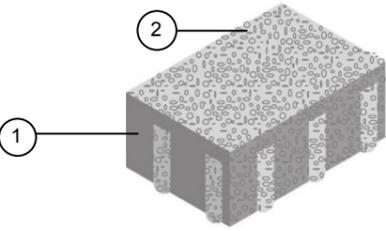
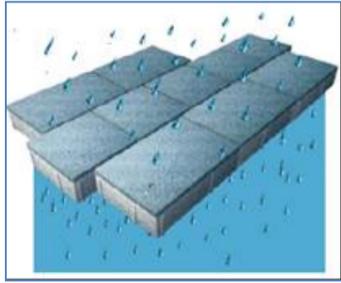


Anhang 3.1: Anlagen zur physikalischen NW-Behandlung

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>geoSTON® [Klostermann GmbH & Co. KG Betonwerke]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fuß-, Rad- und Wohnwegen ■ Hofflächen ■ Parkflächen <p>mit anschließender Versickerung in den Untergrund.</p>	<p>Bei dem wasserdurchlässigen Flächenbelag geoSTON® handelt es sich um Pflastersteine aus haufwerksporigem Beton (1) mit einer feinporigen Vorsatzschicht (2) aus Filterkörnungen (MICRO-Vorsatz) (Abbildung A3-1).</p> <p>Die Pflastersteine geoSTON® sind in verschiedenen Größen, Formen und Farben erhältlich, die Steinhöhe beträgt 8 oder 10 cm. Für das Fugenmaterial wird Basaltsplitt der Körnung 1/3 mm und für das Bettungsmaterial wird Kalksteinsplitt der Körnung 2/5 mm verwendet.</p>  <p>Abbildung A3-1: Aufbau Aquafil [Rüsing, 2007]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung 	<p>Die feinporige Vorsatzschicht (2) in der Belagsoberfläche filtert im NW mitgeführte Partikel und lagert sie ein. Das grobporige Betongefüge (1) der Pflastersteine ist für eine hohe Wasserdurchlässigkeit (k_f-Wert $\geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s) ausgelegt und leitet das NW in den Untergrund (Abbildung A3-2).</p>  <p>Abbildung A3-2: Funktionsprinzip geoSTON® mit MIKRO-Vorsatz [Klostermann GmbH & Co. KG, 2007; geändert]</p>	<p>Das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, führte Prüfungen nach den DIBt-Zulassungsgrundsätzen für „Abwasserbehandelnde Flächenbeläge“ durch (Prüfbericht: P00705).</p> <p>Die Pflastersteine geoSTON® haben eine DIBt-Zulassung erhalten (Zulassungsnummer Z-84.1-2).</p> <p>Folgende Prüfungen wurden durch das IKT durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserdurchlässigkeit ■ spezifische Versickerungsrate ■ Partikelrückhalt ■ Schwermetallrückhalt ■ Kohlenwasserstoffrückhalt ■ Nachweis der Reinigungsfähigkeit

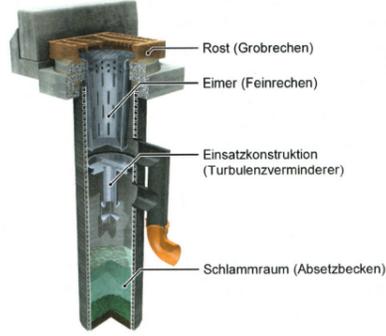
Physikalische Behandlungsanlagen	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>geoSTON® [Klostermann GmbH & Co. KG Betonwerke]</p>	<p>Die Versickerungsleistung der Pflasterbeläge nimmt aufgrund des Stoffrückhaltes im Laufe der Zeit ab. Die Fa. Klostermann GmbH & Co. KG hat ein spezielles Verfahren (geoCLEANING®) zur Reinigung des Flächenbelages entwickelt. Nach dem Spül-Saug-Verfahren wird Wasser mit Hochdruck in das Pflaster gepresst und direkt wieder aufgesaugt.</p> <p>Die im oberen Bereich der Pflasterdecke (MICRO-Vorsatz) angelagerten Stoffpartikel werden herausgespült und die Versickerungsfähigkeit ist somit wieder hergestellt.</p>	<p>Als Anschlussverhältnis zwischen gesamter entwässerter Fläche und Sickerfläche (Pflasterfläche) ist 4:1 ein maximal realisierbares Verhältnis.</p>	<p>zwischen ca. 15 €/m² und 22 €/m² Pflasterfläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtlohn; Pflasterung eines Gewerbegebiets mit wasserdurchlässigem Ökopflaster. ■ Monheim; Spedition, Pflasterung einer Parkfläche mit wasserdurchlässigem Ökopflaster. ■ Weil, Aldi-Markt; Pflasterung einer Parkfläche mit wasserdurchlässigem Ökopflaster. <p>Die Fa. Klostermann GmbH & Co. KG kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die sickerfähige Pflasterbauweise [Klostermann, 2007] ■ Ökopflaster mit Schadstofffilter [Klostermann, 2007] ■ Planungshandbuch [Klostermann, 2007] ■ Preisliste [Klostermann, 2007] ■ geoCLEANING® [Klostermann, 2007] ■ Internetseite [Klostermann, 2007] ■ DIBt-Prüfung [IKT, 2005] ■ RAS-Ew [FGSV, 2005] ■ RStO [FGSV, 2001] ■ Merkblatt [FGSV, 1998] ■ ZTVT-StB [FGSV, 2002] ■ Geiger und Dreiseitl [2001] ■ KA Abwasser Abfall [Dierkes et al., 2006]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Aquafil [Betonwerk Lintel GmbH & Co. KG]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Fuß-, Rad- und Wohnwegen ■ Hofflächen ■ Parkflächen mit anschließender Versickerung in den Untergrund.	 <p>Abbildung A3- 3: Foto Aufbau Aquafil [Rüsing, 2007]</p> <p>Bei dem wasserdurchlässigen Flächenbelag Aquafil handelt es sich um zweischichtige Pflastersteine aus haufwerksporigem Beton (2) mit einer feinen Vorsatzschicht (1) aus gebrochenem Basalt (Abbildung A3- 3).</p> <p>Die Pflastersteine Aquafil sind in verschiedenen Größen, Formen und Farben erhältlich, die Steinhöhe beträgt 8 cm.</p> <p>Für das Fugenmaterial wird Basaltsplitt der Körnung 1/3 mm und für das Bettungsmaterial Kalksteinsplitt der Körnung 2/5 mm verwendet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung 	Die feinporige Vorsatzschicht der Pflastersteine Aquafil in der Belagsoberfläche filtert im NW mitgeführte Partikel und lagert sie ein. Das grobporige Betongefüge der Pflastersteine ist für eine hohe Wasserdurchlässigkeit ausgelegt und leitet das NW in den Untergrund.	Das Labor für Siedlungswasserwirtschaft der FH Bochum wurde von der Fa. Betonwerke Lintel GmbH & Co. KG zur Durchführung erster orientierender Untersuchungen bezüglich des Schadstoffrückhaltes des Steinsystems Aquafil beauftragt. Die Laborversuche wurden nach den DIBt-Zulassungsgrundsätzen für „Abwasserbehandelnde Flächenbeläge“ durchgeführt.

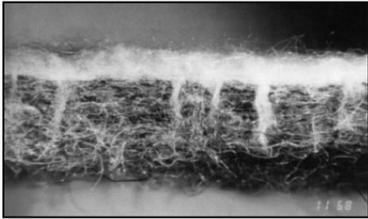
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Aquafil [Betonwerk Lintel GmbH & Co. KG]	Die Versickerungsleistung der Pflasterbeläge nimmt aufgrund des Stoffrückhaltes im Laufe der Zeit ab. Die im oberen Bereich der Pflasterdecke angelagerten Stoffpartikel müssen herausgespült werden, um die Versickerungsfähigkeit des Pflasters wieder herzustellen.	Als Anschlussverhältnis zwischen gesamter entwässerter Fläche und Sickerfläche (Pflasterfläche) ist 4:1 ein maximal realisierbares Verhältnis.	zwischen ca. 10 €/m ² und 20 €/m ² Pflasterfläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadt Salzkotten, Neubaugebiet Verne; Straßenendausbau des Baugebiets mit wasserdurchlässigem Ökopflaster. ■ Holzwickede, Firma BMB; Pflasterung eines Industriebetriebs mit wasserdurchlässigem Ökopflaster. Die Fa. Betonwerke Lintel GmbH & Co. KG kann weitere Referenzprojekte vorweisen.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ideen für Haus und Garten [Lintel, 2007] ■ Internetseite [Lintel, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Rüsing, 2007] ■ Abschlussbericht [Nolting et al., 2006] ■ RAS-Ew [FGSV, 2005] ■ RStO [FGSV, 2001] ■ Merkblatt [FGSV, 1998] ■ ZTVT-StB [FGSV, 2002] ■ Geiger und Dreiseitl [2001] ■ KA Abwasser Abfall [Dierkes et al., 2006]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>Straßenablauf mit Nassschlammfang [DIN 4052-1 bis -4]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in den Regenwasserkanal.</p>	<p>Für einen Straßenablauf mit Nassschlammfang (Abbildung A3-4) aus Beton nach DIN 4052-1 sollen genormte Fertigbauteile (Bodenteil mit Schlammfang, Zwischenteil, Muffenteil, Schaftkonus und Auflagerring) mit einem Innendurchmesser von 450 mm und einer Wanddicke von 50 mm verwendet werden. Im Bereich des Boden- und Zwischenteils des Straßenablaufs befindet sich der Schlamm-sammelraum.</p> <p>Abbildung A3-4: Regelform Ablaufunterteil für Nassschlamm bei quadratischem Aufsatz [RAS-Ew, 2005]</p> <p>Eine Höhenregulierung durch die verschiedenen Einzelteile (Bodenteil und Zwischenteil) ist möglich. Muffenteil, Zwischenteil und Boden können auch als ein Teil hergestellt werden. Straßenabläufe mit Schlammraum werden ohne Eimer zum Grobstoffrückhalt ausgeführt.</p> <p>Herkömmliche Aufsätze nach DIN 1229 und DIN EN 124 bestehen aus Rost und Rahmen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation 	<p>Das NW strömt über den Zulaufrost in den Straßenablauf. Im NW mitgeführte Feststoffe setzen sich im Schlammfang ab; das NW läuft über den Ablauf in den RW-Kanal.</p>	<p>Am Institut für Wassertechnik, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover wurden Laboruntersuchungen bezüglich des Feststoffrückhaltevermögens von Straßenabläufen nach DIN 4052 durchgeführt, die von Harlebusch [1986] ausgewertet wurden. Durchgeführt wurden</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Messungen bezüglich der Abhängigkeit zwischen Feststoffrückhaltevermögen und der Zulaufwassermenge an Straßenabläufen mit Schlamm-sammelraum ■ Messungen bezüglich der Abhängigkeit zwischen Feststoffrückhaltevermögen und der Zulaufwassermenge an Straßenabläufen ohne Schlamm-sammelraum. <p>Die Leistungsfähigkeit eines Straßenablaufs mit Schlammfang nimmt mit zunehmender Einzugsfläche ab. Die Ursache für den tendenziell abnehmenden Rückhalt resultiert aus der zunehmenden hydraulischen Belastung, wodurch es zur Mobilisierung bereits abgelagerter Feststoffe kommt. Auch die Sedimentationsvorgänge nehmen mit der steigenden hydraulischen Belastung ab, da es im Nassschlambereich zu verstärkter Turbulenz kommt.</p> <p>Gemäß DWA-M 153 wird der Straßenablauf mit Nassschlammfang nach Tabelle A.4c als Typ D26 mit einem Durchgangswert $D=0,90$ eingestuft.</p> <p>Von Harlebusch [1986] wird hinsichtlich des Parameters AFS ein Wirkungsgrad des Straßenablaufs mit Schlammfang nach DIN 4052 von 20 bis 35 % angegeben.</p>

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Straßenablauf mit Nassschlammfang [DIN 4052-1 bis -4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Für einen Straßenablauf mit Nassschlammfang werden Reinigungsintervalle von 6-12 Monaten angesetzt, die je nach Lage (Baumbestand) und Winterdienst (Streumittel) individuell festgelegt werden sollten. ■ Mit einem Saug- und Spülfahrzeug wird der gesamte Inhalt, d.h. Wasser und Feststoffe, aus dem Schlammraum abgesaugt. 	<p>In grober Näherung kann für Straßenabläufe ein Einzugsbereich von 400 m² versiegelter Fläche an Stadtstraßen und 500 m² versiegelter Fläche an Landstraßen zugrunde gelegt werden.</p>	<p>Inkl. Aufsatz zwischen ca. 0,40 €/m² und 0,60 €/m² anschließbarer Fläche</p>	<p>Stadt Brühl, Euskirchener Straße; Entwässerung im Trennsystem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ RAS-Ew [FGSV, 2005] ■ DIN 4052 [2003] ■ DIN 1229 [1986] ■ DIN EN 124 [2004] ■ [Harlebusch, 1986] ■ Forschungs- und Entwicklungsprojekt [Stein, 2005] ■ Persönliche Mitteilung [Sasse, 2007] ■ ATV-A 147 [1995] ■ DWA-M153 [2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Separations-Straßenablauf SSA [ACO Drain Passavant GmbH]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen mit anschließender Einleitung in den Regenwasserkanal.	Der Unterbau des SSA besteht aus einem monolithischen PE-Ablaufkörper (Abbildung A3-5).  <p style="text-align: center;"><i>Abbildung A3-5: Aufbau SSA [Stein, 2005]</i></p> Der Einlaufrost (Grobrechen) des SSA ist ein modifizierter Straßenablaufaufsatz (500 x 500) vom Typ Multitop nach DIN EN 124/DIN 1229 der Fa. ACO Tiefbau Vertrieb GmbH mit kleineren Schlitzweiten (s=25 mm) gegenüber den herkömmlichen Rosten (s=36 mm). Unter dem Rost (Grobrechen) ist ein Eimer (Feinrechen) der Form 4 nach DIN 4052-4 eingehängt. Unterhalb des Eimers befindet sich eine Einsatzkonstruktion (Turbulenzverminderer) mit Auffangbehälter, zentrisch angeordnetem Bodenablauf und anschließendem Fallrohr mit Aufprallplatte. Der Schlammraum (Absetzbecken) des Straßenablaufs bildet eine weitere Reinigungsstufe. Der SSA verfügt über zwei Abläufe DN 150: der erste Ablauf befindet sich im oberen Bereich des Absetzbeckens, der zweite liegt auf Höhe des Eimers.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sedimentation 	Der SSA kann in drei Reinigungsstufen (Rost, Eimer, Schlammraum) unterteilt werden (Abbildung A3-5). Die erste Reinigungsstufe bildet der modifizierte Straßenaufsatz (Grobrechen), der Grobstoffe zurückhält. Der im Aufsatz eingehängte Eimer (Feinrechen) ist die zweite Reinigungsstufe, in der Partikel > 8 mm zurückgehalten werden sollen. Der Schlammraum (Absetzbecken) dient als dritte Reinigungsstufe zur Sedimentation bis dort noch nicht zurückgehaltener mineralischer Feststoffe mit Korngrößen > 0,125 mm. Der Schlammraum (Absetzbecken) wird durch die darüber liegende Einsatzkonstruktion (Turbulenzverminderer) gesichert. Hier wird die Fließgeschwindigkeit im Zulauf vermindert, wodurch die Turbulenzen im darunterliegenden Schlammraum reduziert werden. Durch die Reduzierung der Turbulenzen im Schlammraum wird die Mobilisierung bereits abgesetzter Stoffe vermindert und die Sedimentation zugeführter Feststoffpartikel begünstigt. Bei Regenereignissen mit geringem Oberflächenabfluss wird das gereinigte NW über den unteren Ablauf in den RW-Kanal weitergeleitet. Bei Starkregenereignissen wird zusätzlich der obere Ablauf aktiviert.	Der SSA wurde im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens (Förderkennzeichen IV-9-042 3A5) im Auftrag des MUNLV NRW konzipiert und untersucht. Es wurden Laborversuche an einem Versuchsstand durchgeführt – mit folgenden Zielen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung der Leistungsfähigkeit bezüglich des Feststoffrückhaltevermögens unter Variation der hydraulischen Belastung. ■ Ermittlung des Mobilisierungsverhaltens sedimentierter Feststoffe im Schlammraum unter Variation der hydraulischen und stofflichen Belastung. Ferner wurden in-situ-Versuche bezüglich des spezifischen Feststoffrückhaltevermögens unter realen Bedingungen durchgeführt. An einer dicht bebauten Straße (Von-Waldhausen-Straße in Herne) mit hohem Verkehrsaufkommen und beidseitigem Baumbestand wurden von 16 Straßenabläufen 5 Stück gegen einen SSA ausgetauscht und beprobt. Die Auswertung der Laborversuche mit einem Mineralgemisch (0,125 mm – 8 mm) ergab eine Vergrößerung des Feststoffrückhaltevermögens um bis zu 20,4% gegenüber herkömmlichen Straßenabläufen mit Schlammraum nach DIN 4052. Durch die bessere Rückhalteleistung des SSA gegenüber herkömmlichen Straßenabläufen mit Schlammraum nach DIN 4052 ergibt sich für den gemessenen Parameter AFS ein Wirkungsgrad von 40 bis 55 %.

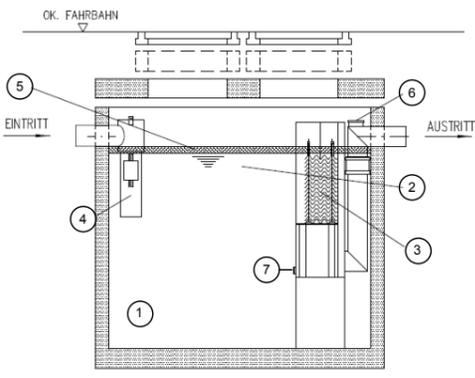
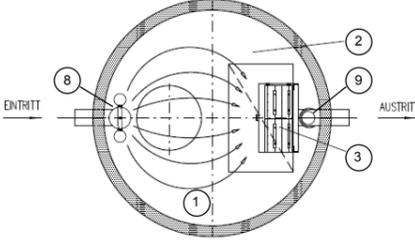
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Separations-Straßenablauf SSA [ACO Drain Passavant GmbH]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Wartungs- und Reinigungszyklen für die Entleerung des Eimers sollten maximal 8 Monate betragen. ■ Für einen Straßenablauf mit Nassschlammfang werden Reinigungsintervalle von 6-12 Monaten angesetzt, die je nach Lage (Baumbestand) und Winterdienst (Streumittel) individuell festgelegt werden sollten. ■ Mit einem Saug- und Spülfahrzeug wird der gesamte Inhalt, d. h. Wasser und Feststoffe aus dem Schlammraum abgesaugt. 	In grober Näherung kann für Straßenabläufe ein Einzugsbereich von 400 m ² versiegelter Fläche an Stadtstraßen und 500 m ² versiegelter Fläche an Landstraßen zugrunde gelegt werden.	Es handelt sich hier um eine Neuentwicklung, für die von der Firma ACO Tiefbau Vertrieb GmbH noch keine Kosten festgelegt wurden.	Herne, Pilotanlage in der Von-Waldhausen-Straße; Entwässerung der angeschlossenen Verkehrsfläche im Trennsystem.	<ul style="list-style-type: none"> ■ RAS-Ew [FGSV, 2005] ■ DWA-A 147 [DWA, 1995] ■ DIN 4052-1 [DIN, 2003] ■ DIN 1229 [1986] ■ DIN EN 124 [2004] ■ Forschungs- und Entwicklungsprojekt [Stein, 2005] ■ Persönliche Mitteilung [Müller, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen														
<p>Geotextilfiltersack [Paul Schreck Vlies- und Filtertechnik GmbH]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerung oder ■ Einleitung in Kanalisation. <p>Als Geotextilfiltereinheit in einem Versickerungsschacht oder einem Straßenablauf einsetzbar.</p> <p>Die Nachrüstung bestehender Straßenabläufe mit einem Geotextilfiltersack ist möglich.</p>	<p>Bei dem Filterelement handelt es sich um ein 2-lagiges, vernadeltes Geotextilvlies, das aus einem feinfaserigen, mechanisch verfestigten, weißen Polyester-Vliesstoff und einem grobfaserigen, mechanisch verfestigten Polypropylen-Vliesstoff besteht (Abbildung A3-7).</p>  <p>Abbildung A3-6: Ausführungsbeispiel Geotextilfiltersack [Geiger und Dreiseitl, 2001]</p> <p>Das Geotextilvlies ist 6,80 mm dick und wiegt 814 g/m², bei einer Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-3}$ m/s. Es wird entsprechend der Größe des Schachtes zu einem Sack vernäht und an einem Spannring in den Schacht (bzw. Straßenablauf) eingehängt (Abbildung A3-6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration 	 <p>Abbildung A3-7: Aufbau des Geotextilgewebes [EAWAG, 2005]</p> <p>Das NW strömt über den Zulaufrost in den Straßenablauf oder Versickerungsschacht mit eingehängtem Geotextilfiltersack.</p> <p>Das Gewebe des Geotextils (Abbildung A3-7) ist so aufgebaut, dass partikuläre Stoffe bis ca. 2 µm Korndurchmesser zurückgehalten werden. Diese lagern sich als Filterkuchen auf dem Boden des Filtersackes ab.</p>	<p>Im Auftrag der Fa. Paul Schreck Vlies- und Filtertechnik GmbH wurden Laborversuche im Prüf- und Analytikzentrum der LGA Nürnberg (Prüfbericht: Az.VG 9922568; Gutachten Nr. LW 0030027) durchgeführt. Untersucht wurde die Wasserdurchlässigkeit und das Langzeitverhalten des Geotextilfiltersacks.</p> <p>Für die Untersuchungen wurde ein Geotextilfiltersack aus einem Versickerungsschacht (seit 10 Jahren dort eingehängt) entnommen und untersucht. Die Untersuchungen ergaben, dass die Wasserdurchlässigkeit des Geotextilfiltersacks (nach 10 Jahren Standzeit ohne Reinigung) im Vergleich zu einem neuen Geotextilfiltersack um ca. 50% im Bereich des Bodens und um ca. 75% im Bereich der Wandung abgenommen hat.</p> <p>In der Schweiz führten die EAWAG und die FH Bern ein Forschungsprojekt zum Stoffrückhalt des Geotextilfiltersacks durch, der dort als erste Reinigungsstufe in einem Straßenwasser-Filtertschacht eingesetzt wurde. Das Projekt lief über einen Zeitraum von zwei Jahren, in denen das NW von ca. 1.500 m² Fläche einer viel befahrenen Straße (ca. 17.000 Kfz/d) an der in-Situ-Versuchsanlage beprobt und der Stoffrückhalt durch das Geotextil untersucht wurde.</p> <p>Die bei dem Forschungsprojekt in der Schweiz untersuchten Parameter und zugehörigen Wirkungsgrade des Geotextilfiltersacks sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:</p> <table border="1" data-bbox="2362 1066 2733 1430"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>61</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3-1</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	80	Pb	73	Cu	58	Zn	70	Ni	60	Cr	61
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																		
AFS	80																		
Pb	73																		
Cu	58																		
Zn	70																		
Ni	60																		
Cr	61																		

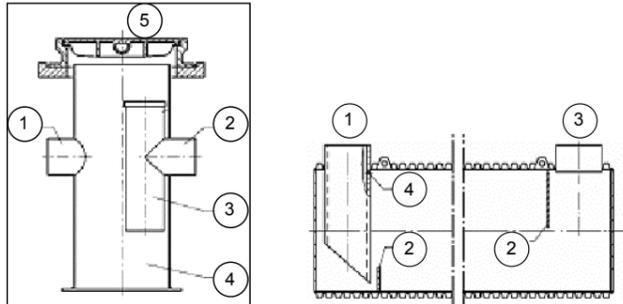
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Geotextilfiltersack [Paul Schreck Vlies- und Filtertechnik GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1-jährliche Kontrolle ■ Reinigung des Filtersacks mit Hochdruckreiniger alle 3 Jahre 	<p>In grober Näherung kann für Straßenabläufe ein Einzugsbereich von 400 m² versiegelter Fläche an Stadtstraßen und 500 m² versiegelter Fläche an Landstraßen zugrunde gelegt werden.</p>	<p>Geotextilfiltersack inklusive Spannring für einen Standard-Straßenablauf: zwischen ca. 0,65 €/m² und 0,95 €/m² anschließbarer Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schweiz, Projekt Straßenwasserfilterschacht in Burgdorf; Entwässerung einer Verkehrsfläche. ■ Bayern, Betriebshof der Spedition Häring in Straubing; Entwässerung der Hoffläche mit anschließender Versickerung. <p>Die Fa. Paul Schreck Vlies- und Filtertechnik GmbH kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ EAWAG [2005] ■ Kanalisationsforum [Kaufmann, 2006] ■ RAS-Ew [FGSV, 2005] ■ Geiger und Dreiseitl [2001] ■ Miehlung und Gartung [1988] ■ Zanziger [1999, 2000] ■ Persönliche Mitteilungen [Schreck, 2007, 2008, 2009]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>Leichtflüssigkeitsabscheider</p> <p>[DIN 1999-100,-101; DIN EN 858-1,-2]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> Flächen mit erhöhter Verschmutzungsgefährdung durch Treibstoff- und Mineralölprodukte (Tankstellen, Autowerkstätten, -waschanlagen) Parkflächen Verkehrsflächen <p>Nach DIN EN 858-2</p> <ul style="list-style-type: none"> darf Regenwasser von Tankstellen, Parkplätzen und Verkehrsflächen nach der Behandlung durch die Kombination S-I-P (Schlammfang, Abscheider Klasse I, Probenahmestelle) in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden, wenn die Qualität des Ablaufwassers den erforderlichen Einleitungsbedingungen entspricht; muss Regenwasser von Tankstellen, Parkplätzen und Verkehrsflächen nach der Behandlung durch die Kombinationen S-II-P (Schlammfang, Abscheider Klasse II, Probenahmestelle) über den öffentlichen Abwasserkanal zur Kläranlage abgeleitet werden. 	<p>Nach DIN EN 858-1 können werkseitig hergestellte Abscheider aus folgenden Werkstoffen gefertigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> unbewehrter Beton (Mindestdruckfestigkeit C 35/45), faserverstärkter Beton oder Stahlbeton metallische Werkstoffe wie Gusseisen und Stahl glasfaserverstärkte Kunststoffe und Polyethylen (PE) <p>Abscheideanlagen für mineralische Leichtflüssigkeiten nach DIN 1999-100/EN 858-1+2 bestehen in Fließrichtung gesehen aus den Funktionsbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schlammfang, Öl-/Benzinabscheider (Klasse II), Koaleszenzabscheider (Klasse I) und Probenahmeschacht. <p>Die Funktionsbereiche befinden sich entweder in einem einzelnen Kompaktbehälter oder separat in Einzelbehältern (Abbildung A3 - 8), die hintereinander geschaltet werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentation Leicht- und Schwebstoffabtrennung Filtration 	<p>Abbildung A3 - 9: Funktionsprinzip [Geiger und Dreiseitl, 2001; geändert]</p> <p>Über einen beruhigten Zulauf (4), meist mit Prallplatte (6) ausgestattet, wird das NW in den Schlammfangbehälter (1) geleitet. Die Sinkstoffe mit einer größeren spezifischen Dichte als Wasser sinken im Schlammfangbereich (7) zu Boden.</p> <p>Das NW gelangt über ein Tauchrohr (8) in die nächste Reinigungsstufe, den Abscheider Klasse II (2), in dem die im Wasser praktisch unlöslichen Mineralölprodukte aufgrund ihrer geringeren spezifischen Dichte als Wasser in den Abscheidebereich (9) aufschwimmen und sich an der Oberfläche ansammeln. Die letzte Reinigungsstufe ist der Abscheider Klasse I (3) mit Koaleszenzeinsatz (10). Der Koaleszenzeinsatz ist meist in Form eines Feinfiltersiebs ausgeführt, durch das das ölhaltige Wasser strömt. An dem Koaleszenzmaterial lagern sich feinste Öltröpfchen an und vereinigen sich dort zu großen Öltröpfchen, die aufgrund der geringeren Dichte an die Wasseroberfläche aufschwimmen und somit zurückgehalten werden. Über den Ablauf (5) in Form eines Tauchrohrs gelangt das NW in die Kanalisation (Abbildung A3 - 9)</p>	<p>Die DIBt-Zulassungsgrundsätze für Leichtflüssigkeitsabscheider orientieren sich an den Anforderungen der DIN EN 858 - 1.</p> <p>Bei der Prüfung werden untersucht:</p> <ul style="list-style-type: none"> Werkstoffe der Anlagenteile, Wasserdichtheit der Anlagenteile, Funktionsanforderungen (Speichermenge an Leichtflüssigkeit) der Anlagenteile und Brandverhalten. <p>Der Wirkungsgrad von Leichtflüssigkeitsabscheidern gegenüber mineralischen Leichtflüssigkeiten liegt nach Geiger und Dreiseitl [2001] bei ca. 97-99 %.</p>
		<p>Abbildung A3 - 8: Typische Funktionsbereiche in Fließrichtung [Geiger und Dreiseitl, 2001]</p>			

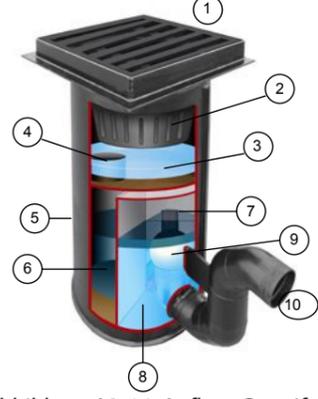
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Leichtflüssigkeitsabscheider</p> <p>[DIN 1999-100,-101; DIN EN 858-1,-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Alle Teile der Anlage sind regelmäßig zu warten und müssen jederzeit zugänglich sein. Eine Wartung der Anlage ist mindestens alle 6 Monate durch eine sachkundige Person durchzuführen. In Abständen von höchstens 5 Jahren müssen Abscheideanlagen einer Generalinspektion unterzogen werden. 	<p>Die mögliche Anschlussfläche der Anlage ist von der jeweiligen örtlichen Regenspende, die von der zuständigen Behörde festgelegt wird und der zu erwartenden Schmutzfracht abhängig. Mit diesen örtlich bedingten Parametern wird die Nenngröße des Abscheiders ermittelt.</p> <p>Die Nenngröße eines Abscheiders ist nach DIN EN 858 - 1 ein einheitsloser Kennwert, der ungefähr dem höchstzulässigen Durchfluss in Litern pro Sekunde entspricht. Eine Nenngrößenbestimmung der Abscheider erfolgt nach der Formel [Geiger und Dreiseitl, 2001]:</p> <p>Nenngröße (NG) = $Q_r \times f_d$ mit: Regenwasserabfluss Q_r [l/s] $Q_r = A_{red} \times r_{D,n} \times 10^{-4}$ mit: A_{red} angeschlossene Fläche [m²]; Abflussbeiwert $\Psi = 1$ (gemäß DIN 1999, Teil 6). $r_{D,n}$ Regenspende [l/(s x ha)] Dichtefaktor f_d [-] (gemäß DIN 1999, Teil 6)</p>	<p>Ein spezifisches Kostenspektrum für Leichtflüssigkeitsabscheider anzugeben, ist aufgrund der Vielzahl von Anlagentypen, Kombinationsmöglichkeiten, Herstellern und örtlichen Bedingungen nicht möglich.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mall GmbH Rhebau Rheinische Beton- und Bauindustrie GmbH Kessel GmbH Bene Environmental Technologies GmbH ACO Tiefbau Vertrieb GmbH 	<ul style="list-style-type: none"> DIN EN 858 - 1+2 [2005] DIN 1999 - 100 [2003] Geiger und Dreiseitl [2001]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>Parkflächenentwässerungssystem PFE [Freylit Umwelttechnik GmbH]</p>	<p>Reinigung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Gewerbeflächen <p>mit anschließender Einleitung in die Kanalisation.</p>	<p>Das PFE (Abbildung A3 - 10) ist eine runde Einbeckenanlage aus Stahlbeton und beinhaltet einen Schlammfang (1) im Bodenbereich des Kompaktgerätes, einen Mineralölabscheider (2) und einen Restölabscheider (3) in Form von Wellplatten, die mit einem Abstand von 12 mm aufeinander gestapelt sind.</p>  <p>Abbildung A3 - 10: Aufbau PFE [Freylit Umwelttechnik GmbH, 2007; geändert]</p> <p>Ein selbsttätiger Abschluss (4) im Einlaufbereich des Behälters besteht aus einem Tauchrohr mit zwei seitlich angebrachten Schwimmkörpern. Diese Schwimmkörper sind so ausgewogen, dass sie auf der Wasseroberfläche schwimmen und in Öl eintauchen.</p> <p>Wenn die auf der Wasseroberfläche schwimmende Ölschicht (5) eine gewisse Dicke erreicht, sinken die Schwimmkörper unter die Wasseroberfläche und die Verschlussklappe aus Edelstahl dichtet das Eintrittsrohr ab. Durch diesen Prozess kann das bereits abgeschiedene Öl nicht austreten und ein weiterer Zulauf wird verhindert. Die Probenahmestelle (6) ist im Austrittsrohr integriert und die Entleereinrichtung (7) befindet sich unter dem Restölabscheider.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung 	<p>Das NW gelangt über den beruhigten Zulauf zuerst in den Schlammfangbereich (1) des Behälters, wo es zu einer Sedimentation mitgeführter Feststoffe kommt und anschließend in den Ölabscheideteil (2). (Abbildung A3 - 10 und Abbildung A3 - 11)</p>  <p>Abbildung A3 - 11: Strömungsschema, Grundriss PFE [Freylit Umwelttechnik GmbH, 2007; geändert]</p> <p>Durch die Eintrittsöffnung (8) an der Stirnseite des Abscheiders wird der Wasserstrom umgelenkt und es entsteht eine Strömung, durch die große Öltröpfchen an die Wasseroberfläche geführt werden. Das Wasser und die verbliebenen kleinen Öltröpfchen werden in den Restölabscheider (3) geleitet.</p> <p>Zur Restölabscheidung (3) werden horizontale, oliophile, unverrottbare Wellplatten eingesetzt. Wenn die verbliebenen Öltröpfchen die Wellplatte berühren, bleiben sie an ihr haften und steigen aufgrund ihres spezifischen Gewichts entlang der Wellplatte bis zum Wellenberg. Über Bohrungen in den Wellspitzen gelangt das im Wellenberg gesammelte Öl zur Ölsammelschicht (5) an der Wasseroberfläche.</p> <p>Der Austritt ist in Form eines Tauchrohrs (9) konzipiert, wodurch das Austreten des Öls aus der Ölsammelschicht in den Ablauf verhindert wird.</p>	<p>Informationen über Wirkungsgrade der Anlage liegen nicht vor.</p>

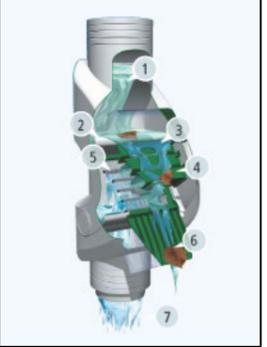
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Parkflächenentwässerungssystem PFE [Freylit Umwelttechnik GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monatliche Kontrollen werden durch den Hersteller empfohlen. ■ Wenn die Ölschicht mehr als 8 cm stark ist, ist sie fachgerecht zu entsorgen. ■ Ist der Schlammfangteil des Abscheiders über die Hälfte mit Schlamm gefüllt, dann ist der Schlamm von einem autorisierten Unternehmen zu entsorgen. ■ Reinigung der Wellpakete nach ca. 3 bis 5 Jahren. ■ Kontrolle des Schwimmkörpers. 	<p>Die mögliche Anschlussfläche der Anlage ist von der örtlichen Regenspende und der zu erwartenden Schmutzfracht abhängig. Mit diesen Parametern wird das erforderliche Volumen des PFE ermittelt.</p>	<p>Informationen bezüglich der Kosten für das PFE liegen nicht vor.</p>	<p>Auskünfte über bisherige Einsatzorte oder Referenzprojekte des PFE liegen nicht vor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Produktübersicht [Freylit, 2007] ■ Betriebs- und Wartungsanleitung [Freylit, 2007] ■ Internetseite [Freylit, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>RAUSIKKO®-Zulaufschacht und RAUSIKKO®-Sedimentation [REHAU AG & Co.]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal <p>Es handelt sich hier um zwei eigenständige Anlagentypen die, je nach örtlichen Bedingungen und Anforderungen, separat eingesetzt, aber auch miteinander kombiniert werden können. In der folgenden Beschreibung der Gesamtanlage wird von einer Kombination der zwei Anlagentypen ausgegangen.</p> <p>Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die beiden Anlagentypen mit dem RAUSIKKO®-HydroClean zu kombinieren.</p>	 <p>Abbildung A3- 12: Foto RAUSIKKO®-Zulaufschacht und -Sedimentation [REHAU AG & Co., 2007]</p> <p>Der RAUSIKKO®-Zulaufschacht ist ein kompakter Schacht aus Polyethylen (PE), der als separate Reinigungsstufe, aber auch als Vorreinigungsstufe vor der nachgeschalteten RAUSIKKO®-Sedimentation eingesetzt werden kann (Abbildung A3-12, Abbildung A3-13).</p> <p>Der RAUSIKKO®-Zulaufschacht wird über vorgeschaltete Hof- oder Straßenabläufe befüllt. Das NW wird über einen seitlich angeordneten Zulauf (1) eingeleitet. Der RAUSIKKO®-Zulaufschacht beinhaltet einen Sandfang (4) zum Rückhalt von Grobstoffen und eine Leichtflüssigkeitsrückhaltung mit Inspektionsöffnung in Form eines Tauchrohrs (3) vor dem Ablauf (2).</p> <p>Die RAUSIKKO®-Sedimentation besteht aus einem beidseitig geschlossenen, liegenden Zylinder aus Polyethylen (PE) und kann an den RAUSIKKO®-Zulaufschacht als weitere Reinigungsstufe angeschlossen werden. Die RAUSIKKO®-Sedimentation Typ R ist mit Tauchwänden (2) nach dem Zulauf (1) und vor dem Ablauf (3) ausgerüstet (Typ M: ohne Tauchwände), die zur Reduzierung der Vertikalströmung im Zylinder beitragen. Im Zulaufbereich ist eine Entlüftung (4) angeordnet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung. 	<p>(Vgl. Abbildung A3-13).</p>  <p>Abbildung A3 - 13: Aufbau RAUSIKKO®-Zulaufschacht und Sedimentation Typ R [REHAU AG & Co., 2007; geändert]</p> <p>Zulaufschacht: Das NW aus Hof- oder Straßenabläufen fließt über den seitlichen Zulauf (1) in den RAUSIKKO®-Zulaufschacht, in dem im Sandfang (4) absetzbare Partikel sedimentieren. Vor dem Ablauf (2) befindet sich das Tauchrohr (3) als Rückhaltevorrichtung für die im NW mitgeführten Leichtflüssigkeiten und aufschwimmenden Stoffe.</p> <p>Sedimentation Typ R: Das NW fließt über den Zulauf (1) in die RAUSIKKO®-Sedimentation und wird durch die dort angeordneten Tauchwände (2) beruhigt.</p> <p>In der RAUSIKKO®-Sedimentation werden partikuläre Stoffe zurückgehalten. Im dauerhaft eingestauten Sedimentationsvolumen kommt es durch eine aufsteigende Strömung zu einem Absinken feiner Partikel in den unteren Bereich des Zylinders.</p> <p>Das behandelte Wasser wird im oberen Bereich des Sedimentationsrohres abgezogen und kann je nach örtlichen Erfordernissen direkt versickert oder über den Regenwasserkanal abgeleitet werden (Abbildung A3-13).</p>	<p>Daten bezüglich des stofflichen Rückhalts liegen nicht vor.</p> <p>Gemäß DWA-M 153, Tabelle A.4c kann</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ der RAUSIKKO®-Zulaufschacht mit einem Durchgangswert D=0,80 als Typ D26, ■ die Anlage RAUSIKKO®-Sedimentation Typ M mit einem Durchgangswert D=0,35... 0,65 (je nach erforderlicher Reinigungsleistung) als Typ D24 oder D25 und ■ die Anlage RAUSIKKO®-Sedimentation Typ R mit einem Durchgangswert D = 0,20 als Typ D21 <p>eingestuft werden.</p>

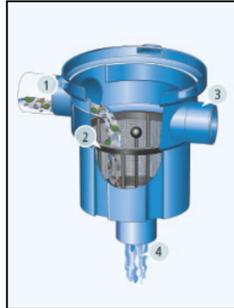
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>RAUSIKKO®-Zulaufschacht und RAUSIKKO®-Sedimentation [REHAU AG & Co.]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Wartungsintervalle des RAUSIKKO®-Zulaufschachtes liegen, je nach Stofffracht, zwischen 1 bis 2 Jahren und die Reinigung kann mit herkömmlichen Saug- und Spülfahrzeugen durchgeführt werden. ■ Die Wartungsintervalle der RAUSIKKO®-Sedimentation liegen, je nach Schadstofffracht, bei ca. 2 Jahren und die Reinigung erfolgt mittels Rückspülung durch einen Spülkopf. 	<p>RAUSIKKO®-Zulaufschacht: je nach Anlagengröße zwischen 500 m² und 1800 m² versiegelter Fläche</p> <p>RAUSIKKO®-Sedimentation Typ M: je nach Anlagengröße und Durchgangswert gemäß DWA-M 153 zwischen 1050 m² und 14500 m² versiegelter Fläche</p> <p>RAUSIKKO®-Sedimentation Typ R: je nach Anlagengröße zwischen 500 m² und 1700 m² versiegelter Fläche</p> <p>Die an den Zulaufschacht angeschlossene Sedimentationsstrecke (Typ R oder M) gibt es in den Baulängen 3 m, 6 m oder 9 m, wodurch die Sedimentationsstrecke/-fläche variabel ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ RAUSIKKO®-Zulaufschacht: zwischen ca. 1,15 €/m² und 2,00 €/m² anschließbarer Fläche ■ RAUSIKKO®-Sedimentationsstrecke (Typ M): zwischen ca. 0,40 €/m² und 2,90 €/m² anschließbarer Fläche ■ RAUSIKKO®-Sedimentationsstrecke (Typ R): zwischen ca. 3,50 €/m² und 6,40 €/m² anschließbarer Fläche ■ Gesamtanlage: zwischen ca. 4,45 €/m² und 5,70 €/m² anschließbarer Fläche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logistikzentrum Rossmann Burgwedel; Entwässerung einer Parkfläche mit RAUSIKKO®-Sedimentation. ■ Ortsdurchfahrt Weißwarte, Landstraße L31; Entwässerung der Verkehrsfläche mit RAUSIKKO®-Sedimentation. ■ Einkaufszentrum Henstedt-Ulzburg; Entwässerung einer Parkfläche mit RAUSIKKO®-Sedimentation. ■ Fa. Himper & Dreher Dillingen; Entwässerung einer Parkfläche mit RAUSIKKO®-Zulaufschächten. <p>Die Firma REHAU AG & Co. kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Helmreich, 2007] ■ DWA-M 153 [2007] ■ RAUSIKKO®-Regenwasserbehandlung [REHAU, 2007] ■ Preisliste [REHAU, 2007] ■ Internetseite [REHAU, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Schön, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Schütze, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen												
<p>Centrifoel®-Sicherheitsstraßenablauf</p> <p>[Valperz-Scarabaeus GmbH]</p> <p>ehemals: Aqua Clean GmbH</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Gewerbeflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal. 	<p>Der Centrifoel®-Straßenablauf ist ein Kompaktgerät aus Polyethylen (PE) und beinhaltet ein Mehrkammerreinigungssystem (Abbildung A3-14).</p>  <p>Abbildung A3-14: Aufbau Centrifoel® [greenlife GmbH, 2007; geändert]</p> <p>Unterhalb der Gussabdeckung (1) im Zulaufbereich befindet sich ein Laub- und Grobschmutzfilterkorb (2). Darunter liegt die Vorreinigungskammer mit Schlammfang (3) und Überlaufvorrichtung (4). Die Überlaufvorrichtung führt direkt in das darunter angeordnete Mehrkammerreinigungssystem (5), das durch einen herausnehmbaren Boden von der oberen Kammer getrennt ist.</p> <p>Die erste Kammer (6) dient als Hauptspeicher für Leichtflüssigkeiten wie Öle, Benzin, etc., die zweite Sedimentationskammer (7) beinhaltet einen Feingewebefilter (Koleszenzfilter) und die dritte Kammer (8) ist mit einem Sperrventil (9), in Form einer geeichten Verschlusskugel (10) vor dem Ablauf (10) ausgestattet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung 	<p>(vgl. Abbildung A3-15).</p> <p>Das NW der angeschlossenen Fläche fließt durch die Gussabdeckung (1) in den Grobschmutzfilterkorb (2). In der Vorreinigungskammer (3) sedimentieren absetzbare Stoffe und Wasser strömt durch den Überlauf (4) in die erste Kammer (5) des darunter liegenden Mehrkammerreinigungssystems (5, 6, 7).</p>  <p>Abbildung A3-15: Aufbau Centrifoel® [greenlife GmbH, 2007; geändert]</p> <p>Die erste Kammer dient der Beruhigung des Wassers; es finden weitere Sedimentationsprozesse von Feinstoffen statt. Mitgeführte Leichtflüssigkeiten steigen auf und sammeln sich an der Wasseroberfläche. Zwischen der ersten und der zweiten Reinigungskammer (6) befindet sich eine Öffnung. In der zweiten Kammer finden weitergehende Sedimentationsvorgänge und Ölsammlungen statt. Bevor das Wasser in die dritte Kammer (7) gelangt, durchströmt es ein Feinfiltersieb (21), in dem weitere Schwebeteilchen und auch kleine Ölpartikel aus dem Wasser gefiltert werden. Das restliche Öl gelangt durch das Feinfiltersieb in die dritte Kammer und sammelt sich auf der Wasseroberfläche.</p> <p>Wenn der Ölgehalt in der dritten Kammer ansteigt, sinkt der Wasserspiegel und mit dem Wasserspiegel sinkt die Verschlusskugel (8), die aufgrund ihrer geeichten Dichte nicht auf Öl schwimmt. Wenn der Ölgehalt in der dritten Kammer zu groß wird, verschließt die Kugel den Ablauf (9) und ein Ölaustrag ist nicht mehr möglich.</p>	<p>Im Auftrag des Herstellers wurde in verschiedenen Laboruntersuchungen die Reinigungsleistung des Centrifoel®-Straßenablaufs ermittelt.</p> <p>Es wurden zwei voneinander unabhängige Laboruntersuchungen durch das Institut für chemische Analytik und Umwelttechnik „eretec“ in Gummersbach durchgeführt, bei denen der Kohlenwasserstoffrückhalt im Centrifoel®-Straßenablauf untersucht wurde.</p> <p>Ferner wurden Laborversuche durch den TÜV Rheinland „Sicherheit und Umweltschutz GmbH“ in Köln (Bericht Nr. 920/722713) durchgeführt, bei denen ebenfalls der Kohlenwasserstoffrückhalt im Centrifoel®-Straßenablauf untersucht wurde.</p> <p>Es wurden weitere Laboruntersuchungen durch das Institut für chemische Analytik und Umwelttechnik „eretec“ in Gummersbach durchgeführt, bei denen neben dem Nachweis des Kohlenwasserstoffrückhalts auch der Schwermetallrückhalt im Centrifoel®-Straßenablauf untersucht wurde.</p> <p>Die Prüfung der selbsttätigen Verschlusseinrichtung wurde durch die LGA Bayern (Prüfzeugnis Nr. 4980178-01a) durchgeführt.</p> <p>Die Firma Aqua Clean GmbH gibt aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und Prüfungen die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Wirkungsgrade für die Anlage an.</p> <table border="1" data-bbox="2329 1186 2715 1501"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>99,59</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>97,52</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>97,85</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>90,56</td> </tr> <tr> <td>MKW</td> <td>95,36</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3 – 2</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	99,59	Pb	97,52	Zn	97,85	Cd	90,56	MKW	95,36
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																
AFS	99,59																
Pb	97,52																
Zn	97,85																
Cd	90,56																
MKW	95,36																

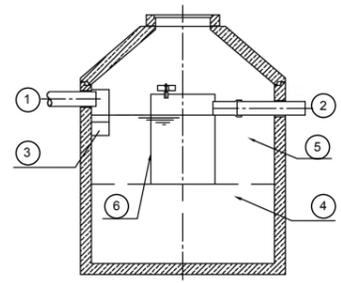
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Centrifoel®-Sicherheitsstraßenablauf</p> <p>[Valperz-Scarabaeus GmbH]</p> <p>ehemals: Aqua Clean GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Für den Centrifoel®-Straßenablauf werden die üblichen Reinigungsintervalle von 6-12 Monaten angesetzt, die je nach Lage (Baumbestand) und Winterdienst (Streumittel) individuell festgelegt werden müssen. ■ Die Reinigung wird mit den gebräuchlichen Saug- und Spülfahrzeugen durchgeführt. ■ Nach Starkregenereignissen, Unfällen und Frostperioden sind zusätzliche Kontrollen nötig. 	<p>bis zu 400 m² versiegelter Fläche</p>	<p>zwischen ca. 4,98 €/m² und 5,37 €/m² anschließbarer Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gemeinde Langenberg, Gewerbegebiet Waldstraße. ■ Stadt Overath, städtischer Bauhof; Entwässerung der Hoffläche. ■ Stadt Wermelskirchen; Entwässerung einer Verkehrsstraße. <p>Weitere Referenzen sind vorhanden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ ATV-A 147 [1995] ■ Prospekte Centrifoel® [Aqua Clean, 2007] ■ Preisliste [Aqua Clean, 2007] ■ Internetseite [Aqua Clean, 2007] ■ Internetseite [Green life, 2007] ■ Prüfungszeugnis [LGA, 1998] ■ Gutachtliche Aussage [Lange, 1999] ■ TÜV Rheinland [Clemens, 1997]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
z. B. Fallrohrfilter 3P Rainus [3P Technik Filtersysteme GmbH]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Dachflächen mit anschließender Einleitung in ■ Versickerungsanlage ■ Speicherbehälter zur Regenwassernutzung 	Der 3P Rainus Fallrohrfilter besteht aus Kunststoff. Er ist ca. 50,5 cm hoch, 17 cm breit, 22 cm tief und kann in Standardfallrohre mit 80 oder 110 mm Durchmesser installiert werden. Im Innenbereich liegen Querflächen (1), eine Wanne (2), eine Überlaufkante (3) mit darunter angeordneten Kaskaden (4) und ein Feinsieb (5) aus Edelstahl mit einer Maschenweite von 0,7 x 1,7 mm. Eine nach außen abgeführte Leitfläche (6) zur Laub- und Schmutzabscheidung liegt im unteren Vorderbereich (Abbildung A3 - 16, Abbildung A3 - 17). <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3 - 16: Anwendungsbeispiel 3P Rainus [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration 	<div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3 - 17: Aufbau und Funktionsprinzip 3P Rainus [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</p> </div> <p>Das Wasser der Dachfläche fließt an der Innenwand des Fallrohres entlang abwärts, wird über die Querflächen (1) abgebremst und in der Wanne (2) beruhigt. Die integrierte Überlaufkante (3) verteilt das NW gleichmäßig über die Kaskaden (4), über die Laub und grober Schmutz nach vorne ausgetragen werden. Unterhalb der Kaskaden liegt das Feinfiltersieb (5), das feine Partikel aussondert und über die Leitfläche (6) aus dem Fallrohrfilter abführt. Das gereinigte NW wird über den unteren Abgang (7) in ein angeschlossenes System (Versickerungsblöcke, Regenzisterne) oder die Kanalisation geleitet (Abbildung A3 - 17).</p> <p>Der Siebeinsatz reinigt ca. 0,6 l/s= ca. 2 m³ Wasser pro Stunde und filtert Feinpartikel > 0,7 mm aus dem NW.</p>	

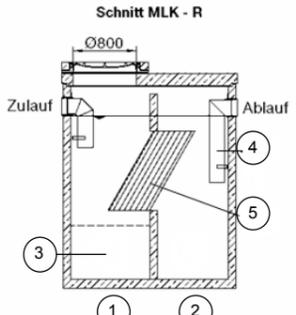
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
z. B. Fallrohrfilter 3P Rainus [3P Technik Filtersysteme GmbH]	Die Wartungsintervalle richten sich nach der Verschmutzung der angeschlossenen Dachfläche.	bis zu 70 m ² Dachfläche	ca. 1,08 €/m ² anschließbarer Dachfläche	Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser in Siedlungsgebieten.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Produktblatt 3P Rainus [3P Technik, 2007] ■ Internetseite [3P Technik, 2007] ■ Marktübersicht Regenwassernutzung und Versickerung [fbr, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
<p>z. B. 3P Retentions- und Versickerungsfilter [3P Technik Filtersysteme GmbH]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Dachflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungsanlage ■ Speicherbehälter zur Regenwassernutzung 	<p>Der 3P Retentions- und Versickerungsfilter besteht aus Polyethylen (PE) und kann entweder in einen Regenspeicherbehälter oder direkt in das Erdreich einbaut werden (Abbildung A3-18).</p>  <p><i>Abbildung A3-18: Anwendungsbeispiel 3P Retentions- und Versickerungsfilter [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</i></p> <p>Der Einlaufstutzen (1) und der Notüberlauf (3) des Filters befinden sich im seitlichen Filtergehäuse. Im Bodenbereich befindet sich der Ablaufstutzen (4), über den der Filter mit dem angeschlossenen System (Versickerungsböcke, Regenisterne) verbunden ist. Der innen liegende Filterkorb (2) besteht aus Edelstahl und die Maschenweite beträgt 0,55 mm.</p> <p>An dem Stutzen (4) im unteren Bereich des Retentions- und Versickerungsfilters kann ein beruhigter Zulauf angebracht werden. Wenn das Filtergehäuse direkt ins Erdreich eingesetzt wird, ist der Filter mit einer Teleskopverlängerung aus Polyethylen (PE) kombiniert, die in der Höhe variabel (bis 750 mm) verstellt werden kann, je nach Einbautiefe des Schachtes in das Erdreich (Abbildung A3-19).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration 	<p>(vgl. Abbildung A3-19).</p> <p>Das Wasser der Dachfläche fließt an der Innenwand des Fallrohres entlang abwärts in die Grundleitung, in der der Retentions- und Versickerungsfilter installiert ist. Das NW fließt über den Einlaufstutzen (1) in den Filterkorb (2), in dem mitgeführte Stoffpartikel zurückgehalten werden. Darunter liegt der Ablaufstutzen (4), über den das gereinigte NW in das angeschlossene System geleitet wird.</p>  <p><i>Abbildung A3-19: Aufbau und Funktionsprinzip 3P Retentions- und Versickerungsfilter [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</i></p> <p>Der Notüberlauf (3) kann auch als weiterer Zulauf genutzt werden. Der Filterkorb filtert Feinpartikel > 0,55 mm aus dem NW.</p>	

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>z. B. 3P Retentions- und Versickerungsfilter [3P Technik Filtersysteme GmbH]</p>	<p>Die Wartungsintervalle richten sich nach der Verschmutzung; mehrmals im Jahr.</p>	<p>Der Einzugsbereich des Retentions- und Versickerungsfilters beträgt bis zu 200 m² Dachfläche.</p>	<p>ca. 1,10 €/m² anschließbarer Dachfläche.</p>	<p>Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser in Siedlungsgebieten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Produktblatt 3P Retentions- und Versickerungsfilter [3P Technik, 2007] ■ Internetseite [3P Technik, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Schumann, 2007]

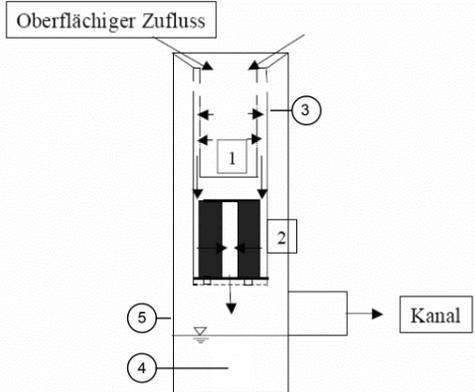
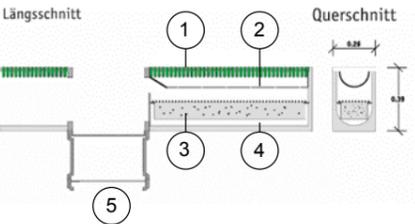
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Sedimentationsanlage MSA [Mall GmbH]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachflächen mit anschließender Einleitung in <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer 	Die Sedimentationsanlage MSA ist ein Stahlbetonbehälter C35/45 in monolithischer Rundbauweise (Abbildung A3-20). Der Stahlbetonbehälter beinhaltet im Zulaufbereich (1) eine Leitwand (3) aus Edelstahl. Der Schlammfang (4) befindet sich im Bodenbereich des Behälters und der Abscheidebereich (5) für Leichtflüssigkeiten liegt auf Höhe des Zentralrohrs (6). Das hohle Zentralrohr aus Polyethylen (HD-PE) dient zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten. Es befindet sich in der Mitte des Behälters an einer Aufhängevorrichtung mit angeschlossenem Ablaufrohr (2).	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung 	(vgl. Abbildung A3-20). MSA 1000 - 3000 Schnitt  Abbildung A3-20: Aufbau MSA [Mall GmbH, 2007; geändert] <p>Das zulaufende NW wird durch die Leitwand (3) tangential in den Behälter geleitet. Zwischen der Innenwand des Stahlbetonbehälters und dem mittig hängenden Zentralrohr (6) befindet sich ein Ringspalt (5), in dem sich das Wasser kreiselförmig bewegt.</p> <p>Durch den rotierenden Wasserkörper und die Schwerkraft findet im Bereich des Absatzraumes eine Sedimentation partikulärer Stoffe in den unteren Teil des Behälters, den Schlammfang (4) statt. Aufschwimmende Flüssigkeiten (Leichtflüssigkeiten) werden im oberen Bereich des Ringspaltes (5) zurückgehalten. Das Zentralrohr fungiert als Tauchwand zum Leichtflüssigkeitsrückhalt. Das Wasser unterhalb des Zentralrohrs fließt über den Ablauf (2) ab.</p>	Das Feststoffrückhaltevermögen der Sedimentationsanlage MSA wurde unter Variation der hydraulischen Belastung in werksseitigen Laborversuchen untersucht. Die Firma Mall GmbH gibt aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und unter Bezug auf DWA-M 153 bei einer Oberflächenbeschickung von 18 m/h für den Parameter AFS einen Wirkungsgrad von 80 % an. Gemäß DWA-M 153 können die Anlagen mit einem Durchgangswert $D=0,35$ nach Tabelle A.4c als Typ D25 und bei Halbierung der versiegelten Anschlussfläche als Typ D21 mit einem Durchgangswert $D=0,20$ eingestuft werden.

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Sedimentationsanlage MSA [Mall GmbH]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eine regelmäßige Wartung in Intervallen von 6 Monaten wird vom Hersteller empfohlen. ■ Bei Erreichen der vorgeschriebenen Grenzwerthöhe ist der Schlammfanginhalt zu entsorgen. ■ Bei Erreichen der vorgeschriebenen Grenzwertdicke ist die Leichtflüssigkeit zu entsorgen. 	je nach Anlagengröße zwischen 260 m ² und 8.200 m ² versiegelter Fläche	zwischen ca. 2,05 €/m ² und 5,23 €/m ² anschließbarer Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Berlin, Stadtreinigungsbetriebe; Entwässerung des Betriebshof Oberspreestraße ■ München, Allianz-Arena; Entwässerung der Dachflächen und befestigten Flächen Die Firma Mall GmbH benennt insgesamt 36 Referenzprojekte.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Preisliste [Mall, 2008] ■ Prospekt MSA [Mall, 2007] ■ Wartungshinweise [Mall, 2007] ■ Technische Daten MSA [Mall, 2007] ■ Internetseite [Mall, 2007] ■ Vortrag Regenwasserbewirtschaftung [Lienhard, 2007] ■ DWA-M 153 [2007]

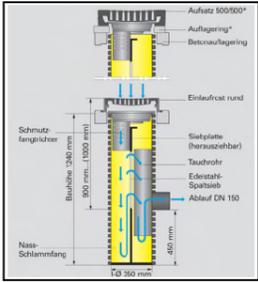
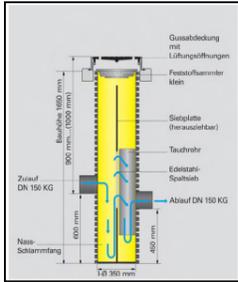
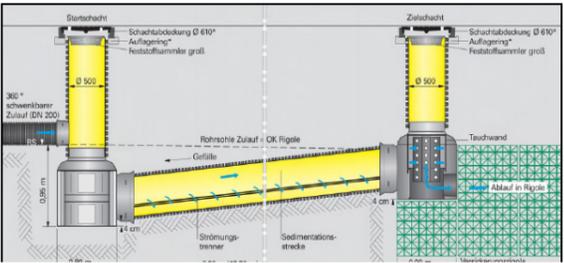
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Lamellenklärer MLK-R [Mall GmbH]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachflächen mit anschließender Einleitung in <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer 	Der MLK-R ist ein Stahlbetonbehälter aus Beton C35/45 in monolithischer Rundbauweise mit zwei Kammern, die durch eine innen liegende Wand aus Stahlbeton voneinander abgegrenzt sind (Abbildung A3 - 21).  Abbildung A3 - 21: Aufbau Lamellenklärer [Mall GmbH, 2008; geändert] In der ersten Kammer (1) ist der Schlammraum (3) angeordnet, der durch eine Trennwand von der zweiten Kammer (2) getrennt ist. Der Lamelleneinsatz (5) aus Polyethylen (HD-PE) befindet sich in einer Haltekonstruktion aus Edelstahl und ist in der Trennwand angeordnet. Vor dem Ablauf der zweiten Kammer befindet sich eine Leichtstoffrückhaltevorrückung (4) in Form eines Tauchrohres.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung 	(vgl. Abbildung A3-21). Das NW strömt in die erste Kammer (1) des Lamellenklärers. Durch den Lamelleneinsatz (5) verringert sich die Oberflächenbelastung, indem das Wasser die schrägen Lamellen von unten nach oben durchströmt. Der Absetzweg für die Feststoffe verkürzt sich, da diese nur bis zu den einzelnen Lamellenebenen absinken müssen, um zurückgehalten zu werden. Wenn nach einem Regenereignis die Aufwärtsströmung im Behälter abnimmt, können die abgesetzten Feststoffe an den schrägen Lamellen entlang nach unten hinabsinken und sich im Schlammraum (3) der ersten Kammer (1) ablagern. Die im NW mitgeführten Leichtflüssigkeiten werden durch das Tauchrohr (4) vor dem Ablauf zurückgehalten.	Das Feststoffrückhaltevermögen des Lamellenklärers wurde unter Variation der hydraulischen Belastung in werkseigenen Laborversuchen untersucht. Die Firma Mall GmbH gibt aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und unter Bezug auf DWA-M 153 bei einer Oberflächenbeschickung von 18 m/h einen Wirkungsgrad bezüglich des Parameters AFS von 80 bis 90 % an. Gemäß DWA-M 153 können die Anlagen mit einem Durchgangswert D=0,35 nach Tabelle A.4c als Typ D25 und bei Halbierung der versiegelten Anschlussfläche als Typ D21 mit einem Durchgangswert D=0,20 eingestuft werden.

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Lamellenklärer MLK-R [Mall GmbH]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eine regelmäßige Wartung in Intervallen von 6 Monaten wird vom Hersteller empfohlen. ■ Bei Erreichen der vorgeschriebenen Grenzhöhe ist der Schlammfanginhalt zu entsorgen. ■ Bei Erreichen der vorgeschriebenen Grenzwertdicke ist die Leichtflüssigkeit zu entsorgen. 	Lamellenklärer MLK-R (Oberflächenbeschickung 18 m/h): je nach Anlagengröße zwischen 1060 m ² und 3700 m ² versiegelter Fläche Lamellenklärer MLK-R (Oberflächenbeschickung 9 m/h): je nach Anlagengröße zwischen 530 m ² und 1850 m ² versiegelter Fläche	Lamellenklärer MLK-R (Oberflächenbeschickung 18 m/h): zwischen ca. 2,23 €/m ² und 3,76 €/m ² anschließbarer Fläche Lamellenklärer MLK-R (Oberflächenbeschickung 9 m/h): zwischen ca. 4,41 €/m ² und 7,45 €/m ² anschließbarer Fläche	Es handelt sich hier um eine Neuentwicklung, für die die Firma Mall GmbH bisher keine Referenzprojekte und Einsatzorte benennt.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Preisliste [Mall, 2008] ■ Vortrag Regenwasserbewirtschaftung [Lienhard, 2007] ■ Wartungshinweise [Mall, 2004] ■ DWA-M 153 [DWA, 2007]

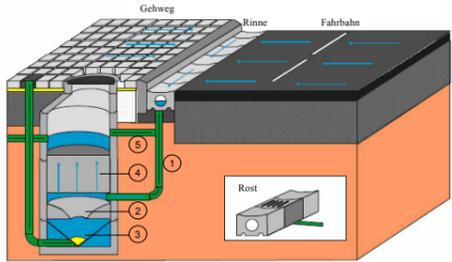
Anhang 3.2: Anlagen zur physikalisch-chemischen NW-Behandlung

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen												
<p>INNOLET®-Straßenablauf- lauffilter [Funke Kunststoffe GmbH] ehemals : Ing.ges. Prof. Sieker mbH</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Regenwasserkanal <p>Die Nachrüstung bestehender Straßenabläufe mit einem INNOLET®-Straßenablauf- filter ist möglich.</p>	<p>Die INNOLET®-Filterpatrone setzt sich aus drei Komponenten zusammen, die aus Polyethylen (PE) und Edelstahl bestehen und in einen Straßenablauf eingehängt werden (Abbildung A3-22 links, Abbildung A3-23): Eimer (1) als Grobschmutzfang, Filterkorb (2), gefüllt mit dem Filtermaterial FerroSorp und Filterpatrone (3).</p>  <p><i>Abbildung A3 - 22: Foto Komponenten INNOLET®-Patrone bzw. -Rinne</i></p> <p>Die INNOLET®-Rinne besteht aus zwei Komponenten, die in einer Schwerlastkastenrinne angeordnet werden (Abbildung A3-22 rechts, Abbildung A3-24). Unter dem Stegrost aus Gusseisen (1) befindet sich ein Grobstofffilter (2). Unterhalb dieses Grobstofffilters liegt ein gelochter Filterkasten (3) mit einem innen liegenden Filtersack. Der Filtersack ist mit dem Filtermaterial FerroSorp gefüllt. Der Boden des gelochten Filterkastens liegt ca. 3-4 cm über der Rinnensohle (4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch ■ Sedimentation 	<p>INNOLET®-Filterpatrone : das NW fließt über die Abdeckung in den Straßenablauf mit eingehängter INNOLET®-Filterpatrone (Abbildung A3-23).</p>  <p><i>Abbildung A3 - 23: Funktionsprinzip INNOLET®-Patrone in Straßenablauf mit Nassschlammfang [Sommer, 2007; geändert]</i></p> <p>Der zuerst durchströmte, gelochte Eimer (1) dient dem Rückhalt von Grobstoffen, die sich auf dem Eimerboden absetzen. Durch die seitlichen Öffnungen fließt das Wasser in den darunter liegenden Filterkorb (2). Hierin befindet sich das Filtermaterial FerroSorp (Korngröße: 0,5-4,0 mm), an das insbesondere die im NW mitgeführten gelösten Schwermetalle und organischen Substanzen adsorbiert werden. Nachdem der Filterkorb durchströmt wurde, fließt das NW durch den gelochten Boden der Filterpatrone und erreicht die letzte Reinigungsstufe, den in dem Straßenablauf (5) vorhandenen Nassschlammfang (4) in dem Sedimentationsvorgänge stattfinden. Über den im Straßenablauf vorhandenen Ablauf wird das gereinigte NW in den Regenwasserkanal abgeleitet.</p>  <p><i>Abbildung A3 - 24: Aufbau INNOLET®-Rinne [Sommer, 2007; geändert]</i></p> <p>Die INNOLET®-Rinne (Abbildung A3 - 24) ist nach der gleichen Funktionsweise konzipiert wie die Filterpatrone. Das NW wird hier jedoch nicht punktuell in einen Straßenablauf geleitet, sondern in eine (im Straßenrandbereich liegende) Rinne mit geschlitztem Gitterrost (1) als Zulaufbereich. Unter dem Gitterrost befindet sich auf gesamter Rinnenlänge der Grobschmutzfang (2) zum Rückhalt von Grobstoffen im NW. Darunter liegt auf gesamter Rinnenlänge der gelochte Filterkasten (3) mit dem Filtermedium FerroSorp (Korngröße: 0,5-4,0 mm). Nachdem das NW Grobschmutzfang und Filterkasten passiert hat, fließt es über den Rinnenboden (4) in den Sinkkasten (5) mit der letzten Reinigungsstufe in Form eines im Sinkkasten integrierten Nassschlammfangs und wird dann über einen Ablauf in die Kanalisation weitergeleitet.</p>	<p>In zwei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, unterstützt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) wurden Untersuchungen des INNOLET®-Systems durchgeführt.</p> <p>Die Untersuchungsergebnisse wurden von Sommer [2007] untersucht und ausgewertet. Für die Erforschung der Funktion und Reinigungsleistung der INNOLET®-Filterpatrone wurde ein Versuchsstand errichtet, in dem realitätsnahe Versuche unter Variation der hydraulischen Belastung durchgeführt wurden. Ferner wurden Feldversuche im Gewerbegebiet Hoppegarten durchgeführt.</p> <p>Für die Erforschung der Funktion und der Reinigungsleistung der INNOLET®-Rinne wurde in Abstimmung mit dem Berliner Tiefbauamt (Berlin Friedrichshain-Kreuzberg) eine Pilotanlage im Bereich der Krachstraße in Berlin eingebaut und beprobt. Die INNOLET®-Rinnenkörper wurden im Verlauf der durchgeführten Sanierungsarbeiten in den Straßenrandbereich der Krachstraße eingesetzt.</p> <p>Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen werden die Wirkungsgrade des INNOLET®-Systems von [Sommer, 2007] wie folgt angegeben:</p> <table border="1" data-bbox="2427 1234 2763 1549"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>CSB</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>P_{ges}</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Tabelle A3-3</i></p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	48	CSB	48	P _{ges}	40	Cu	32	Zn	48
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																
AFS	48																
CSB	48																
P _{ges}	40																
Cu	32																
Zn	48																

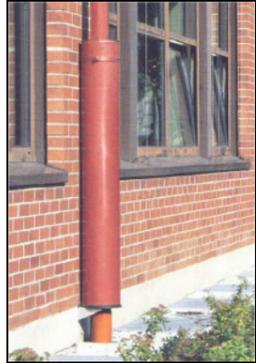
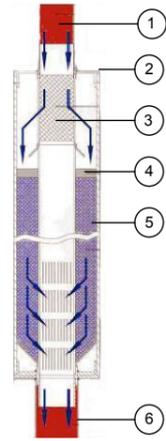
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
INNOLET®-Straßenablauffilter [Funke Kunststoffe GmbH] ehemals : Ing.ges. Prof. Sieker mbH	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Wartung und Reinigung der Grobstoffabscheider sollte alle 6-12 Monate erfolgen. ■ Das Filtermaterial muss ca. einmal pro Jahr ausgetauscht werden. ■ Für einen Straßenablauf werden Reinigungsintervalle von 6-12 Monaten angesetzt, die je nach Lage (Baumbestand) und Winterdienst (Streumittel) individuell festgelegt werden sollten. ■ Mit einem Saug- und Spülfahrzeug wird der gesamte Inhalt, d. h. Wasser und Feststoffe im Schlammraum, abgesaugt. Durch die INNOLET®-Patrone wird der Reinigungsaufwand für den Schlammfang reduziert. 	<p>Das Einzugsgebiet der INNOLET®-Elemente entspricht dem Einzugsgebiet eines normalen Straßenablaufs.</p> <p>In grober Näherung kann für Straßenabläufe ein Einzugsbereich von bis zu 400 m² versiegelter Fläche an Stadtstraßen und bis zu 500 m² versiegelter Fläche an Landstraßen zugrunde gelegt werden.</p>	ca. 3,50 €/m ² anschließbarer Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hamburg, Pilotprojekt an einem Teilstück der B 5 (DTV ≥ 35.000 Kfz/d); Entwässerung und Behandlung des Straßenabflusses ■ Hannover, Pilotprojekt an einer Hauptverkehrsstraße; Entwässerung und Behandlung des Straßenabflusses ■ Stockholm (Schweden), Pilotprojekt an einer Hauptverkehrsstraße; Entwässerung - und Behandlung des Straßenabflusses 	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Sommer, 2007] ■ INNOLET® Fragen und Antworten [Sieker, 2007] ■ INNOLET® Prospekt [Sieker, 2007] ■ INNOLET® Technische Daten [Sieker, 2007] ■ Internetseite [Sieker, 2007] ■ RAS-Ew [FGSV, 2005]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen				
<p>Rigo®-clean, Sedi®-pipe, Sedi®-substrator</p> <p>[Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer <p>Es handelt sich um drei eigenständige Anlagentypen die, je nach örtlichen Bedingungen und Anforderungen, separat eingesetzt, aber auch miteinander kombiniert werden können. In der folgenden Beschreibung der Gesamtanlage wird von einer Kombination der drei Anlagentypen ausgegangen (Abbildung A3-25).</p>	<p>Der Rigo®-clean-Reinigungsschacht besteht aus Polyethylen (PE) und ist sowohl mit Zulauf von oben (Rigo®-clean 500 oZ), als auch mit seitlichem Zulauf (Rigo®-clean 500 sZ) konstruiert worden (Abbildung A3-28). Der Rigo®-clean 500 oZ erfüllt die Funktion eines herkömmlichen Straßenablaufes mit direkter Einleitung, während der Rigo®-clean 500 sZ über vorgeschaltete Straßen- und Hofabläufe seitlich befüllt wird. Der Rigo®-clean kann separat oder als Rigolenschutz für die nachgeschaltete Sedimentationsstrecke eingesetzt werden.</p> <p>Der Rigo®-clean beinhaltet einen Schmutzfangtrichter mit Zulauffunktion (nur Rigo®-clean 500 oZ), der sich direkt unter dem Einlaufrost befindet. Eine herausziehbare Siebplatte mit Edelstahl-Spaltsieb trennt den Nassschlammfang von dem Bereich, der zur Abscheidung von Leichtflüssigkeiten vorgesehen ist. Das Tauchrohr zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten befindet sich direkt hinter der Siebplatte und vor dem Ablauf (DN 150).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3-25: Kombination Rigo®-clean (rechts), Sedi®-pipe (mitte), Zielschacht (links) [Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 2007]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3-26: Sedi®-pipe mit Strömungstrenner [Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 2007]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3-27: Sedi®-substrator Patrone [Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 2007]</p> </div> </div> <p>Die Sedimentationsstrecke Sedi®-pipe ist ein Polypropylenrohr (DN 400 oder DN 500) und wird zwischen Rigo®-clean-Reinigungsschacht als Startschacht vor der Sedimentationsstrecke und dem Zielschacht mit Sedi®-Substrator Patrone angeordnet (Abbildung A3-25). In die Sedimentationsstrecke ist ein Gitter als Strömungstrenner eingebaut, um die Remobilisierung abgesetzter Stoffe zu verhindern (Abbildung A3-26).</p> <p>Die Substratpatrone Sedi®-substrator (Abbildung A3-27) bildet die letzte Reinigungsstufe. Sie befindet sich in einem Zielschacht, der an die Sedimentationsstrecke Sedi®-pipe angeschlossen wird. Die Substratpatrone ist mit dem Filtermaterial FerroSorp befüllt und wird unter einer Tauchwand angeordnet (Abbildung A3-29).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch 	<p>(vgl. Abbildung A3-28).</p> <p>Das NW strömt über den seitlichen Zulauf oder den Einlaufrost in den Rigo®-clean-Reinigungsschacht mit Schmutzfangtrichter (nur Rigo®-clean 500 oZ), in dem Grobstoffe zurückgehalten werden und gelangt in den Nassschlammfang; hier werden Feinanteile bis 0,5 mm durch Sedimentation abgeschieden. Hinter der anschließend durchströmten Siebplatte mit Edelstahl-Spaltsieb befindet sich ein Tauchrohr, das zum Rückhalt mitgeführter Schwimmstoffe und Leichtflüssigkeiten dient. Über den Ablauf strömt das NW in die nachgeschaltete Sedimentationsstrecke Sedi®-pipe.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p>Abbildung A3-28: Rigo®-clean 500 oZ (links) und Rigo®-clean 500 sZ (rechts) [Quelle: Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 2007]</p> <p>(vgl. Abbildung A3-29 mitte). In der Sedi®-pipe finden Sedimentationsvorgänge statt. Das Sediment lagert sich im unteren Bereich des gegen die Fließrichtung geneigten Rohres ab. Ein Strömungstrenner (Gitter) verhindert die Remobilisierung bereits abgelagerter Sedimente. Im Sedimentationsbereich der Anlage herrscht Dauerstaubetrieb, wodurch das Sediment in der Schlammphase bleibt.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Abbildung A3-29: Kombination Rigo®-clean, Sedi®-pipe und Zielschacht mit Sedi®-Substrator [Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, 2007]</p> <p>Im Anschluss an die Sedimentationsstrecke strömt das NW in den Zielschacht mit Sedi®-substrator-Patrone (vgl. Abbildung A3-29 rechts). Das NW passiert zunächst eine Tauchwand und gelangt anschließend in die Filterpatrone, die als letzte Reinigungsstufe dient. Das in der Patrone enthaltene Substrat FerroSorp filtert Feinstpartikel und adsorbiert gelöste Schadstoffe und Schwermetalle.</p>	<p>Im Auftrag der Firma Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG wurden durch die Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH (ifs) Hannover Untersuchungen an einer in-situ-Versuchsanlage durchgeführt. Für die Untersuchungen wurde der NW-Abfluss einer viel befahrenen Straße (DTV 45.000 Kfz/d) benutzt. Ziele der Untersuchungen waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung der Leistungsfähigkeit bezüglich des Feststoffrückhaltevermögens unter Variation der hydraulischen Belastung ■ Ermittlung des Mobilisierungsverhaltens sedimentierter Feststoffe unter Variation der hydraulischen Belastung <p>Es wurde nachgewiesen, dass die sedimentierten Stoffe im Sedimentationsrohr aufgrund des Strömungstrenners nicht remobilisiert werden. Des weiteren bestätigte die Studie den positiven Effekt des Filterelements (Sedi®-substrator), wofür aber keine gesonderten Ergebnisse vorliegen. Gemäß DWA-M 153, Tabelle A.4c kann</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rigo®-clean mit einem Durchgangswert D=0,80 als Typ D26, ■ Sedi®-pipe mit einem Durchgangswert D=0,35...0,65 (je nach erforderlicher Reinigungsleistung) als Typ D24 oder D25 und ■ Sedi®-substrator mit einem Durchgangswert D=0,20 als Typ D21 <p>eingestuft werden.</p> <p>Der von der ifs Hannover ermittelte Wirkungsgrad der Sedimentationsstrecke Sedi®-pipe ist nachfolgend aufgeführt. Für den ermittelten Wirkungsgrad von 57 % AFS zeigt die Körnungslinie des abgelagerten Sediments, dass über 90 Gewichts-% der Korngruppe der Schluff- und Tonfraktion ($\leq 0,06$ mm) zuzuordnen sind.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>57</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabelle A3-4</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	57
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]								
AFS	57								

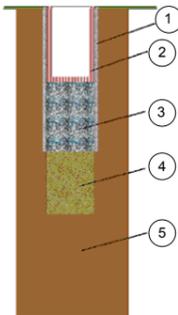
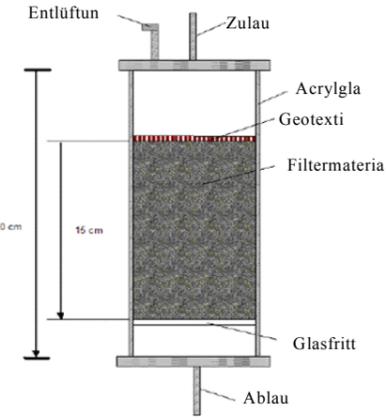
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Rigo®-clean, Sedi®-pipe, Sedi®-substrator</p> <p>[Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Herstellerfirma empfiehlt eine halbjährige Inspektion der Anlage und geht von Reinigungsintervallen von 2 bis 4 Jahren aus. ■ Die Reinigung der Sedimentationsstrecke wird durch den Dauerstaubetrieb erleichtert und kann mit herkömmlichen Reinigungsverfahren (Rückspülung mit Spülkopf) durchgeführt werden. ■ Die Substratpatrone im Zielschacht ist leicht zugänglich und austauschbar. 	<p>Rigo®-clean: je nach Anlagengröße zwischen 500 m² und 1.000 m² versiegelte Fläche</p> <p>Sedi®-pipe: je nach Anlagengröße und Durchgangswert gemäß DWA-M 153 zwischen 600 m² und 4.500 m² versiegelte Fläche. Sedi®-pipe ist in vier verschiedenen Größen anschießbar, DN 400 mit 6 m Baulänge, DN 500 mit 6 m oder 12 m Baulänge und DN 600 mit 12 m Baulänge.</p> <p>Sedi®-substrator: je nach Anlagengröße zwischen 340 m² und 830 m² versiegelte Fläche</p>	<p>Rigo®-clean: zwischen ca. 1,75 €/m² und 2,10 €/m² anschießbare Fläche</p> <p>Sedi®-pipe: zwischen ca. 1,00 €/m² und 4,15 €/m² anschießbare Fläche</p> <p>Sedi®-substrator: zwischen ca. 6,08 €/m² und 9,24 €/m² anschießbare Fläche</p> <p>Gesamtanlage: zwischen ca. 9,00 €/m² und 17,00 €/m² anschießbare Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regensburg, Neubau eines Logistikterminals Firma Schenker Deutschland AG; Versickerungsanlage mit vorgeschalteter Nieder-schlagswasserbehandlung. ■ Ingolstadt, Bau von PKW-Parkplätzen und Fahrbahnflächen an einem ALDI-Markt; Versickerungsanlage mit vorgeschalteter Niederschlagswasserbehandlung. <p>Die Firma Fränkische Rohrwerke Gebrüder Kirchner GmbH & Co. KG kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterirdische Reinigungssysteme für Regenwasser [Fränkische, 2007] ■ Praxisbericht [Fränkische, 2007] ■ Internetseite [Fränkische, 2007] ■ [Helmreich, 2007] ■ Erläuterungsbericht [ifs, 2005] ■ DWA-M 153 [2007] ■ Persönliche Mitteilung [Thiel, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen														
<p>Neuentwicklung TUM et al. [TU München/Hans Huber AG/HydroCon GmbH]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal. 	<p>Das System (Abbildung A3-30) besteht aus mehreren Funktionsteilen.</p>  <p><i>Abbildung A3-30: Skizze des gesamten Behandlungssystems (DBU, 2007; geändert)</i></p> <p>Zum Rückhalt von Grobstoffen dient eine speziell entwickelte Rinne mit Sedimentationsstrecke, die zwischen Fahrbahn und Gehweg angeordnet und nach unten und seitlich abgedichtet wird. Auf dieser Rinne ist ein spezieller Rost (Einlaufelement mit Grobfilter) angeordnet.</p> <p>Die Schachanlage des Behandlungssystems besteht aus Betonringelementen DN 1000 gem. DIN 4034-1 (Schachtunterteil, Schachtring und Schachtkonus), die an den Übergangsstellen abgedichtet werden. Der Zulauf (1) mündet in den Schachtring mit hydrodynamischem Abscheider (2) worunter sich das sich das Schachtunterteil mit integriertem Schlammfang (3) befindet.</p> <p>In der Mitte des Filterschachts, über dem hydrodynamischen Abscheider, befindet sich ein Edelstahlfiltereinsatz (4), der mit einem reaktivem Filtermaterial gefüllt ist. Dem Edelstahlfilter ist ein Vorfilter vorgeschaltet, der über eine Öffnung auf Straßenniveau herausgenommen und gereinigt werden kann. Durch eine spezielle Konstruktion dient der Vorfilter gleichzeitig als Notüberlauf (5). Von der Öffnung auf Straßenniveau aus kann auch der Schlammfang abgesaugt werden.</p> <p>Das System kann, je nach örtlichen Gegebenheiten, mit einer Versickerungsanlage kombiniert werden oder an den Regenwasserkanal der Trennkanalisation angeschlossen werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung 	<p>(vgl. Abbildung A3-30)</p> <p>Der NW-Abfluss der angeschlossenen Flächen strömt durch die Rinne, in der im Abfluss mitgeführte Grobstoffe durch Sedimentation abgetrennt werden.</p> <p>Der so vorbehandelte NW-Abfluss gelangt über einen Zulauf (1) in die Schachanlage, wo er tangential in den hydrodynamischen Abscheider (2) eingeleitet wird. Dort findet in einem radialen Strömungsregime die Sedimentation von Partikeln statt, die durch den Abscheidetrichter in den darunter liegenden, strömungsberuhigten Schlammfang (3) gelangen.</p> <p>Über dem hydrodynamischen Abscheider befindet sich ein Edelstahlfilter (4). Diese Reinigungsstufe wird im Aufstromverfahren durchflossen. Der Edelstahlfilter mit reaktivem Filtermaterial dient zum Rückhalt von gelösten Schwermetallen und organischen Schadstoffen.</p> <p>Über den Ablauf strömt das behandelte NW aus der Behandlungsanlage in den Regenwasserkanal oder in eine unterirdische Versickerungsanlage.</p>	<p>Im Projekt Az. 22338 der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) wurde das Behandlungssystem durch den Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft der TU München, die Fa. HydroCon GmbH und die Fa. Hans Huber AG über einen Zeitraum von 2 Jahren entwickelt, untersucht und anschließend erprobt.</p> <p>Es wurde eine Modellanlage im Labormaßstab aufgebaut, mit der Versuche zur Wahl des richtigen Filtermediums - gewählt wurde ein Braunkohleprodukt - und zur Optimierung der Anlage im technischen Maßstab durchgeführt wurden. Dabei wurden Versuche unter Variation der hydraulischen und der stofflichen Belastung sowohl mit Modelllösungen, als auch mit realen Verkehrsflächenabflüssen durchgeführt. Die Umsetzung des entwickelten Behandlungssystems als Pilotanlage im technischen Maßstab fand an der Landshuter Allee (Mittlere Ringstraße) in München statt, an der bereits die Verkehrsflächenabflüsse für die Laborversuche entnommen wurden.</p> <p>Das spezifische Rückhaltevermögen der entwickelten Behandlungsanlage wurde auf Grundlage gemessener Stoffkonzentrationen im Zu- und Ablauf bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.</p> <table border="1" data-bbox="2362 1003 2703 1320"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Wirkungsgrad</th> </tr> <tr> <th>[-]</th> <th>[%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zn</td> <td>94,6</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>95,2</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>86,6</td> </tr> <tr> <td>TOC</td> <td>90,7</td> </tr> <tr> <td>PAK</td> <td>96,7</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Tabelle A3-5</i></p>	Parameter	Wirkungsgrad	[-]	[%]	Zn	94,6	Cu	95,2	Pb	86,6	TOC	90,7	PAK	96,7
Parameter	Wirkungsgrad																		
[-]	[%]																		
Zn	94,6																		
Cu	95,2																		
Pb	86,6																		
TOC	90,7																		
PAK	96,7																		

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Neuentwicklung TUM et al. [TU München / Hans Huber AG / HydroCon GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Wartung der Rinne sollte zweimal jährlich im Frühling und Herbst durchgeführt werden. ■ Die Schlammfänge werden so ausgelegt, dass sie in Intervallen von zwei bis fünf Jahren abgesaugt werden müssen. ■ Die Reinigung wird mit den gebräuchlichen Saug- und Spülfahrzeugen durchgeführt. ■ Das eingesetzte Filtermaterial ist 1- bis 2-jährlich auszutauschen. 	<p>Als Einzugsbereich für das Behandlungssystem ist die im Straßenbau übliche Größenordnung von 400 m² an Stadtstraßen vorgesehen.</p> <p>Die zu entwässernde Verkehrsfläche der Pilotanlage lag aus bautechnischen Gründen bei 300 m².</p>	<p>ca. 15 €/m² bis 17 €/m² anschließbarer Fläche (Gesamtsystem)</p>	<p>München, Pilotanlage an der Landshuter Allee; Behandlung der Verkehrsflächenabflüsse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Helmreich, 2007] ■ Abschlussbericht [DBU, 2007] ■ DIN 4034-1 [DIN, 2004]

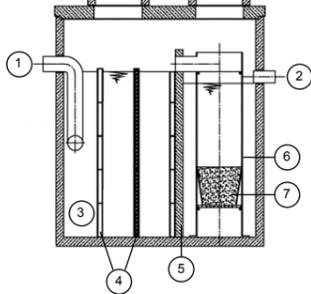
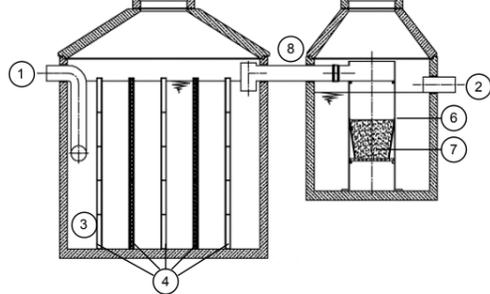
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
TECU®-Fallrohrfilter [KME Germany AG]	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ metallischen Dachflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal. 	<p>Der TECU®-Fallrohrfilter ist eine Filterpatrone aus Kunststoff und beinhaltet zwei aufeinander folgende Reinigungsstufen (Abbildung A3-31, Abbildung A3-32).</p>  <p>Abbildung A3-31: TECU®-Fallrohrfilter [UBA, 2004]</p> <p>Der TECU®-Fallrohrfilter wird in das Regenfallrohr (1) vor der Grundleitung (6) eingebaut (Abbildung A3-32). Die Kunststoff-Filterpatrone (2) besteht aus einem Vorfiltersieb (3) mit Filterschwamm (4) und einem darunter angeordneten Filterkörper (5), der mit einem zeolithischen Filtergranulat gefüllt ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch 	 <p>Abbildung A3-32: Funktionsprinzip TECU®-Fallrohrfilter [KME Germany AG, 2007; geändert]</p> <p>(vgl. Abbildung A3-32). Der NW-Abfluss der Dachfläche fließt entlang der Innenwand des Regenfallrohres (1) abwärts. Auf Höhe des Vorfilters (3) wird das Wasser aus dem Fallrohr in die Filterpatrone (2) geleitet. Grobe Schmutzstoffe werden durch das Vorfiltersieb (3) und den Filterschwamm (4) zurückgehalten.</p> <p>Nachdem das vorbehandelte NW den Filterschwamm passiert hat, gelangt es in die darunter liegenden Außenkammern des Filterkörpers (5), die mit zeolithischem Filtergranulat befüllt sind. Hier werden mitgeführte Metallionen und -verbindungen adsorbiert und im Filtermaterial gebunden. Das behandelte NW tritt am unteren Ende der Filterpatrone wieder in das innere Ablaufrohr ein und fließt anschließend in die Grundleitung (6).</p>	<p>Im Auftrag der Fa. KME Germany AG wurde der TECU®-Fallrohrfilter über eine Dauer von 12 Monaten durch das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA), Duisburg, unter Praxisbedingungen getestet.</p> <p>Die Zu- und Ablaufwerte eines Kupferdaches wurden durch das IUTA gemessen. Daraus ergibt sich als prozentualer Mittelwert der Filterleistung für den Parameter Kupfer (Cu) ein Wirkungsgrad von 72 %.</p>

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
TECU®-Fallrohrfilter [KME Germany AG]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorfilter und Filterschwamm sind regelmäßig durch Spülung mit klarem Wasser zu reinigen. ■ Die Standzeit des Filtermaterials wird durch die Fa. KME Germany AG mit zwei bis drei Jahren (je nach eingetragener Fracht) angegeben. Nach abgelaufener Standzeit ist das Filtermaterial auszutauschen. 	je nach Anlagengröße bis zu 150 m ² oder bis zu 250 m ² Dachfläche	ca. 4,65 €/m ² anschließbarer Dachfläche	Auskünfte über bisherige Referenzprojekte oder Einsatzorte des TECU®-Fallrohrfilters liegen nicht vor.	<ul style="list-style-type: none"> ■ TECU® Filtersysteme Dachentwässerung [KME, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Lehmann, 2007] ■ Abschlussfachgespräch [UBA, 2004] ■ Forschungsbericht [UBA, 2005] ■ Kurzfassung [IUTA, 2005]

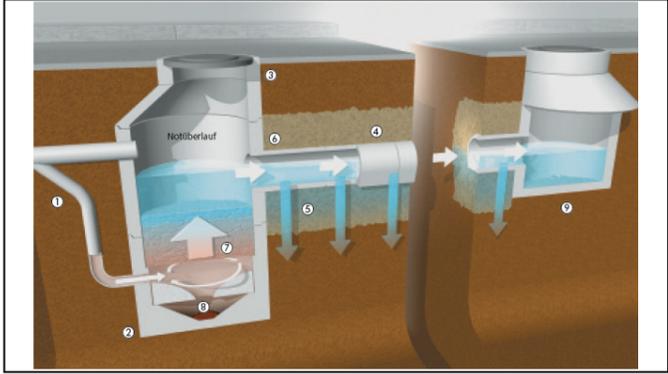
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen						
Sickerschacht [KME Germany AG]	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> metallischen Dachflächen <p>mit anschließender Versickerung in den Untergrund.</p>	<p>Der Schachtaufbau (Abbildung A3-33) entspricht dem Regelwerk DWA-A 138 Versickerungsschacht Typ B. Nach DWA-A 138 ist der Schacht i. d. R. aus Betonschachtringen nach DIN 4034-2 aufgebaut, die einen Mindestdurchmesser von DN 1000 nicht unterschreiten dürfen. Die Durchtrittsöffnungen liegen ausschließlich unterhalb der Filterschicht im Sohlbereich des Schachtes. Der Abstand zwischen der Oberkante der Filterschicht und dem mittleren höchsten Grundwasserstand darf i. d. R. 1,50 m nicht unterschreiten.</p>  <p>Abbildung A3-33: Aufbau KME-Sickerschacht [IUTA-Bericht, 2006; verändert]</p> <p>In den Betonrahmenelementen (1) befindet sich eine Vorreinigungsstufe in Form eines Geotextilfiltersackes (2) und einer darunter angeordneten, 50 cm starken Filterschicht (3) aus einem Zeolith/Sand-Gemisch (konditionierter Zeolith der Fa. KME Germany AG, Körnung ca. 2,5...5 mm). Als letzte Schicht folgt Füllsand (4) mit einer Schichtdicke von 50 cm. Darunter befindet sich der gewachsene Boden (5).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Filtration Sorption und Einlagerung Ionenaustausch 	<p>(vgl. Abbildung A3-33)</p> <p>Der NW-Abfluss der angeschlossenen Dachfläche wird in den Sickerschacht (1) eingeleitet. Die partikulären Stoffe werden vorwiegend durch Filtration auf dem Geotextilfilter (2) zurückgehalten. Die gelösten Schwermetalle werden durch Adsorption und Ionenaustausch an dem zeolithischen Filtermaterial (3) festgelegt. Das gereinigte Niederschlagswasser wird nach Passage der Sandschicht (4) in den Untergrund (5) versickert.</p>	<p>Im Auftrag der Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVM) wurden Sickerschachtanlagen mit verschiedenen Filtermaterialien über eine Dauer von 12 Monaten durch das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA), Duisburg, untersucht. Die Untersuchung gliederte sich in zwei Teilbereiche, den Feldversuch und den Langzeitsäulenversuch.</p> <p>Im Feldversuch wurde das Rückhaltevermögen des Filtermaterials bezüglich Kupfer und Zink an realen Dachflächen und Sickerschachtanlagen (Abbildung A3-34) untersucht. Die Versuche wurden mit karbonathaltigem Sand und einem Zeolith der Firma KME Germany AG durchgeführt. Die Erfassung der natürlichen Depositionen erfolgte über ein Referenzdach aus Glas, die Abschwemmraten von Kupfer und Zink über entsprechende Referenzdächer aus den Metallen.</p>  <p>Abbildung A3-34: Foto Feldversuche an den Sickerschächten [IUTA-Bericht, 2006]</p> <p>Nach Ende der Versuchszeit erfolgte die abschließende Bodensondierung und Probenahme aus den Sickerschächten sowie den darunter liegenden Bodenpassagen. Die Ergebnisse der Beladung des Filtermaterials zeigten, dass der größte Teil der eingetragenen Kupfer- und Zinkfrachten jeweils in der obersten Filterschicht (50 zurückgehalten werden.</p> <p>Im Langzeitsäulenversuch wurde die Filterkapazität im Labor an Filtersäulen (Abbildung A3-35) bestimmt. Die Versuche wurden mit karbonathaltigem Sand und einem Zeolith der Firma KM Europa Metall AG durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.</p> <table border="1" data-bbox="2107 1050 2448 1228"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cu</td> <td>99,1</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>98,3</td> </tr> </tbody> </table>  <p>Abbildung A3-35: Aufbau der Versuchssäule [IUTA-Bericht, 2006]</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	Cu	99,1	Zn	98,3
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]										
Cu	99,1										
Zn	98,3										

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Tabelle A3-6: Wirkungsgrade des Zeolith/Sand-Filtermaterials (Säulenversuche)

<p>Sickerschacht [KME Germany AG]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die simulierte Versuchszeit der Zeolith / Sand-Säule betrug 13,5 Jahre, ohne einen Durchbruch des Filtermaterials zu erreichen und das Zeolith war bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht zu 50% beladen. ■ Die Betriebszeit des Zeolith/Sand-Gemisch in den Sickerschächten liegt somit bei mehr als 25 Jahren. 	<p>Überträgt man die Versuchsergebnisse auf eine 300 m² große Dachfläche, so werden pro m² Kupferdachfläche ca. 5,2 kg des konditionierten Zeolithes und pro m² Zinkdachfläche 3,8 kg des konditionierten Zeolithes benötigt.</p> <p>Für das Kupferdach ist dies durch einen Sickerschacht mit 2 m Durchmesser und 0,5 m Filterhöhe zu realisieren, für das Zinkdach durch einen Sickerschacht mit 1,5 m Durchmesser und 0,7 m Filterhöhe.</p>	<p>Es handelt sich hier um eine Neuentwicklung, für die von der Firma KME Germany AG noch keine Kosten festgelegt wurden.</p>	<p>Auskünfte über bisherige Referenzprojekte oder Einsatzorte des Sickerschachts liegen nicht vor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Artikel [wlb, 2007] ■ Endbericht [IUTA, 2006] ■ persönliche Mitteilung [Lehmann, 2007] ■ persönliche Mitteilung [Goldschmidt, 2007]
-------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen						
Regenwasser-Metall-dachfilter MF [Mall GmbH]	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ metallischen Dachflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal 	<p>Die Anlagentypen MF 300 und MF 500 bestehen aus einem einzelnen Stahlbetonbehälter C 35/45 in monolithischer Rundbauweise mit einer Trennwand aus Stahlbeton (Abbildung A3-36).</p> <p>Nach dem Zulauf (1) gelangt das NW in den Schlammfang (3), in dem austauschbare Porenbeton-Elementplatten (4) angeordnet sind. Hinter einer Trennwand (5) liegt der Sammelfilter mit einer Filtervorrichtung (6), in der sich carbonathaltiger Sand (7) in einem Aufnahmebehälter aus PE-HD befindet. Das behandelte NW verlässt die Anlage über den Ablauf (2).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3-36: Aufbau MF 300 und MF 500 (Quelle: Mall GmbH, 2008; geändert)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abbildung A3-37: Aufbau MF 1000 (Quelle: Mall GmbH, 2008)</p> </div> </div> <p>Der Anlagentyp MF 1000 besteht aus zwei hintereinander geschalteten Stahlbetonbehältern C35/45 in monolithischer Rundbauweise (Abbildung A-37).</p> <p>Der Zulauf (1) führt in den ersten Rundbehälter, wo sich der Schlammfang (3) befindet, in dem austauschbare Porenbeton-Elementplatten (4) angeordnet sind. Der erste Rundbehälter ist über ein Verbindungsrohr (8) mit dem zweiten Rundbehälter (Sammelfilterschacht) verbunden. In dem zweiten Rundbehälter befindet sich der Sammelfilter mit einer Filtervorrichtung (6), in der sich carbonathaltiger Sand (7) in einem Aufnahmebehälter aus PE-HD befindet. Das behandelte NW verlässt die Anlage über den Ablauf (2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fällung ■ Sedimentation ■ Filtration 	<p>(vgl. Abbildung A3-37).</p> <p>Das NW der angeschlossenen Dachfläche strömt über den Zulauf (1) in den Schlammfang (3). Die dort eingebauten Porenbetonplatten (4) bewirken einen Anstieg des pH-Wertes im Niederschlagswasserabfluss. Durch den erhöhten pH-Wert wird eine Ausfällung des gelösten Kupfers erreicht, womit eine anschließende Sedimentation der ausgefällten Kupferverbindungen in den Schlammfang (3) bewirkt wird.</p> <p>Die nicht abgesetzten Kupferverbindungen gelangen mit dem Niederschlagswasser in den nachgeschalteten Sammelfilterschacht mit der dort angeordneten Sandfiltereinheit (6). Dort werden die verbliebenen Kupferverbindungen durch den Sandfilter (7), der in Fließrichtung von unten nach oben durchströmt wird, herausgefiltert und zurückgehalten.</p> <p>Das behandelte Dachablaufwasser verlässt den Sammelfilterschacht über den Ablauf (2) und kann im Anschluss an diese Behandlung versickert werden.</p>	<p>Im Rahmen eines vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) geförderten Forschungsprojektes (Gz.: 33-4402.3) wurde die Filteranlage durch den Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft der TU München über einen Zeitraum von 2 Jahren beprobt.</p> <p>An der Akademie der Bildenden Künste in München wurde zu diesem Zweck eine Pilotanlage (mit vier Anlagentypen verschiedener Hersteller) errichtet, mit der das NW der Kupferdachfläche behandelt und anschließend versickert wurde.</p> <p>Die Behandlungsanlage MF wurde im Laufe des Forschungsprojektes durch die Fa. Mall GmbH umgebaut. Die Porenbetonplatten wurden in den Schlammfang installiert und die ursprüngliche Filterpatrone mit Granulat wurde gegen einen carbonathaltigen Sandfilter (Korngrößenverteilung 0-8 mm) ausgetauscht.</p> <p>Der Beprobungszeitraum der Anlage betrug insgesamt 8 Monate.</p> <p>Das Rückhaltevermögen der Anlage wurde bezüglich Kupfer durch Konzentrationsmessungen im Zu- und Ablauf der Anlage bestimmt. Der ermittelte Wirkungsgrad ist nachfolgend aufgeführt.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Wirkungsgrad</th> </tr> <tr> <th>[-]</th> <th>[%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cu</td> <td>95</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Tabelle A3-7</i></p>	Parameter	Wirkungsgrad	[-]	[%]	Cu	95
Parameter	Wirkungsgrad										
[-]	[%]										
Cu	95										

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Regenwasser-Metall-dachfilter MF [Mall GmbH]	Die Standzeit der Porenbetonplatten und des Sandfilters konnten im Rahmen des Forschungsprojektes nicht genau abgeschätzt werden.	je nach Anlagengröße zwischen 300 m ² und 1.000 m ² Dachfläche	zwischen ca. 10,20 €/m ² und 22 €/m ² anschließbarer Dachfläche (Gesamtanlage)	München, Akademie der bildenden Künste; Versickerung des NW eines Kupferdaches	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abschlussbericht [LFU, 2007] ■ Bericht [Horn et al., 2007] ■ Preisliste [Mall, 2008] ■ Persönliche Auskunft [Lienhard, 2007a]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen				
Huber-Hydro-Filt® [Hans Huber AG]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> metallischen Dachflächen mit anschließender Versickerung in den Untergrund.	Das gesamte System des Huber-Hydro-Filt® besteht aus Betonringelementen gemäß DIN 4034-1 (Schachtunterteil, Schachtring und Schachtkonus) und einer angeschlossenen Rohrigole aus Drainbeton (Abbildung A3-38).  <p>Abbildung A3-38: Aufbau des Huber-Hydro-Filt®-Systems mit Reinigungsschacht und Beton-Teilsickerrohr [Hans Huber AG, 2007]</p> <p>Der Zulauf (1) mündet in das Schachtunterteil (2), in dem ein hydrodynamischer Abscheider und ein strömungsberuhigter Sandfang (8) angeordnet sind. In dem Sedimentationsraum befindet sich ein Anschluss für das Absaugrohr zur Reinigung des Schlammfangs. In der Mitte des Schachtbauwerks liegt, über dem hydrodynamischen Abscheider angeordnet, ein Filterkörper (7) aus zeolithischem Material zwischen zwei Edelstahl-Siebplatten. Im oberen Bereich des Schachtbaus befinden sich der Ablauf (6) in die angeschlossene Rohrigole (4) sowie ein Notüberlauf.</p> <p>Die angeschlossene Rohrigole (4) liegt zwischen dem zuvor beschriebenen Filterschacht und einem Kontroll-/ Spülschacht (9). Die Rohrigole ist ein Teilsickerrohr aus undurchlässigem Beton im unteren Bereich und porösem Beton im oberen Rohrbereich. Um die Rohrigole herum ist eine Rigolensand-Packung (5) angeordnet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentation Leicht- und Schwebstoffabtrennung Filtration Sorption und Einlagerung Komplexbildung Fällung 	(vgl. Abbildung A3-38). Der NW-Abfluss wird über den Zulauf (1) im unteren Bereich des Betonfilterschachtes (2) direkt in den hydrodynamischen Abscheider eingeleitet. Durch die Sekundärströmungen in diesem Bereich findet hier die Sedimentation von groben Partikeln statt, die über den Abscheidetrichter in den darunter liegenden, strömungsberuhigten Sandfang (8) gelangen. Über dem hydrodynamischen Abscheider angeordnet befindet sich die Filtereinheit (7). Diese zweite Reinigungsstufe wird im Aufstromverfahren passiert, wobei Feinstoffe herausgefiltert und gelöste Stoffe und Metalle adsorbiert an das Filtermaterial gebunden werden. Über den Ablauf (5) gelangt das Wasser in die angeschlossene Rohrigole (4). In dem Teilsickerrohr aus adsorbierendem Drainbeton mit einem hohen Anteil CaCO ₃ im Zement kommt es zu einer Erhöhung des pH-Wertes im Ablaufwasser und somit zu einer chemischen Fällung und Komplexbildung vorhandener gelöster Schwermetalle. Die Packung aus Rigolensand (5) bietet eine zusätzliche Rückhaltekapazität durch Filtration für ausgefällte Schwermetalle. Das behandelte NW wird über diese letzte Reinigungsstufe in den Untergrund versickert.	Im Rahmen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) geförderten Forschungsprojektes (Gz.: 33-4402.3) wurde die Filteranlage Huber-Hydro-Filt® durch den Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft der TU München über einen Zeitraum von 2 Jahren erprobt. An der Akademie der Bildenden Künste in München wurde zu diesem Zweck eine Pilotanlage (mit vier Anlagentypen verschiedener Hersteller) errichtet, mit der das Niederschlagswasser der Kupferdachfläche behandelt und anschließend unterirdisch versickert wurde. Das Rückhaltevermögen der Anlage Huber-Hydro-Filt® wurde durch Messung der Kupferkonzentrationen im Zulauf und im Ablauf der Rohrigole bestimmt. Der ermittelte Wirkungsgrad ist nachfolgend aufgeführt. <table border="1" data-bbox="2415 827 2763 957"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cu</td> <td>96,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3 – 8</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	Cu	96,3
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]								
Cu	96,3								

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Huber-Hydro-Filt® [Hans Huber AG]	<ul style="list-style-type: none"> Der Schlammfang sollte in Intervallen von 8 bis 10 Jahren ausgesaugt werden; er ist in der Größe variabel und kann der zu erwartenden Schmutzfracht im NW-Abfluss der angeschlossenen Dachfläche angepasst werden. Das eingesetzte Filterelement mit Siebabdeckung ist von oben mit einer Spülflüssigkeit rückspülbar oder nach Abheben der Siebabdeckung kann das Filtermaterial abgesaugt und neues Filtermaterial nachgefüllt werden. Im unteren Bereich des Teil-Sickerrohres sammeln sich Feststoffe an, die durch eine Spülung des Rohres entfernt werden können. Zu diesem Zweck befindet sich am Ende der Rigole ein Kontroll- und Spülschacht. 	je nach Anlagengröße bis zu 500 m ² oder bis zu 1000 m ² Dachfläche.	ca. 9,50 €/m ² anschließbarer Dachfläche	<ul style="list-style-type: none"> München, Regierung von Oberbayern; Versickerung des NW-Abflusses eines Kupferdaches München, Gastronomie am chinesischen Turm im Englischen Garten; Versickerung des NW-Abflusses eines Kupferdaches Lohmar, Altenheim; Versickerung des NW-Abflusses eines Zinkdaches 	<ul style="list-style-type: none"> [Helmreich, 2007] Abschlussbericht [LFU, 2007] Prospekt Huber-Hydro-Filt [Huber, 2007] Internetseite [Huber, 2007] Persönliche Mitteilung [Dierkes, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Purasorp-Adsorptionsfilteranlage [Wallner & Neubert GmbH]	Behandlung des NW von ■ metallischen Dachflächen mit anschließender Versickerung in den Untergrund.	Die Purasorp-Adsorptionsfilteranlage (Abbildung A3-39) besteht aus einem Schlammfangbehälter (1) in monolithischer Rundbauweise mit Notüberlauf (2) und einem angeschlossenen Sickerschacht (3) aus Betonringen, der über ein Verbindungsrohr (4) mit dem Schlammfangbehälter verbunden ist. In dem Schlammfangbehälter befinden sich nach dem Zulauf (5) eine Prallplatte (6), ein Schlammraum (7) im Bodenbereich des Behälters und eine Filtertrommel (8) vor dem Ablauf. Der angeschlossene Sickerschacht beinhaltet eine Filterpatrone (9) aus Kunststoff. In der Filterpatrone befinden sich Feinfilterbeutel (10) im oberen Bereich der Patrone mit einem darunter angeordneten Aktivkohlebett (11), unter dem die Sickeröffnungen (12) liegen.	■ Sedimentation ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung	(vgl. Abbildung A3-39). Beruhigt durch eine Prallplatte (6) erfolgt ein Zulauf des NW in den Schlammfangbehälter (1). Die durch Sedimentation abgetrennten Feststoffpartikel werden im Schlammraum (7) zurückgehalten. Anschließend erfolgt eine Filtration der feinen Partikel über die Filtertrommel (8), die vor dem Verbindungsrohr (4) zum Sickerschacht angeordnet ist. Das NW strömt durch das Verbindungsrohr in die Filterpatrone (9) des Sickerschachtes (3), wo im oberen Bereich eine Filtration noch vorhandener Partikel durch Feinfilterbeutel (10) erfolgt. Unter den Feinfilterbeuteln befindet sich eine weitere Reinigungsstufe, das Aktivkohlebett (11). Dort werden gelöste Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe adsorbiert. Das gereinigte Wasser fließt über eine Auslassöffnung (12) in den Sickerschacht und wird von dort über Öffnungen in den Untergrund versickert.	Daten über Wirkungsgrade der Anlage liegen nicht vor.

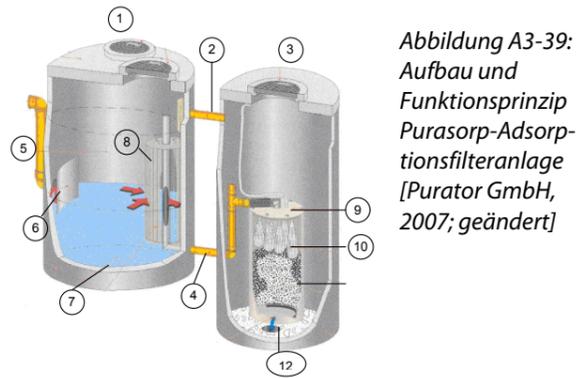


Abbildung A3-39: Aufbau und Funktionsprinzip Purasorp-Adsorptionsfilteranlage [Purator GmbH, 2007; geändert]

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Purasorp-Adsorptionsfilteranlage [Wallner & Neubert GmbH]	■ Bei Erreichen der vorgeschriebenen Grenzwerthöhe ist der Schlammfanginhalt zu entsorgen.	je nach Anlagengröße zwischen 260 m ² und 1.330 m ² Dachfläche	Auskünfte bezüglich der Kosten für die Purasorp-Adsorptionsfilteranlage liegen nicht vor.	Auskünfte über bisherige Einsatzorte oder Referenzprojekte der Purasorp-Adsorptionsfilteranlage liegen nicht vor.	■ Prospekt Purasorp-Adsorptionsfilteranlage [Purator, 2007] ■ Internetseite [Purator, 2007]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Substrat-Filterschacht DN 1000 [Heitker GmbH]	Behandlung des NW von <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachflächen mit anschließender Einleitung in <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer 	Der Substrat-Filterschacht DN 1000 (Abbildung A3-40) aus Kunststoff wird direkt in das Erdreich eingesetzt. Im unteren Bereich des Schachtes befindet sich ein beruhigter Zulauf, der in einen Bereich zur Sedimentation mündet. Das Filterelement mit Filterkonzentrat (bis zu 10 Filterelemente können eingesetzt werden) befindet sich im mittleren Bereich des Schachtes, vor dem Ablauf. Im oberen Bereich des Filterschachtes ist ein Be- und Entlüfter bzw. Notüberlauf (DN 110) angeordnet. Der Substrat-Filterschacht wird mit einem Teleskopaufsatz kombiniert, der in der Höhe variabel verstellt werden kann (200 bis 600 mm), je nach Einbautiefe in das Erdreich.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Fällung 	(vgl. Abbildung A3-40). Das NW strömt über den beruhigten Zulauf in den unteren Bereich des Substrat-Filterschachtes, wo die Sedimentation partikulärer Stoffe stattfindet. Über dem Sedimentationsbereich befindet sich die zweite Reinigungsstufe, das Filterelement mit Filterkonzentrat, in dem ein Rückhalt gelöster Stoffe erfolgt. Das NW strömt über seitliche Öffnungen in das Filterelement, welches im Aufstromverfahren durchflossen wird. Im NW mitgeführte Leichtflüssigkeiten werden vor dem Ablauf im oberen Bereich des Filterschachts zurückgehalten. Das abfließende NW kann einer Rigole oder einem ortsnahen Gewässer zugeführt werden.	Unterlagen über Prüfungen und Untersuchungen des eingesetzten Filterkonzentrats liegen noch nicht vor. Das eingesetzte Filterkonzentrat wird derzeit verschiedenen Laboruntersuchungen unterzogen.

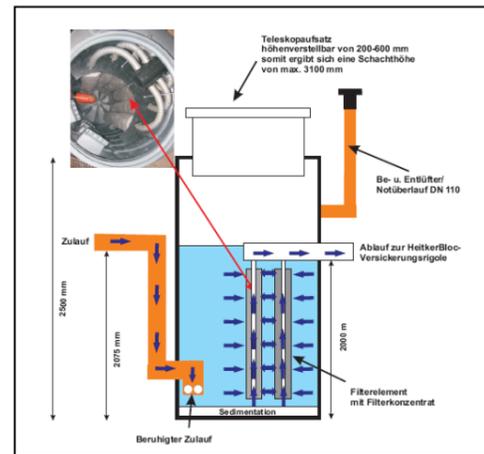
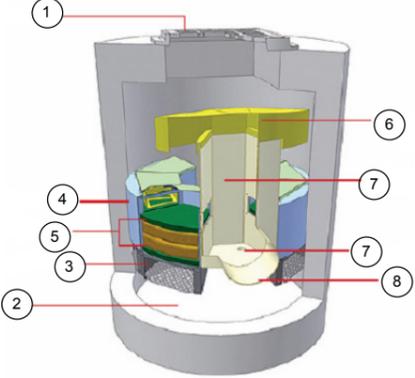
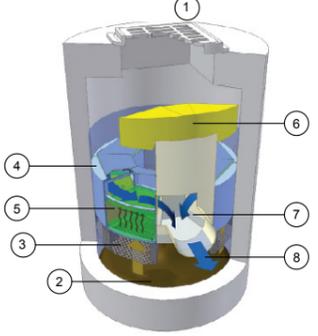
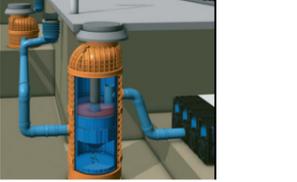
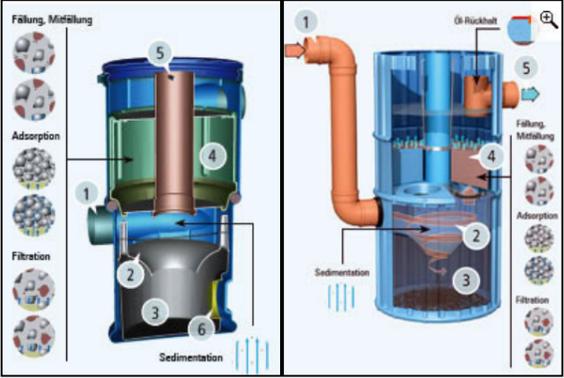


Abbildung A3-40: Aufbau und Funktionsprinzip Substrat-Filterschacht DN 1000 [Heitker GmbH 2007]

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Substrat-Filterschacht DN 1000 [Heitker GmbH]	Auskünfte bezüglich der Wartungs- und Reinigungsintervalle für den Substrat-Filterschacht DN 1000 liegen nicht vor.	bei 10 Filterelementen bis zu 1000 m ² versiegelter Fläche	zwischen ca. 4,00 €/m ² und 8,00 €/m ² anschließbarer Fläche	Auskünfte über bisherige Referenzprojekte oder Einsatzorte des Substrat-Filterschachts DN 1000 liegen nicht vor.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programm und Preiskatalog [Heitker, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Heitker, 2007] ■ Informationsblatt Substrat-Filterschacht DN 1000 [Heitker, 2007]

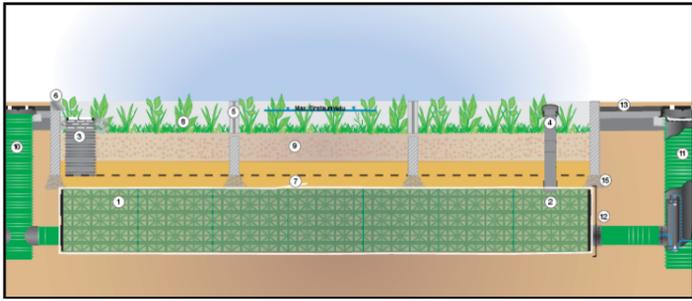
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen
Up-Flo Filter [Hydro International]	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachfläche <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage, ■ ortsnahes Gewässer ■ Regenwasserkanal. 	<p>Der Up-Flo Filter (Abbildung A3-41) ist ein Standardfilterschacht mit Zulaufgitterrost (1) im oberen Schachtbereich und Schlammfang (2) im unteren Schachtbereich. Oberhalb des Schlammfangbereichs befindet sich das Filtersystem (4). Er besteht aus einzelnen Modulen mit Filtereinsatz (5), unter denen ein Filtersieb (3) zum Grobstoffrückhalt angeordnet ist. Der Bypass-Siphon mit schwimmfähiger Tauchwand (6) befindet sich im oberen Schachtbereich.</p> <p>Der Ablaufbereich (7) für das Niederschlagswasser aus Bypass-Siphon und Filtersystem mündet in ein angeschlossenes Abflussrohr (8).</p>  <p><i>Abbildung A3-41: Aufbau Up-Flo Filter [Hydro International, 2007; geändert]</i></p> <p>Für die verschiedenen Einsatzbereiche wurden, in Abhängigkeit von der zu erwartenden Schadstofffracht, entsprechende Filtereinsätze entwickelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Filtersand: Filtration von Nährstoffen, Metallen und Bakterien. ■ Perlite: Binden Schadstoffe wie Öle und Fette. ■ CPZ™ Mix: Bindet Bakterien, Metalle und organische Schadstoffe. ■ CPS™ Mix: Bindet Bakterien, Metalle und organische Schadstoffe bei kälteren klimatischen Bedingungen. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung 	<p>(vgl. Abbildung A3-42).</p> <p>Das NW gelangt über den Zulaufrost (1) in den Schlammfangbereich (2), wo die Sedimentation und Ablagerung grobkörniger Partikel stattfindet.</p> <p>Im NW-Abfluss mitgeführte Leichtflüssigkeiten werden durch den Bypass-Siphon mit schwimmfähiger Tauchwand (6) vor dem Ablaufbereich (7) zurückgehalten. Das Filtersieb (3) dient zum Rückhalt grober Schmutzpartikel und wird wie der Filtereinsatz (5) im Aufstromverfahren durchflossen. In dem Filtereinsatz werden gelöste Schadstoffe zurückgehalten und das behandelte NW fließt durch die Filtermodule (4) über den Ablaufbereich (7) in das Abflussrohr (8).</p>  <p><i>Abbildung A3-42: Funktionsprinzip Up-Flo Filter [Hydro International, 2007; geändert]</i></p>	<p>Daten über Wirkungsgrade der Anlage liegen nicht vor.</p>

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
Up-Flo Filter [Hydro International]	<p>Auskünfte bezüglich der Wartungs- und Reinigungsintervalle für den Up-Flo Filter durch die Fa. Hydro International liegen nicht vor.</p>	<p>Auskünfte bezüglich Bemessung und Größe der anschließbaren Fläche für den Up-Flo Filter durch die Firma Hydro International liegen nicht vor.</p>	<p>Auskünfte bezüglich der Kosten für den Up-Flo Filter durch die Firma Hydro International liegen nicht vor.</p>	<p>Auskünfte über bisherige Einsatzorte oder Referenzprojekte des Up-Flo-Filters liegen nicht vor.</p>	<p>Internetseite (Hydro International, 2007)</p>

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen														
<p>3P Hydrosystem [3P Technik Filtersysteme GmbH]</p> <p>Neue Bezeichnung: RAUSIKKO®-HydroClean [REHAU AG & Co.]</p> <p>Das Filtersystem 3P Hydrosystem wurde Anfang 2007 von der Fa. HydroCon GmbH mit der Fa. 3P Technik Filtersysteme GmbH entwickelt.</p> <p>Seit Juni 2007 wird das 3P Hydrosystem 1000 unter der Bezeichnung RAUSIKKO®-HydroClean von der Firma REHAU AG & Co. vertrieben.</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachflächen ■ metallischen Dachflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer ■ Speicherbehälter zur Regenwassernutzung <p>Die Nachrüstung bestehender Schachtanlagen mit dem 3P Hydrosystem 1000 ist möglich.</p>	<p>Das 3P Hydrosystem 400 ist ein Filtersystem in einem Gehäuse aus Polyethylen (PE) zum direkten Einbau in das Erdreich. Es wird mit einer Teleskopverlängerung aus Polyethylen (PE) kombiniert, die in der Höhe variabel (von 250 bis 750 mm) verstellt werden kann, je nach Einbautiefe in das Erdreich.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p><i>Abbildung A3-43: Anwendungsbispiel 3P Hydrosystem 400 [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</i> <i>Abbildung A3-44: Anwendungsbispiel 3P Hydrosystem 1000 in Standardbetonschacht [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</i> <i>Abbildung A3-45: Anwendungsbispiel 3P Hydrosystem 1000 in AWASCHACHT [REHAU AG & Co., 2007]</i></p> <p>Im unteren Bereich des Filtergehäuses befindet sich ein Zulauf (DN 110) (1), der in einen hydrodynamischen Abscheider (2) mündet (Abbildung A3-46, links). Unter diesem befindet sich ein Schlammfang (3) und über dem hydrodynamischen Abscheider ein Filterelement (4) mit integriertem Überlaufrohr und Entnahnehilfe (5). Der Ablauf (DN 110) befindet sich im oberen Teil der Anlage, oberhalb der Filtereinheit.</p> <p>Für die verschiedenen Einsatzbereiche wurden entsprechende Filterelemente entwickelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 3P Hydrosystem 400 roof für Dachflächen bis 175 m² Dachfläche; die Filtereinheit besteht aus einem porösen Medium mit hohem CaCO₃-Anteil. ■ 3P Hydrosystem 400 metal für Dachflächen aus Metall bis 100 m² Dachfläche; die Filtereinheit besteht aus vorbehandelten Zeolithen (Ionentauscher). ■ 3P Hydrosystem 400 traffic für gering belastete Verkehrsflächen bis 100 m² Anschlussfläche; die Filtereinheit besteht aus einem porösen Medium mit hohem CaCO₃-Anteil. ■ 3P Hydrosystem 400 heavy traffic für stark belastete Verkehrsflächen bis 100 m² Anschlussfläche; die Filtereinheit besteht aus einem Substrat mit hohem CaCO₃-Anteil und einer großen inneren Oberfläche zur Sorption von Kohlenwasserstoffen. <p>Das 3P Hydrosystem 1000 ist ein Filtersystem in einem Gehäuse aus Polyethylen (PE) zum Einbau in einen bereits vorhandenen oder fabrikneuen Standardbeton- oder Kunststoffschacht (DN 1000) (Abbildung A-46 rechts).</p> <p>Im unteren Bereich des Filtergehäuses befindet sich einen Zulauf (DN 150/DN 200) (1), der in einen hydrodynamischen Abscheider (2) mündet. Unter diesem befindet sich ein Schlammfang (3) und über dem Abscheider das Filterelement (4) mit integriertem Überlaufrohr und Entnahnehilfe. Der Ablauf (DN 150/DN 200) (5) mit vorgeschaltetem Ölabscheider befindet sich im oberen Bereich des Schachtes, oberhalb der Filtereinheit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Leicht- und Schwebstoffabtrennung ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Fällung 	<p>(vgl. Abbildung A3-46).</p> <p>Der NW-Abfluss wird über den Zulauf (1) im unteren Bereich des Filtersystems eingeleitet und mit einer integrierten Umlenkhilfe tangential in den hydrodynamischen Abscheider (2) geleitet. In einem radialen Strömungsregime findet hier die Sedimentation von Partikeln statt, die durch den Abscheidetrichter in den darunter liegenden, strömungsberuhigten Sandfang (3) gelangen.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Abbildung A3-46: Funktionsprinzip 3P Hydrosystem 400 (links) und 1000 (rechts) [3P Technik Filtersysteme GmbH, 2007]</i></p> <p>Über dem hydrodynamischen Abscheider befindet sich die zweite Reinigungsstufe, das Filterelement (4). Diese Reinigungsstufe wird im Aufstromverfahren passiert. In dem Filterelement werden Feinstoffe gefiltert und gelöste Stoffe ausgefällt und adsorptiv gebunden.</p> <p>Nachdem der Filter durchströmt wurde, passiert das behandelte Wasser den Ölabscheider zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten und wird dann über den Ablauf (5) der angeschlossenen Versickerung oder einem nahen Gewässer zugeführt.</p>	<p>Im Rahmen eines Messprojekts der Fa. HydroCon GmbH in Zusammenarbeit mit der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg, wird seit Dezember 2006 eine Pilotanlage an der Bremer Straße in Hamburg regelmäßig beprobt und überwacht. In einen bereits vorhandenen Schacht (DN 2000) wurden zwei 3P Hydrosysteme 1000 (mit Filterelement heavy traffic) eingesetzt.</p> <p>Im Vordergrund des Messprojekts stehen Untersuchungen bezüglich des spezifischen Schadstoffrückhaltervermögens von einer Verkehrsfläche. Die NW-Abflüsse der Bundesstraße mit ca. 2.300 m² abflusswirksamer Fläche (ein höheres Anschlussverhältnis als vom Anbieter vorgegeben) und mit hoher Verkehrsdichte werden behandelt und anschließend einem nahe gelegenen Amphibienbiotop zugeführt.</p> <p>Die bisher gemessenen Wirkungsgrade (Stand 20.12.2007) der Pilotanlage sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.</p> <table border="1" data-bbox="2510 1247 2852 1608"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>NH₄</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>KW</td> <td>91</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Tabelle A3-9</i></p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	94	NH ₄	91	Pb	82	Cu	84	Zn	86	KW	91
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																		
AFS	94																		
NH ₄	91																		
Pb	82																		
Cu	84																		
Zn	86																		
KW	91																		

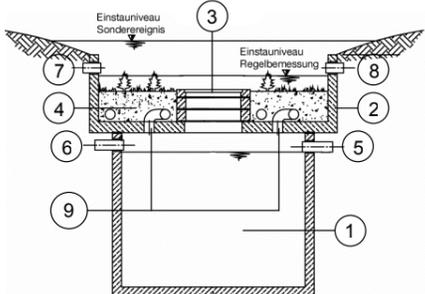
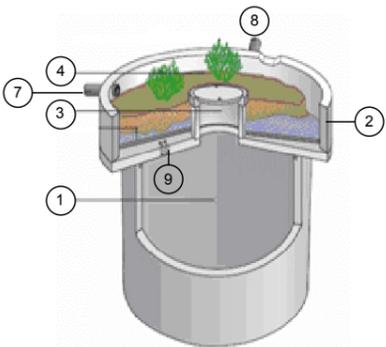
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>3P Hydrosystem [3P Technik Filtersysteme GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Der Schlammfang wird je nach Größe und zu erwartender Schmutzfracht der angeschlossenen Fläche so ausgelegt, dass er die Feststofffrachten von ca. 2 Jahren aufnehmen kann. Danach muss der Schlammraum (Spül- und Saugfahrzeug) ausgesaugt werden. ■ Die Wartungsintervalle des Filterelements werden mit 2 Jahren angegeben. Das Filterelement ist rückspülbar oder kann mit der Entnahnehilfe leicht ausgetauscht werden. 	<p>3P Hydrosystem 400: je nach Einsatzbereich und zugehörigem Filterelement bis zu 100 m² oder bis zu 175 m² anschließbare Fläche.</p> <p>3P Hydrosystem 1000: je nach Einsatzbereich und dem zugehörigem Filterelement bis zu 500 m² oder bis zu 1000 m² anschließbare Fläche.</p> <p>Eine Kombination mehrerer 3P Hydrosysteme 1000 in ein Standardschachtbauwerk aus Beton zum Erreichen eines größeren Einzugsbereichs ist möglich.</p>	<p>3P Hydrosystem 400 (komplett): zwischen ca. 3,71 €/m² und 8,00 €/m² anschließbare Fläche</p> <p>3P Hydrosystem 1000 (nur Einsatz für Mantelschacht): zwischen ca. 3,06 €/m² und 8,21 €/m² anschließbare Fläche</p> <p>3P Hydrosystem 1000 (komplett mit AWASCHACHT DN 1000 der Firma REHAU AG & Co.): zwischen ca. 4,60 €/m² und 10,02 €/m² anschließbare Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hamburg, Pilotanlage an der Bremer Straße, Messprojekt der Firma HydroCon GmbH in Zusammenarbeit mit der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg. ■ Schleswig, Pilotanlage an einem Bleidach des WikingerMuseums Haithabu, Untersuchungen der unteren Wasserbehörde Schleswig. ■ Berg Allmannshausen, Behandlung des Dachabflusswassers eines Kupferdaches mit Ableitung in den Starnberger See. ■ Mönchengladbach, Behandlung der Regenabflüsse eines Ziegeldaches vor der unterirdischen Versickerung in einem Sickerschacht. ■ Detroit, Pilotanlage im Bereich eines Betriebes der Metallverarbeitung zur Elimination der Schwermetalle aus dem Lagerbereich. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ [Helmreich, 2007] ■ Bericht [Dierkes und Schumann, 2007] ■ Bericht Bremer Straße [Hamburg, 2007] ■ Prospekte [3P Technik, 2007] ■ Internetseite [3P Technik, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Dierkes, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Schumann, 2007]

Anhang 3.3: Anlagen zur physikalisch-chemisch-biologischen NW-Behandlung

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen										
<p>INNODRAIN®-System [Mall GmbH]</p>	<p>Behandlung und Retention des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerung in den Untergrund ■ direkter und gedrosselter Einleitung in den Regenwasserkanal. 	<p>Das INNODRAIN®-System kann als Variante der Mulden-Rigolen-Versickerung angesehen (Abbildung A3-47). Hauptelemente sind das Tiefbeet sowie die darunter liegenden Sickerblöcke.</p>  <p><i>Abbildung A3-47: INNODRAIN® im Straßenrandbereich [Foto: Ing.ges. Prof. Sieker mbH]</i></p> <p>Die Tiefbeete werden durch Rahmenelemente (5) aus Stahlbeton C30/37 eingefasst, die für ein statisches Lastbild SLW 60 ausgelegt sind (Abbildung A3-48). Der Zulauf (6) befindet sich in Form einer Aussparung an einer beliebigen Stelle in den Rahmenelementen. Darunter ist ein Zulauf-topf (3) zum Grobstoffrückhalt angeordnet. Über die Schlitze im oberen Bereich des Zulauftopfes gelangt das NW in die Tiefbeete.</p> <p>In den Tiefbeeten befindet sich die belebte Bodenzone (9) die durch eine Tiefbeetbepflanzung (8) verstärkt werden soll. Unter der belebten Bodenzone wird ein Geotextil als Trennvlies empfohlen und darunter befindet sich ein Rigolenvlies (7).</p> <p>Sickerblöcke (Kunststofffüllkörper) (1) ersetzen im INNODRAIN®-System die Kiesrigole um den Flächenbedarf der Anlage zu reduzieren. Sie sind mit einem Notüberlauf (2) ausgerüstet, dessen Austrittsöffnung (4) oberhalb der maximalen Einstauhöhe des Tiefbetts liegt. Seitlich werden optional ein Kontrollschacht (10) und ein Drosselschacht (11) angeordnet, die mit den Sickerblöcken verbunden sind, wenn nur eine Teilversickerung möglich ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch ■ Komplexbildung ■ Fällung ■ biologischer Abbau 	<p>(vgl. Abbildung A3-48). Das NW von der versiegelten Verkehrsfläche fließt über den Zulauf (6), der sich in Form einer Aussparung an einer beliebigen Stelle in der Betonwand befindet, in den im Beet angeordneten Zulauftopf (3). Der Zulauftopf dient zur Sedimentation der mit dem NW eingetragenen Feststoffe. Über die im oberen Bereich des Zulauftopf angeordneten Schlitze tritt das Wasser wieder hinaus und verteilt sich im Beet. Im Bereich der Tiefbeetbepflanzung (8) und der belebten Bodenzone (9) im Tiefbeet (optional kann auch Substrat mit nachgewiesenem Stoffrückhalt eingesetzt werden) laufen die bodenspezifischen physikalisch-chemisch-biologischen Wirkungsmechanismen der NW-Behandlung ab. Nach der NW-Behandlung in der belebten Bodenzone durchströmt das Wasser das Geotextil (7) und fließt in die Sickerblöcke (1), in denen das Wasser in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen entweder zwischengespeichert, versickert oder über den Drosselschacht (11) weitergeleitet wird.</p>  <p><i>Abbildung A3-48: Aufbau des INNODRAIN®-Systems [Mall GmbH, 2007]</i></p> <p>Das Tiefbeet kann bei Starkregenereignissen kurzzeitig zur oberirdischen Regenwasserspeicherung dienen. Wenn das Tiefbeet über die maximale Einstauhöhe mit Wasser gefüllt ist, wird das weiter zulaufende NW direkt über den Notüberlauf (4) in die Rigole geleitet.</p> <p>Der Kontrollschacht (10) dient zur Kontrolle und zur Reinigung bzw. Spülung der Rigole. Der Drosselschacht (11) ist mit den üblichen Drosselorganen und Überläufen ausgestattet, damit die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ausgeschöpft werden kann und es nicht zu einer Vernässung des Bodens kommt.</p>	<p>Im Ortsteil Birkenstein der Gemeinde Dahlwitz-Hoppegarten wurden im Zuge einer Sanierungsmaßnahme 8 INNODRAIN®-Systeme zur Straßen- und Grundstücksentwässerung errichtet. Um die Anforderungen der Wasserbehörde in Dahlwitz-Hoppegarten bezüglich der Reinigungsleistung und Funktionsfähigkeit des INNODRAIN®-Systems nachzuweisen, wurden die INNODRAIN®-Systeme überwacht und beprobt.</p> <p>Die Ergebnisse der Messungen wurden von [Sommer, 2007] zusammengestellt und sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.</p> <table border="1" data-bbox="2415 785 2763 1058"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>CSB</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>P_{ges}</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Tabelle A3-10</i></p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	81	CSB	63	P _{ges}	45	Cu	45
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]														
AFS	81														
CSB	63														
P _{ges}	45														
Cu	45														

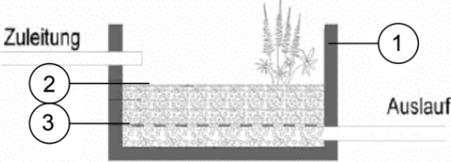
Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
--------	-----------------------	-----------------	--------------------	----------------------------------	------------------------

INNODRAIN®-System [Mall GmbH]	<ul style="list-style-type: none"> Für den Einlauftopf werden Reinigungsintervalle von 6-12 Monaten angesetzt. Ein halbjährlicher Schnitt der Tiefbeetbepflanzung ist erforderlich. 	Die Grundfläche der Tiefbeete beträgt ca. 3...5 % der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche	zwischen ca. 25 €/m ² und 35 €/m ² anschließbarer Fläche	<ul style="list-style-type: none"> Dahlwitz-Hoppegarten, Straßenausbau im Ortsteil Birkenstein, Straßen- und Grundstücksentwässerung. Gemeinde Schörzingen, Ortsteil Lehenbrunn, Entwässerung des Straßenbereichs. Die Firma Mall GmbH benennt insgesamt 27 Referenzprojekte.	<ul style="list-style-type: none"> [Sommer, 2007] Prospekt INNODRAIN® [Mall, 2007] Technische Daten INNODRAIN® [Mall, 2007] Internetseite [Mall, 2007] Waltrop [Sieker, 2006]
----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

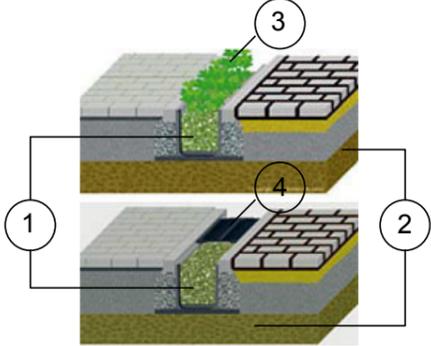
Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen										
Terra-Regenspeicher® [Mall GmbH]	Behandlung und Retention des NW von <ul style="list-style-type: none"> Wegen auf bebauten Grundstücken Hofflächen Parkflächen auf bebauten Grundstücken Dachflächen mit anschließender Einleitung in <ul style="list-style-type: none"> Speicherbehälter zur Regenwassernutzung unterirdische Versickerungsanlage 	Die Anlage besteht aus zwei Stahlbetonbehältern, die übereinander angeordnet werden (Abbildung A3-49).  <p>Abbildung A3-49: Aufbau Terra-Regenspeicher® [Mall GmbH, 2007; geändert]</p> Der untere Stahlbetonbehälter C35/45 in monolithischer Rundbauweise dient als unterirdischer Regenspeicher (Erdfilterzisterne) (1). Ein Leerrohr (6) für einen Hausanschluss zur Regenwassernutzung und ein Ablauf (5) zu einer unterirdischen Versickerungsanlage sind integriert. Ein weiterer Stahlbetonrundbehälter C35/45 ist als offener Erdfilterkopf (2) auf dem Regenspeicher angeordnet. Ein Zulauf (7) für das NW und ein Notüberlauf (8) sind integriert. Im Behälterboden befinden sich Beregnungsöffnungen (9), die das NW in den darunter liegenden Regenspeicher leiten. Der Erdfilterkopf ist mit dem bepflanzbaren Substrat „optigrün“ (4) befüllt. In der Mitte des Erdfilterkopfes befindet sich ein Schachtaufsatz (3), der als Einstiegsmöglichkeit zu dem darunter liegenden Regenwasserbehälter dient. Der Terra-Regenspeicher® sollte in einer muldenförmigen Vertiefung angeordnet werden, damit das NW problemlos zufließen kann und bei Starkregenereignissen in der Mulde und dem Behälterkopf eingestaut werden kann.	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentation Filtration Sorption und Einlagerung Ionenaustausch Komplexbildung Fällung biologischer Abbau 	(vgl. Abbildung A3-50). Das NW, der angeschlossenen Flächen wird über den Zulauf (7) in den offenen Erdfilterkopf (2) geleitet. Das NW durchströmt das Substrat (4), in dem die physikalisch-chemisch-biologischen Wirkungsmechanismen der NW-Behandlung ablaufen.  <p>Abbildung A3-50: Funktionsprinzip Terra-Regenspeicher® [Mall GmbH, 2007; geändert]</p> Nachdem das Regenwasser den Filterkörper durchströmt hat, hält ein darunter angeordnetes Drainagevlies grobe Substratpartikel aus dem Erdbehälter fern und das Wasser gelangt über die Beregnungsöffnungen (9) im Behälterboden in den darunter angeordneten Erdspeicher (1). Aus dem Erdspeicher kann das behandelte NW als Nutzwasser zum Haus zurückgeleitet werden oder über eine angeschlossene Versickerungsanlage abgeleitet werden, wodurch bei nachgewiesener Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ein Anschluss an die öffentliche Kanalisation entfallen kann.	Im Auftrag der Firma Ingenieurbüro für technische Hydrologie, Bayreuth (ith) wurde das Substrat „optigrün“ am Lehrstuhl für Hydrologie der Universität Bayreuth untersucht. Es wurden Säulenversuche zur Bestimmung der spezifischen Rückhaltewirkung des Substrats bzgl. Schwermetallen durchgeführt. Die Stoffkonzentrationen lagen meist über den üblichen Werten einer Einfamilienhausbebauung, um messbare Reinigungseffekte aufzeigen zu können. Aus den Schwermetallfrachten im Zu- und Ablauf wurde ein mittlerer Wirkungsgrad berechnet, der in der nachfolgenden Tabelle dargestellt ist. <table border="1" data-bbox="2442 1136 2804 1360"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Wirkungsgrad</th> </tr> <tr> <th>[-]</th> <th>[%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pb</td> <td>80,8</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>66,8</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>33,6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3-11</p>	Parameter	Wirkungsgrad	[-]	[%]	Pb	80,8	Cu	66,8	Zn	33,6
Parameter	Wirkungsgrad														
[-]	[%]														
Pb	80,8														
Cu	66,8														
Zn	33,6														

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
--------	-----------------------	-----------------	--------------------	----------------------------------	------------------------

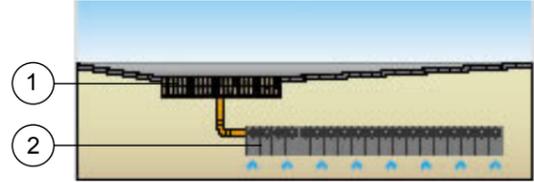
<p>Terra-Regenspeicher® [Mall GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Das System wird vom Hersteller als wartungsarm bezeichnet. ■ Die Anlage ist über den Schachtaufsatz direkt begehbar. 	<p>je nach Anlagengröße bis zu 150 m² oder bis zu 300 m² versiegelter Fläche</p>	<p>zwischen ca. 11,53 €/m² und 13,80 €/m² anschließbarer Fläche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gemeinde Schörzingen, Neubaugebiet Lehenbrunn; Grundstücksentwässerung mit direkter Versickerung ■ Hartheim, Über dem Dorf; Grundstücksentwässerung mit anschließender Versickerung über unterirdisch angeordnete Sickerblöcke. <p>Die Firma Mall GmbH benennt insgesamt 23 Referenzprojekte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prospekt Terra-Regenspeicher® [Mall, 2007] ■ Internetseite [Mall, 2007] ■ Preisliste [Mall, 2008] ■ Untersuchungsbericht [Pfeiffer, 2007]
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen																										
<p>ECO Bodenfilter [Betonwerke Müller GmbH & Co. KG]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wegen auf bebauten Grundstücken ■ Hofflächen ■ Parkflächen auf bebauten Grundstücken ■ Dachflächen <p>mit anschließender Einleitung in</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ unterirdische Versickerungsanlage ■ ortsnahes Gewässer 	<p>Das Behandlungssystem ECO Bodenfilter (Abbildung A3-51, Abbildung A3-52) besteht aus einem runden Betonrahmenelement (DN 1500, DN 2000, DN 2500) (1) mit einem integrierten Zu- und Ablauf aus Polypropylen (PP).</p>  <p>Abbildung A3-51: Foto Eco Bodenfilter [Betonwerke Müller GmbH & Co. KG]</p> <p>Das Rahmenelement ist mit dem D-Rainclean®-Substrat (2) der Fa. Funke Kunststoffe GmbH als 30 cm Schicht befüllt und kann bepflanzt werden. Das Ablaufsystem im Bodenbereich des Betonrahmenelements wird durch ein Geotextil (3) vor mineralischen Einträgen geschützt.</p> <p>Um die Bodenfunktionen bezüglich der Reinigung von NW zu verstärken, wurde das Substrat wie folgt aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ zeolithische Mineralien zur Erhöhung der Adsorptionsfähigkeit ■ großporige Mineralien zur Erhöhung der Wasserspeicherkapazität ■ langsam wirkende Kalke zur Verbesserung der pH-Pufferkapazität ■ mikrobiell besiedelte Kokosfaser zur Bildung einer stabilen Biozönose 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch ■ Komplexbildung ■ Fällung ■ biologischer Abbau 	<p>Das NW strömt über die Zuleitung in das Betonrahmenelement (1) mit D-Rainclean®-Substrat (2) (Abbildung A3-52). Die Verweilzeit des NW in dem Betonelement mit D-Rainclean®-Substrat (k_f-Wert von 5×10^{-4}) beträgt ca. 10 Minuten.</p>  <p>Abbildung A3-52: Aufbau ECO Bodenfilter [Betonwerke Müller GmbH & Co., 2007; geändert]</p> <p>Während dieser Zeit findet eine Behandlung des NW durch physikalisch-chemisch-biologische Wirkungsmechanismen statt. Über den Auslauf im Bodenbereich des Betonrahmenelementes strömt das behandelte NW in eine angeschlossene, unterirdische Versickerungsanlage.</p>	<p>Im Auftrag der Fa. Funke Kunststoffe GmbH wurden Laboruntersuchungen durch das Bodenökologische Labor Bremen GmbH bezüglich des Schadstoffrückhaltevermögens von D-Rainclean®-Substrat durchgeführt. Eine DIBt-Zulassung für das D-Rainclean®-Substrat ist vorhanden (Zulassungsnummer Z-84.2-1).</p> <p>Folgende Substrateigenschaften waren Gegenstand der Untersuchungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserdurchlässigkeit, Wasserhaltefähigkeit und Wasserverweilzeit ■ Schwermetallsorption/Desorption, Fällung sowie Kationenaustauschkapazität ■ Filtration von Partikeln/Kolloiden ■ Bindung und Abbau von organischen Schadstoffen durch die organische Matrix ■ Phosphatfällung und Adsorption von Ammonium ■ Ölbindefähigkeit, Mineralölrückhalt und -abbau <p>Die Fa. Funke Kunststoffe GmbH gibt aufgrund der durchgeführten Untersuchungen die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Wirkungsgrade für das D-Rainclean®-Substrat an.</p> <table border="1" data-bbox="2270 1312 2665 1948"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH-Wert</td> <td>> 6,5</td> </tr> <tr> <td>AFS</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>CSB</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>P_{ges}</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>NH₄</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>NO₃</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>PAK</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>MKW</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3-12</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	pH-Wert	> 6,5	AFS	99	CSB	80	P _{ges}	60	NH ₄	90	NO ₃	30	Pb	99	Cu	99	Zn	95	Cd	99	PAK	90	MKW	99
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																														
pH-Wert	> 6,5																														
AFS	99																														
CSB	80																														
P _{ges}	60																														
NH ₄	90																														
NO ₃	30																														
Pb	99																														
Cu	99																														
Zn	95																														
Cd	99																														
PAK	90																														
MKW	99																														

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
ECO Bodenfilter [Betonwerke Müller GmbH & Co. KG]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Standzeit des D-Rainclean®-Substrats beträgt zwischen 15 bis 20 Jahren. Nach diesem Zeitraum sollte das Substrat ausgetauscht und fachgerecht entsorgt werden. 	je nach Anlagengröße zwischen ca. 70 m ² und 195 m ² versiegelter Fläche	zwischen ca. 13,57 €/m ² und 17,30 €/m ² anschließbarer Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Endingen am Kaiserstuhl, Neubaugebiet; Grundstücksentwässerung mit direkter Versickerung. ■ Oftersheim, Neubaugebiet; Grundstücksentwässerung mit direkter Versickerung. <p>Die Fa. Betonwerke Müller GmbH & Co. KG kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Broschüre D-Rainclean® [Funke, 2007] ■ Broschüre ECO Bodenfilter [Müller, 2007] ■ Internetseite [Müller, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Töws, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Bär, 2007] ■ [Bremen, 2005]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen																								
<p>D-Rainclean®-Sickermulde</p> <p>[Funke Kunststoffe GmbH]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen ■ Dachflächen <p>mit anschließender Versickerung in den Untergrund.</p>	<p>Der Substratkasten (Abbildung 3-53) besteht aus 50 cm langen, 30 cm breiten und 40 cm hohen Elementen aus Polypropylen (PP), die mit D-Rainclean®-Substrat in einer Höhe von 30 cm befüllt werden.</p>  <p>Abbildung A3-53: Foto D-Rainclean®-Sickermulde [Funke Kunststoffe GmbH, 2007]</p> <p>Um die Bodenfunktionen bezüglich der Reinigung von NW zu verstärken, wurde das Substrat wie folgt aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ zeolithische Mineralien zur Erhöhung der Adsorptionsfähigkeit ■ großporige Mineralien zur Erhöhung der Wasserspeicherkapazität ■ langsam wirkende Kalke zur Verbesserung der pH-Pufferkapazität ■ mikrobiell besiedelte Kokosfaser zur Bildung einer stabilen Biozönose <p>Die D-Rainclean®-Sickermulde kann wahlweise als offene Version mit Bepflanzung (3) oder als geschlossene Version mit Gussabdeckung (4) für die Bauklasse D (400 kN Auflast) ausgeführt werden (Abbildung A3-54).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch ■ Komplexbildung ■ Fällung ■ biologischer Abbau 	<p>Der NW-Abfluss durchströmt die Sickermulde mit D-Rainclean®-Substrat (1). Die Verweilzeit des NW in der Sickermulde beträgt bei einem k_f-Wert von 5×10^{-4} m/s ca. 10 Minuten (Abbildung A3-54).</p>  <p>Abbildung A3-54: Aufbau D-Rainclean® Sickermulde [Funke Kunststoffe GmbH; verändert]</p> <p>Während dieser Zeit findet eine Behandlung des NW durch physikalisch-chemisch-biologische Wirkungsmechanismen statt. Nach dieser Behandlung wird das NW über die Öffnungen im Boden der Sickermulde in den anstehenden Untergrund (2) versickert.</p>	<p>Im Auftrag der Fa. Funke Kunststoffe GmbH wurden Laboruntersuchungen durch das Bodenökologische Labor Bremen GmbH bezüglich des Stoffrückhaltevermögens von D-Rainclean®-Substrat durchgeführt. Eine DIBt-Zulassung für die D-Rainclean®-Sickermulde ist vorhanden (Zulassungsnummer Z-84.2-1).</p> <p>Folgende Substrateigenschaften waren Gegenstand der Untersuchungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserdurchlässigkeit, Wasserhaltefähigkeit und Wasserverweilzeit ■ Schwermetallsorption/Desorption, Fällung sowie Kationenaustauschkapazität ■ Filtration von Partikeln/Kolloiden ■ Bindung und Abbau von organischen Schadstoffen durch die organische Matrix ■ Phosphatfällung und Adsorption von Ammonium ■ Ölbindefähigkeit, Mineralölrückhalt und -abbau <p>Die Fa. Funke Kunststoffe GmbH gibt aufgrund der durchgeführten Untersuchungen die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Wirkungsgrade für das D-Rainclean®-Substrat an.</p> <table border="1" data-bbox="2228 953 2632 1583"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>AFS</td><td>99</td></tr> <tr><td>CSB</td><td>80</td></tr> <tr><td>P_{ges}</td><td>60</td></tr> <tr><td>NH₄</td><td>90</td></tr> <tr><td>NO₃</td><td>30</td></tr> <tr><td>Pb</td><td>99</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>99</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>95</td></tr> <tr><td>Cd</td><td>99</td></tr> <tr><td>PAK</td><td>90</td></tr> <tr><td>MKW</td><td>99</td></tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3-13</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	99	CSB	80	P _{ges}	60	NH ₄	90	NO ₃	30	Pb	99	Cu	99	Zn	95	Cd	99	PAK	90	MKW	99
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																												
AFS	99																												
CSB	80																												
P _{ges}	60																												
NH ₄	90																												
NO ₃	30																												
Pb	99																												
Cu	99																												
Zn	95																												
Cd	99																												
PAK	90																												
MKW	99																												

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>D-Rainclean®-Sickermulde [Funke Kunststoffe GmbH]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Standzeit des D-Rainclean®-Substrats beläuft sich, je nach Verkehrsaufkommen, auf einen Zeitraum zwischen 15 bis 20 Jahren. Danach oder nach einem Ölunfall sollte das Substrat ausgetauscht und fachgerecht entsorgt werden. 	<p>je nach Regenspende und Wiederkehrhäufigkeit zwischen 5 und 15 m² versiegelter Fläche pro laufendem Meter Sickermulde</p>	<p>offene Variante: zwischen ca. 8,50 €/m² und 25,48 €/m² anschließbarer Fläche für den laufenden Meter Sickermulde.</p> <p>geschlossene Variante mit Gussabdeckung: zwischen ca. 20,22 €/m² und 60,68 €/m² anschließbarer Fläche für den laufenden Meter Sickermulde</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Offenburg, Amt für Flurneuordnung und Landentwicklung; Entwässerung einer Parkflächenzufahrt. ■ Weisweil, Neubaugebiet Pfarrgarten; dezentrale Behandlung und Versickerung des anfallenden NW. <p>Die Fa. Funke Kunststoffe GmbH kann weitere Referenzprojekte vorweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Broschüre D-Rainclean® [Funke, 2007] ■ Baustellen-Info [Funke, 2007] ■ Internetseite [Funke, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Töws, 2007] ■ [Bremen, 2005]

Anlage	Einsatzbereiche	Aufbau und Funktionselemente	Wirkungsmechanismen	Funktionsprinzip	Prüfungen														
<p>Flächenablauffilter mit BIOFIL-Substrat [Heitker GmbH]</p>	<p>Behandlung des NW von</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hofflächen ■ Parkflächen ■ Verkehrsflächen <p>mit anschließender Einleitung in eine unterirdische Versickerungsanlage.</p>	<p>Der Flächenablauffilter (Abbildung A3-55) besteht aus 120 cm langen, 40 cm breiten und 20 cm hohen Elementen aus Polypropylen (PP), die mit dem Filtersubstrat BIOFIL befüllt werden.</p>  <p>Abbildung A3-55: Flächenablauffilter [Heitker GmbH, 2007]</p> <p>Das Filtersubstrat BIOFIL ist ein Mineralgemisch aus Natursteinen verschiedener Entstehungsformen und Herkünfte mit diversen Zusätzen. Je nach Einsatzgebiet werden Zuschlagstoffe von eisenhaltigen Mineralien oder organischen Kohlenstoffträgern hinzugefügt.</p> <p>Der Flächenablauffilter kann als Einzelkasten, als größere Fläche oder als Rinnenfilter wahlweise ohne oder mit Rostabdeckung (Polypropylen (PP) oder Stahl) eingesetzt werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtration ■ Sorption und Einlagerung ■ Ionenaustausch ■ Komplexbildung ■ Fällung ■ biologischer Abbau 	<p>Das NW durchströmt den Flächenablauffilter mit BIOFIL-Substrat (1); die Durchlässigkeit des Substrats beträgt bis zu $k_f=10^{-2}$ m/s. Im Substrat findet eine Behandlung des NW durch physikalisch-chemisch-biologische Wirkungsmechanismen statt. Nach der Behandlung wird das NW über eine unterirdische Versickerungsanlage (2) in den Untergrund versickert (Abbildung A3-56).</p>  <p>Abbildung A3-56: Aufbau Flächenablauffilter mit Sickerblöcken [Heitker GmbH; verändert]</p>	<p>Abschließende Ergebnisse über Prüfungen und Untersuchungen des BIOFIL-Substrats liegen noch nicht vor. Das Substrat wird derzeit verschiedenen Laboruntersuchungen unterzogen. Auf Grundlage der bisherigen Informationen gibt die Fa. Heitker GmbH die folgenden Wirkungsgrade an:</p> <table border="1" data-bbox="2288 499 2674 863"> <thead> <tr> <th>Parameter [-]</th> <th>Wirkungsgrad [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AFS</td> <td>80-99</td> </tr> <tr> <td>CSB</td> <td>70-95</td> </tr> <tr> <td>P_{ges}</td> <td>60-80</td> </tr> <tr> <td>NH₄</td> <td>60-99</td> </tr> <tr> <td>Schwermetalle</td> <td>bis 98</td> </tr> <tr> <td>PAK</td> <td>80-99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle A3-14</p>	Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]	AFS	80-99	CSB	70-95	P _{ges}	60-80	NH ₄	60-99	Schwermetalle	bis 98	PAK	80-99
Parameter [-]	Wirkungsgrad [%]																		
AFS	80-99																		
CSB	70-95																		
P _{ges}	60-80																		
NH ₄	60-99																		
Schwermetalle	bis 98																		
PAK	80-99																		

Anlage	Wartung und Reinigung	Anschlussfläche	Spezifische Kosten	Referenzprojekte und Einsatzorte	Informationsunterlagen
<p>Flächenablauffilter mit BIOFIL-Substrat [Heitker GmbH]</p>	<p>Diesbezüglich liegen keine konkreten Angaben vor.</p>	<p>ca. 25 m² versiegelter Fläche pro Einzelkasten</p>	<p>Einzelkasten mit Kunststoffgitterrost: ca. 4,00 €/m² anschließbarer Fläche</p> <p>Einzelkasten mit Stahlgitterrost: ca. 5,00 €/m² anschließbarer Fläche</p>	<p>Auskünfte über bisherige Einsatzorte oder Referenzprojekte des Flächenablauffilters mit BIOFIL-Substrat liegen nicht vor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programm und Preiskatalog [Heitker, 2007] ■ Internetseite [Heitker, 2007] ■ Persönliche Mitteilung [Heitker, 2007]