



Regen Wasser

natürlich . dezentral . bewirtschaften

Impressum

Herausgeber

Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (SUBVE)
Ansgaritorstr. 2
28195 Bremen

Bremer Umwelt Beratung e.V. (BUB)
Am Dobben 43 a
28213 Bremen

Redaktion

Dr. Karin Kreutzer, BUB
Dipl. Ing. Bernd Schneider, SUBVE

Layout

Dr. Karin Kreutzer, BUB
Titel: Dirk Lohmann Photographie

Illustrationen

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt; Hamburg (S. 5)
Bremer Umwelt Beratung (S. 13 u, 17, 20)
Geologischer Dienst für Bremen (S. 25)
hanseWasser (S. 22 o, 22 u)
NAMIDA AG, Glarus, Schweiz © 2009 (S. 3)
Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (S. 24, 26, 31)
Tiefbauamt Münster (S. 13 m)

Fotos

Fränkische Rohrwerke (S. 12 u, 13 o)
Funke-Gruppe (S. 15 u)
Klimahaus 8° Ost (S. 21)
H. Klugkist (S. 26)
K. Kreutzer (S. 4 o, 8 u, 9 u, 10 o, 10 m, 11, 17, 18, 19 o, 19 u, 29, 30 o)
D. Lohmann (Titel, S. 4 u, Umschlag innen)
E. Meier (S. 5, 20)
B. Schneider (S. 6, 7, 9 o, 12 o, 14 o, 15 o, 16 o, 16 m, 16 u, 23, 31)
G. Schoenemann © pixelio (S. 8 o)
Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (S. 3, 30 u)
SF-Kooperation (S. 14 u)
M. Wolf © GNU-Lizenz (S. 10 u)

Druck

Goihl Druck GmbH
gedruckt auf Recyclingpapier

Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Umweltsenators und der Bremer Umwelt Beratung e.V. herausgegeben. Sie darf weder gewerblich genutzt, noch von Parteien, Wahlwerbern oder -helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Regen Wasser

natürlich . dezentral . bewirtschaften

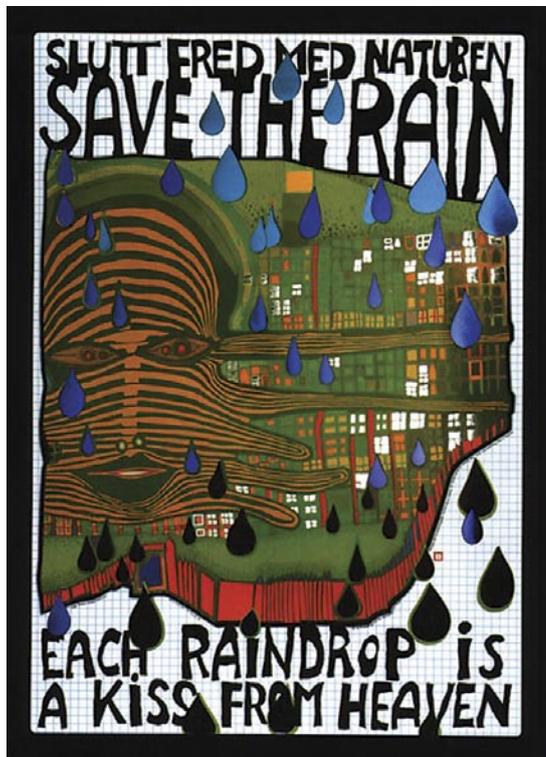


Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Einführung	4
1.1 Die Folgen des Klimawandels – auch für Bremen ein Thema	5
1.2 Getrennte Abwassergebühr	6
2 Naturnaher Umgang mit Regenwasser	7
2.1 Regenwasser versickern lassen	8
2.1.1 Offen für Regen	8
Befestigungssysteme	9
2.1.2 Versickerungsanlagen	11
Oberirdische Versickerungsanlagen	11
Unterirdische Versickerungsanlagen	12
Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen	13
Versickerung von verunreinigtem Niederschlagswasser	14
2.2 Einleiten in Oberflächengewässer	16
2.3 Begrünte Dächer	17
2.3.1 Förderprogramm zur Begrünung von Dächern	18
2.4 Regenwassernutzung	20
2.4.1 Förderprogramm für Regenwassernutzungsanlagen	21
3 Die Stadt und ihr Kanalsystem	22
3.1 Grundstücksentwässerung	23
4 Boden und Wasser	23
4.1 Hydrogeologische Grundlagen	23
4.2 Aufbau des Untergrundes von Bremen und seine Versickerungsfähigkeit	25
4.3 Das Bremer Becken und seine Marschgewässer	26
5 Rechtliche Grundlagen	27
5.1 Europäische Ebene: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	27
5.2 Bundesebene: Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	27
5.3 Landesebene: Bremisches Wassergesetz (BremWG)	27
6 Regenwasser für den Torfhafen – ein Pilotprojekt	30
7 Ansprechpartner	32
Quellenverzeichnis	

Vorwort

Regenwasser – natürlich dezentral bewirtschaften



Hundertwasser, Original-Poster Save the Rain

Der Titel der Broschüre ist Programm. Wir wollen weg von der Entsorgung und hin zu einem weitgehend naturnahen Umgang mit dem Regenwasser. Dabei gilt es, den bisher erreichten Standard in der Stadtentwässerung beizubehalten und Gefahren durch Überschwemmungen und Vernässungen zu vermeiden.

Natürlich - Der naturnahe Umgang mit Regen hilft vor allem den Wasserkreislauf zu schließen im Sinne einer nachhaltigen Wasserwirtschaft. Regenwasser soll dabei auch wieder erlebbar werden. „Sichtbares Wasser“ ist gerade in einer Stadt ein wichtiger Faktor zum Wohlfühlen. Bremen hat sich heute erfreulicherweise nicht nur der Weser wieder zugewandt, sondern auch den kleinen Gewässern. In den vergangenen Jahren sind viele Gebiete - neben Versickerungen - mit offener Ableitung von Regenwasser und der Anlage von Gewässern erschlossen worden. So erfreut sich das „Wohnen am Fleet“ großer Beliebtheit.

Dezentral - Bei einer zentralen Oberflächenentwässerung verschwindet unbelastetes und gering belastetes Regenwasser sofort in der Kanalisation. Dezentrale Entwässerungssysteme werden dagegen an die örtlichen Verhältnisse angepasst. Kann unbelastetes Regenwasser vor Ort versickert oder eingeleitet werden, so muss es nicht in Mischwasserkanälen durch die Stadt gepumpt und in Kläranlagen behandelt werden. Dadurch werden gleichzeitig auch diejenigen Nachteile vermindert, die ansonsten bei einer Überlastung von Kanalnetzen durch Überläufe von Mischabwasser in Gewässer entstehen.

Bewirtschaften - Intelligente Entwässerungen halten den Regen auf dem Grundstück zurück oder nutzen ihn zusätzlich. Überschüssige Mengen können vor Ort versickert oder ortsnah eingeleitet werden. Mein Haus fördert in Bremen seit vielen Jahren Anlagen zur Regenwassernutzung und Dachbegrünungen. Regenwasser kann für viele Zwecke auf Grundstücken, in Haushalten und im Gewerbe verwendet werden und so Trinkwasser einsparen. Dachbegrünungen vermindern Abflüsse durch Verdunstung und Rückhaltung und leisten auch noch einen wertvollen Beitrag zur Stadtökologie.

Ich möchte Sie ermuntern, positiv und mit fortschrittlichen Lösungen an den neuen Umgang mit Regen heranzugehen. In diesem Sinne könnten wir dann mit Hundertwasser sagen: „Jeder Regentropfen ist ein Kuss des Himmels“.

Dr. Reinhard Loske

Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa in Bremen



Dr. Reinhard Loske

1 Einführung

Der Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten hat sich in den letzten Jahren grundsätzlich geändert. Früher galt es, Regenwasser möglichst schnell und vollständig von versiegelten Flächen in die Kanalisation abzuleiten. Man sprach von Beseitigung oder Entsorgung.

sonders starke Regenfälle sind eine Belastung, denn dann wird Mischwasser in die Gewässer abgeleitet. Außerdem können plötzliche große Regenmengen zu hydraulischem Stress für Wasserorganismen sowie zu problematischen Hochwasserspitzen führen.



Kanalschachtdeckel mit Bremer Schlüssel

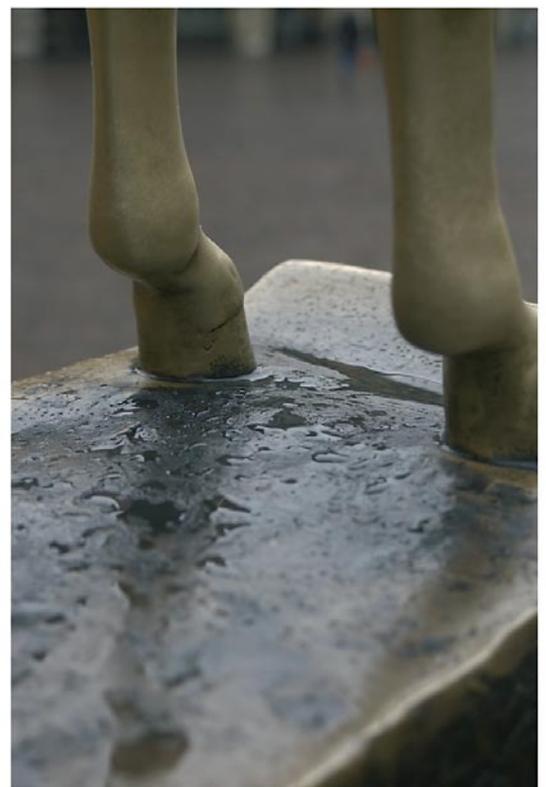
Alternativen gab es hauptsächlich im Kanalsystem. Bis Mitte des letzten Jahrhunderts wurde in Bremen Schmutz- und Regenwasser zusammen in einem Kanal (Mischsystem) abgeleitet. Fortschrittlicher war schon das so genannte Trennsystem, bei dem nur der Schmutzwasserkanal zur Kläranlage geleitet und das Regenwasser mit einem separaten Kanal einem Gewässer zugeführt wird. Doch noch immer hieß die Devise: Schnelle und schadlose Ableitung.

Was früher üblich und vielleicht auch vorgeschrieben war, ist aus heutiger Sicht nicht mehr so positiv zu bewerten. Letztlich wird sauberes Regenwasser gemeinsam mit dem Schmutzwasser aus Haushalten und Gewerbe zu den Kläranlagen geleitet. Das verursacht unnötige Kosten. Zum einen bei den Kanalnetzen, die wesentlich größer und teurer gebaut werden müssen, als es für das Schmutzwasser alleine nötig wäre und dann auch noch in der Kläranlage.

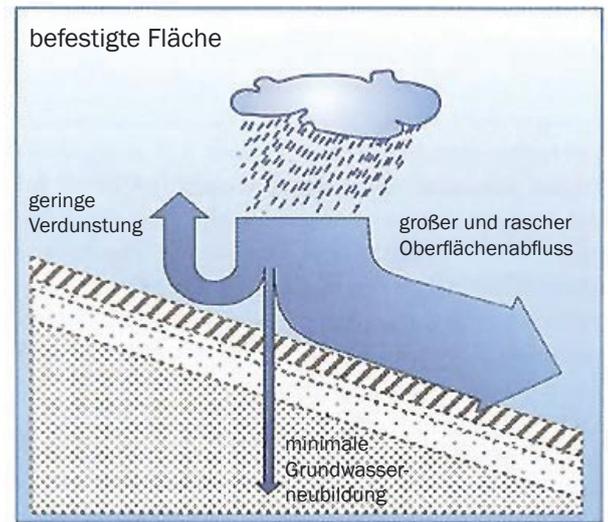
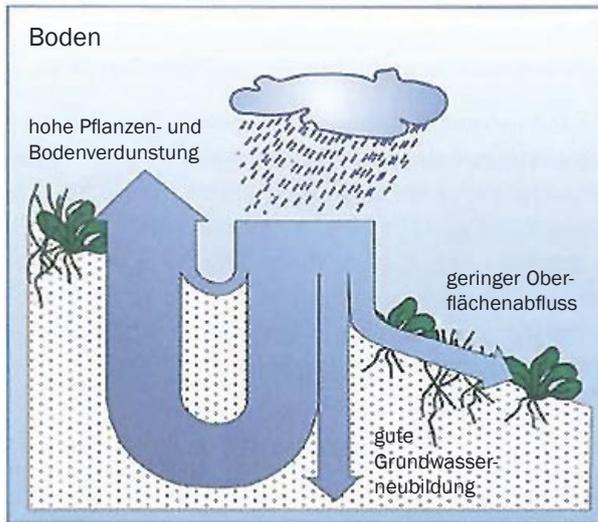
Wird Regenwasser in der Kanalisation abtransportiert, so steht es dem natürlichen Wasserhaushalt (Abb. S. 5) nicht mehr zur Verfügung. Es versickert nicht durch den Boden ins Grundwasser und fehlt somit in den Bächen und Flüssen, die gerade bei trockenem Wetter auf Wasserzufuhr angewiesen sind. Auch be-

Heute orientiert sich die moderne Stadtentwässerung am natürlichen Wasserkreislauf. Statt von Entsorgung wird von Bewirtschaftung gesprochen. Wann immer möglich sind Niederschläge zu versickern, zu verdunsten, zurück zu halten, zu nutzen oder ortsnah in Oberflächengewässer zu leiten. So bleibt der Regen dort wo er fällt. Besonders bei der Planung und Erschließung von Neubaugebieten in Bremen sollen die neuen Ansätze auf breiter Basis realisiert werden. Aber auch im Bestand gibt es vom kleinen Privatgrundstück bis zur großen Gewerbefläche den Bedarf und die Möglichkeit, die jetzige Situation zu verbessern.

Die gestalterischen Möglichkeiten zur Förderung der Verdunstung, Versickerung und Nutzung von Regenwasser sind vielfältig. Sie können durch Bauherren, Architekten, Ingenieure und Planer mit Fantasie und Ideenreichtum in die Praxis umgesetzt werden. In Neubaugebieten gibt es schon viele gute Beispiele, sowohl im privaten als auch im Gewerbebereich. Im Bestand ist die Umsetzung häufig schwieriger, oft aber besonders lohnend.



Stadtmusikant im Regen



Wasserhaushalt von unbefestigten und befestigten Flächen

Wasserhaushalt

Unter natürlichen Verhältnissen kann ein hoher Anteil des Regenwassers verdunsten oder zur Grundwasserneubildung beitragen. Der Oberflächenabfluss ist relativ gering. Mit zunehmender

Bebauung nimmt der Oberflächenabfluss von den versiegelten Flächen zu. Die Grundwasserneubildung wird nun deutlich geringer, ebenso die Verdunstung (s. Abbildung oben).

1.1 Die Folgen des Klimawandels - auch für Bremen ein Thema

Klimaänderungen hat es in der Vergangenheit immer wieder gegeben. Der größte Teil des extremen Temperaturanstiegs in den vergangenen hundert Jahren ist jedoch sehr wahrscheinlich die Folge des von Menschen verursachten Anstiegs der Treibhausgaskonzentrationen. Das macht der im Frühjahr 2007 veröffentlichte 4. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) deutlich.

Für die Region um Bremen zeigen die Klimaprojektionen, dass es höhere Temperaturen und veränderte Niederschläge geben wird. Die Sommer werden heißer, die Winter dafür milder und kürzer. Dabei werden die Niederschlagssummen im Sommer sinken. Im Winter dagegen ist mit steigenden Niederschlägen zu rechnen, die auch als regionale, länger anhaltende Starkregen auftreten können. Die Änderungen bei Starkniederschlägen kürzerer Dauer, die für die Bemessung von Kanälen maßgebend sind, lassen sich aus den Klimaprojektionen nicht direkt ableiten. Die Zunahme von Regenereignissen höherer Intensität (lokale Gewitter-Ereignisse) ist jedoch wahrscheinlich. Für Bremen wird von einem moderaten Anstieg der Bemessungsansätze für das Kanalnetz ausgegangen.

Sturmfluten von der See stellen für die Stadt an der Weser eine stetige Gefahr dar. Der sich



Osterdeich an der Weser

laut IPCC durch den Klimawandel beschleunigende Meeresspiegel-Anstieg bedeutet für Bremen deshalb eine massive Herausforderung. Allerdings existieren stadtumschließend Hochwasserschutzanlagen, die an die neuesten Erkenntnisse anzupassen sind. Durch die Umsetzung des „Generalplan Küstenschutz 2007“ wird den gestiegenen Anforderungen Rechnung getragen.

Nicht nur der Anstieg des Meeresspiegels ist für Bremen ein Problem. Das Wasser kommt auch aus dem Binnenland. Starke Regenfälle im Winterhalbjahr können vermehrt zu Binnenhochwasser der Weser führen. Bremen ist aber auch durch die Wümme, die Ochtum und die Lesum hochwassergefährdet. Die Stadt ist bei diesen Gewässern überwiegend „Untertlieger“ und damit auf eine weitsichtige Wasserwirtschaft der „Overtlieger“ angewiesen.

Ein naturnaher Umgang mit Regenwasser durch Versickerung, Rückhaltung und verzögerter Ableitung vermindert Abflussspitzen. So werden langfristig sowie nachhaltig Kanalanlagen und Binnengewässer entlastet. Mit dezentralen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung kann flexibler auf die möglichen Folgen des Klimawandels reagiert werden als mit dem Ausbau zentral ausgerichteter Entwässerungsstrukturen.

1.2 Getrennte Abwassergebühr

Das Abwassergebührensysteem in Bremen war einfach aber nicht gerecht. Bisher wurde für die Berechnung der Abwassergebühr die Menge des verbrauchten Trinkwassers, sogenanntes Frischwasser, herangezogen. In dieser Einheitsgebühr waren alle Kosten für Sammlung, Beseitigung und Behandlung von Schmutz- und Niederschlagswasser enthalten. Nach der neuesten Rechtsprechung müssen die Kosten für die Beseitigung des Schmutzwassers aus Haushalten und Gewerbebetrieben von den Kosten der Beseitigung des Niederschlagswassers getrennt werden.

Für große Grundstücke verbindlich, für kleine auf Antrag möglich

Für die meisten Haushalte aber auch für viele Gewerbebetriebe ändert sich mit dem neuen Gebührenmodell kaum etwas. Erst ab einem befestigten und an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Flächenanteil von 1.000 Quadratmetern Fläche gilt für das Grundstück ab dem 1. Januar 2011 eine getrennte Berechnung der Kosten für Schmutz- und Niederschlagswasser. Hier kann sich die Gebührenbelastung erhöhen.

Bei der Berechnung der Abwassergebühr werden neben der Flächengröße auch die unterschiedlichen Versiegelungsarten der befestigten Flächen berücksichtigt. Stark versiegelt sind alle Flächen wie Asphalt, Beton, Pflaster oder auch das Standarddach, über die das Wasser vollständig in das Kanalsystem abgeleitet wird. Als Flächen mit geringer Versiegelung gelten u.a. Splittfugenpflaster, Rasengittersteine oder Gründächer, die eine Versickerung zulassen. Bei Grundstücken mit einer befestigten und angeschlossenen Fläche kleiner 1.000 Quadratmetern ist in der Regel keine wesentliche Veränderung der Gesamtgebührenbelastung zu erwarten. Sie werden wie bisher nach der entnommenen Menge an Frischwasser berechnet und über die Einheitsgebühr veranlagt. Auf Antrag wird jedoch eine Veranlagung nach der getrennten Gebühr auch für diese Grundstücke möglich sein.



Regeneinlauf, auch als Straßenablauf oder Gully bezeichnet

Naturnaher Wasserhaushalt

Mit der Einführung der getrennten Abwassergebühr entstehen finanzielle Anreize, bewusster mit Regenwasser umzugehen. Jede Maßnahme, die dazu beiträgt, Regenwasser auf dem Grundstück zu halten, zu versickern oder auch in ortsnahe Oberflächengewässer wie Fleete abzuleiten, fördert einen naturnahen Wasserhaushalt.

Informationen zur Einführung der getrennten Abwassergebühr 2011

Während der Einführungsphase bis voraussichtlich Ende 2012 gibt es die Internetseiten www.getrennte-abwassergebuehr-bremen.de mit Berechnungsbeispielen. Ab Mitte 2010 ist dort auch ein Gebührenrechner zu finden.



Wohnen am Fleet in Borgfeld West

2 Naturnaher Umgang mit Regenwasser

Regenwasser ist in der Regel sauber und damit viel zu schade, in der Kanalisation zu verschwinden. Im natürlichen Wasserkreislauf hat das Wasser drei Möglichkeiten: es verdunstet, versickert und nur ein kleiner Teil fließt oberirdisch ab. Wo Boden versiegelt ist, kann er seine natürlichen Eigenschaften jedoch nicht mehr erfüllen. Ein Großteil des Regenwassers fließt von der Oberfläche ab, erfordert aufwändige Kanalsysteme und große, teure Kläranlagen.

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Regenwasser auf dem Grundstück zu belassen und damit von der Kanalisation abzukoppeln. Einige Flächen erlauben ein breites Spektrum an Maßnahmen. Oft reicht schon eine Entsiegelung, um den Boden wieder durchlässig zu machen. Mit Dachbegrünungen lassen sich sogar bebaute Flächen zumindest teilweise wieder in den natürlichen Wasserkreislauf einbinden. Regenwassernutzungsanlagen, die keinen Überlauf an die öffentliche Kanalisation haben, helfen mit der Speicherkapazität der Zisternen, Überlastungen des Kanalsystems bei Starkregenereignissen zu vermindern. Schließlich ermöglichen Versickerungsanlagen wie Mulden oder Rigolensysteme, Regenwasser auf dem Grundstück zu halten oder zeitverzögert abzugeben. An ungünstigeren Standorten kann ein großer Speicherraum zur Zwischenspeicherung der Regenabflüsse vor der Versickerung eine Lösung sein.

Insgesamt ist das Potenzial für Versickerungen in Bremen vergleichsweise gering. Im Bereich der Düne ist aufgrund verdichteter Bebauung häufig zu wenig Fläche vorhanden. In den Talsandniederungen erlauben hohe Grundwasserstände meist nur oberirdische Versickerungsanlagen. Auch die Bodenverhältnisse lassen Versickerungsanlagen nicht immer zu. Im Bereich der Marschen sind überwiegend undurchlässige Böden vorhanden (Kap. 4). In diesen Fällen kann ein Anschluss an die Kanalisation notwendig sein (Kap. 3).

Ist das ablaufende Regenwasser zu stark belastet, um es direkt zu versickern oder in ein Gewässer einleiten zu können (Kap. 5.3), muss es vorgereinigt werden. Einige Beispiele werden in diesem Kapitel vorgestellt.

Oberstes Ziel einer optimalen Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten muss sein, eine technisch realisierbare und kostengünstige Lösung zu finden, die dem natürlichen hydrologischen Kreislauf unbebauter Gebiete möglichst nahe kommt. Darüber hinaus wird damit verhindert, dass sich die Belastung der natürlichen Fließgewässer und das Risiko von dadurch verursachten Überflutungen erhöht. Als naturnah gelten Maßnahmen und Anlagen, die unmittelbar das Verdunsten, Versickern oder behutsame Ableiten in oberirdische Fließgewässer ermöglichen.

2.1 Regenwasser versickern lassen

2.1.1 Offen für Regen



Blumen im Asphalt

Auf vielen Grundstücken gibt es Flächen, die befestigt und versiegelt sind. So wurden Flächen gepflastert, zubetoniert und asphaltiert, weil es die Nutzung z.B. als Gehweg, Abstellfläche oder Stellplatz erforderte. In so manchen Vorgärten liegen „praktische“ Waschbetonplatten, weil die Pflege eines begrünzten Vorgartens zu aufwändig erscheint.

Selten genutzte Flächen können vollständig freigelegt und begrünt werden. Die vollständige Entsiegelung ist aus ökologischer Sicht die beste Variante.

Für Flächen, die begangen oder befahren werden, sind geeignete, durchlässige Materialien für fast alle Nutzungen verfügbar. Für die Auswahl sind neben ästhetischen Aspekten die Kosten der Herstellung, der Aufwand zur Pflege und Unterhaltung, die Intensität der Nutzung sowie der ökologische Wert entscheidend. Positiver Effekt neben der Versickerung ist die Speicher- und Verdunstungsmöglichkeit zur Verbesserung des Kleinklimas.

Die entsiegelten Flächen müssen nicht nur ihre Funktion erfüllen, sondern auch dauerhaft eine hohe Versickerungsleistung bieten. So bestehen durchlässige Flächenbefestigungen in der Regel aus Deck-, Ausgleichs- und Tragschicht, mit oder ohne Frostschuttschicht. Die Dimensionierung und Zusammensetzung der Schichten hängt von der Bodenbeschaffenheit, der zu erwartenden Belastung sowie vom gewählten Oberflächenmaterial ab. Alle Schichten müssen wasserdurchlässig sein. Daher sind Fachkunde

und Sorgfalt in der Ausführung, bei Betrieb und Unterhaltung erforderlich.

Nicht jeder Untergrund eignet sich für die Versickerung. Lehmige, dicht gelagerte Böden können das Wasser nicht schnell genug ableiten. Es besteht die Gefahr eines Rückstaus. Sandige, kiesige Böden nehmen das Wasser zwar schnell auf, allerdings ist die Filterwirkung gering. Hier darf nur unbelastetes Regenwasser versickern. Bei Frost oder Starkregen sinkt die Leistungsfähigkeit. In diesen Fällen ist ein Überlauf in angrenzende Vegetationsflächen oder Versickerungsmulden (Kap. 2.1.2) sinnvoll.

Getrennte Abwassergebühr

Sind versiegelte Flächen an die öffentliche Regen- oder Mischwasserkanalisation angeschlossen, werden sie bei Grundstücken mit mehr als 1000 m² versiegelter Fläche bei der Abwassergebühr berücksichtigt (Kap. 1.2). Flächen mit starker Versiegelung werden mit dem Versiegelungsfaktor 1,0, also vollständig angerechnet. Flächen mit geringer Versiegelung wie z.B. Rasengittersteinen werden mit dem Faktor 0,3 veranlagt.

Entsiegelungen und Versickerungsanlagen können noch bis Ende 2011 gefördert werden. Informationen dazu gibt es bei der Bremer Umwelt Beratung (Kap. 7).



Blühender Vorgarten

Befestigungssysteme

Flächen mit ausreichender Versickerungsfähigkeit des Untergrundes eignen sich für die Befestigung mit wasserdurchlässigen Materialien. Dazu gehören Spielflächen, Terrassen, Geh- und Radwege, Land- und Forstwirtschaftswege, Hofflächen, Park- und Abstellplätze auf privaten und öffentlichen Grundstücken. Die Art der Oberflächenbefestigung hängt ab von der spezifischen Flächennutzung (besonders von der damit verbundenen Verkehrsflächenbelastung) sowie der Geländegestalt (zum Beispiel Gefälle).

Schotterrassen

Schotterrassen ist eine mit Rasen begrünte Fläche, die für gelegentliche Verkehrsbelastung geeignet ist. Für ständig genutzte Fahrwege bzw. Park- und Abstellflächen sowie für häufiges Rangieren ist Schotterrassen nicht geeignet. Rasen braucht Licht zum Wachsen, schattige Lagen können zu Problemen führen.



Oberflächliche Ableitung des Regenwassers in Borgfeld Ost über Mulden, Baumscheiben und offene, versickerungsfähige Seitenräume. Auf einen Regenwasserkanal konnte verzichtet werden.



Wassergebundene Decke am Horner Bad

Kies- und Splittdecken

Kies- und Splittdecken werden auch als wassergebundene Decken bezeichnet. Sie bestehen aus Kies oder Splitt, der eine gleichförmige mittlere Körnung aufweist und auf einem durchlässigen Unterbau aufgebracht wird. Ein zu hoher Anteil an Feinmaterial füllt die Hohlräume aus und mindert die Versickerungsleistung. Kies- und Splittdecken sind geeignet für Fußwege, selten genutzte Kfz-Stellplätze sowie extensiv genutzte Hofflächen. Für das Befahren mit schweren Fahrzeugen sowie häufige Nutzung als Kfz-Stellfläche ist diese Befestigung nicht geeignet.

Holzbeläge

Holzpflaster oder -roste sind ein interessanter Bodenbelag für Sitzplätze, Wege oder Treppen im Hausgarten. Holzpflaster besteht aus geschnittenen Holzklötzen oder auch aus Rundhölzern, die in der Regel imprägniert sind und mit Sand oder Splitt ausgefugt werden. Damit das Niederschlagwasser rasch abzieht, ist ein Unterbau von etwa 50 bis 30 cm eines gut dränierenden Materials wie Kiesgemisch, körnigem Schotter, Splitt oder Lava erforderlich. Die Haltbarkeit von Holzpflaster ist begrenzt. Bei Nässe besteht Rutschgefahr.



Rasengittersteine

Rasengittersteine

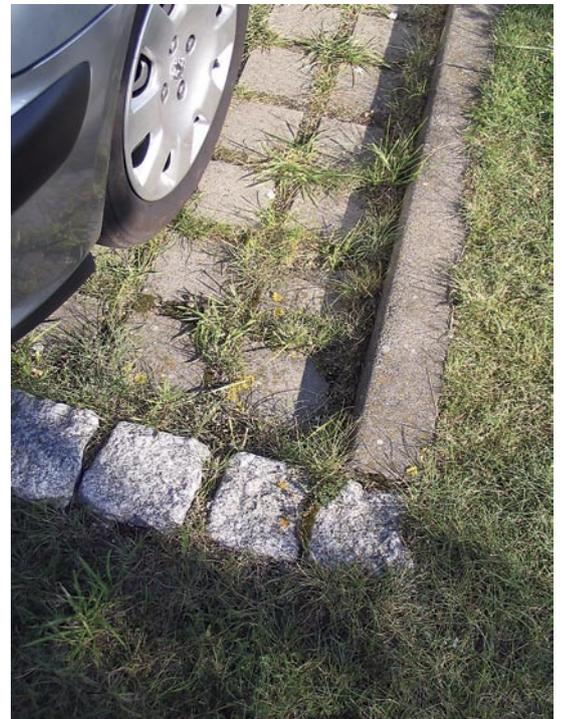
Rasengittersteine bestehen aus Beton oder Kunststoff und haben wabenförmige Öffnungen, die mit sandigem Oberboden gefüllt und mit Gras bewachsen sind. Sie stellen eine Alternative zum Schotterrasen dar. Anwendungsgebiete sind Wege und Plätze in Gärten und Parks, selten genutzte Parkplätze, Garagenzufahrten, Böschungssicherungen oder auch Feuerwehrezufahrten. Die Pflege einer bereits begrünten Rasengitterfläche ist vergleichbar der einer normalen Rasenfläche.

Rasenfugenpflaster

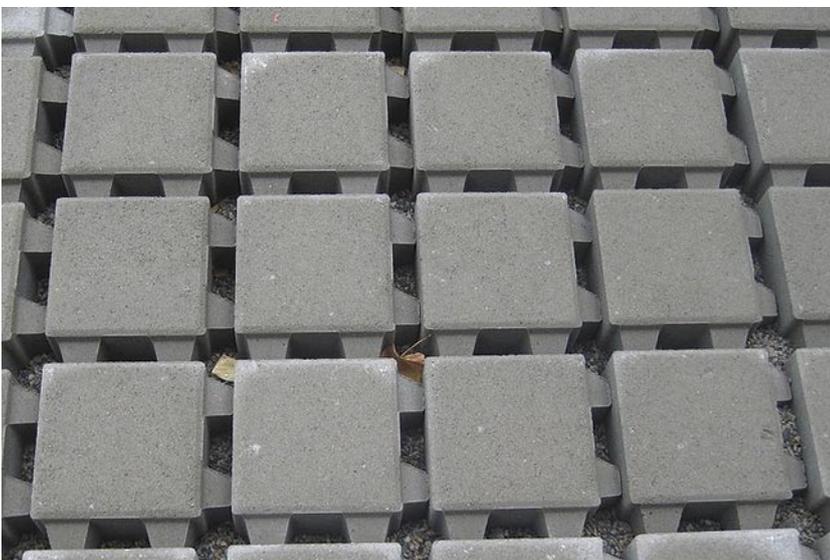
Rasenfugenpflaster besteht aus Betonpflastersteinen, Großpflastersteinen oder Natursteinen mit Abstandhaltern, die gleichmäßig breit begrünte Fugen ermöglichen. Pflasterflächen mit Grünfugen können Regenwasser speichern und durch Verdunstung wieder abgeben. Es ist jedoch zu beachten, dass durch den Oberflächenanteil und die zunehmende Durchwurzelung der Fugen mit der Zeit die Versickerungsfähigkeit eingeschränkt wird. Diese Flächen sind auch nach heftigem Regen nutzbar.

Porenpflaster

Porenpflaster bestehen aus Pflastersteinen, die einen großvolumigen Kornaufbau aufweisen und dadurch wasserdurchlässig sind. Wasserdurchlässige Pflastersteine sind in erster Linie für Flächen geeignet, die keiner starken Verschmutzung ausgesetzt sind, da sich die Poren durch Staub und Abrieb zusetzen können. Porenpflaster sind daher nur eingeschränkt zu empfehlen.



Rasenfugenpflaster



Hochbelastbares Splittfugenpflaster - die Fugenkammern sind zur besseren Darstellung erst teilweise mit Splitt gefüllt

Splittfugenpflaster

Splittfugenpflaster bestehen aus Pflastersteinen mit schmalen Zwischenräumen, die mit Splitt oder Kies gefüllt sind. Die Versickerung erfolgt bei dieser Pflasterung durch die splittgefüllten Zwischenräume. Die Belastbarkeit des Befestigungssystems ist sehr hoch. Somit eignet sich Splittfugenpflaster für gewerbliche Nutzungen, für Zufahrten und stark frequentierte Stellplätze ebenso wie für häufig genutzte Hofflächen. Der Unterhaltungsaufwand ist relativ gering. In gewissen Abständen kann das Wiederauffüllen von ausgewaschenem Fugenmaterial notwendig werden.

2.1.2 Versickerungsanlagen

Regenwasser von versiegelten Flächen (Dächer, Plätze oder Wege) kann auf dem Grundstück versickert werden, wenn die Voraussetzungen stimmen. Dazu kommen verschiedene technische Anlagen zur Versickerung in Frage, deren Anwendbarkeit sowohl von den Untergrundverhältnissen als auch von der Qualität des zu versickernden Wassers abhängt. Bei allen Vorteilen des Versickerns dürfen die Belange des Grundwasserschutzes nicht außer Acht gelassen werden.

Es wird zwischen oberirdischen (offenen) und unterirdischen Versickerungsanlagen unterschieden. Oberirdische Versickerungsanlagen werden als Anlagen definiert, die das anfallende Oberflächenwasser ohne weitere Maßnahmen direkt in wasserdurchlässige Bodenschichten einleiten. Dazu gehören die Flächen- und Muldenversickerung. Auch bewachsene Gräben können diese Aufgabe erfüllen. Diese Anlagen begünstigen die Verdunstung und sind grundsätzlich zu bevorzugen. Wenn das Regenwasser durch eine mindestens 20-30 cm starke belebte Bodenzone versickert, wird es in der Regel ausreichend gereinigt, um das Grundwasser vor schädlichen Stoffen zu schützen. Stärker verschmutztes Oberflächenwasser (Kap. 5.3) muss je nach Verunreinigung behandelt oder in die Kanalisation eingeleitet werden.

Unterirdische Versickerungsanlagen sind Bauwerke, in die das Oberflächenwasser mit der Möglichkeit der Speicherung eingeleitet wird.

Die Ableitung erfolgt zeitverzögert über den Untergrund. Dazu gehören Rigolen wie Rohrversickerungen oder Sickerblöcke und die Schachtversickerung. Auch die Kombination einzelner Elemente ist möglich und häufig sinnvoll.

Vor der Planung und Ausführung müssen die Bodenverhältnisse, der zu erwartende Regenabfluss und der Grundwasserstand geprüft werden (s. Planungsgrundlagen Kap. 5.3). Ebenso sind die rechtlichen Aspekte der Niederschlagsbeseitigung zu beachten, die in Kapitel 5 dargestellt sind.



Mulden-Versickerung in Brokhuchting

Oberirdische Versickerungsanlagen

Flächenversickerung

Die Flächenversickerung ist die bautechnisch einfachste Form der Regenwasserversickerung. Das Regenwasser kann direkt aus Fallrohren durch ein Rohrstück oder über eine gepflasterte Rinne von befestigten Flächen oder Dächern auf die vorhandene Freifläche geleitet werden. Die Zuflüsse werden dabei gleichmäßig über die Versickerungsfläche verteilt. Dort versickern sie dezentral und ohne Speicherung. Da kein Anstau des Niederschlagswasser erfolgt, muss die Versickerungsleistung des Bodens hoch sein. Auch besteht ein großer Flächenbedarf, der im städtischen Bereich häufig nicht vorhanden ist. Als Vorteile sind u.a. die volle Nutzbarkeit der Fläche mit vielfältiger Gestaltungsmöglichkeit und ein geringes Gefährdungspotenzial des Grundwassers zu sehen. In unmittelbarer Nähe eines Hauses sollte kein Wasser versickert werden, da es durch die Bodennässe und den erhöhten Grundwasserstand zu Problemen kommen kann (s. Grafik S. 13).

Voreinschätzung der Versickerungsmöglichkeit

Beim Geologischen Dienst für Bremen kann die Möglichkeit der Versickerung von Regenwasser auf dem eigenen Grundstück auf Basis von ca. 80.000 Bohrungen erfragt werden. Die Erstellung eines Gutachtens nach den Anforderungen des Arbeitsblattes A 138 des Regelwerkes der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) ist erst bei einer positiven Voreinschätzung zu empfehlen.

Bohrdatenbank: www.gdfb.de

Wer erstellt Bodengutachten?

Die Bremer Umwelt Beratung hat eine Liste von Gutachtern im Raum Bremen zusammengestellt.

info@bremer-umwelt-beratung.de

Muldenversickerung

Die Versickerung von Regenwasser in einer Mulde ist eine baulich einfache und kostengünstige Variante. Sie bietet eine Vielzahl von Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die große Verdunstungsfläche und die gute Reinigungsleistung der belebten Bodenschicht ist sie auch aus ökologischer Sicht zu empfehlen.

Eine Mulde ist eine Vertiefung in einer Rasen- oder Pflanzfläche, in die das Regenwasser oberflächlich eingeleitet wird. Die Muldensohle



Mulde im Weidedammviertel mit Röhrichtsaum

wird eben und ohne Gefälle angelegt, damit eine gleichmäßige Versickerung erfolgen kann. Anderenfalls kann es in tiefer gelegenen Bereichen zu Verschlammungen kommen. Die Mulde sollte so gestaltet werden, dass ein Einstau von 30 cm nicht überschritten wird. Generell werden Mulden so groß ausgelegt, dass auch große Niederschlagsmengen selten zum Überlaufen führen (s. Bemessungsregeln S. 15).

Bei geringen Niederschlägen ist in der Regel kein Wasser in der Mulde sichtbar und die Fläche kann als Spiel- und Erholungsfläche genutzt werden. Durch die Kombination einer Mulde mit einem Gartenteich lassen sich weitere gestalterische Akzente setzen. Mulden müssen nicht ausschließlich mit Gräsern begrünt werden. Oft bieten sich Pflanzenarten der Röhrichtsäume und Hochstaudenfluren an. Sie ertragen auch längere Staunässe und tragen zur Artenvielfalt bei.

Mulden können bei guter bis mittlerer Durchlässigkeit des Bodens angelegt werden. Wegen ihres geringeren Platzbedarfs bieten sie auf Grundstücken in Wohn- und Gewerbegebieten eine gute Alternative zur Flächenversickerung (s. auch Mulden-Rigolen-Versickerung). Zur Wartung der Anlage ist in der Regel lediglich die Grünflächenpflege und die Reinigung und Kontrolle der Zuläufe notwendig.

Unterirdische Versickerungsanlagen

Reicht der Platz für eine Versickerungsmulde nicht aus oder kommt diese aus gestalterischen Gründen nicht in Frage, bieten sich Rigolenversickerungen an. Bei der Rigolenversickerung wird Regenwasser in einen unterirdischen Speicher geleitet und sickert von dort in den Boden. Da bei der unterirdischen Versickerung die reinigende Wirkung der belebten Bodenzone nicht genutzt wird, ist besonders auf den Grundwasserschutz zu achten. Es darf nur unbelastetes Niederschlagswasser versickert werden (Kap. 5.3). Wasser von Metalldächern oder Parkplätzen sowie von Zufahrten und allen Flächen, die von Kraftfahrzeugen genutzt werden können, ist nicht dafür geeignet.

Der Speicher, in dem Wasser bei starken Regenfällen zwischengespeichert wird, besteht in der Regel aus durchlässigen Kunststoffelementen, Kies oder Schotter. Der Zufluss kann ober- oder unterirdisch erfolgen und sollte mit einem Filter oder Schlammfang versehen werden.



Muldenrigolensystem im Winter

Rohrigolen und Sickerblöcke

Werden Rohre für die Versickerung verwendet, spricht man auch von einer Rohrversickerung. Bei einer Rohrversickerung wird ein Längsgraben mit Kies oder Schotter verfüllt, in den über die gesamte Länge ein Versickerungsrohr zur Verbesserung der Wasserverteilung und zur Vergrößerung des Stauvolumens eingebaut wird. Ein besonders großes Speichervolumen lässt sich mit speziellen Sickerblöcken aus Kunststoffgittern erzielen. Rigolen werden seitlich und an der Oberfläche mit einem Filtervlies abgedeckt, damit kein Schmutz in den Speicher gelangt, der diesen langfristig verstopfen würde.

Durch Rigolen gibt es fast keine Einschränkung der Grundstücksnutzung. Lediglich tiefwurzeln- de Bäume und Sträucher können nicht über der Anlage gepflanzt werden. Dafür ist es möglich, Rigolensysteme unter Wegen, Parkplätzen oder Terrassen anzulegen. Sie sind damit auch für beengte Grundstücke geeignet.



Einbau von Sickerblöcken am Bremer Weserstadion

Mulden-Rigolenversickerung

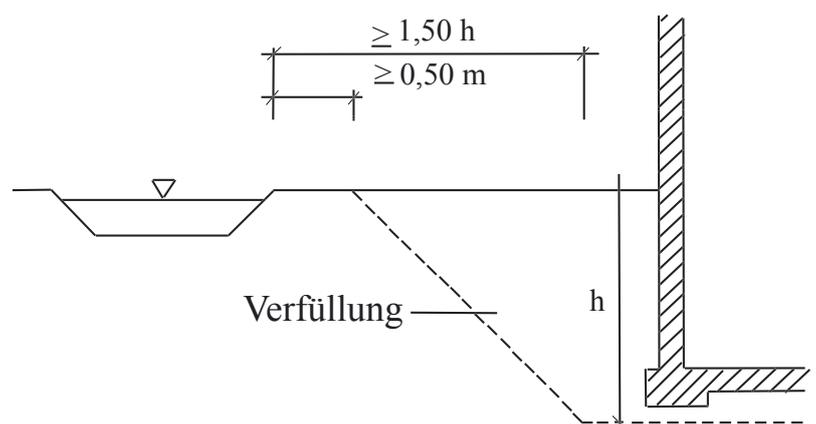
Sehr gut lassen sich Mulden mit Rigolen kombinieren. Die Vorteile beider Systeme können so genutzt werden. Sie bieten gute Resultate in der Kombination von Reinigung und Rückhaltung. Mit dem zusätzlichen Speicher unter der Mulde entsteht ein größeres Stauvolumen, der Flächenbedarf der Mulde wird dadurch reduziert. Durch die längere Speicherung und die verzögerte Abgabe ist die Kombination auch für schlechter durchlässige Böden geeignet.



Mulden-Rigolen-System

Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen

Damit Schäden durch Versickerungsanlagen an der angrenzenden Bebauung (zum Beispiel Vernässung) und eventuelle Beeinträchtigungen des Nachbargrundstücks vermieden werden, sind Mindestabstände gemäß des Arbeitsblattes A 138 (Kap. 5.3) einzuhalten. Der Abstand zwischen der Anlage und unterkellerten, ohne wasserdruckhaltende Abdichtungen ausgestatteten Gebäuden soll das 1,5fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten (Abb. rechts). Ein Abstand von mindestens 0,5 m von der Böschungsoberkante der Baugrube zur Versickerungsanlage stellt zusätzlich sicher, dass Sickerwasser nicht direkt in den Verfüllbereich der Baugrube gelangt. Der Abstand zur eigenen Grundstücksgrenze ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung des Nachbargrundstücks ausgeschlossen ist.



Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen

Versickerung von verunreinigtem Niederschlagswasser

Bei allen Vorteilen des Versickerns ist vorrangig der Schutz des Grundwassers und des Bodens durch Stoffeinträge zu berücksichtigen. Die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen ist vor allem von der Flächennutzung abhängig. Besonders hoher Fahrzeugverkehr und Umschlagstätigkeiten führen zu stofflichen Belastungen der Oberflächen und entsprechenden Belastungen des Abflusses bei einsetzenden Niederschlägen. Hinzu kommt die Staubbelastung aus der Luft. Von Flächen wie Straßen, Industrie- und Gewerbeflächen und häufig frequentierten Parkplätzen sind daher mehr als nur gering belastete Abflüsse zu erwarten.

Gleiches gilt für Dachflächen aus unbeschichteten Kupfer, Zink- und Bleieindeckungen, sofern mehr als übliche Flächenanteile wie Gauben, Eingangsüberdachungen, Erker, Dachrinnen u. ä. mit unbeschichteten Buntmetallen eingedeckt sind. Als üblich gilt ein Anteil von maximal 50 m² Oberfläche. In keinem Fall dürfen solche Abflüsse direkt in Oberflächengewässer oder über unterirdische Versickerungsanlagen in das Grundwasser geleitet werden.

Pflicht zur Abwasserbeseitigung

Die Bestimmungen der dezentralen Niederschlagswasserbeseitigung nach dem Bremischen Wassergesetz (Kap. 5.3) gelten nicht für verschmutzte Abflüsse. Die Abwasserbeseitigungspflicht liegt hier bei der Stadtgemeinde Bremen. Das bedeutet, dass bei vorhandener Anschlussmöglichkeit an einen öffentlichen Regen- oder Mischwasserkanal im Regelfall eine



**Versickerung am Straßenrand
„über die Schulter“**

Kanalanschlusspflicht besteht. In Einzelfällen kann eine grundstückseigene Abwasserbeseitigung zweckmäßig sein. In diesem Fall ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. In dem Verfahren wird das Vorhaben geprüft und es werden Anforderungen, wie die Behandlung des Niederschlagswassers in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des Einleitgewässers, festgelegt.

Belebte Bodenzone

Die Versickerung verschmutzter Abflüsse über einen bewachsenen Oberboden (Mutterboden) hat eine hohe Reinigungsleistung. Bei der Passage „belebter“ Bodenschichten werden durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge Schmutzstoffe aus dem durchströmenden Regenwasser zurückgehalten und gespeichert oder aber abgebaut. Dieses Verfahren sollte verstärkt bei Neubaumaßnahmen im Bereich von Straßen-, Parkplatz- und Hofentwässerungen zum Einsatz kommen. Bei gering und mäßig verschmutzten Abflüssen sind 20 cm Oberboden ausreichend, bei stärkerer Verschmutzung 30 cm. Der Boden, durch den versickert wird, darf nicht durch Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen belastet sein. Eine ausreichende Reinigung wird erreicht, wenn der natürliche Oberboden einen pH-Wert von 6 bis 8, einen Humusgehalt von 1 bis 3 Prozent und einen Tongehalt unter 10 Prozent aufweist.



Öko-Rinne: Hochbord mit Lücken

Der Reinigungserfolg ist umso größer je geringer die Flächenbelastung ist. Das heißt breitflächigen Versickerungen über ausreichend bemessene dezentrale Flächen- oder Muldenversickerungen ist der Vorzug zu geben vor zentralen Anlagen in Becken und gering dimensionierten Mulden. Bei der Planung ist auf eine gleichmäßige Beschickung der Versickerungsflächen zu achten. Am Einfachsten ist es bei Straßen und sonstigen Flächen den Zufluss „über die Schulter“ zu realisieren. Sind Hochborde erforderlich, z. B. zum Schutz von Sickermulden bei Parkplätzen, so ist eine Entwässerung über „Lücken im Bord“ vorzusehen. Hier werden von der Industrie spezielle Formteile angeboten, die eine optimale Beschickung der Mulde bei gleichzeitiger Stabilität des Hochbords gewährleisten.



Entwässerung eines Supermarktparkplatzes in Walle über eine Mulde mit Notüberlauf in den Mischwasserkanal

„Bemessungsregen“

Versickerungsanlagen sind grundsätzlich auf einen fünfjährigen Bemessungsregen auszulegen. Bei ungünstigen Bedingungen durch Platzmangel oder geringdurchlässige Böden können Mulden mit einem Notüberlauf versehen werden. Treten solche Ereignisse rechnerisch selten ein (ein- bis zweimal pro Jahr), kann eine unterirdische Versickerungsanlage, ein öffentli-

cher Kanal oder ein Oberflächengewässer direkt beschickt werden. Bei Füllung der Mulde wird dann Überstandswasser, das üblicherweise gering verschmutzt ist, direkt abgeleitet. Alternativ oder aus Gewässerschutzgründen kann auch ein Notüberlauf in die öffentliche Kanalisation vorgesehen werden. Hierzu ist die Zustimmung des Kanalnetzbetreibers erforderlich.

Sickermulde mit Substrat

Der Eintrag von Schwermetallen in den Boden und in Gewässer muss durch geeignete Behandlungsmaßnahmen deutlich verringert werden. D-Rainclean® erfüllt als bisher einziger

Hersteller mit seinen Sickermulden die gesetzlichen Anforderungen, welche den Umgang mit stärker verunreinigtem Niederschlagswasser vor der Versickerung regeln (Kap. 5.3, Planungsgrundlagen).



Einbau einer Sickermulde mit Substrat

Die Sickermulden, die mit einem zum System gehörenden Substrat gefüllt werden, nehmen belastetes Oberflächenwasser auf und geben es in unbedenklichem Zustand an den Boden ab. Die Sickermulde gibt es als offene Version, in der eine Bepflanzung möglich ist, oder in geschlossener Form mit Stahlrahmen und Gitterrost, wie sie zum Beispiel für Parkplätze zum Einsatz kommen kann.

Die gute Reinigungsleistung wird durch ausgewählte natürliche Mineralien mit hoher Austauschkapazität und Filterwirkung erzielt. Synthetische Produkte kommen nicht zum Einsatz. In dem Substrat wird das mit unterschiedlichsten Schadstoffen angereicherte Niederschlagswasser vor dem Erreichen des Grundwassers durch Filtration, Adsorption und Einlagerung, Kationenaustausch, Fällung und durch biologischen Abbau weitestgehend gereinigt. Je nach Belastungsgrad erreicht D-Rainclean® Standzeiten von 15 bis 20 Jahre. Danach empfiehlt der Hersteller den Austausch des Substrates.

2.2 Einleiten in Oberflächengewässer



Wohnen am Fleet im Weidedamm III



Regenkläranlage im Gewerbepark Hansalinie während der Bauphase



Absetzbecken mit schwimmender Tauchwand in der Airportstadt Ost acht Jahre nach der Fertigstellung.

Das Erscheinungsbild Bremens ist durch Oberflächengewässer geprägt. In den alten Stadtgebieten entlang der „Düne“ sind die Weser und die Hafengewässer die gestaltenden Elemente. Bremen-Nord wird durch verschiedene Geestrandbäche geprägt. Wohnen, Arbeiten und Leben am Wasser erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Die Stadt hat sich besonders mit der Schlachte, der Überseestadt und anderen maritimen Meilen wieder dem Fluss zugewandt.

Außerhalb des alten Siedlungsgebietes ist Bremen - neben einigen natürlichen Gewässern - von vielen kleinen künstlichen Gewässern durchzogen. Hier prägen vor allem Fleete das Ortsbild und die freie Landschaft. Diese breiten eingestauten Gräben wurden vormals zur Entwässerung und landwirtschaftlichen Nutzbarmachung der Marschgebiete angelegt. Heute dienen die Fleete auch der Entwässerung von Wohn- und Gewerbegebieten und sind dort gestaltende Elemente der Stadtplanung. Die Regenwasserableitung erfolgt bei Erschließungen nach Mitte des vorherigen Jahrhunderts im Trennsystem (siehe auch Kap. 3). Das heißt der Regenabfluss wird - getrennt vom Schmutzwasser - einem Oberflächengewässer zugeführt. Diese Einleitungen sind aufgrund des engmaschigen Gewässernetzes in Bremen zumeist ortsnah. Der dezentralen Regenwasserwirtschaft wird unter den dortigen Bedingungen Rechnung getragen, da Versickerungen aufgrund ungünstiger Bedingungen durch Boden- und Grundwasserverhältnisse nicht möglich sind.

Verschmutzte Regenabflüsse

Verschmutzte Abflüsse von Regenwasserkanälen in Gewerbegebieten und an viel befahrenen Straßen müssen vor einer Gewässereinleitung durch Regenklärbecken behandelt werden. Diese zumeist öffentlichen Anlagen sind mit einem Absetzbecken zum Rückhalt von absetzbaren Stoffen und mit einer Tauchwand oder anderen Vorrichtungen zum Rückhalt von Ölen und Kraftstoffen ausgestattet (Beispiel Airportstadt-Ost, Foto unten). Einige Regenkläranlagen verfügen zur weitergehenden Reinigung über eine nachgeschaltete Pflanzenbeet- oder Bodenfilterstufe, wie im Gewerbepark Hansalinie (Foto Mitte).

Verschmutzte Regenabflüsse von privaten Grundstücken, wie sie in den meisten Gewerbegebieten anfallen, unterliegen nicht den Bestimmungen der „dezentralen Niederschlagswasserbeseitigung“ (Kap. 5.3 BremWG). Die Abwasserbeseitigungspflicht für diese Flächen liegt bei der Stadtgemeinde Bremen. Dementsprechend sind diese Regenabflüsse der öffentlichen Kanalisation zuzuleiten.

2.3 Begrünte Dächer

Durch Pflanzen auf dem Dach können zusätzliche Grünflächen in der Stadt geschaffen werden. Dort, wo Gebäude stehen und Boden versiegelt wurde, entstehen neue Vegetationsflächen. Sie werden zu Ersatz-Lebensräumen für Tiere und Pflanzen. Gründächer verbessern zudem das Stadtklima und tragen zur Luftreinhaltung bei. So kann ein 100 m² großes Gründach jährlich etwa 200 kg Staub aus der Luft herausfiltern. Die Wasserverdunstung auf großer Fläche wirkt vor allem an heißen Sommertagen angenehm kühlend. Die Lebensdauer von Dachabdichtungen, besonders bei Flachdächern, kann sich durch eine Dachbegrünung mehr als verdoppeln. Das Gründach schützt die Dachhaut vor Witterungseinflüssen wie großen Temperaturunterschieden oder UV-Licht.

Regenwasserrückhaltung

Dachbegrünungen leisten auch einen wirksamen Beitrag zum Regenwassermanagement. Sie können Regenwasser zurückhalten und speichern. Spitzenabflüsse werden so nur teilweise und verzögert zum Abfluss gebracht. Je nach Speicherkapazität des Substrates sowie eventuell eingebauter Speicherschichten verbleibt ein Teil des Wassers auf dem Dach und wird dort von der Vegetation verwertet bzw. verdunstet.



Begrüntes Schrägdach

Bremerhaven
Bremen



Bremer Dächer - grün und lebendig

Leitfaden und praktische Tipps zur Dachbegrünung

Bremer Umwelt Beratung
Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr
Freie Hansestadt Bremen

Bei der Bremer Umwelt Beratung kann die 28-seitige Farbbroschüre bestellt werden oder steht als kostenlose pdf-Version bereit: www.bremer-umwelt-beratung.de

Gartenbewässerung und Versickerung

Um den Effekt der Wasserrückhaltung noch zu verstärken, kann das von Gründächern austretende Niederschlagswasser als Brauchwasser für den Garten genutzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wasserqualität durch Auswaschungen von Humin- und Nährstoffen aus dem Substrat (erkennbar an einer Wassertrübung) beeinträchtigt sein kann. Auf der anderen Seite können viele Schadstoffe in Substrat- und Filterschichten zurückgehalten werden. Für Gartenbewässerung und Versickerungssysteme kann das Wasser meist ohne zusätzliche Filter verwendet werden, sofern die Gründächer nicht gedüngt werden. Zusätzliche Düngung ist bei einer Extensivbegrünung aber meist unnötig.

Extensiv- und Intensivbegrünung

Je nach Vegetation, Schichtdicke und Aufwand wird bei Dachbegrünungen zwischen „Extensiv-“ und „Intensivbegrünungen“ unterschieden. Extensivbegrünungen zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Herstellungs- und Pflegeaufwand aus. Eine nur wenige cm starke Substratschicht trägt eine extrem anspruchslose, robuste und trockenheitsverträgliche, sich selbst erhaltende Pflanzendecke. Eine große Auswahl an dafür geeigneten, niedrigwüchsigen und zum Teil attraktiv blühenden Dachstauden steht für solche Begrünungen zur Verfügung.

Damit lassen sich sowohl artenreiche und naturnahe wie ästhetisch ansprechende Vegetationsflächen entwickeln. Die Pflege beschränkt sich auf ein bis zwei Kontrollgänge pro Jahr mit geringfügigen Eingriffen (zum Beispiel Entfernung von Gehölz-Sämlingen). Eine künstliche

Bewässerung ist nach dem Anwachsen im Regelfall nicht erforderlich.

Bei Intensivbegrünungen sind auch Gräser, Stauden oder Sträucher möglich, sogar ganze Gartenlandschaften mit Bäumen und Teichen. Der erforderliche Schichtaufbau unterscheidet sich nicht wesentlich von Extensivbegrünungen. Bestimmte Funktionsschichten wie Dachdichtung, Wurzelschutz, Drainage und Filterschicht sind unabhängig von der Begrünung erforderlich. Durch moderne Materialien und durch die Auswahl geeigneter Substrate konnte die statische Belastung der Dachflächen durch intensive Standardaufbauten deutlich verringert werden. Bei vorhandenen Gebäuden scheidet diese Art der Begrünung auf Grund der hohen Dachlast dennoch häufig aus. Hinzu kommt, dass intensive Dachbegrünungen ähnlich wie Gärten gepflegt und besonders auch bewässert werden müssen.

Aufgrund der vergleichsweise geringen Dachlasten sind extensive Gründächer besonders für großflächige Begrünungen z.B. von Gewerbebauten und für nachträgliche Begrünungen von nur leicht belastbaren Dächern geeignet. Aber auch dort, wo höhere Dachlasten theoretisch möglich sind, wird aufgrund der geringeren Aufwendungen für Anlage und Pflege oft extensiv begrünt.



Begrüntes Dach der Kindertagesstätte „Das Entdeckerhaus“ im Technologiepark. Aus dem Bremer Förderprogramm für Dachbegrünung gab es einen Zuschuss.

2.3.1 Förderprogramm zur Begrünung von Dächern

Der Bremer Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa fördert auf Antrag die Errichtung von Dachbegrünungen. Neben privaten Haushalten können auch gewerbliche Antragsteller einen Zuschuss zur Dachbegrünung erhalten.

Bis zu 5000 Euro Zuschuss

Die maximal mögliche Fördersumme beträgt 5000 Euro. Dabei können bis zu einem Viertel der förderfähigen Kosten erstattet werden. Die Höchstförderung pro Quadratmeter begrünter Dachfläche beträgt 25 Euro. Maßgebend ist die aktuelle Förderrichtlinie zur Dachbegrünung im Land Bremen.

Förderfähig sind alle Kosten, die ab Oberkante Dachabdichtung entstehen. Eigenleistungen können nicht berücksichtigt werden. Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit von

Dächern im Zusammenhang mit einer Begrünung sind ebenfalls förderfähig. Nicht gefördert werden Wurzelschutzfolien aus PVC sowie Begrünungen über Asbestdachabdeckungen. Wenn die Bodenverhältnisse es zulassen, sollte das Niederschlagswasser aus den Dachabläufen begrünter Dächer auf dem Grundstück versickern.

Die Förderung wird nach verfügbaren Haushaltsmitteln gewährt, ein Rechtsanspruch besteht nicht. Gefördert werden nur freiwillige Maßnahmen.

Privat oder gewerblich

Garagendächer oder Carports lassen sich in der Regel ohne großen Aufwand extensiv begrünen. Eine Baugenehmigung ist in der Regel nicht nötig. Selbst aufwändige Dachgärten mit Inten-

sivbegrünung können vom Förderprogramm profitieren. Interessant kann das Förderprogramm auch für Eigentümergemeinschaften sein, die zum Beispiel das Dach einer gemeinsam genutzten Tiefgarage begrünen wollen.

Mit der Fördersumme von bis zu 5000 Euro wird auch die Begrünung großer Gewerbeflächen attraktiv. Auf Grundstücken mit mehr als 1000 m² versiegelter Fläche (Kap. 1.2) kann sich durch Begrünungen zudem die Abwassergebühr reduzieren.

Getrennte Abwassergebühr

Für die Berechnung der entsprechend dem Rückhaltevermögen der Dachfläche noch zu erwartenden Restwasserabflussmenge existiert als Maßstab der Abflussfaktor, der den Grad der Versiegelung bewertet. Bei üblichen Schrägdächern läuft praktisch die gesamte Regenwassermenge vom Dach ab, dieses entspricht einem Abflussfaktor von 1,0. Von einem begrünten Flachdach mit beispielsweise 15 cm Aufbaudicke fließt nur 30 Prozent der anfallenden Regenmenge ab, der Abflussfaktor wird deshalb mit 0,3 angesetzt. Die übrigen 70 Prozent werden im Gründach zurückgehalten bzw. verdunsten.

Mit der Einführung der getrennten Abwassergebühr in Bremen werden Gründächer ab einer Schichtdicke von 5 cm als teilentsiegel-



Angenehmes arbeiten im Neustädter Hafen. Die Mitarbeiter der Bremer Lagerhaus Gesellschaft und die Zech Industriebau profitieren vom Bremer Förderprogramm für Dachbegrünung.

te Flächen mit einem Abflussfaktor von 0,3 anerkannt. Voraussetzung ist, dass die Dächer mehrschichtig und fachgerecht mit Intensiv- oder Extensivbegrünung angelegt wurden (Getrennte Abwassergebühr, Kap. 1.2). Ist das Gründach nicht an die Kanalisation angeschlossen, gibt es also keinen Notüberlauf, entfällt die Abwassergebühr für diese Fläche.



Begrüntes Garagendach in Schwachhausen

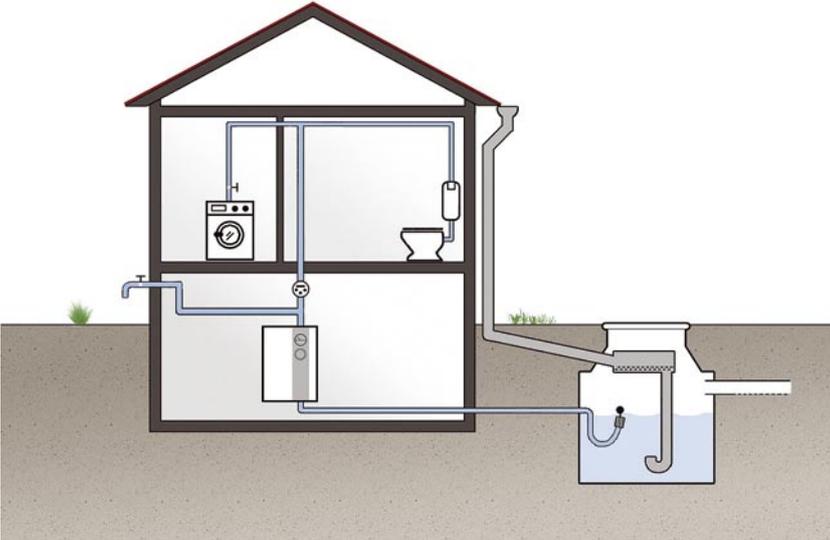
Anträge und Beratung

Förderanträge in der Stadt Bremen und für Bremerhaven können gestellt werden bei der Bremer Umwelt Beratung e.V. Dem Antrag sind eine Lageskizze sowie ein Kostenvoranschlag beizufügen. Maßgebend ist die aktuelle Förderrichtlinie für die Gewährung von Zuschüssen bei der Begrünung von Dächern im Land Bremen. Die Auszahlung der Förderung erfolgt nach Fertigstellung der Anlage sowie nach Vorlage der Kostenbelege und gegebenenfalls nach Besichtigung der Maßnahme.

Bei der Bremer Umwelt Beratung gibt es die entsprechenden Formulare, Informationsmaterialien, Broschüren, weiterführende Literatur, Handwerkerlisten und ausführliche Einzelfallberatung.

Bremer Umwelt Beratung e.V.
Am Dobben 43 a
28203 Bremen
Tel.: 0421 7070100
www.bremer-umwelt-beratung.de
info@bremer-umwelt-beratung.de

2.4 Regenwassernutzung



Schematische Darstellung einer Regenwassernutzungsanlage

Auffangen und Filtern

Als Auffangfläche von Regenwasser werden Dachflächen angeschlossen. Glatte Materialien, wie zum Beispiel Tonziegel, Schiefer oder Betondachsteine haben einen positiven Effekt auf die Qualität des Dachablaufwassers. Je rauer die Dachoberfläche ist, um so mehr ist mit Staubablagerungen oder Bewuchs mit Moosen oder Flechten zu rechnen. Auch Bäume, die in der Nähe des Hauses stehen, können die Qualität des Ablaufwassers beeinflussen. Gute Filtersysteme, die nur wenig Wartung benötigen und weitgehend selbstreinigend sind, halten das Zisternenwasser sauber.

In Erdspeichern wird das Wasser kühl und lichtgeschützt gelagert. Dadurch wird die Qualität des Regenwassers auch langfristig erhalten. Wichtig ist, die Zisterne nicht zu groß zu wählen. Durch gelegentliches Überlaufen werden die Schwimmstoffe, die sich auf der Wasseroberfläche befinden, aus dem Tank geschwemmt.

Pumpen und Nachspeisen

Moderne Regenwassernutzungsanlagen werden über eine Kompaktanlage im Haus gesteuert. Sie hängt an der Wand und benötigt nur wenig Platz. Ein wichtiger Teil der Anlage ist die sogenannte Druckerhöhung. Zur Förderung des Regenwassers aus der Zisterne zu den Verbrauchsstellen wird eine Pumpe benötigt. Besonders leise und wartungsarm arbeiten Kreiselpumpen. Hochwertige Markenprodukte sind korrosionsbeständig, haben einen niedrigen Stromverbrauch und sind langlebig.

Da es auch in Bremen Trockenperioden gibt, kann die Zisterne leer laufen. Damit die WC-Spülung trotzdem funktioniert, ist eine

Regenwassernutzungsanlagen leisten einen Beitrag zum naturnahen Umgang mit Regenwasser. Das zurückgehaltene Niederschlagswasser kann für die Gartenbewässerung genutzt werden oder wird zeitverzögert über die Toilettenspülung an die Kanalisation abgegeben. Regenwasser kann überall dort eingesetzt werden, wo keine Trinkwasserqualität erforderlich ist. Im privaten Bereich gilt dies vor allem für die Toilettenspülung und die Gartenbewässerung. Im Durchschnitt werden pro Tag nur gut drei Liter des Trinkwassers tatsächlich getrunken. Der große Rest, gut 120 Liter pro Person, wird zur Körperpflege verwendet, zum Waschen und Putzen oder rauscht durch die Toilette. Etwa die Hälfte des Trinkwasserbedarfs kann durch Regenwasser ersetzt werden.



Gekennzeichneter und gesicherter Außenwasserhahn

Trinkwasser-Nachspeisung notwendig. Hier sind unbedingt die technischen Regeln für Trinkwasser-Installationen zu beachten. Um eine Verkeimung des Trinkwassernetzes zu verhindern, darf es keine direkte Verbindung zwischen Trinkwasser- und Regenwasserleitung geben. Daher muss es im Haus auch ein eigenes Leitungsnetz für das Regenwasser zu den Toiletten geben. Kompaktanlagen haben im Allgemeinen eine integrierte Nachspeisung, die die Sicherheitsvorschriften erfüllt. Alle Leitungen und Zapfstellen müssen aus den gleichen Sicherheitsgründen dauerhaft und eindeutig gekennzeichnet werden.

2.4.1 Förderprogramm für Regenwassernutzungsanlagen

Der Bremer Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa fördert auf Antrag die Errichtung einer Regenwassernutzungsanlage. Neben privaten Haushalten können auch Vereine in Bremen oder Bremerhaven einen Zuschuss zum Bau einer Regenwassernutzungsanlage erhalten.

Bis zu 2000 Euro Zuschuss

Die maximale Fördersumme beträgt 2000 Euro. Übernommen werden anteilig die Kosten für Erdarbeiten, Material und Installation mit bis zu einem Drittel der Gesamtsumme. Nicht gefördert werden Bauteile aus PVC, dies betrifft besonders Rohrleitungen zur Zisterne. Eigenleistungen bleiben bei der Förderung unberücksichtigt.

Die Förderung wird nach den verfügbaren Haushaltsmitteln gewährt, ein Rechtsanspruch darauf oder auf eine bestimmte Höhe besteht nicht. Der Zuschuss wird nach Durchführung und Prüfung der Maßnahme gezahlt.

Nach der Trinkwasserverordnung ist der Betrieb der Regenwassernutzungsanlage beim zuständigen Gesundheitsamt in Bremen bzw. Bremerhaven anzumelden. Für das im Haus verwendete Regenwasser, z.B. für die Toilettenspülung, ist Abwassergebühr zu zahlen. Der Verbrauch wird über einen gesonderten Wasserzähler ermittelt und ist der für die Abwasserbeseitigung zuständigen hanseWasser in Bremen bzw. den Entsorgungsbetrieben Bremerhaven zu melden.

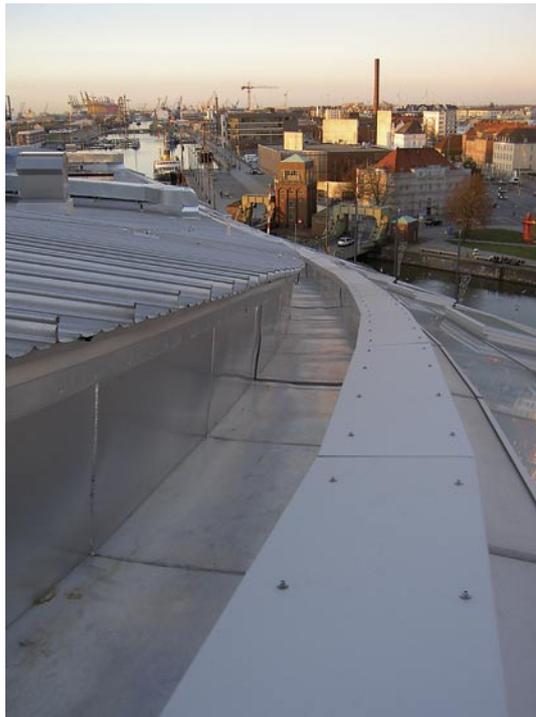
Voraussetzungen für die Förderung

Gefördert wird die Neuinstallation oder die Nachrüstung von Regenwassernutzungsanlagen in Wohngebäuden. Zu nutzen ist das Regenwasser für die Toilettenspülung und mindestens eine weitere Anwendung, in der Regel die Gartenbewässerung. Sinnvoll ist eine Anlage ab einer überdachten Fläche von mindestens 50 m². Hofabläufe dürfen wegen der nicht auszuschließenden Verunreinigung nicht angeschlossen werden. Um ausreichend Wasser zur Verfügung zu haben, sollte der Tank nicht weniger als zwei m³ fassen.

Wenn die Bodenverhältnisse es zulassen, ist unbelastetes Niederschlagswasser aus dem Überlauf der Zisterne auf dem Grundstück zu versickern.

Getrennte Abwassergebühr

Hat eine Regenwasserzisterne keinen Notüberlauf in die öffentliche Kanalisation, kann die angeschlossene Dachfläche auf Antrag bei der Gebührenermittlung (Kap. 1.2) berücksichtigt werden. Bei vorhandenem Überlauf in die



Das auf dem Dach des Klimahauses 8° Ost in Bremerhaven gesammelte Regenwasser versorgt die Toiletten im Besucherbereich. Die Regenwassernutzungsanlage wurde vom Umweltressort gefördert.

Kanalisation werden ab mindestens zwei m³ Speichervolumen pro vollem Kubikmeter 20 m² von der angeschlossenen Fläche angerechnet.

Anträge und Beratung

Förderanträge können bei der Bremer Umwelt Beratung e.V. gestellt werden. Der Antrag ist vor Baubeginn zu stellen. Beizulegen sind der Kostenvoranschlag, ein Grundstücksplan und eine Grundrisszeichnung mit Lageskizze der Anlage. Maßgebend ist die aktuelle Förderrichtlinie zur Gebäudeausstattung mit Regenwassernutzungsanlagen im Land Bremen. Die Auszahlung der Förderung erfolgt nach Fertigstellung der Anlage, dem Nachweis der entstandenen Kosten sowie nach Prüfung der Maßnahme.

Bei der Bremer Umwelt Beratung gibt es die entsprechenden Formulare, Informationsmaterialien, Broschüren, weiterführende Literatur, Handwerkerlisten und ausführliche Einzelfallberatung.

Bremer Umwelt Beratung e.V.
Am Dobben 43 a
28203 Bremen
Tel.: 0421 7070100
www.bremer-umwelt-beratung.de
info@bremer-umwelt-beratung.de

3 Die Stadt und ihr Kanalsystem

Das Bremer Kanalnetz leitet Schmutzwasser- und Regenmengen zuverlässig ab. Doch auch in einem modernen Abwassersystem vergrößert sich bei einem intensiven Wolkenbruch die Wassermenge innerhalb kurzer Zeit um ein Vielfaches. Solch große Wassermengen von Dächern und anderen versiegelten Flächen können das Kanalnetz überlasten. Das Abwasser kann dann bis zur Höhe der Straßenoberkante, von Fachleuten Rückstauenebene genannt, ansteigen. Neben den Starkniederschlägen gibt es noch andere mögliche Gründe für Rückstauereignisse, wie z. B. Kanalverstopfer. Rückstausicherungen sind daher sowohl im Misch- als auch im Trennsystem in allen Stadtteilen gleichermaßen dringend erforderlich.

So benötigen alle Gebäude und Grundstücke, bei denen Sanitäreinrichtung, Waschmaschinen o.A. unterhalb der Rückstauenebene vorhanden sind, eine geeignete Rückstausicherung. Den besten Schutz bietet eine Hebeanlage. Diese Anlage schützt das Gebäude sicher, auch bei Stromausfall, vor Wassereintritt aus dem Kanal. Dieses wird durch die Installation einer Rückstauschleife und deren Anordnung oberhalb der Rückstauenebene garantiert. Es existieren zahlreiche Typen und Bauarten, die für verschiedene Einsatzzwecke geeignet sind.

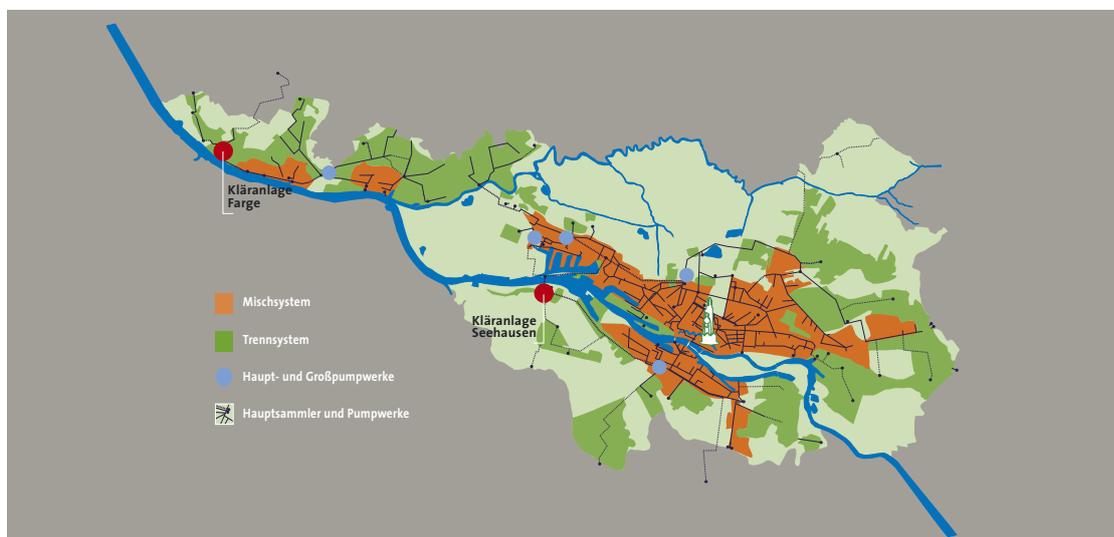


Die kostenlose Broschüre und weitere Informationen zum Rückstauschutz gibt es bei hanseWasser: www.hanseWasser.de

Schema des Bremer Entwässerungssystems

Das Bremer Kanalnetz entstand über viele Jahrzehnte zunächst in den zentrumsnahen Kernbereichen als Mischsystem. Das heißt, es gibt dort einen Kanal für Schmutz- und Regenwasser, in der Abbildung orange dargestellt. Besonders die jüngeren Wohngebiete, die nach dem 2. Weltkrieg entstanden sind, verfügen über zwei getrennte Rohrleitungen für Schmutz- und Regenwasser, in der Abbildung grün dargestellt.

Die Gesamtlänge dieser dem Straßenverlauf folgenden Kanäle in Bremen beträgt ca. 2300 km. Die überbauten Abwasserleitungen auf den Grundstücken, auch Grundleitungen genannt, sind nach Ansicht von Fachleuten etwa doppelt bis dreimal so lang. Dieses Gesamtsystem bildet die Stadtentwässerung, dessen Teile zusammen mit zahlreichen Pumpwerken die Abwasserableitung gewährleisten.



Das Bremer Entwässerungssystem

3.1 Grundstücksentwässerung

Bei der Gestaltung oder Veränderung des direkten Gebäudeumfeldes sollten neben funktionalen und ästhetischen Aspekten auch Fragen nach dem Verbleib des Niederschlagswassers im Falle einer „Störung“ berücksichtigt werden:

- Was passiert mit dem Regenwasser, falls bei Starkregen der Bodenablauf der Terrasse oder im Kellerniedergang verstopft ist?
- Wie hoch kann es schlimmstenfalls ansteigen, wohin strömt es in diesem Fall?
- Welchen Weg nimmt das Dachablaufwasser, wenn Laub den Abfluss über das Fallrohr verhindert?
- Würde sich auf der Straße sammelndes Niederschlagswasser einen Weg in die Garage oder den Hauseingang bahnen können?

Planer und Bauherr sollten gemeinsam die baulichen Gegebenheiten bei einem Rundgang um das betreffende Gebäude gründlich prüfen und ggf. Lösungen entwickeln. Wann immer möglich, sollten Flächen im direkten Gebäudeumfeld ein Gefälle weg vom Gebäude aufweisen. Bei Fenstern und Türen helfen Schwellen bzw. Umrandungen, Lichtschächte können auch abgedeckt oder überdacht werden. Garagenauffahrten oder Zuwegungen sollen gegenüber Straße und Fußweg erhöht oder mit einer Schwelle versehen werden. Mit diesen relativ einfachen Vorsichtsmaßnahmen, die im Rahmen einer ohnehin vorgesehenen baulichen Umgestaltung oder Errichtung mit geringem Aufwand verbunden sind, können zahlreiche Risikofaktoren ausgeschaltet und erheblicher

Schaden für Immobilie und Inventar vermieden werden.

Für Grundstückseigentümer im Mischsystem, die Regenwasser versickern oder in ein Gewässer einleiten wollen, gilt: Es muss baulich sicher gestellt werden, dass es hierbei zu keinem Eindringen von rückgestautem Abwasser kommen kann! Der Mischwasserkanal kann nämlich bei Starkregen bis zur Straßenoberkante eingestaut sein, wodurch ein Rückstau zur Gebäudeentwässerung eintritt. Dieses rückgestaute Mischwasser darf auf keinen Fall durch Überläufe in die Versickerungsanlage oder das Gewässer gelangen.



Überschwemmte Straße nach Starkregen

4 Boden und Wasser

4.1 Hydrogeologische Grundlagen

Detaillierte Kenntnisse zur Hydrogeologie und zu den Bodeneigenschaften sind unerlässlich, um die Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlagswasser vor Ort auf Grundstücken zu bewerten. Die Daten gehen ein in die Planung von Versickerungsanlagen und deren Auslegung.

Niederschlagswasserdaten

Kenntnisse über die Niederschlagsmenge sind die Basis für die Bemessung und Bewertung einer Regenwasserbewirtschaftungsanlage. Für die Bremer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes liegen die mittleren Niederschlagsmengen für den Zeitraum zwischen 1961 und 1990 im Bereich von 640 bis 760 mm pro Jahr. Die Extremwerte gemessen am Bremer Flughafen liegen bei 446 mm im Jahr 1996 und 1061 mm im Jahr 2002.

Eine besondere Herausforderung für Kanalisation und Versickerungsanlagen sind Starkregenereignisse. Als Beispiel: Am 11. Juli 2003 fielen in Bremen zwischen 17 und 18 Uhr 31,5 Liter pro Quadratmeter (entspricht 31,5 mm), davon 25,5 Liter in nur zehn Minuten.

Durchlässigkeit des Untergrundes

Eine ausreichende Durchlässigkeit des Untergrundes ist ein entscheidendes Kriterium bei der Versickerung von Niederschlagswasser. Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ist ein Maß für die Wasserdurchlässigkeit des Bodens. Um eine Funktionsfähigkeit von Versickerungsanlagen zu gewährleisten, sollte der Durchlässigkeitsbeiwert zwischen 10^{-3} und 10^{-6} m/s liegen.

Um eine wirksame Nutzung der natürlichen Filter- und Pufferwirkung des Bodens zu gewährleisten, ist eine ausreichende Verweildauer in der Bodenzone wichtig. In Böden mit einer sehr hohen Durchlässigkeit ($k_f > 1 \times 10^{-3}$ m/s, grobe Kiese und Sande) ist dies nicht der Fall. Das Wasser versickert zu schnell.

Lehm und Ton hingegen weisen eine gute Filter- und Pufferfunktion auf. Da der Boden jedoch eine stauende Wirkung hat ($k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s), ist auch hier eine Versickerung nicht möglich.

Grundwasserflurabstand und -fließrichtung

Neben der Durchlässigkeit des Untergrundes ist auch ein ausreichender Grundwasserflurabstand (Differenz zwischen Geländeoberfläche und dem Grundwasserspiegel) eine wichtige Voraussetzung für die zuverlässige Ableitung von Wasser über Versickerungsanlagen.

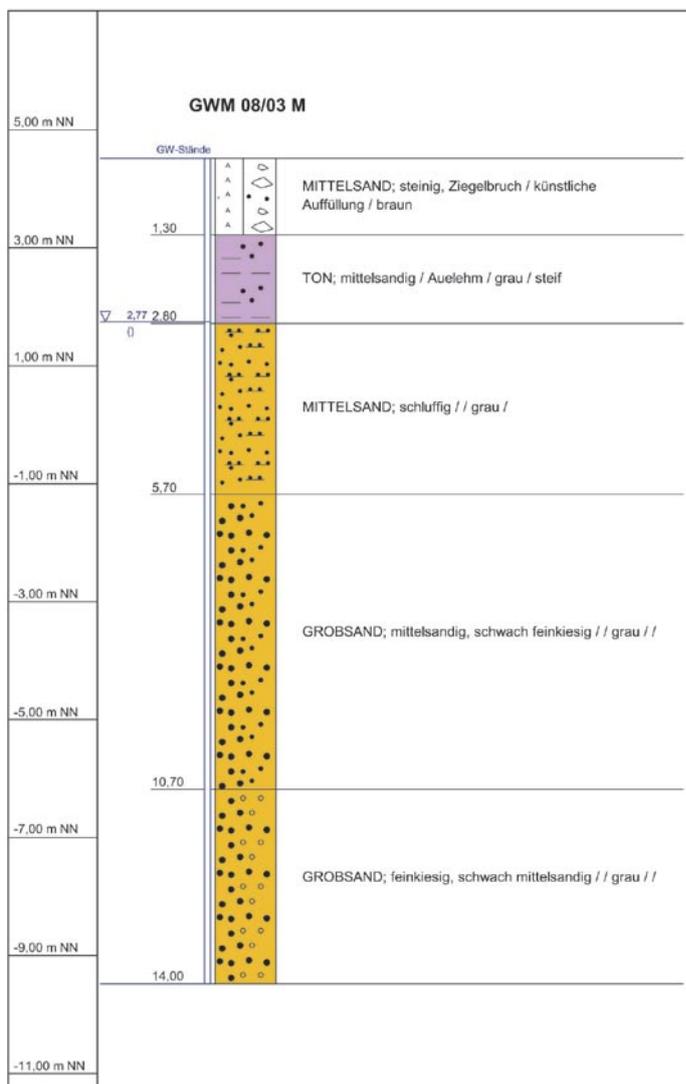
Im Bereich Bremen betragen die Grundwasserflurabstände oft nur wenige Dezimeter bis Meter. Ist der Grundwasserflurabstand zu gering,

Geologischer Dienst für Bremen

Informationen und Bohrdatenbank:
www.gdfb.de

ist die Verweildauer des Versickerungswassers in der Bodenzone nicht ausreichend für eine wirksame natürliche Reinigung innerhalb der Bodenzone. Darüber hinaus besteht bei geringen Flurabständen die Gefahr, dass der Abfluss des Niederschlagswassers nicht gewährleistet ist.

Auch die Fließrichtung des Grundwassers ist bei der Versickerung von Niederschlagswasser zu beachten, um Vernässungsschäden durch Aufstau zu vermeiden. Ebenfalls problematisch ist eine Wechsellagerung von gut und gering durchlässigen Schichten. Dabei kann sich sogenanntes Schichtenwasser auf den geringer durchlässigen Horizonten bilden.



Bodenprofil, Gartenstadt Süd

Beispiel eines Bodenprofils aus der Bremer Neustadt (Gartenstadt Süd):

Bis 1,3 m unter Gelände ist ein Mittelsand vorzufinden, der mit Bauschutt versetzt ist. Darunter befindet sich wasserundurchlässiger Auelehm. In 2,8 m Tiefe liegt der Auelehm auf einem tiefgründigen Sand, der den Grundwasserleiter bildet. Es ist mit 2,77 m zwar ein vergleichsweise hoher Grundwasserflurabstand gegeben, aber die Auelehmschicht ist hier, wie in weiten Bereichen Bremens, ein begrenzender Faktor, besonders für unterirdische Versickerungsanlagen. Ein Durchstoßen der das Grundwasser schützenden Deckschicht ist aus Gründen des Gewässerschutzes nicht zulässig. Darüber hinaus muss die Filterschicht der Versickerungsanlage einen Abstand von mindestens 1,5 m zum mittleren höchsten Grundwasserstand aufweisen.

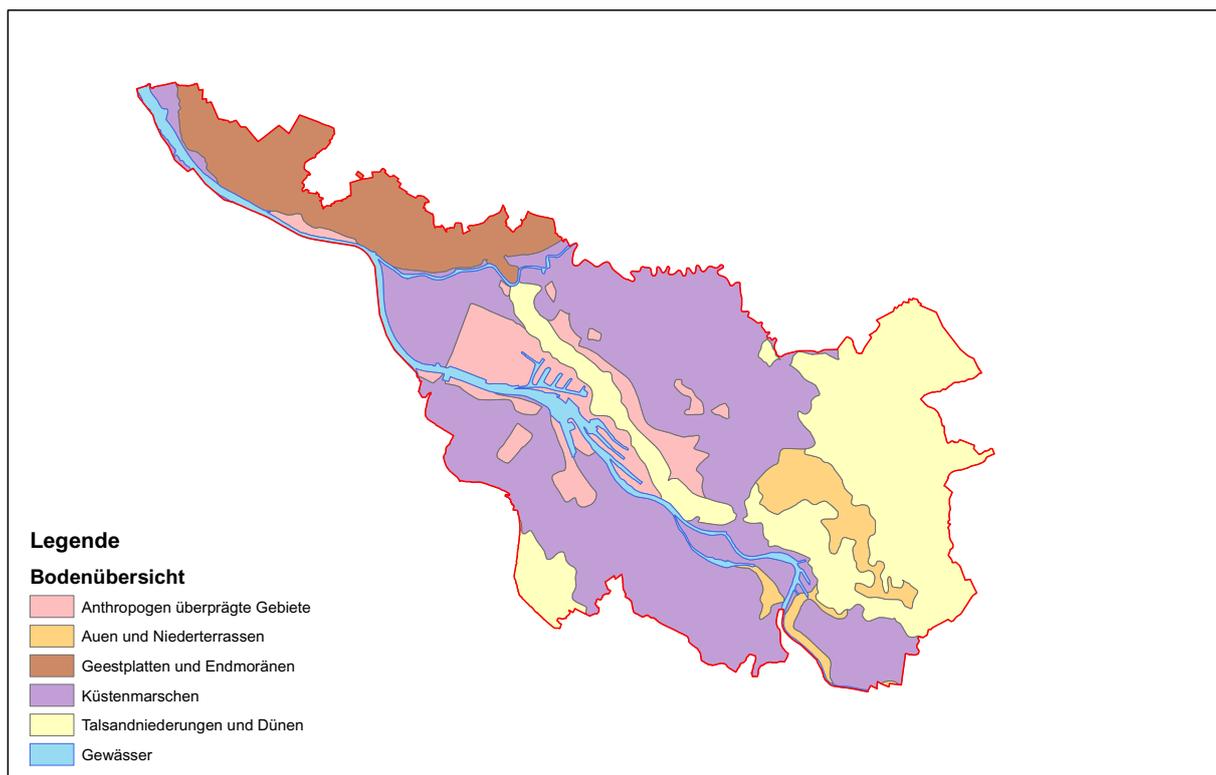
Künstliche Auffüllungen im Boden und Untergrund gibt es in den älteren Stadteilen von Bremen oft. Bei solchen Auffüllungen besteht häufig der Verdacht einer Schadstoffbelastung, besonders wenn es sich um Auffüllungen mit Fremdmaterial, Schlacken, Aschen o.ä. handelt. Bei Verdacht auf eine Schadstoffbelastung im Untergrund, muss vor dem Bau einer Versickerungsanlage eine Stellungnahme der Auskunftsstelle für Altlasten (Kap. 7) eingeholt werden.

4.2 Aufbau des Untergrundes von Bremen und seine Versickerungsfähigkeit

Die Landschaftsformen Bremens teilen sich auf in Marsch und Geest. Mit der Marsch bezeichnet man das tief liegende „Bremer Becken“, mit der Geest die Hochflächen in Bremen-Nord. In beiden Landschaftsformen lässt sich das Grundwasser versickern – aber nicht überall.

Die Ablagerungen der Gletscher aus der letzten bis in den Bremer Raum vorgedrungenen Vereisung in der Saale-Kaltzeit erreichen in

Bremen-Nord Geländehöhen bis über 30 mNN. In diesen Geestbereichen befinden sich an der Oberfläche Moränenablagerungen, so genannte Geschiebelehme. Aufgrund ihrer schlechten Wasserdurchlässigkeit sind diese für eine Versickerung nicht geeignet. Dort wo der Geschiebelehm durch natürliche Prozesse oder den Menschen abgetragen wurde, finden sich die älteren eiszeitlichen Sande an der Oberfläche. In diesen Bereichen können die mächtigen Sande zur Versickerung genutzt werden.



Geologische Karte von Bremen

Im Stadtbremer Bereich wurden die Gletscherablagerungen durch die Weser ausgeräumt und es bildete sich ein weitgestrecktes Niederungsgebiet: Diese Marsch des „Bremer Beckens“ erstreckt sich links und rechts der Weser von Mahndorf bis zum Werderland. Innerhalb dieses Beckens liegen tiefgründige Auenlehme, die aus Ton und Schluff, also sehr feinkörnigen, nahezu undurchlässigen Bodenschichten bestehen. In weiten Bereichen ist die Versickerung von Oberflächenwasser dort nicht möglich. Werden die natürlichen Ablagerungen des Auenlehms im Bremer Becken jedoch durch künstliche Auffüllungen aus Sand überlagert, so ermöglicht dies bei ausreichender Mächtigkeit der Sandschichten eine Versickerung von Niederschlagswasser.

Gute Versickerungsmöglichkeiten im Bremer Becken bietet auch die Bremer Düne, die zu Be-

ginn unserer Warmzeit, dem Holozän, vor etwa 10.000 Jahren aus der sandigen Flussebene des Weserstromtales herausgeweht wurde und bis zu zehn Meter über den ursprünglichen Beckenboden emporragt. Die Bremer Düne zieht sich direkt östlich am Weserufer von Mahndorf bis nach Burg-Grambke quer durch Bremen hindurch. Ihre gut wasserdurchlässigen Sande ermöglichen ebenfalls die Versickerung von Regenwasser.

Auch an den Rändern des Bremer Beckens, im Bereich der sandigen Hochlagen von Huchting im Westen und Oberneuland und Borgfeld im Osten finden sich glaziale Sande an der Oberfläche. Bei genügend großem Abstand des Grundwasserspiegels zur Geländeoberfläche ist auch hier die Versickerung von Oberflächenwasser möglich.

4.3 Das Bremer Becken und seine Marschgewässer



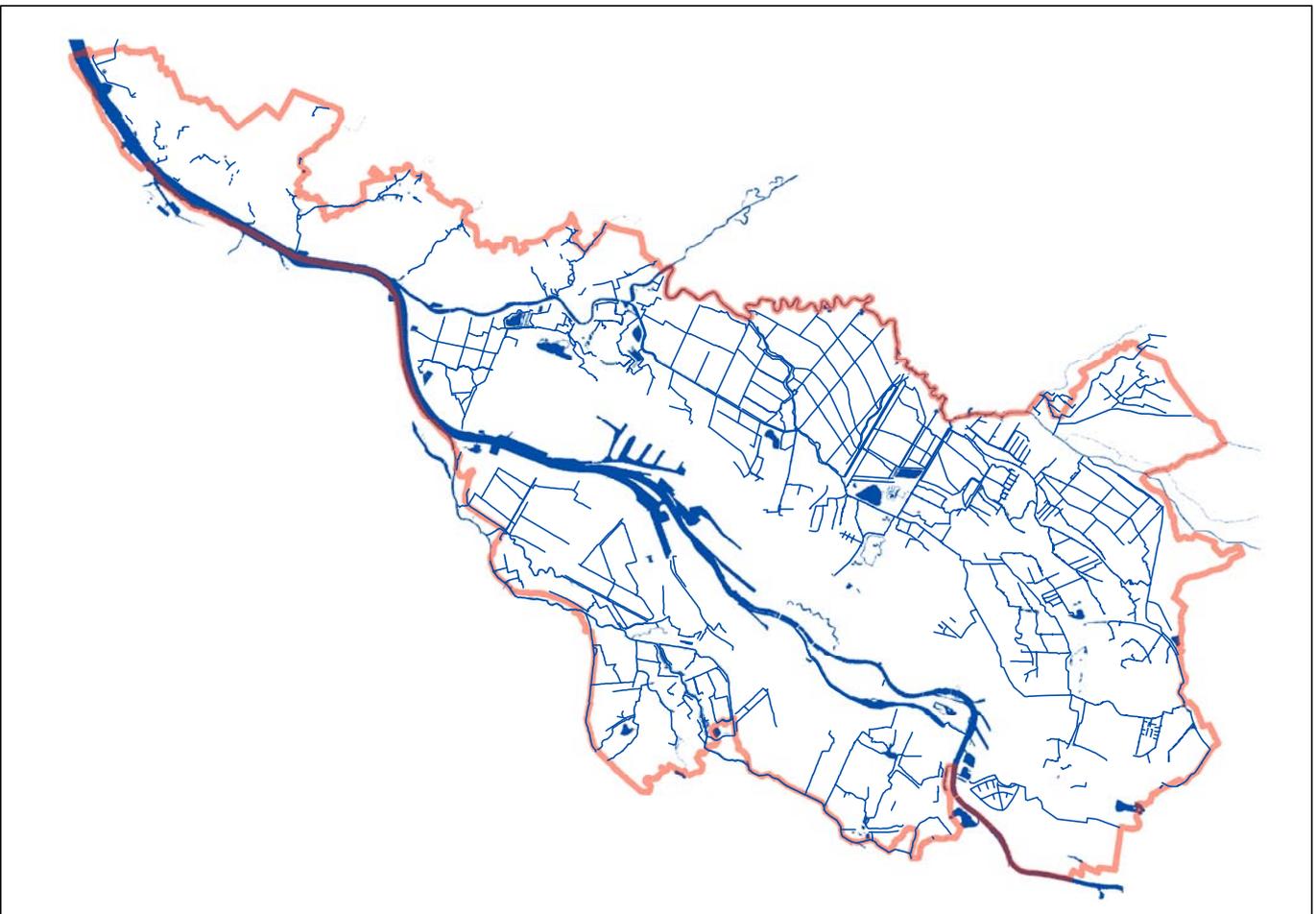
Grüne Mosaikjungfer

Der größte Teil Bremens liegt in einer Niederung. Aufgrund der geringen Geländehöhe, der Bodenverhältnisse und bestehender Flächenversiegelung ist es häufig nicht möglich, das Regenwasser ausschließlich versickern zu lassen. In vielen Bereichen, besonders aber in

den Marschgebieten, würde sich - zumindest in niederschlagsreichen Zeiten - stauende Nässe einstellen.

Aus diesem Grund muss das Wasser über Gewässer abgeleitet werden. Andererseits können Gräben in Trockenperioden auch zur landwirtschaftlichen Bewässerung dienen. Beides geschieht am besten über offene Gräben und Fleete. Dieses Wissen hatten bereits unsere Vorfahren in Bremen vor mehreren hundert Jahren, als durch die systematische Anlage von Gräben und Fleeten die Niederung für eine Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung erschlossen wurde. Fleete und andere offene Gräben haben Vorteile gegenüber verrohrten Kanälen. In ihnen kann mehr Wasser gespeichert werden, was vor allem bei starken Regenfällen zur Vermeidung von Überflutungen beiträgt.

Durch den Pflanzenbewuchs und die im Graben vorkommenden Kleinlebewesen wird das Wasser gereinigt. Das offene Gewässer ist zudem Lebensraum für zahlreiche Pflanzen und Tiere, wie Frösche, Fische und Libellen. Gräben sind typisch für die Landschaft und belebende Elemente im Stadt- bzw. Landschaftsbild von Bremen.



Gewässerkarte von Bremen

5 Rechtliche Grundlagen

Für die Beseitigung von Niederschlagswasser haben sich mit der Neufassung des Bremischen Wassergesetzes (BremWG) am 18. Dezember 2004 grundlegende Änderungen ergeben:

Der Vorrang der dezentralen Entwässerung ist im Landeswassergesetz rechtlich festgeschrieben. Grundlagen des Bremischen Wassergesetzes sind die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

5.1 Europäische Ebene: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Lange gab es in der Europäischen Union für den Bereich Wasser eine Vielzahl von Richtlinien. Um diese zusammenzufassen und zu vereinheitlichen, trat am 20. Dezember 2000 die Europäische Wasserrahmenrichtlinie in Kraft. Mit dieser Richtlinie wird das Ziel einer ganzheitlichen, ökologisch orientierten Gewässerbewirtschaftung verfolgt.

BUISY – Bremer Umweltinformationssystem

Alle Gesetze, Richtlinien, Merkblätter und weitere Informationen stehen im Internet unter Wasser/ Abwasser zur Verfügung.

www.umwelt.bremen.de

5.2 Bundesebene: Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Zusammen mit den Wassergesetzen der Länder bildet das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) den Hauptteil des deutschen Wasserrechts. Das WHG enthält Bestimmungen über den Schutz und die Nutzung von Oberflächengewässern und des Grundwassers, außerdem Vorschriften über den Ausbau von Gewässern und die wasserwirtschaftliche Planung.

Das Wasserhaushaltsgesetz ist bisher ein Rahmengesetz des Bundes gewesen. Ab dem 1. März 2010 gilt das WHG als Vollregelung un-

mittelbar. Die Bundesländer können bei Bedarf abweichende Regelungen in den Landeswassergesetzen festlegen.

Grundsätzlich fordert das neue Wasserhaushaltsgesetz mit dem § 55, Absatz 2, dass „Niederschlagswasser ... ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden (soll)“.

5.3 Landesebene: Bremisches Wassergesetz (BremWG)

Die Bestimmungen im alten und in dem voraussichtlich ab März 2010 geltenden neuen BremWG verpflichten den Grundstückseigentümer zur dezentralen Beseitigung des Niederschlagswassers. Demnach sind in Gebieten mit Mischsystem (s. S. 22) unbelastete und wenig belastete Abflüsse zwingend zu versickern oder in Oberflächengewässer zu leiten, soweit die örtlichen Verhältnisse dieses zulassen.

Vorrang der dezentralen Entwässerung

Niederschlagswasser in Wohngebieten soll weitestgehend dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden. Das gilt ebenso bei Grundstücken bzw. Flächen, die hinsichtlich der

Qualität des abfließenden Niederschlagswassers einer vergleichbaren Nutzung dienen, wie beispielsweise Dachflächen, wenig befahrene Verkehrsflächen und Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel. Dort soll versickert oder ortsnah in ein Gewässer eingeleitet werden, sofern dies ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit möglich ist (dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung). Ist unter diesen Voraussetzungen die befestigte oder bebaute Fläche (abflusswirksame Fläche) kleiner als 1000 m², dann ist unter bestimmten Bedingungen keine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Dagegen gelten die Vorgaben der dezentralen Entwässerung nicht bei mittel und stark verschmutzten Abflussflächen, wie Hofflächen

Unbelastet

Niederschlagsabflüsse von:

- Gründächern, nichtmetallischen und beschichteten Dachflächen,
- Terrassen- und Balkonflächen sowie Wegen und Hofflächen ohne Kfz-Verkehr.

Gering belastet

Niederschlagsabflüsse von:

- Hofflächen und Pkw-Parkplätzen ohne häufigen Fahrzeugwechsel,
- Dachflächen mit maximal 50 m² unbeschichteten metallgedeckten Anteilen, wie Erker und Gauben mit Blei-, Kupfer- oder Zinkeindeckung,
- Anliegerstraßen und sonstige Straßenflächen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen bis zu 300 Kraftfahrzeugen.

Mittel und stark belastet

Niederschlagsabflüsse von:

- Dachflächen aus unbeschichteten Kupfer-, Zink- und Bleieindeckungen,
- Flächen, bei denen mehr als nur gering belastete Abflüsse zu erwarten sind, wie Straßen, Industrie- und Gewerbeflächen, Umschlagsflächen, viel befahrene Verkehrsflächen und häufig frequentierte Parkplätze.

Sonstige Anforderungen:

- Gering belastetes Niederschlagswasser aus kombinierten Versickerungsanlagen, wie Mulden-Rigolen-Systeme, darf nur dann direkt in unterirdische Versickerungsanlagen eingeleitet werden, wenn ein Überlaufen der Anlage nicht häufiger als einmal pro Jahr eintritt.
- Sollte der Betrieb einer Versickerungsanlage einen Überlauf in einen Regen- oder Mischwasserkanal erfordern, ist hierzu die Zustimmung des Kanalbetreibers einzuholen.
- Eine Vernässung angrenzender Grundstücke muss ausgeschlossen sein.

in Gewerbe- und Industriegebieten, viel befahrene Verkehrsflächen sowie Parkplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel. Für dieses (Regen-) Abwasser gilt zumeist die Anschlusspflicht an die öffentliche Kanalisation. Bei direkten Gewässereinleitungen ist eine Abwasserreinigung nötig, gemäß den Vorgaben einer hierfür notwendigen wasserrechtlichen Erlaubnis. Die genauen Bestimmungen können der „Bekanntmachung Niederschlagswasser“ entnommen werden, die auf der oben genannten Internetseite zu finden ist.

Einleitung in unterirdische Versickerungsanlagen

Eine Einleitung in unterirdische Versickerungsanlagen (Sickerschächte, Sickerrohre, Sickerblöcke und Rigolen) ist nur bei unbelasteten Niederschlagsabflüssen möglich. Dies gilt vor allem für Dachflächen mit nichtmetallischer oder beschichteter Oberfläche.

Die Versickerung von gering belastetem Niederschlagswasser ist ausschließlich über oberirdische Anlagen wie Mulden und sonstige Flächen zulässig, da das Wasser beim Durchwandern des bewachsenen/belebten Oberbodens (mindestens 20 cm) gereinigt wird.

Einleiten von unbelasteten und gering belasteten Abflüssen in Oberflächengewässer

Das Einleiten von unbelasteten und gering belasteten Abflüssen in Oberflächengewässer ist im „Anzeigeverfahren“ möglich. Das Vorhaben ist mit geeigneten Unterlagen dem zuständigen Wasser- und Bodenverband (z. B. Deichverband, Kap. 7) einzureichen. Die Zustimmung gilt als erteilt, wenn nicht innerhalb eines Monats widersprochen wird.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Eine wasserrechtliche Erlaubnis der zuständigen Wasserbehörde (Kap. 7) ist – wie bisher üblich – immer dann erforderlich, wenn Niederschlagswasser versickert oder eingeleitet werden soll, das mittel oder stark belastet ist oder von Flächen stammt, bei denen eine solche Belastung zu erwarten ist.

Wasserschutzgebiete und Altlasten

Innerhalb von Wasserschutzgebieten sowie bei Gefahren durch Altlasten und schädliche Bodenveränderungen ist die erlaubnisfreie Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich. Auskünfte zu Altlasten gibt die Abfall- und Bodenschutzbehörde (Kap. 7). Die Erlaubnisfreistellung bei Versickerung und Einleitung in Oberflächengewässer gilt auch nicht bei Straßen-, Industrie- und Gewerbeflächen und häufig frequentierten Parkplätzen.

Abwasserbeseitigungspflicht

Die Pflicht zur Beseitigung von Abwasser, zu dem auch das von bebauten und befestigten Flächen anfallende Niederschlagswasser gehört, liegt vom Grundsatz her bei der Gemeinde. Die Stadt Bremen bedient sich bei der Abwasserbeseitigung der hanseWasser Bremen GmbH (www.hanseWasser.de). Wenn die Beseitigung von Niederschlagswasser dezentral erfolgt, liegt die Abwasserbeseitigungspflicht nun beim Grundstückseigentümer (§ 133 (5) Nr. 4 BremWG). Diese Regelung ist analog im Entwässerungsortsgesetz (EOG - Abwassersatzung) in Bremen enthalten.

Kanalanschluss:

Einleitung von Niederschlagswasser in den Mischwasserkanal

Der Anschluss an einen Mischwasserkanal ist nur dann zulässig, wenn die dezentrale Beseitigung nicht möglich oder nicht zumutbar ist. Gründe können gegeben sein durch mangelnde Durchlässigkeit des Bodens, hohe Grundwasserstände (Kap. 4.1), verschmutzte Abflüsse, fehlende Flächen oder mangelnde Verfügbarkeit/Leistungsfähigkeit eines Einleitgewässers. Nicht zumutbar kann die dezentrale Einleitung dann sein, wenn sie sich nur durch wirtschaftlich nicht vertretbaren Aufwand realisieren lässt.

Einleitung von Niederschlagswasser im Trennsystem

Die Einleitung in einen Niederschlagswasserkanal (im Trennsystem) ist dann als „ortsnah“ und damit dezentral zu bezeichnen, wenn beispielsweise die Regenentwässerung von

Grundstücken eines Baugebietes über diesen Kanal in ein angrenzendes Gewässer erfolgt. In Bremen sind meistens engmaschige Gewässernetze vorhanden, dadurch ist hier überwiegend von ortsnahen Einleitungen auszugehen.

Gleichwohl ist unter den Aspekten der Gewässergüte und des Hochwasserschutzes die Versickerung und Rückhaltung auf dem Grundstück der direkten Ableitung über einen Kanal vorzuziehen. Die zuständige Behörde kann aus diesem Grund die Kanalanschlüsse sowohl im Mischsystem als auch im Trennsystem widerrufen, wenn eine dezentrale Beseitigung wirtschaftlich sinnvoll und zumutbar ist. Werden bei bestehenden Einleitungen weitere Flächen zur Entwässerung angeschlossen, kann auch hier die Pflicht zur Rückhaltung und Versickerung greifen.

Planungsgrundlagen

Bei der Bemessung, Ausgestaltung und dem Betrieb von Anlagen zur Ableitung, Versickerung und Einleitung von Niederschlagswasser sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik einzuhalten. Besonders zu beachten sind die Anforderungen des Regelwerkes der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), wie das Arbeitsblatt A 138 („Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“) und das Merkblatt M 153 („Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“).

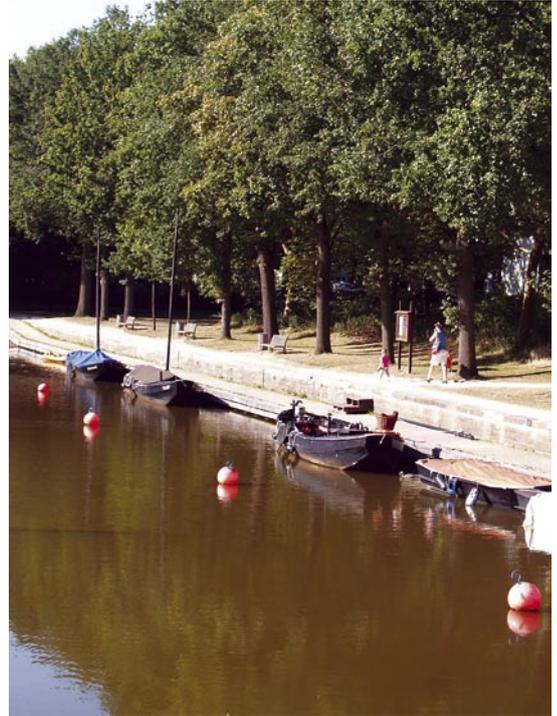


Gewässer im Bremer Blockland

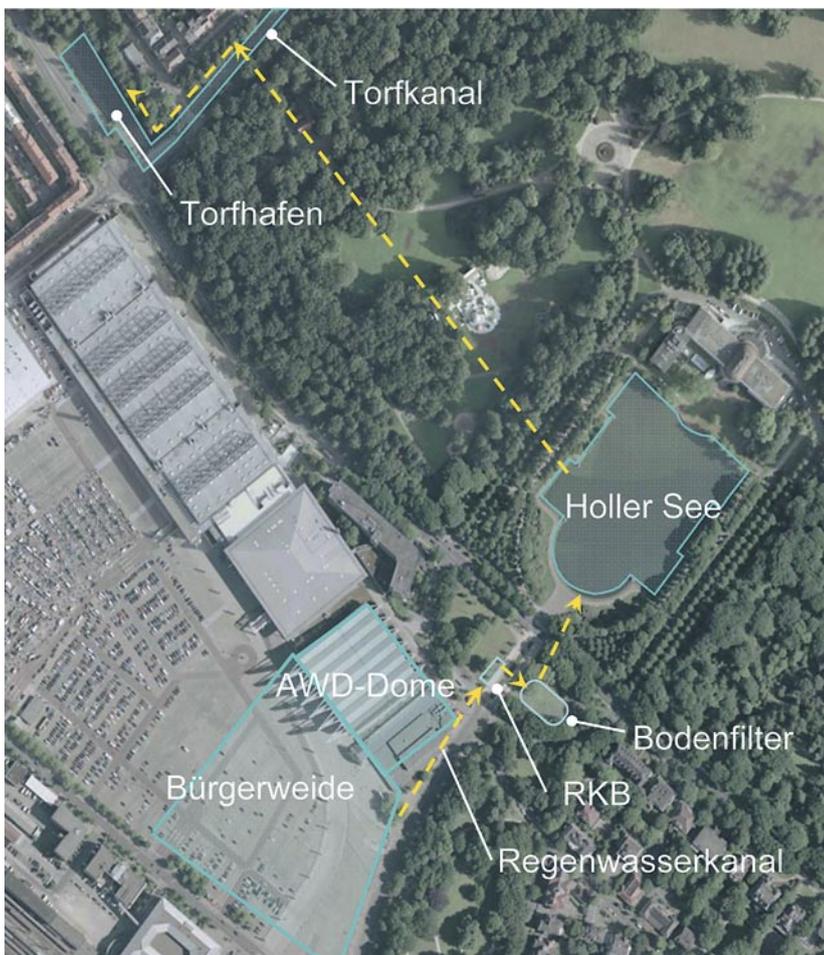
6 Regenwasser für den Torfhafen - ein Pilotprojekt

Vom Findorffer Torfhafen aus starten in den Sommermonaten die Torfkähne zu ihren historischen Fahrten über die Gräben und Kanäle zwischen Bremer Blockland und Teufelsmoor. Was heute eine Attraktion für Anwohner und Touristen ist, hat viele Jahre nur für negative Schlagzeilen gesorgt. Die Kajen waren baufällig, die Gewässerqualität schlecht. Bei Starkregen war zudem die Kanalisation überfordert und Abwässer ergossen sich in den Hafen und den Kanal.

Mit finanzieller Unterstützung aus den EU Programmen River Link und Canal Link konnten die alten historischen Wasserwegeverbindungen für Naherholung und touristische Zwecke neu gestaltet werden. Mit diesem ursprünglich touristischen Projekt bot sich die Chance, die Gewässerqualität im Torfhafen durch Nutzung von Regenwasser aus dem Bereich der Bürgerweide und der Dachfläche der Bremen Arena (ehemals AWD-Dome) zu verbessern. Dafür wurden u.a. Mittel aus der Abwasserabgabe sowie den Abwassergebühren genutzt.



Torfhafen in Findorff



Lageskizze des Projektes: Regenwasser für den Torfhafen

Torfhafen und Torfkanal

Der Torfhafen und der damit verbundene Torfkanal sind gestaute künstliche Marschgewässer. Sie werden aus dem moorigen und eisenhaltigen Grundwasser gespeist, das ca. einen Meter unterhalb des Geländes ansteht. Ein wirksamer Wasseraustausch durch Regenwasser findet kaum statt, da der überwiegende Teil des angrenzenden bebauten Gebietes an die Mischwasserkanalisation angeschlossen ist.

Hinzu kommt, dass der Gewässerzug durch Einleitung aus einem Mischwasserüberlauf belastet wird, auf den aus technischen Gründen derzeit nicht verzichtet werden kann. Mischwasserabschläge erfolgten in der Vergangenheit durchschnittlich einmal pro Jahr, bei extremen lokalen Niederschlägen jedoch mit bis zu 19.000 m³ je Ereignis. Trotz des vergleichsweise seltenen Auftretens sind die Folgen der Mischwassereinleitungen aufgrund des geringen Wasseraustausches schwerwiegend, lang anhaltend und häufig mit Fischsterben verbunden.

Flächenabkopplung und Frischwasserzufuhr

Mit der baulichen Umgestaltung des damaligen AWD-Domes hatte sich die Chance geboten, das Regenwasser der 1,15 ha großen Dachfläche vom Mischwassersystem abzukoppeln. Allerdings waren die Voraussetzungen für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung wegen hoher Grundwasserstände, mangelnder Flächenverfügbarkeit und fehlender Oberflächengewässer als Vorflut sehr ungünstig. Außerdem erforderte die benachbarte historische Parkanlage Bürgerpark mit dem Holler See und dem exklusiven Parkhotel einen sensiblen Umgang mit Tiefbaumaßnahmen.

Im Rahmen der Sanierung des Mischwasser-sammlers in der anliegenden Gustav-Deetjen-Allee wurde die Gelegenheit genutzt, dort einen zusätzlichen Regenwasserkanal zu verlegen. Dieser neue Kanal nimmt nun den Abfluss der Dachflächen der Bremen Arena und den Abfluss der überwiegend als Parkplatz genutzten befestigten Flächen in einer Größe von insgesamt 3,93 ha auf (siehe Lageskizze S. 30).



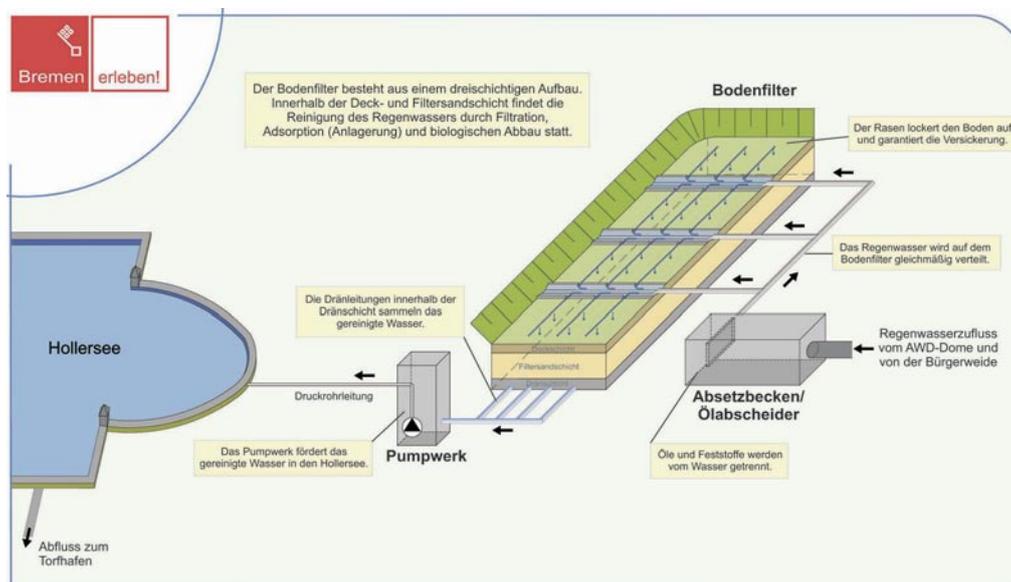
Bodenfilter an der Holler Allee

Das Niederschlagswasser von den Dachflächen der Bremen Arena und der Bürgerweide ist aufgrund der Parkplatznutzung nicht unbelastet. Der Abfluss wird daher einem unterirdischen Regenklärbecken zugeführt, das als Absetzbecken dient und Leichtflüssigkeiten zurückhält (siehe Schema unten). Die Hauptreinigung erfolgt in einem offenen Bodenfilter (Retentionsbodenfilter), in dem der bewachsene sandige Bodenkörper durchströmt wird. Aufgrund der sensiblen Lage am Bürgerpark wurde dieser Anlagenteil in ein vorhandenes muldenförmiges Gelände integriert und mit Rasen (anstatt des zweckmäßigeren Schilfs) bepflanzt.

Das gereinigte Wasser wird in den ca. zwei Hektar großen Holler See gepumpt, der als

zusätzlicher Speicher sowie als „Wasserquelle“ dient. Von dort erfolgt die Ableitung über eine 450 m Freigefälleleitung zum Torfkanal, die im Spülbohrverfahren unter den Bürgerpark grabenlos verlegt wurde. Der Bürgerparkverein hat das Vorhaben unterstützt. Von Vorteil ist, dass der Pegelstand des Sees automatisch gehalten wird und das vormals zeitweise erforderliche Abpumpen künftig entfällt.

Die Nutzung des Regenwassers entlastet die Mischwasserkanalisation und fördert den Wasseraustausch im Torfhafen und -kanal. Damit vermindern sich auch die negativen Folgen von Mischwasserüberläufen. Für diese Fälle wurde bei der Torfhafenerneuerung zusätzlich eine Belüftungsanlage installiert und der Kanalüberlauf mit einer neuen Rechenanlage ausgerüstet.



Schema der Regenwasserbehandlung Bürgerweide

7 Ansprechpartner

Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa

Ansgaritorstraße 2
28195 Bremen
Tel.: 0421 361-2407
office@umwelt.bremen.de
www.umwelt.bremen.de

Referat Wasserwirtschaft

Tel.: 0421 361-5478, -5479

Referat Oberflächengewässer

Tel.: 0421 361-5536, -5535

Referat Wasser- und Deichrecht

Tel.: 0421 361-5487, -4941

Referat Bodenschutz

Tel.: 0421 361-15895
altlastenauskunft@umwelt.bremen.de

hanseWasser Bremen GmbH

Schiffbauerweg 2
28237 Bremen
Tel.: 0421 988 1111
www.hanseWasser.de
www.getrennte-abwassergebuehr-bremen.de
kontakt@hanseWasser.de

Geologischer Dienst für Bremen

Leobener Str. MARUM
28359 Bremen
Tel.: 0421 218-65919
www.gdfb.de
info@gdfb.de

Bremer Umwelt Beratung e.V.

Am Dobben 43a
28203 Bremen
Tel.: 0421 7070100
www.bremer-umwelt-beratung.de
info@bremer-umwelt-beratung.de

Bremer Entsorgungsbetriebe

Eigenbetrieb der Stadtgemeinde Bremen
Willy-Brandt-Platz 7
28215 Bremen
Tel.: 0421 361-13492
www.beb.bremen.de
kontakt@bremereb.de

Bremischer Deichverband am rechten Weserufer

Am Lehester Deich 149
28357 Bremen
Tel.: 0421 207650
www.dvr-bremen.de
info@deichverband.de

Bremischer Deichverband am linken Weserufer

Warturmer Heerstr. 125
28197 Bremen
Tel. 0421 333060
www.deichverband-bremen-alw.de
info@deichverband-bremen-alw.de

- Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz, Wasserbau, Grundwasser
- Abwasser, Regenwasser, Gewässerschutz
- Wasserrechtliche Erlaubnisse und Genehmigungen
- Altlasten, Bodenschutz, Grundwasserverunreinigungen
- Abwasserbeseitigung, Einleitungen in die öffentliche Kanalisation, getrennte Abwassergebühr, Abwassergebühreneinzug
- Bohrdatenbank, Voreinschätzung Versickerungsmöglichkeiten
- Förderprogramme ökologische Regenwasserbewirtschaftung; Beratung zu Dachbegrünung, Regenwassernutzung, Entsiegelung und Versickerung
- Erschließungsvereinbarungen; Beauftragung der hanseWasser Bremen GmbH mit der Abwasserbeseitigung
- Unterhaltung und Betrieb von Hochwasserschutzanlagen sowie Gewässerunterhaltung
- Unterhaltung und Betrieb von Hochwasserschutzanlagen sowie Gewässerunterhaltung

Quellenverzeichnis

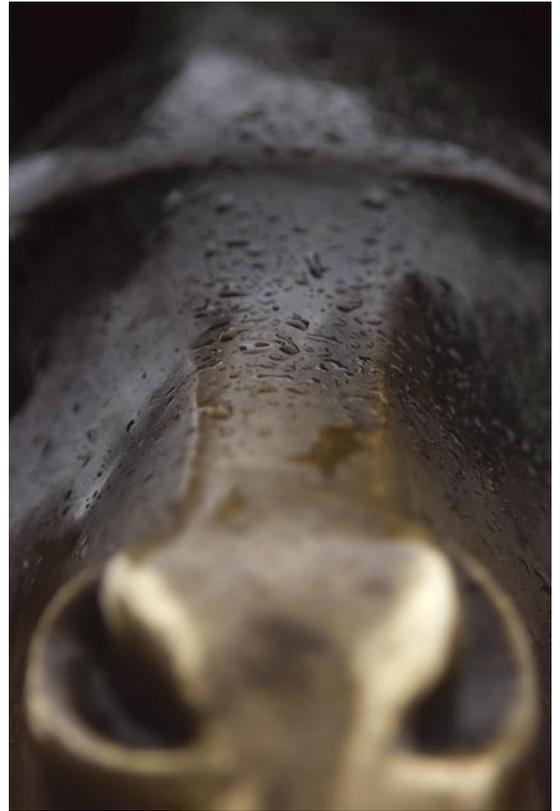
Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa
www.umwelt.bremen.de

hanseWasser
www.hanseWasser.de

Geologischer Dienst für Bremen
www.gdfb.de

Bremer Umwelt Beratung e.V.
www.bremer-umwelt-beratung.de

Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt A 138, Merkblatt M 153)
www.dwa.de



Regennasser Stadtmusikant

Veröffentlichungen:

Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung
Ein Leitfaden für Planer, Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt; Hamburg 2006

Regenwasser nutzen – Flächen entsiegeln
Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V.;
Bad Honnef 2002

Praxisratgeber: Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz;
Wiesbaden 2007

... wenn der Regen fällt. Der Rückstau im Kanal – und wie Sie sich davor
schützen können
hanseWasser; Bremen 2006

Bremer Dächer – grün und lebendig
Leitfaden und praktische Tipps zur Dachbegrünung
Senator für Bau, Umwelt und Verkehr und Bremer Umwelt Beratung;
Bremen 2005

Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung
statt Ableitung
Bayerisches Landesamt für Umwelt; Augsburg 2009

Klimaanpassung in Planungsverfahren. Leitfaden für die Stadt- und
Regionalplanung
Sustainability Center Bremen, Bremen 2009