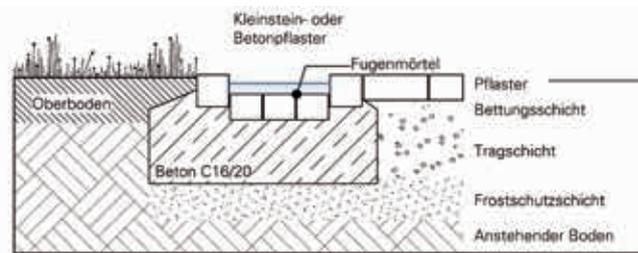
Um diese Sohliefen zu erreichen, kann das Regenwasser, vor allem bei geringem Geländegefälle, nur über offene Abflussrinnen oder Kastenrinnen in die Versickerungsanlagen geleitet werden.

In der Herstellung sind offene Rinnen meist kostengünstiger als Sielleitungen und sie ermöglichen zusätzlich noch eine Erhöhung der Verdunstungsrate. Die **Wege des Regenwassers** werden durch ein oberflächennahes Rinnensystem wieder erlebbar. Vielfältig gestaltete „Bachläufe“ können an Regentagen zum Spielelement werden und bedeuten bei gelungener Einbindung in das Schulgelände immer eine Steigerung der Aufenthaltsqualität.

Einleitung über offene Pflasterrinnen und geschlossene Kastenrinnen



Entwässerungsrinne, Stichbogen



Entwässerungsrinne, Kastenprofil

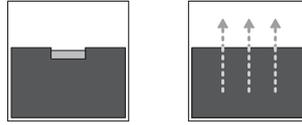
Dem Planer stehen Rinnen aus Betonformsteinen, abgedeckte Kastenrinnen oder auch gepflasterte Rinnen aus Natur- oder Betonsteinpflaster zur Verfügung. Die Auswahl richtet sich dabei nach den funktionalen Anforderungen an die Rinne, also z. B. die Art und Größe der angeschlossenen Flächen, Aspekte der Pflege und Unterhaltung oder die Nutzung und damit auch die Verkehrssicherheit im Bereich der Anlagen. Rinnen dürfen keine Gefahren für Fußgänger und Radfahrer auslösen und in Verkehrsflächen müssen sie über-

fahrbar sein. Im Bereich von Querungen bieten sich daher oft Kastenrinnen mit Abdeckrosten an, die allerdings aufwendiger zu unterhalten sind als offene Pflastermulden.

Die angeschlossene Fläche, das Sohlgefälle und der Rauheitsbeiwert bestimmen die Dimensionierung der Rinne. Auch bei Starkregenereignissen muss das Regenwasser sicher in die Versickerungsanlagen geleitet werden.



Die Pflasterrinne als zentraler Baustein der Schulhofgestaltung



Ausführung:

- Herstellung von offenen Rinnen aus Pflaster, Betonfertigteilen oder Bordsteinen, mit einem Sohlgefälle von $J_s \geq 0,5 \%$, auf ein Betonfundament nach DIN 18318 [25] und RAS-Ew [13] – bei befahrenen Rinnen mit einer Druckfestigkeit des Betons von mindestens 15 N/mm^2 und einer Fundamentstärke von $d \geq 20 \text{ cm}$
- oder Herstellung von Kastenrinnen nach DIN EN 1433 [26] in Verbindung mit der Einbauanleitung des Herstellers
- Rinnen als Einfassung von befestigten Flächen, müssen mit einer Betonrückenstütze mit einer Breite von $b \geq 15 \text{ cm}$ hergestellt werden
- Wasserdichte Verfugung der Steinzwischenräume (mit WU-Mörtel) – Vorfüllung der Fugen mit Sand, Splitt oder Baustellenbeton ist nicht zulässig
- Ab einer Rinnenlänge von höchstens 12 m sind gemäß DIN 18318 [25] Dehnungsfugen herzustellen (4 bis 6 m bei befahrenen Rinnen)

Hinweise:

- Zum Schutz von Gebäuden vor Vernässungs- oder Überflutungsschäden – im Falle eines Versagens der Rinne – müssen möglichst kurze und direkte Wege zur Ableitung gewählt werden

Bemessung:

- Die Berechnung von Durchflussrate und Fließgeschwindigkeit erfolgt nach der Fließformel von *Manning/Strickler*
- Bei wechselnden Querschnitten ist der geringste Querschnitt anzusetzen
- Für die Versickerungsanlage muss die Dimensionierung mindestens für das 5-jährliche Regenereignis erfolgen. Für das 30-jährliche Regenereignis ist ein Überflutungsnachweis erforderlich (siehe Kapitel 5.2 Überflutungsnachweis)

Herstellungskosten:

- Rinne aus Betonfertigteilen: ab ca. 40 EUR/m
- Rinne aus Betonpflaster: ab ca. 50 EUR/m
- Rinne aus Natursteinpflaster: ab ca. 70 EUR/m
- Kastenrinne: ab ca. 150 EUR/m

Unterhaltung:

- Regelmäßige Kontrolle von Betriebspunkten, wie z. B. an Fallrohrreinmündungen, Richtungswechseln und Zusammenflüssen oder an Übergängen in Versickerungsanlagen
- Beseitigung von Pflanzenaufwuchs in Fugen, Wulstbildung an Übergängen zu Vegetationsflächen, Fremdstoffen und Sedimentablagerungen nach Bedarf
- Regelmäßige Kontrolle und Reinigung der angeschlossenen Dachrinnen



3

Regenwasser auf dem Schulhof

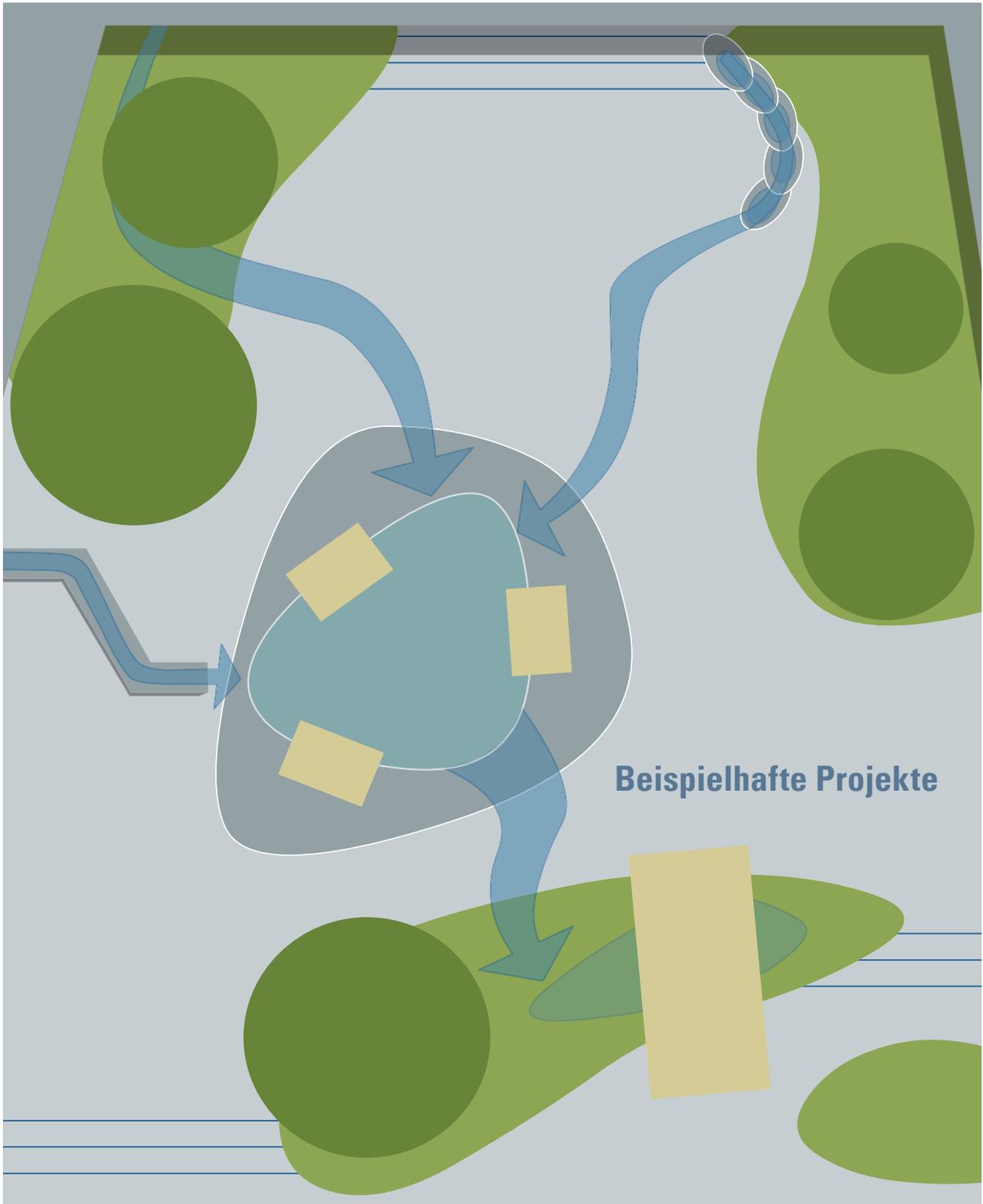
Einbindung in die Gestaltung

3.1



Regenwasser sichtbar über den Schulhof zu leiten und dann für die Schüler wahrnehmbar dezentral zu versickern, ist eine technische Aufgabe, die gleichsam mit hohen gestalterischen Ansprüchen verbunden ist. Bei Regen sollen die Wege des Wassers für die Schüler erlebbar werden, während gleichzeitig ein dauerhafter, wartungsarmer Betrieb aller notwendigen Entwässerungsanlagen sichergestellt sein muss. Gerade Betriebspunkte wie Übergänge vom Fallrohr zur Pflasterrinne, der Auslauf in eine Sickersmulde oder auch Fallrohre selber lassen sich dabei mit etwas Kreativität gut in Szene setzen. Aber nicht nur die betonte Inszenierung einzelner Entwässerungselemente, sondern auch intelligente, für die Schüler erst auf den zweiten Blick erkennbare Details, tragen zu einem gelungenen Ganzen bei.

Der Schulhof als Spiel-, Lern- und Naturerlebnisraum gewinnt durch den Ganztagesbetrieb in Zukunft enorm an Bedeutung. Dem kann durch gute Planung Rechnung getragen werden. Als Anregung und Motivation für Schulen und Planer werden im Folgenden einige vorbildliche Regenwasser-Projekte vorgestellt. Die Bilder machen deutlich, wie der Mehrwert für den Schulhof im konkreten Beispiel aussehen kann. Über die natürliche Anziehungskraft des Wassers wird hier Akzeptanz und Identifikation gebildet. Mit einer neuen Infrastruktur für das Regenwasser auf dem Schulhof entstehen neue Impulse für die pädagogische Arbeit. Gleichzeitig wird die Beziehung der Schüler zum Lernort Schule durch klar ablesbare und auch benutzbare Gestaltungskonzepte gestärkt.



Paul-Dohrmann-Schule Dortmund



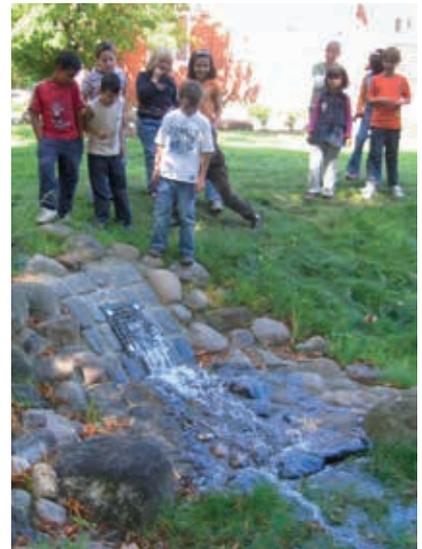
Über eine geschwungene Fallrohrbrücke wird das Dachflächenwasser in den Schulteich geleitet. Auf dem Schulhof wird die Regenwasserbewirtschaftung durch die offene Ableitung in Pflasterrinnen zum zentralen Gestaltungselement



Die Übergänge der Fallrohre in die offene Pflasterrinne werden durch Sitzblöcke markiert und gleichzeitig gesichert

Planung: KaiserIngenieure, Dortmund
Fertigstellung: 2002

Grundschule Leuschnerstraße Hamburg



Stellplatzflächen und Teile des Schulhofes wurden entsiegelt.
Das anfallende Regenwasser wird über einen gut sichtbaren
Auslauf in ein Mulden-Rigolen-System geleitet

Planung: Ing.-Gesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, Hoppegarten
Fertigstellung: 2007

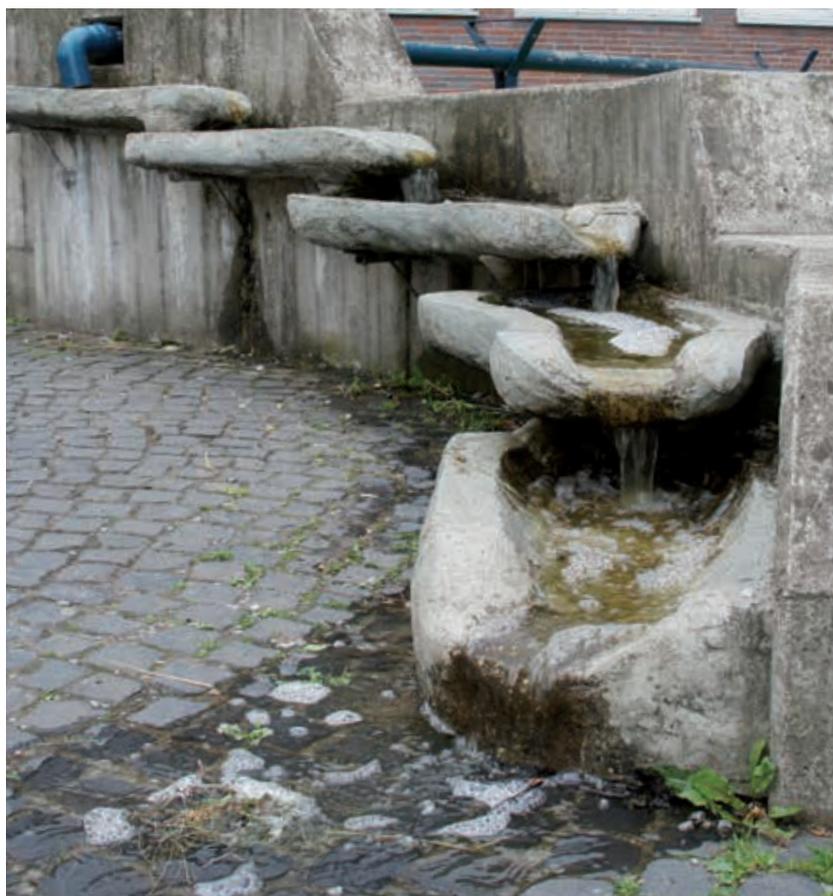
Hibernia-Schule Herne



„Die Route des
Regenwassers“



Im Eingangsbereich der Schule wird das Dachflächenwasser über Fallrohrbrücken und Beton-Aquädukte zentral in einem Fischteich gesammelt und im Anschluss in die seitlich gelegenen Mulden-Rigolen-Elemente geleitet



Planung: KaiserIngenieure, Dortmund/Hiberniaschule
Fertigstellung: 2000



Die Ableitung des Regenwassers wird über Wasserschalen, offene Aquädukte und Pflasterrinnen für die Schüler, aber auch Besucher und Passanten gut sichtbar in Szene gesetzt

Johann-Gottfried-Herder-Oberschule Berlin



Mäandrierende Pflasterrinnen leiten das Wasser aus den Fallrohren über die Freiflächen der Schule in ein flaches Wasserbecken. Im Bereich von Wegen wird das Wasser in abgedeckten Kastenrinnen geführt

Planung: Dipl.-Ing. Angeli Büttner, Berlin
in Zusammenarbeit mit Grün macht Schule, Berlin
Fertigstellung: 2005

Ferdinand-Freiligrath-Oberschule Berlin



Der Schulhof ist nach der Entsiegelung mit vielen bereits vorhandenen Materialien bunt und anregend gestaltet. Die Pflasterflächen wurden mit großen Fugen wasserdurchlässig ausgeführt. Die blaue Rinne aus Keramiksteinen ist Hauptgestaltungselement und gibt dem Pausenhof eine lebendige Atmosphäre

Planung: Hanke + Partner, Berlin
in Zusammenarbeit mit Grün macht Schule, Berlin
Fertigstellung: 2000

Reinhardswald-Grundschule Berlin



Eine zentrale Pflasterrinne leitet das Wasser über den Pausenhof der Grundschule. Höhengsprünge im Gelände werden mit einer Wassertreppe aus Findlingen überwunden



Planung: E.F.E.U. Landschaftsarchitekten
in Zusammenarbeit mit
Grün macht Schule, Berlin
Fertigstellung: 2007

Bildungsthema „Leben mit Wasser“

3.2

Auf der Mehrzahl der Hamburger Schulhöfe verschwindet das anfallende Niederschlagswasser direkt und für die Schüler unsichtbar im Sielnetz. Dieser Vorgang ist so selbstverständlich, dass er nur sehr selten hinterfragt wird. Dabei können mit der Offenlegung der Regenwasserwege etliche Unterrichtsthemen einen wirksamen Realitätsbezug erhalten. Natürliche Kreisläufe, wie der Kreislauf des Wassers, können direkt vor Ort studiert werden. Umwelt-erziehung wird erlebbar. Themen wie Gewässer- und Grundwasserschutz, klimatische Veränderungen, Sielüberlastung, Wassergewinnung oder Regenwassernutzung können anschaulich dargestellt werden. Letztendlich kann erst durch das alltägliche Erleben von natürlichen Prozessen und durch den spielerischen Umgang damit ein naturwissenschaftliches Interesse geweckt werden.

Im Falle einer Umplanung sollten schon von Beginn an Schulleitung, Schüler, Eltern und Lehrer in die jeweiligen Planungsschritte einbezogen werden. Zum einen, um auf etwaige Vorbehalte frühzeitig reagieren zu können. Noch viel mehr aber, da sich die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung gut für **Schulprojekte** in jeglicher Form eignet. Sei es im Zuge der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, im Laufe einer Projektwoche an der Schule oder aber im Zusammenhang mit Schulwettbewerben, sogenannten „Best-Practice-Wettbewerben“, bei denen Umgestaltungen von Schulhöfen und Beteiligungsprozesse an Schulen prämiert werden (siehe Kapitel 6.4 Internet-Links). Sind alle Betroffenen von Anfang an informiert und einbezogen, lassen sich Begeisterung und Engagement für die Maßnahme wecken.



Regenwasserprojekte und Schülerbaustellen zum Thema Regenwasser lassen sich gut in eine Projektwoche integrieren



Über Modellbau lassen sich fächerübergreifend die Ideen der Schüler visualisieren

4

Wirtschaftlicher Vergleich

An einer Vielzahl von Projekten im gesamten Bundesgebiet wurde bisher schon nachgewiesen, dass die **Investitionskosten** für Entwässerungssysteme mit einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung deutlich **niedriger** sein können als die Investitionskosten für eine herkömmliche Entsorgung über das öffentliche Siel. Dabei wurden Projekte mit den unterschiedlichsten hydrogeologischen Voraussetzungen und in allen denkbaren Größen vom Einfamilienhausgrundstück über große Gewerbeflächen bis zum 17 Hektar großen Siedlungsgebiet betrachtet.

Allen Beispielprojekten gemeinsam sind die umfassende Betrachtung der örtlichen Anforderungen und die Bewertung verschiedenster Lösungsmöglichkeiten in der Planungsphase. In fast allen Projekten wurde eine Kombination mehrerer Bausteine aus den Bereichen Entsiegelung, Rückhaltung und Versickerung realisiert. Auch die Dachbegrünung spielte dabei häufig eine zentrale Rolle.

Mit der Umstellung des Gebührenmodells im Jahr 2012 gilt in Hamburg, wie bereits in vielen anderen deutschen Kommunen auch, eine verursachergerechte Abrechnung der Abwassergebühren. Diese Umstellung schafft zusätzlich Anreize, das Niederschlagswasser vor Ort, auf dem eigenen Grundstück, zu versickern. Auskünfte zu Abwassergebühren und Einleitbeschränkungen können über die Hamburger Stadtentwässerung (HSE) ^[36] eingeholt werden.

Die Einsparung an Gebühren kann in der Regel als reale jährliche Ersparnis angerechnet werden, da die **Betriebskosten** für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in etwa **gleich hoch** sind, wie die einer konventionellen Entwässerung. Die Kosten für die Pflege und Unterhaltung von dezentralen Versickerungsanlagen entsprechen nach einer Untersuchung für das Emschergebiet ^[31] in den meisten Fällen den Kosten für Rohrreinigung und Kanalsanierung bei konventioneller Entwässerung. Dies gilt insbesondere auch für Schulgrundstücke, da hier für Versickerungsanlagen üblicherweise die vorhandenen Grünflächen umgenutzt werden. So fallen beispielsweise keine zusätzlichen Kosten für Rasenmähd in Mulden an.

Auch an den Hamburger Schulen muss bei zukünftigen Maßnahmen die Wirtschaftlichkeit der zu Verfügung stehenden Systeme verglichen werden. Zur **Ersteinschätzung der Wirtschaftlichkeit** kann von Herstellungskosten von ca. 20-25 EUR pro Quadratmeter abgekoppelter Fläche (A_{u}) ausgegangen werden. Zur Verdeutlichung der Sparpotentiale einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung folgen an dieser Stelle die Kenndaten zu einigen bereits gebauten oder noch in der Planung befindlichen Schulbauprojekten.

$348\text{m}^2 \times 0,73\text{€}/\text{m}^2$

Sielgebühren

$17\text{l/s} \times 24.500\text{m}^2$

Kalkulation

$560\text{m}^2 \times 50\%$

$1.850\text{m}^2 \times 0,73\text{€}/\text{m}^2$

3.522,20

€

Nr.	ANGESCHLOSSENE FLÄCHE*	FLÄCHENTYP	NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT KONVENTIONELLEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM			NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT DEZENTRALER REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG		
			FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET	FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET
1	Vollversiegelte Fläche	Asphalt, Pflaster und Platten	3.050 m ²	100%	3.050 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
2	Teilsversiegelte Fläche	Rasenfugen- und Sickerpflaster	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
3	Unversiegelte Fläche	Rasen, Kies, Schotterrasen	7.000 m ²	0%	0 m ²	7.000 m ²	0%	0 m ²
4	Normaldach	Schrägdach, Flachdach	4.210 m ²	100%	4.210 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
5	Gründach	Extensive Dachbegrünung	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
6	Fläche an Versickerungsanlage mit Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
7	Fläche an Versickerungsanlage ohne Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	0%	0 m ²	7.260 m ²	0%	0 m ²
Anrechenbare Flächen Gesamt					7.260 m ²			0 m ²
Niederschlagswassergebühr Hamburg**					0,73 €/m ²			0,73 €/m ²
Kosten					5.300 €/Jahr			0 €/Jahr
ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL			ABFLUSS			ABFLUSS		
Abfluss mit 5-jährlichem Regenereignis			170,0 l/s			0,0 l/s		
MINDERKOSTEN / EINSPARUNG						JAHRE	MINDERKOSTEN	
Differenz Jahreskosten ohne und mit Regenwasserbewirtschaftung						1	5.300 €/Jahr	
In 20 Jahren**						20	105.996 €	

* Flächenkategorien und Ansatz nach Tabelle "Gebührensplittung - Flächenabminderung" der Hamburger Stadtentwässerung (HSE)

** Stand 2013, erzielte Einsparung bei konstanter Höhe der Gebühr

Beispielrechnung 1: (Versickerungsanlage)

Die Grundschule Moorflaggen am Wagrierweg ist eine zweizügige Grundschule im Stadtteil Niendorf-Nord. Die Leitungen im Regenwasser- und Schmutzwassersystem sind marode und abgängig. SBH | Schulbau plant im Rahmen der erforderlichen Sielsanierung das Entwässerungssystem für das Regenwasser neu zu entwickeln.

Das Dachflächenwasser der Gebäude und Laubengänge wird in unterirdische Rigolen geleitet und dort

versickert. Die befestigten Oberflächen werden so angeordnet, dass das anfallende Regenwasser in die nebenliegenden Grünflächen geleitet werden kann.

Es entsteht ein wartungsarmes Entwässerungssystem. Ein Abfluss in das öffentliche Siel ist nicht mehr notwendig.

GRUNDSCHULE WEGENKAMP			Fertigstellung 2013 arbos Freiraumplanung, Hamburg					
Nr.	ANGESCHLOSSENE FLÄCHE*	FLÄCHENTYP	NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT KONVENTIONELLEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM			NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT DEZENTRALER REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG		
			FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET	FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET
1	Vollversiegelte Fläche	Asphalt, Pflaster und Platten	1.800 m ²	100%	1.800 m ²	500 m ²	100%	500 m ²
2	Teilsversiegelte Fläche	Rasenfugen- und Sickerpflaster	0 m ²	50%	0 m ²	800 m ²	50%	400 m ²
3	Unversiegelte Fläche	Rasen, Kies, Schotterrasen	14.600 m ²	0%	0 m ²	14.600 m ²	0%	0 m ²
4	Normaldach	Schrägdach, Flachdach	4.400 m ²	100%	4.400 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
5	Gründach	Extensive Dachbegrünung	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
6	Fläche an Versickerungsanlage mit Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	50%	0 m ²	4.900 m ²	50%	2.450 m ²
7	Fläche an Versickerungsanlage ohne Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	0%	0 m ²	0 m ²	0%	0 m ²
Anrechenbare Flächen Gesamt					6.200 m ²			3.350 m ²
Niederschlagswassergebühr Hamburg**					0,73 €/m ²			0,73 €/m ²
Kosten					4.526 €/Jahr			2.446 €/Jahr
ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL					ABFLUSS			ABFLUSS
Abfluss mit 5-jährlichem Regenereignis					150,0 l/s			36,0 l/s
MINDERKOSTEN / EINSPARUNG						JAHRE	MINDERKOSTEN	
Differenz Jahreskosten ohne und mit Regenwasserbewirtschaftung						1	2.081 €/Jahr	
In 20 Jahren**						20	41.610 €	

* Flächenkategorien und Ansatz nach Tabelle "Gebührensplittung - Flächenabminderung" der Hamburger Stadtentwässerung (HSE)

** Stand 2013, erzielte Einsparung bei konstanter Höhe der Gebühr

Beispielrechnung 2: (Anlage zur Regenwasserrückhaltung)

Die Grundschule Wegenkamp ist eine zweizügige Grundschule im Stadtteil Hamburg Stellingen, direkt an der BAB 7 gelegen. Die Leitungen im Regenwasser- und Schmutzwassersystem sind hier ebenfalls marode und abgängig.

SBH | Schulbau wird im Zuge der erforderlichen Sielsanierung das Entwässerungssystem für das Regenwasser neu entwickeln. Danach wird zukünftig

das auf den Dachflächen anfallende Regenwasser über offene Pflasterrinnen abgeleitet und in mehreren Rückhaltemulden gesammelt. Aus den Mulden wird das gesammelte Wasser gedrosselt an das öffentliche Siel abgegeben. Die Rückhaltemulden sollen für die Kinder der Schule erlebbar und gleichzeitig sicher gestaltet werden.

Nr.	ANGESCHLOSSENE FLÄCHE*	FLÄCHENTYP	NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT KONVENTIONELLEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM			NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT DEZENTRALER REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG		
			FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET	FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET
1	Vollversiegelte Fläche	Asphalt, Pflaster und Platten	1.950 m ²	100%	1.950 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
2	Teilsversiegelte Fläche	Rasenfugen- und Sickerpflaster	600 m ²	50%	300 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
3	Unversiegelte Fläche	Rasen, Kies, Schotterrasen	7.830 m ²	0%	0 m ²	7.830 m ²	0%	0 m ²
4	Normaldach	Schrägdach, Flachdach	3.590 m ²	100%	3.590 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
5	Gründach	Extensive Dachbegrünung	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
6	Fläche an Versickerungsanlage mit Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
7	Fläche an Versickerungsanlage ohne Notüberlauf	Alle Flächentypen	10.370 m ²	0%	0 m ²	16.510 m ²	0%	0 m ²
Anrechenbare Flächen Gesamt					5.840 m ²			0 m ²
Niederschlagswassergebühr Hamburg**					0,73 €/m ²			0,73 €/m ²
Kosten					4.263 €/Jahr			0 €/Jahr
ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL				DROSSEL-SPENDE	ABFLUSS		DROSSEL-SPENDE	ABFLUSS
Abfluss mit 5-jährlichem Regenereignis				17 l/s*ha	40,8 l/s		17 l/s*ha	0,0 l/s
MINDERKOSTEN / EINSPARUNG						JAHRE	MINDERKOSTEN	
Differenz Jahreskosten ohne und mit Regenwasserbewirtschaftung						1	4.263 €/Jahr	
In 20 Jahren**						20	85.264 €	

* Flächenkategorien und Ansatz nach Tabelle "Gebührensplittung - Flächenabminderung" der Hamburger Stadtentwässerung (HSE)

** Stand 2013, erzielte Einsparung bei konstanter Höhe der Gebühr

Beispielrechnung 3: (Versickerungsanlage)

Die Schule Corveystraße ist ein Gymnasium im Hamburger Stadtteil Lokstedt. Auf dem Grundstück müssen die vorhandenen Siele saniert werden, da es bei Starkregen regelmäßig zu Überflutungen innerhalb des Schulhofes kommt. Im Zuge der notwendigen Erneuerung sollen die vorhandenen Versickerungsanlagen saniert und durch zusätzliche Versickerungsri-

gen ergänzt werden. Aufgrund der hydrogeologischen Eigenschaften des Untergrundes kann das gesamte Flurstück vom Regenwassersiel abgekoppelt werden.

Da eine Einleitbegrenzung vorliegt, können so zusätzlich zu den Sielgebühren auch die Kosten für einen Zwischenspeicher mit Drosseleinrichtung gespart werden.

GRUNDSCHULE LEUSCHNERSTRASSE			Fertigstellung 2007 Ing.-Gesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, Hoppegarten					
Nr.	ANGESCHLOSSENE FLÄCHE*	FLÄCHENTYP	NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT KONVENTIONELLEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM			NIEDERSCHLAGSWASSERGEBÜHR UND ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL MIT DEZENTRALER REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG		
			FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET	FLÄCHE	ANSATZ*	FLÄCHE ANGERECHNET
1	Vollversiegelte Fläche	Asphalt, Pflaster und Platten	3.290 m ²	100%	3.290 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
2	Teilsversiegelte Fläche	Rasenfugen- und Sickerpflaster	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
3	Unversiegelte Fläche	Rasen, Kies, Schotterrasen	2.680 m ²	0%	0 m ²	2.680 m ²	0%	0 m ²
4	Normaldach	Schrägdach, Flachdach	2.550 m ²	100%	2.550 m ²	0 m ²	100%	0 m ²
5	Gründach	Extensive Dachbegrünung	0 m ²	50%	0 m ²	0 m ²	50%	0 m ²
6	Fläche an Versickerungsanlage mit Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	50%	0 m ²	5.830 m ²	50%	2.915 m ²
7	Fläche an Versickerungsanlage ohne Notüberlauf	Alle Flächentypen	0 m ²	0%	0 m ²	0 m ²	0%	0 m ²
Anrechenbare Flächen Gesamt					5.840 m ²			2.915 m ²
Niederschlagswassergebühr Hamburg**					0,73 €/m ²			0,73 €/m ²
Kosten					4.263 €/Jahr			2.128 €/Jahr
ABLEITUNG IN ÖFFENTLICHES SIEL					ABFLUSS			ABFLUSS
Abfluss mit 5-jährlichem Regenereignis					165,0 l/s			5,8 l/s
MINDERKOSTEN / EINSPARUNG						JAHRE	MINDERKOSTEN	
Differenz Jahreskosten ohne und mit Regenwasserbewirtschaftung						1	2.135 €/Jahr	
In 20 Jahren**						20	42.705 €	

* Flächenkategorien und Ansatz nach Tabelle "Gebührensplittung - Flächenabminderung" der Hamburger Stadtentwässerung (HSE)

** Stand 2013, erzielte Einsparung bei konstanter Höhe der Gebühr

Beispielrechnung 4: (kombinierte Anlage)

Die Grundschule Leuschnerstraße liegt im Stadtteil Lohbrügge – die Schulhofgestaltung wurde umgesetzt im Rahmen des EU-Projektes „Urban Water Cycle“.

Bei normalen Regenfällen verbleibt das gesamte Niederschlagswasser auf dem Grundstück. Nur bei Starkregenereignissen wird ein geringer Teil des Wassers gedrosselt ins öffentliche Siel abgegeben.

Erreicht wurde dies durch eine Teilentsiegelung des Schulhofes und den Bau eines Mulden-Rigolen-Systems mit Notüberlauf, in dem ein Großteil des Regenwassers versickern kann. Insgesamt wurden rund 2.400 m² befestigte Fläche mit durchlässigen Belägen und als Grünfläche entsiegelt.

5

Planung und Ausführung

Planungsschritte und Grundlagenermittlung

5.1

Zur Planung einer dezentralen, naturnahen Regewasserbewirtschaftung müssen ausreichende Kenntnisse über Hydrologie, Bodeneigenschaften und Geländeprofil sowie mögliche Bodenbelastungen auf dem betreffenden Grundstück vorliegen. Im Vorwege können Auskünfte über Grundlagen bei der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt – Referat Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (U12) ^[33], beim Geologischen Landesamt (U4) ^[34] und bei der Abteilung Altlasten (U2) ^[35] sowie bei den Bezirksamtern erfragt werden. Darüber hinaus ist immer sicherzu-

stellen, dass durch eine Erhöhung der Grundwasserstände keine Schäden im Gebäudebestand hervorgerufen werden.

Für Versickerungsanlagen an Hamburger Schulen ist in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt – Referat Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (U12) ^[33] zu beantragen. Die folgenden Planungsschritte und alle hierfür erforderlichen Voruntersuchungen sind zu beachten und durchzuführen.



Doppelring-Infiltrationsmeter zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit



Schritt 1: Flächenverfügbarkeit und Geländeprofil

Eine Grundvoraussetzung für Versickerung und Retention ist die ausreichende Flächenverfügbarkeit. Um die benötigten Flächen bei Neubau- und Sanierungsmaßnahmen rechtzeitig zu sichern, ist eine Regenwasserbewirtschaftung daher möglichst früh in die Planungsabläufe zu integrieren.

Entscheidende Festlegungen, wie beispielsweise die Lage von Ver- und Entsorgungsanlagen, die Anordnung von Gebäuden auf dem Grundstück und auch deren Dachneigung werden schon in der Vorentwurfphase getroffen. Auch die Topographie des Geländes muss betrachtet werden, um zu einer optimalen Anordnung zu kommen. Gerade an Schulen sollten offene Rinnen und Versickerungsmulden aus Sicherheitsgründen nicht tief in das Gelände eingeschnitten werden. Sinnvoller ist es, die vorhandene Hangneigung und die gegebenen Tiefpunkte im Gelände zu nutzen. So kann die fertige Maßnahme später unkompliziert und damit auch kostengünstig entwässert werden.



Schritt 2: Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes

Eine weitere Voraussetzung für die Versickerung des Niederschlagswassers ist die ausreichende Fähigkeit der anstehenden Böden, das zu versickernde Wasser aufzunehmen. Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit ist in der Regel ein Bodengutachten erforderlich. Bereits vorliegende Gutachten müssen zunächst auf die Brauchbarkeit der getroffenen Aussagen, insbesondere hinsichtlich der Eignung der Untersu-

chungsmethoden überprüft werden. Um verlässliche Daten über die Versickerungsraten eines Standorts zu erhalten, sind immer auch Feldversuche durchzuführen. Empfehlenswert sind hierfür beispielsweise der sogenannte Open-End-Test, Versuche mit dem Doppelring-Infiltrometer oder qualifizierte Schurfversickerungsversuche.

Für eine dezentrale Versickerung kommen Böden mit k_f -Werten zwischen 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s infrage (siehe Grafik unten).

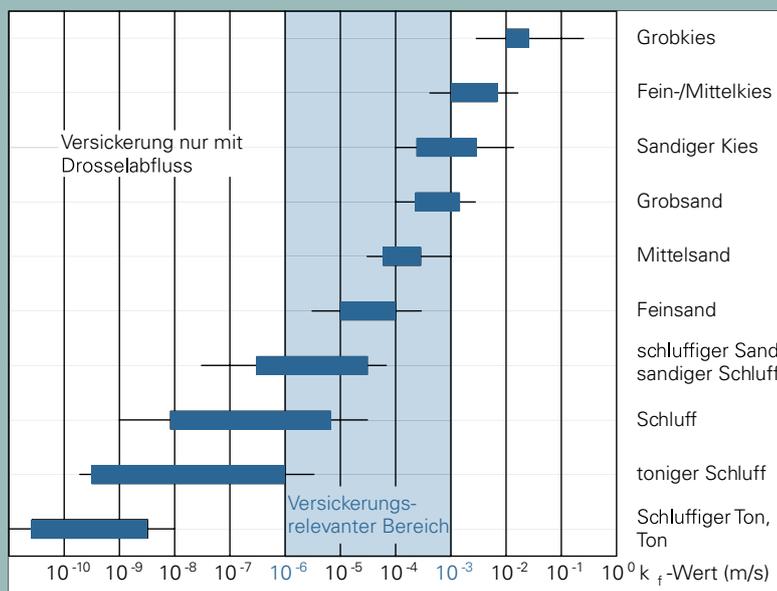
Bei k_f -Werten $> 1 \times 10^{-3}$ m/s (Mittel- bis Grobkies) ist ein Boden nicht mehr zur Versickerung geeignet, da die Reinigungswirkung aufgrund der kurzen Aufenthaltszeit im Untergrund nicht ausreichend ist. Stehen dagegen im Sohlbereich der Versickerungseinrichtung Böden mit k_f -Werten $< 1 \times 10^{-6}$ m/s (Schluff und Ton) an, müssen übermäßig lange Stauzeiten mittels einer Ableitungsmöglichkeit in den Vorfluter verhindert werden.

Für eine Ersteinschätzung zu lokalen Baugrundverhältnissen können über das Geologische Landesamt Hamburg ^[34] Bohrprofilkarten bezogen werden oder über die Hamburger Stadtentwässerung ^[36] die Hamburger Versickerungspotenzialkarte eingesehen werden. Diese Quellen ersetzen allerdings nicht die notwendigen Baugrunduntersuchungen vor Ort.

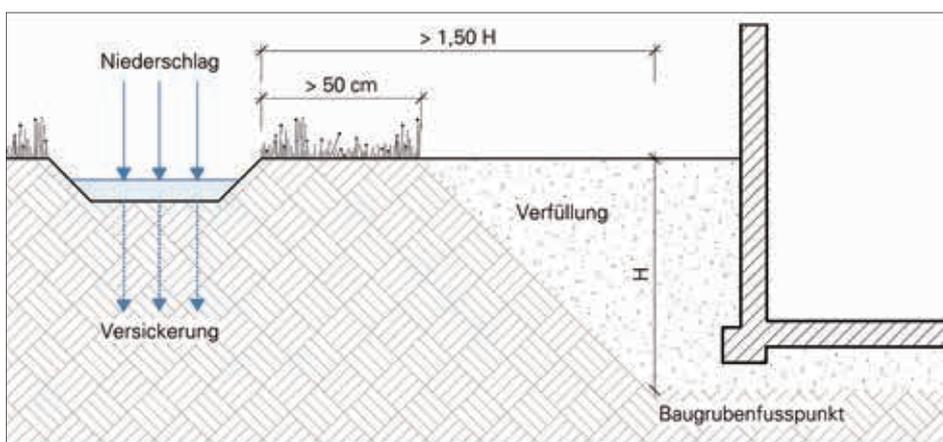


Schritt 3: Grundwasserflurabstand

Der mittlere höchste Grundwasserstand (Bemesungswasserstand) muss mindestens 1,0 m unter der Sohle der Versickerungsanlage liegen. Nur so steht



Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von Böden (k_f in m/s) ^[10]



Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne Wasserrückhaltende Abdichtung ^[10]

ausreichend Sickerraum für Reinigung und Ableitung des Niederschlagswassers zur Verfügung. Bei geringeren Flurabständen ist eine Versickerung aus Gründen des Grundwasserschutzes in Hamburg nur in begründeten Ausnahmefällen möglich.

Daten über die örtlichen Grundwasserstände sind über die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt - Referat Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (U12) ^[33] zu beziehen. Eine Ersteinschätzung zu Grundwasserständen ist über das Geoportal der Metropolregion Hamburg ^[37] oder zukünftig über die Hamburger Versickerungspotenzialkarte möglich. Ein Baugrundgutachten kann ggf. Auskünfte über stauende Schichten geben und auf eine mögliche Gefährdung der Versickerung durch Rückstau bei auftretendem Schichtenwasser hinweisen. In Wasserschutzgebieten sind bei unterirdischen Versickerungsanlagen wesentlich größere Grundwasserflurabstände erforderlich (DWA-M-153 ^[11]).

✓ Schritt 4: Altlasten

Höchste Priorität bei der Regenwasserbewirtschaftung hat der Grundwasserschutz. Um eine Auswaschung von Schadstoffen in das Grundwasser zu vermeiden, ist daher sicherzustellen, dass keine Kontamination aus Altlasten auf dem Grundstück vorhanden ist. Eine Versickerung auf Altlast- oder Altlastverdachtsflächen ist in der Regel nicht möglich. Informationen hierzu können bei der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt – Abteilung Bodenschutz/Altlasten (U2) ^[35] sowie in den Bezirksämtern erfragt werden.

✓ Schritt 5: Wasserschutzgebiete

Die gesetzlich festgesetzten Beschränkungen für eine Versickerung in Wasserschutzgebieten (Wasserschutzgebietsverordnungen) ^[7] sind ebenfalls zu beachten. Die Lage der fünf Hamburger Wasserschutzgebiete kann online dem Geoportal der Metropolregion

Hamburg ^[37] oder direkt auf der Seite der Hamburger Wasserschutzgebiete ^[38] entnommen werden.

✓ Schritt 6: Abstand von Gebäuden und Grenzen

An Gebäuden und Anlagen auf dem eigenen oder auf Nachbargrundstücken darf kein Schaden durch versickerndes Niederschlagswasser entstehen. Dies ist auch bei einer Aufhöhung des Geländes zur Verbesserung der Versickerungsfähigkeit zu beachten.

Versickerungsanlagen dürfen nicht im Auffüllbereich von Baugruben angeordnet werden. Außerdem ist zu unterkellerten Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung, gemäß DWA-A 138 ^[10], ein Mindestabstand einzuhalten. Dieser sollte das 1,5-fache der Baugrubentiefe H vom Baugrubenfußpunkt nicht unterschreiten (siehe Grafik oben). Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Tiefe der Fundamentsohle ausschlaggebend. In Hanglagen besteht bei grenznaher Versickerung die Gefahr von Schäden durch Ver-nässung auf tiefer liegenden Grundstücken und Gebäuden.

✓ Schritt 7: Niederschlagsdaten

Für die Auswahl und Bemessung von öffentlichen Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung sind die Regenspenden aus den Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg heranzuziehen ^[27]. In diesem Regelwerk wurden die Niederschlagsreihen von sechs Messstationen in Hamburg aus den Jahren 1968 bis 1997 ausgewertet und daraus ein Bemessungsregen abgeleitet. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt für Hamburg 750 mm/Jahr.

Die Dimensionierung von dezentralen Versickerungsanlagen erfolgt nach DWA-A 138 ^[10], dabei wird in der Regel eine Bemessungshäufigkeit von fünf Jahren angesetzt. Für das 30-jährliche Regenereignis ist ein Überflutungsnachweis zu erbringen.



Schritt 8: Qualitative Bewertung

Die qualitative Bewertung des Regenabflusses erfolgt ebenfalls gemäß DWA-A 138 [10]. Das anfallende Niederschlagswasser wird dabei in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche in die drei Kategorien „unbedenklich“, „tolerierbar“ und „nicht tolerierbar“ unterteilt. Bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen ist die Stoffkonzentration gering, so dass keine schädliche Verunreinigung des Grundwassers zu erwarten ist. Eine Vorbehandlung ist zur Versickerung in der Regel nicht notwendig. Je nach Belastung kann eine Versickerung hier auch unterirdisch erfolgen. Tolerierbare Niederschlagsabflüsse müssen grundsätzlich immer über den bewachsenen Boden versickert oder mit geeigneten Absetz- und Filteranlagen vorbehandelt werden. Hinweise zur Behandlung von belasteten Niederschlagsabflüssen bietet z. B. das Merkblatt DWA-M 153 [11]. Nicht tolerierbare Niederschlagsabflüsse fallen auf Schulgrundstücken in der Regel nicht an. Sie sind in das Sielnetz einzuleiten. Die folgende Tabelle kann zur Auswahl einer geeigneten Versickerungsanlage an Schulen herangezogen werden:

GEHALT AN BELASTUNGSSTOFFEN		QUALITATIVE BEWERTUNG				
		Flächendefinition	Qualitative Bewertung	dezentrale Flächenversickerung mit $A_{u, A} \leq 5$	dezentrale Muldenversickerung Mulden-Rigolen-Element mit $5 < A_{u, A} \leq 15$	Rigolen- und Rohrigolenversickerung
1 2 3 4 5	1 Gründächer; Wiesen- und Rasenflächen mit Regenabfluss	unbedenklich	●	●	●	●
	2 nichtmetallische Dachflächen		●	●	●	●
	3 Rad- und Gehwege; (Schulhofflächen)	tolerierbar	●	●	○	—
	4 Hofflächen und Pkw-Parkplätze (bis $DTV^* 300$ Kfz)		●	●	—	—
	5 metallische Dachflächen		●	○	—	—

* DTV = durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

REINIGUNGSLEISTUNG

- In der Regel zulässig
- In der Regel zulässig, nach Entfernung von Stoffen durch Vorbehandlungsmaßnahmen, z. B. nach DWA-M 153 [11]
- Nur in Ausnahmefällen zulässig
- nicht zulässig

Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Anlagen zur Regenwasserversickerung in Abhängigkeit der auf Schulgrundstücken anschließenden Flächen ^(in Anlehnung an 10)

Überflutungsnachweis 5.2

Bei Neubaumaßnahmen und bei größeren Sanierungen, bzw. Veränderungen der Entwässerungseinrichtungen ist gemäß DIN 1986-100 [18] für Grundstücke mit **mehr als 800 m² abflusswirksamer, also befestigter Fläche**, ein Überflutungsnachweis zu erbringen. Hierbei ist nachzuweisen, dass das bei einem seltenen Starkregenereignis (30-jährlicher Regen) anfallende Wasser durch eine kontrollierte Überflutung schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten werden kann. Mit einer solchen kurzzeitigen und in der Regel nur wenige Zentimeter hohen Überflutung wird eine Reduzierung der Spitzenabflusswerte erreicht. Die Dimensionierung des erforderlichen Rückhaltevolumens ($V_{Rück}$ in m³) ergibt sich dabei aus der Differenz des bei einem mindestens 30-jährlichen Regenereignisses auf den abflusswirksamen Flächen anfallenden Wassers, abzüglich der mit dem 2-jährlichen Berechnungsregen auf der gleichen Fläche anfallenden Wassermenge. Die Berechnung von $V_{Rück}$ kann für Hamburger Schulen, aufgrund der üblichen Grundstücksgrößen, in der Regel nach dem vereinfachten Verfahren gemäß DIN 1986-100 (Gleichung 18 und 19) ausgeführt werden. Bei einem gefangenen Innenhof gilt das 100-jährliche Regenereignis als Überflutungsnachweis, da eine Abflussmöglichkeit nach Aussen fehlt.

Innerhalb eines Schulgrundstückes kann die unschädliche Überflutung, z. B. auf Stellplatzanlagen durch flachen Anstau an Hochborden (max. 3 Std., bis ca. 10 cm) oder innerhalb der Grünflächen durch einen zusätzlichen maximalen Anstau in Mulden und Senken erfolgen. Auch auf Sportflächen innerhalb des Schulgeländes ist ein kurzfristiger flacher Anstau denkbar. Eine solche Überflutung ist zulässig, soweit keine Menschen, Tiere oder Sachgüter gefährdet sind und es nur zu einer kurzzeitigen Funktionsbeeinträchtigung kommt. Die vollständige Entwässerung der überfluteten Bereiche durch Ableitung oder (je nach Wasserdurchlässigkeit des Bodens) auch durch Versickerung, muss dabei gewährleistet sein. Grundsätzlich erfordert der Überflutungsnachweis eine genaue Kenntnis der Topographie und der Nutzung der Grundstücksflächen zur Einschätzung der Gefahrenpotentiale.

Zur sicheren Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers in die Rückstaubereiche sind ggf. Notwasserwege zu schaffen. Die Ableitung sollte dabei vorrangig oberflächlich, beispielsweise über die Anpassung von Bordsteinen zur Wasserführung oder Bodenmodellierungen erfolgen. Bei der Planung der Notwasserwege sind Gebäude und Rettungswege entsprechend vor Schäden durch Überflutung zu schützen.

Bei extremen Starkregenereignissen kann es gleichzeitig zum Rückstau aus dem öffentlichen Siedernetz kommen. Der Leitfaden Starkregen ^[32] gibt Auskunft

über, gemäß § 14 Abs. 2 HmbAbwG ^[7], vorgeschriebene Sicherungsmaßnahmen, wie etwa Rückstauverschlüsse und Abwasserhebeanlagen.



Abgesenkte Plätze können bei extremen Starkregenereignissen Wasser kurzzeitig über einen flachen Anstau aufnehmen

Bauausführung

5.3

Für die Bauausführung sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Vor Ausführungsbeginn ist der Baugrund auf Übereinstimmung mit den zur Planung ermittelten Werten zu überprüfen. Dazu genügt in der Regel eine Inaugenscheinnahme an einer Schürfgrube am Standort der jeweiligen Anlagen.
- Versickerungsanlagen dürfen während der Bauzeit nicht befahren oder als Lagerfläche genutzt werden, um eine Bodenverdichtung zu verhindern. Ggf. ist der Untergrund tiefgründig zu lockern.
- Bodenab- und auftrag, sowie der Einbau der einzelnen Schichten dürfen nur im bearbeitungsfähigen Zustand erfolgen ^[16].
- Kein Umgang mit bzw. keine Lagerung von wassergefährdenden Stoffen im Einzugsbereich von Versickerungsanlagen
- Die Inbetriebnahme von Versickerungsanlagen darf erst nach Fertigstellung der zu entwässernden Flächen erfolgen (Schutz gegen Erosion, Fremdstoffeintrag und Verschlammung). Oberirdische Anlagen müssen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme bereits über eine ausreichend dichte Vegetationsdecke verfügen.



Dazu müssen die Versickerungsanlagen je nach Jahreszeit schon deutlich vor den zu entwässernden Flächen fertig gestellt sein. Um die Anwuchsphase zu verkürzen und eine schnelle Begrünung zu erzielen, können Rollrasen oder Vegetationsmatten eingesetzt werden.

- Oberirdische Versickerungsanlagen sind nach der Fertigstellung mit geeigneten Maßnahmen gegen Befahren oder Beparken zu sichern.
- Vor Inbetriebnahme sind die Anschlüsse zu prüfen und die Zuleitungen von Baustellenabfällen und -ab-schlammungen zu reinigen.

6

Richtlinien, Gesetze, Quellen

Quellenverzeichnis 6.1

Rechtliche Grundlagen

- [1] Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert am 8. April 2013
- [2] Abwasserabgabengesetz (AbwAG), Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer vom 18. Januar 2005, zuletzt geändert am 11. August 2010
- [3] Baugesetzbuch (BauGB), vom 23. September 2004, zuletzt geändert am 11. Juni 2013
- [4] Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009, zuletzt geändert am 6. Juni 2013
- [5] Hamburgisches Wassergesetz (HWaG) vom 29. März 2005, zuletzt geändert am 14. Dezember 2007
- [6] Wasserschutzgebietsverordnungen, Verordnungen über die 5 Hamburger Wasserschutzgebiete seit 1990
- [7] Hamburgisches Abwassergesetz (HmbAbwG), vom 24. Juli 2001, zuletzt geändert am 19. April 2011
- [8] Hamburgische Bauordnung (HBauO), vom 14. Dezember 2005, zuletzt geändert am 15. Dezember 2009
- [9] Hamburgisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (HmbNatSchG), vom 7. August 2001, zuletzt geändert am 20. April 2005
- [10] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): Arbeitsblatt Planung, Bau, und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA-A 138 (2005)
- [11] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): Merkblatt Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, DWA-M 153 (2007)
- [12] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): Arbeitsblatt Bemessung von Regenrückhalteräumen, DWA-A 117 (2006)
- [13] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (Hrsg.): RAS-Ew – Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung (2005)
- [14] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.): FLL-Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen (2008)
- [15] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.): FLL-Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – FLL Dachbegrünungsrichtlinie (2008)
- [16] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.): FLL Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung (2005)
- [17] DIN EN 752: 2008-04 – Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2008)
- [18] DIN 1986-100:2008-05 – Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2008)
- [19] DIN EN 12056-3: 2001-01 – Dachentwässerung, Planung und Bemessung, Deutsches Institut für Normung e.V. (2001)
- [20] Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Straßenbauarbeiten in Hamburg ZTV/St – Hmb. (Ausgabe 2009, Fassung 4/13)
- [21] Technische Richtlinien zum Bau und zur Einrichtung Hamburger Schulen TR-Schulen (2012)
- [22] DIN 18919: 2002-08 – Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2002)

Technische Richtlinien

RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
TECHNISCHE REGELN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, **ANSPRECHPARTNER**,
RICHTLINIEN, **DIN-NORMEN**, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
VERORDNUNGEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, **QUELLEN**, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, **GESETZE**, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
LITERATUR, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, **PLANUNGSHILFEN**, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, **ADRESSEN**, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, **INTERNETLINKS**, RICHTLINIEN,
RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN, RICHTLINIEN,

Adressen und Ansprechpartner 6.2

- [23] Bundesverband der Unfallkassen (Hrsg.): Naturnahe Spielräume GUV-SI 8014 (2006) und Unfallverhütungsvorschrift Schulen GUV-V S 1 (2001)
- [24] DIN 4261-1: 2010-10 – Kleinkläranlagen – Teil 1: Anlagen zur Schmutzwasservorbehandlung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010)
- [25] ATV DIN 18318: 2012-09 – Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2012)
- [26] DIN EN 1433: 2005-09 – Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen, Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2008)
- [27] Bemessungsregen, Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg zur Bemessung oberirdischer Gewässer und öffentlicher Abwasseranlagen – Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Bau und Verkehr, Amt für Bau und Betrieb, Abteilung Gewässer (2003)

Literatur

- [28] Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökologische und ökonomische Vergleichsbetrachtung zwischen dem Konzept der konventionellen Regenwasserentsorgung und dem Konzept der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, Dessau, 2007
- [29] Sieker, F.; Sieker, H.; Bandermann, S.: Regenwasserbewirtschaftung auf Grundstücken nach DIN 1986-100 unter Einbeziehung von Versickerungsmaßnahmen. – In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall 2010 (57) Nr. 10 (2010)
- [30] Umweltbundesamt (Hrsg.): Versickerung und Nutzung von Regenwasser, Dessau, 2005
- [31] Becker, M.; Beckereit, M.; Raasch, U.: Ökonomische Aspekte einer zukunftsfähigen Regenwasserbewirtschaftung im Emschergebiet. – In: gwf – Wasser, Abwasser (2004)
- [32] HAMBURG WASSER (Hrsg.): Wie schütze ich mein Haus vor Starkregenfolgen?, Hamburg, 2012
- [33] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, BSU
Amt für Umweltschutz
Abteilung Wasserwirtschaft (U1)
Referat für Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers (U12)
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg
E-Mail: grundwasser@bsu.hamburg.de
Internet: www.hamburg.de/grundwasser
- [34] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, BSU
Amt für Umweltschutz
Geologisches Landesamt
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg
E-Mail: gla@bsu.hamburg.de
Internet: www.hamburg.de/geologie
- [35] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, BSU
Amt für Umweltschutz
Abteilung Bodenschutz/Altlasten (U2),
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg
Internet: www.hamburg.de/altlasten
- [36] Hamburger Stadtentwässerung, HSE
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg
Tel.: 040-78.88-0
E-Mail: info@hamburgwasser.de
Internet: www.hamburgwasser.de

Planungshilfen, Karten 6.3

- [37] Geoportal der Metropolregion Hamburg:
<http://geoportal.metropolregion.hamburg.de>
(Informationen zu Bohrdaten und Grundwasserständen)
- [38] Wasserschutzgebiete in Hamburg:
www.hamburg.de/wasserschutzgebiete
(Informationen zu Wasserschutzgebietsgrenzen und Verboten, Nutzungsbeschränkungen und Duldungspflichten)

Versickerungspotenzialkarte Hamburg: Die Versickerungspotenzialkarte gibt Auskunft über die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser. Die Karte kann über die Hamburger Stadtentwässerung (s. o.) eingesehen werden.

Internet-Links zu Fachinformationen

6.4

Allgemeine Informationen

RISA: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt/Hamburg Wasser
E-Mail: info@risa-hamburg.de, Internet: www.risa-hamburg.de

Umweltbundesamt: Internet: www.umweltbundesamt.de/wasser

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft: www.dwa.de

Informationen zu Schul- und Bildungsthemen

Hamburger Bildungsserver – Schulthema Klimawandel:
<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel>

Hamburger Bildungsserver – Schulwettbewerbe/Best-Practice:
<http://bildungsserver.hamburg.de/wettbewerbe-ausschreibungen>

Pädagogische Beratungsstelle „Grün macht Schule“ Berlin:
www.gruen-macht-schule.de

Förderprogramm Deutsches Kinderhilfswerk:
www.dkhw.de/cms/themen-foerderungen

„Morgen in Hamburg“ Zukunftswerkstätten:
www.morgen-in-meiner-stadt.de/

Weiterführende Literatur

6.5

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt BSU (Hrsg.):
Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung,
Hamburg, 2006

GEIGER, W.; DREISEITL, H.; STEMPLEWSKI, J.:
Neue Wege für das Regenwasser, 3. Aufl.,
Oldenbourg Verlag, München, 2009

LONGDONG, D.; NOTHNAGEL, A. (Hrsg.)
Bauen mit dem Regenwasser –
aus der Praxis von Projekten,
Oldenbourg Verlag, München, 1999

MAHABADI, M.:
Regenwasserversickerung Regenwassernutzung,
Planungsgrundsätze und Bauweisen,
Ulmer Verlag, Stuttgart, 2012

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und
Verbraucherschutz NRW (Hrsg.):
Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung
Betrieb von Anlagen zur naturnahen
Niederschlagswasserversickerung,
Düsseldorf, 2004

SIEKER, F.; KAISER, M.; SIEKER, H.:
Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im privaten,
gewerblichen und kommunalen Bereich,
Fraunhofer Irb Verlag, Stuttgart, 2006

Herausgeber und Vertrieb:

Freie Hansestadt Hamburg
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

V.i.S.d.P.:

Dr. Magnus-Sebastian Kutz

Konzept und Umsetzung:

Naumann Landschaft
Tel.: 040-648.840.71
E-Mail: buero@naumann-landschaft.de
Internet: www.naumann-landschaft.de

Abbildungen:

Borgmeyer, Uwe: S. 6
Günther, Robert: S. 7 oben
Freund, David: S. 7 unten
ZINCO GmbH: S. 10, 16, 17 Mitte
HAMBURG WASSER: S. 12, 26 unten, 37
Gymnasium Altenholz: S. 13 oben
Grün macht Schule: S. 13 Mitte, 25 unten, 32,
33 unten, 40 oben, 42 unten
Kaspari, Jörg: S. 14
photoraidz/fotolia.com: S. 15 3. v. unten
MAK/fotolia.com: S. 15 2. v. unten
Schmich, Susanne/pixelio.de: S. 15 unten
Dieper, Frank: S. 17 oben
Gerstenberg, Johannes/pixelio.de: S. 17 unten
Andreä + Klingenberg: S. 22
Fränkische Rohrwerke GmbH: S. 24, 25 oben
+ Mitte, 27
Mall GmbH: S. 29 oben (2), 31 oben (2)
Rhebau GmbH: S. 29 unten (2)
KaiserIngenieure: S. 33 2. v. o., 36 unten (3)
Aquacado: S. 33 2. v. u., 43
Hartisch, M.: S. 36 oben
Doussier, Andrea: S. 38, 39
Jungholt, Dirk: S. 50

Zeichnungen und weitere Fotos:
Naumann Landschaft

Auflage: 2000 Stück

Hamburg, September 2013

