



Hochschule **RheinMain**
University of Applied Sciences
Wiesbaden Rüsselsheim Geisenheim

Fachbereich Architektur und Bauingenieurwesen
Studiengang Umweltmanagement und
Stadtplanung in Ballungsräumen (M. Eng.)

Interdisziplinäres Projekt

Menge, Eigenschaften und Behandlung von Straßenabflüssen in den deutschen Bundesländern

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Heinz Eckhardt
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Eger
Dipl.-Ing. Paul Guckelsberger

Bearbeitet von:
René Ceko (B.Eng.)
Nicolas Waltz (B.Eng.)

Wiesbaden, den 31.08.2011

Vorwort

Die vorliegende interdisziplinäre Projektarbeit wurde in der Zeit von April bis September 2011 im Rahmen des Masterstudiengangs „Umweltmanagement und Stadtplanung in Ballungsräumen“ (UMSB) an der Hochschule RheinMain unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Heinz Eckhardt angefertigt. Im selben Bearbeitungszeitraum entstand die Masterthesis von Frau B.Eng. Anna-Lisa Pfeffermann in Zusammenarbeit mit dieser Ausführung. Hinsichtlich des Inhaltes und der Ergebnisse ergänzen sich die beiden eigenständigen Arbeiten.

Wir danken dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, dem Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, dem hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, dem hessischen Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt in Hamburg, dem Landesbetrieb für Mobilität Rheinland-Pfalz, dem Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, dem Regierungspräsidium Tübingen, der Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, der Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Inneren Bayern, dem Landesbetrieb für Straßenbau Saarland und dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland für die Beantwortung unserer fachlichen Fragen und die Bereitstellung weiterer nützlicher Informationen. Des Weiteren gilt unser Dank Frau B.Eng. Anna-Lisa Pfeffermann für die angenehme und konstruktive Zusammenarbeit.

Unser spezieller Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Heinz Eckhardt und Herrn Dipl.-Ing. Paul Guckelsberger für die wissenschaftliche Betreuung der Projektarbeit.

Wiesbaden, den 31.08.2011

René Ceko und Nicolas Waltz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	MASH-Projekt	5
1.2.1	Relevanz europäischer Straßenbauvorhaben	7
1.3	Zielsetzung	10
1.4	Aufbau der Arbeit	11
2	Begriffe	13
2.1	Niederschlagswasser	13
2.2	Straßenabwässer	15
2.3	Straßennetz	18
2.4	Dezentrale, semizentrale und zentrale Verfahren zur Behandlung von Niederschlagswasser	20
2.4.1	Dezentrale und zentrale Verfahren zur Behandlung von Straßenabflüssen	21
3	Grundlagen	26
3.1	Rechtliche Grundlagen	28
3.1.1	EU Recht	28
3.1.1.1	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	29
3.1.1.2	Sonstige relevante EU-Richtlinien	30
3.1.2	Recht der Bundesrepublik Deutschland	30
3.1.2.1	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	31
3.1.2.2	Abwasserverordnung (AbwV)	32
3.1.2.3	Abwasserabgabengesetz (AbwAG)	32
3.1.2.4	Bodenschutzgesetz (BBodSchG)	33

3.1.2.5	Bodenschutzverordnung (BBodSchV)	33
3.1.2.6	Sonstige gesetzliche Regelungen	34
3.1.3	Recht in den Bundesländern	35
3.1.3.1	Baden-Württemberg	35
3.1.3.2	Bayern	39
3.1.3.3	Bremen	40
3.1.3.4	Hamburg	40
3.1.3.5	Hessen	41
3.1.3.6	Niedersachsen	42
3.1.3.7	Nordrhein-Westfalen	42
3.1.3.8	Rheinland-Pfalz	45
3.1.3.9	Saarland	45
3.1.3.10	Schleswig-Holstein	46
3.2	Regelwerke und Normen	47
3.2.1	EN-/DIN-Normen	47
3.2.2	RAS-Vorschriften	48
3.2.2.1	RAS-Ew	48
3.2.2.2	RiStWag	51
3.2.3	DWA-Merkblätter/Arbeitsblätter	53
3.2.3.1	DWA-Arbeitsblatt A 138	53
3.2.3.2	DWA-Merkblatt M 153	54
3.2.3.3	DWA-Arbeitsblatt A 166	57
3.2.3.4	DWA-Merkblatt M 178	57
3.2.3.5	Sonstige relevante Merk- und Arbeitsblätter	58
3.2.4	BWK-Merkblätter	58

4	Stand der Technik	60
4.1	Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch technische Filtration	60
4.1.1	Sandfilter	60
4.1.2	Polstofffilter und Mikrosiebe	62
4.1.3	Membranfiltration	64
4.1.4	Dezentrale Behandlung durch technische Filtration	64
4.2	Chemisch-physikalische Behandlungsverfahren	66
4.2.1	Fällung und Flockung	66
4.2.2	Adsorption/Desorption	68
4.3	Naturnahe Verfahren zur Abwasserbehandlung von Straßenabwasser	69
4.3.1	Dezentrale naturnahe Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum	70
4.3.1.1	Flächenversickerung	74
4.3.1.2	Mulden-Versickerung	75
4.3.1.3	Mulden-Rigolen-Versickerung	76
4.3.2	Zentrale naturnahe Versickerung mit Retentionsbodenfiltern	78
4.3.2.1	Abwassertechnische Regelwerke	80
4.3.2.2	Reinigungsleistung und Forschungsbedarf	81
5	Best-Practice-Beispiele	87
5.1	Vorwiegend verwendete Verfahren in ausgewählten Bundesländern	89

5.2	Auswertung der Länderbefragung über dezentrale sowie zentrale Behandlungsverfahren von Straßenoberflächenabflüssen	97
5.3	Best-Practice-Vergleich	98
5.3.1	Beschreibung der Bewertungsparameter	100
5.3.2	Bewertung ausgewählter Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen aus Niederschlägen	104
6	Monitoring	108
7	Schlussdiskussion und Ausblick	112
8	Zusammenfassung	119
9	Literaturverzeichnis	122
10	Internetquellen	130
11	Gesetze, Verordnungen und Richtlinien	132

Anhang 1: Regelungen für die Einleitung und die Behandlung von Straßenoberflächenwasser auf Bundes- und Länderebene.....	A1-A22
--	--------

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Transeuropäisches Netz unterschiedlicher Verkehrsarten in Bau und Planung [EU 2011c]	9
Abb. 2:	Aufbau der Arbeit [Eigene Darstellung]	12
Abb. 3:	Mittlere jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland für den Zeitraum 1971-2000 in mm [WISY 2011, URL; 04.08.2011]	14
Abb. 4:	Übersicht über die in Anlagen zur dezentralen NW-Behandlung nutzbaren Wirkmechanismen [FELDHAUS et al. 2009: 32].....	24
Abb. 5:	Typisierung von Anlagen zur dezentralen NW-Behandlung [FELDHAUS et al. 2009: 33].	25
Abb. 6:	Wasserrechtliche Regelungen und technische Regelwerke und Richtlinien von Bund und Ländern zum Umgang mit Niederschlagswasser [Eigene Darstellung]	27
Abb. 7:	Wasserrechtliche Regelungen in der EU [Eigene Darstellung]	28
Abb. 8:	Varianten zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser nach RAS-Ew [RAS-EW 2005: 43]	49
Abb. 9:	Schematische Darstellung einer Anlage mit Polstoff; Beschickung von außen nach innen [ASTRA u. BAFU 2010: 81]	63
Abb. 10:	Schematische Darstellung einer Anlage mit Mikrosieb; Beschickung von innen nach außen [ASTRA u. BAFU 2010: 79]	63
Abb. 11:	Reinigungsleistung von Flockungsanlagen [SOMMER 2007: 81]	67
Abb. 12:	Reinigungsleistung von Flotationsanlagen [SOMMER 2007: 83]	68
Abb. 13:	Schwermetallrückhalt in Straßenböden und Entwässerungseinrichtungen [KOCHER, B. 2011]	73
Abb. 14:	Bankettausbildung bei frostunempfindlichen Untergrund [FGSV 2002: 14].....	75
Abb. 15:	Längsschnitt einer Mulden-Rigolen-Versickerungsanlage [FGSV 2002: 15].....	76
Abb. 16:	Systemskizze Draufsicht Retentionsbodenfilteranlage, hier mit vorgeschaltetem Filterbeckenüberlauf und Regenklärbecken mit Dauerstau [UHL et al. 2006b: 93; nach MUNLV 2003]	79

Abb. 17: Übersicht über die vorwiegend verwendeten Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen in Bundesländern und Vorgaben des Bundes [Eigene Darstellung].....	88
Abb. 18: Bodenfläche nach tatsächlicher Nutzung im Jahr 2010 [STALA-BW 2011a].....	90
Abb. 19: Arbeitsschritte bei der Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen für Straßenoberflächenwasser außerhalb von geschlossenen Ortschaften [IMBW u. UMBW 2008c: Anlage]	92
Abb. 20: Nutzarten der Bodenfläche in Hamburg am 31.12.2008 [STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (B) 2011: 239]	94
Abb. 21: Nutzarten der Bodenfläche in Schleswig-Holstein am 31.12.2008 [STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG- HOLSTEIN (A) 2011: 263]	95
Abb. 22: Ablaufschema zur Auswahl eines Verfahrens [Eigene Darstellung]	99
Abb. 23: Monitoringprogramme in den Bundesländern [Eigene Darstellung]	109

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Bandbreite mittlerer und maximaler Konzentrationen ausgewählter Schmutzparameter im Regenwasser [Lammersen, R. 1997].....	16
Tab 2:	Anteil von Schadstoffen gebunden an ungelösten Partikeln [Chebbo, G. 2011].....	16
Tab. 3:	Jährliche Frachten und mittlere jährliche Abtragskonzentrationen für Oberflächen für Verkehrsflächen innerhalb von Stadtgebieten [Schäfer, M. 1999]	17
Tab. 4:	Gegenüberstellung: Straßenlängen (linke Seite) und Bodenfläche im Jahr 2006 (rechte Seite), geordnet nach Größe [verändert nach Destatis 2008: 46, 52].....	19
Tab :	Einstufung von Entwässerungsmaßnahmen in der Schutzzone III [RiStWag 2002: 20]	51
Tab. 6:	Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche nach Tabelle 3 ATV-DVWK M 153 [Uhl, M. & Grotehusmann, D. o.J.: 5].....	55
Tab. 7:	Gemessene Reinigungsleistung von Sandfiltern [Sommer, H. 2007: S. 68].....	62
Tab. 8:	Einsatzmöglichkeiten von unterschiedlichen Versickerungsanlagen [FGSV 2002: 6]	70
Tab. 9:	Richtwerte für die Wahl des Versickerungsverfahrens [FGSV 2002: 8].....	71
Tab. 10:	Organische Schadstoffe in Böden und Wasser – potentiell straßenrelevante „neue“ Stoffe der WRRL [Kocher, B. 2011]	74
Tab. 11:	Reinigungsleistung zentraler NW-Behandlungsmaßnahmen gem. Trennsystemerlass, Anlage 2 [Uhl, M. et al. 2006b; in Feldhaus et al. 2009: 28]	81
Tab. 12:	Reinigungsleistung zentraler NW-Behandlungsanlagen nach ESOG [Uhl, M. et al. 2006b; in Feldhaus et al. 2009 28] (Reinigungsleistung: 0: keine, 1: gering, 2: mittel, 3: hoch, 4: sehr hoch).....	81

Tab. 13: Reinigungsleistungen nx für Becken mit RKB-Funktion (*): nur ≤3 Messwerte verfügbar) [Feldhaus et al. 2009: 29]	82
Tab. 14: Reinigungsleistungen nx für RBF (*): nur ≤3 Messwerte verfügbar) [Feldhaus et al. 2009: 29].....	82
Tab. 15: Auswertungsmatrix der Bundesländerbefragung zu den verwendeten Verfahren zur Reinigung und Beseitigung von Straßenabflüssen [Eigene Darstellung]	97
Tab. 16: Bewertungsmatrix der dezentralen Verfahren [Eigene Darstellung]	104
Tab. 17: Bewertungsmatrix der zentralen Verfahren [Eigene Darstellung]....	104

Abkürzungsverzeichnis

	Absatz
Abs.	
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AbwV	Abwasserverordnung
AFS	Abfiltrierbare Stoffe
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
Art.	Artikel
ASTRA	Schweizer Bundesamt für Straßen
ATV	Abwassertechnische Vereinigung
BAB	Bundesautobahn
BAFU	Schweizer Bundesamt für Umwelt
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutzverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BremWG	Bremisches Wassergesetz
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb 5 Tagen
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
Cd	Cadmium
CEN	Europäisches Komitee für Normung
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf

Cu	Kupfer
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung (in Kfz/24h)
DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWA-A	DWA-Arbeitsblatt
DWA-M	DWA-Merkblatt
ebd.	ebenda
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Normen
et al.	(et alteri/et alii) und andere
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GG	Grundgesetz
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe
HWaG	Hamburgisches Wassergesetz
ISO	Internationale Organisation für Normung
KA	Korrespondenz Abwasser, Abfall
Kf-Wert	Durchlässigkeitsbeiwert in m/s
LWG NRW	Landeswassergesetz von Nordrhein-Westfalen
LWG SH	Landeswassergesetz von Schleswig-Holstein
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MTBE	Methyl-Tertiär-Butyl-Ether

N _{ges}	Stickstoff gesamt
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff
NO ₂ -N	Nitrit
NO ₃ -N	Nitrat
NW	Niederschlagswasser
NWG	Niedersächsische Wassergesetz
o. J.	ohne Jahr
O ₂	Sauerstoff
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
Pd	Palladium
P _{ges}	Phosphor gesamt
PO ₄	Phosphat
Pt	Platin
Q	Abflussmenge
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung
RBF	Retentionsbodenfilter
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungs-gebieten
RKB	Regenklärbecken
RRB	Regenrückhaltebecken
SABA	Straßenabwasserbehandlungsanlage
SOW	Straßenoberflächenwasser
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity

TEN-V	transeuropäisches Verkehrsnetz
UBA	Umweltbundesamt
v_f	Filtergeschwindigkeit in m/h
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
Zn	Zink
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
WG	Wassergesetz für Baden-Württemberg
BayWG	Bayerisches Wassergesetz
SWG	Saarländisches Wassergesetz
LWG	Wassergesetz für Rheinland-Pfalz
HWG	Hessisches Wassergesetz

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

In Deutschland existiert ein stark ausgebautes Netz an Fernstraßen für den überörtlichen Straßenverkehr.

Dieses überörtliche Straßennetz besitzt eine Gesamtlänge von über 231.000 km¹ [BMVBS 2011]. Bei einer Gesamtfläche Deutschlands von ca. 357.000 km², entspricht das einer Netzdichte von rund 0,65 km/km². Den Bundesfernstraßen kommt dabei eine zentrale und stetig wachsende Bedeutung zu. Sie nehmen über die Hälfte der Jahresfahrleistung der Kraftfahrzeuge auf (im Bezug zu ihrem Anteil von 23 % am gesamten Straßennetz) [ebd.].

Für den Güterverkehr und den motorisierten Individualverkehr wird bis 2025 ein deutlicher Anstieg prognostiziert [s. ITP. BVU. 2007]. Zudem ist eine zunehmende Nutzungsintensität auf der vorhandenen Straßenverkehrsfläche zu beobachten, da die Nutzung im Vergleich zum Ausbau schneller voranschreitet [s. DESTATIS 2007: 13], jedoch fördert der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur auch das Wachstum des Verkehrsaufkommens [UBA 2011a].

Deutschland wird aufgrund dessen und auch wegen seiner Bedeutung als stark frequentiertes europäisches Transitland einen weiteren Neu- und Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur betreiben müssen. Der Bedarfsplan bis 2015 sieht deshalb den Neubau von 1.900 km und den Ausbau² von 2.200 km Autobahn sowie den Aus- und Neubau von 5.500 km Bundesstraße inklusive 850 Ortsumgehungen vor [BMVBS 2011]. Dabei wurden bis 2010 Bedarfsmaßnahmen von über 28 Mrd. Euro finanziert, weitere 11 Mrd. Euro werden für in Bau befindliche Projekte veranschlagt [ebd.].

In einer Überprüfung des aktuellen Bedarfsplans aus dem Jahre 2004 konnte der nachgewiesene Nutzen, vor dem Hintergrund der erwarteten Verkehrsentwicklung bis 2025, grundsätzlich bestätigt werden [BMVBS 2010: 20]. In manchen Regionen

¹ BAB: 12,8 tkm Bundesstraßen: 39,9 tkm, Landesstraßen: 86,6 tkm, Kreisstraßen 91,7 tkm (DESTATIS 2011)

² auf sechs und mehr Fahrstreifen

kommt es zwar zu stärkeren, demographisch bedingten Verkehrsreduktionen und damit zu Nutzungsminderungen, der wirtschaftliche Nutzen sei demnach jedoch nicht in Frage zu stellen [ebd.].

Auf langfristige Sicht wird aufgrund knapper Mittel und im Sinne eines nachhaltigen und schonenden Umgangs mit Ressourcen auf den Erhalt von Straßeninfrastruktur abzustellen sein [BMVS 2011]. Das UBA weist zudem darauf hin, dass nach empirischen Untersuchungen die Wirkung von neuen Verkehrswegen auf die Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Region häufig überschätzt wird. Künftig müsse deshalb vor allem die Instandsetzung, die Lärmsanierung und ein schonender Ausbau an nachweislichen Schwachstellen und Engpässen im Vordergrund stehen [UBA 2011a, Herv. d. Verf.].

Emissionsschutz und Immissionsschutz ist ein vorrangiges Ziel der Umweltvorsorge, neben dem schonenden Umgang und einer Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsflächen.

Der Betrieb von Kraftfahrzeugen führt zum Eintrag von Schadstoffen, die aus Abriebs- bzw. Abnutzungsvorgängen, Defekten am Fahrzeug und Verbrennungsvorgängen resultieren. Diese Stoffe werden in die Luft emittiert oder setzen sich auf der Fahrbahnoberfläche ab. Bei Niederschlagsereignissen werden die Schadstoffe dann abgespült und können je nach stofflichen Eigenschaften bis in die Oberflächengewässer und in das Grundwasser imitieren oder sich in der Bodenpassage akkumulieren.

Mit dem voranschreitenden Neu- und Ausbau von Straßenverkehrsflächen und dem damit einhergehende Anstieg des Straßenverkehrs, werden auch die schädlichen Einflüsse auf die Umwelt zunehmen.

Durch eine Reinigung des abfließenden Niederschlagswasser und dem vorsorgenden Schutz von sensiblen Arealen wie den Wasserschutzgebieten, kann und muss diesen schädlichen Einflüssen im Bezug auf Straßenoberflächenabflüsse entgegen gewirkt werden. Die Möglichkeiten der Behandlung von Straßenabflüssen reichen von mechanisch-technischen über chemisch-physikalische bis hin zu naturnahen bzw. biologischen Verfahren.

Viele dieser Verfahren werden bereits seit langem erfolgreich in der Siedlungswasserwirtschaft in Mischsystemen eingesetzt. Mit der Einführung des Trennsystems und gestiegenen bzw. weiter steigenden Anforderungen an die Abwasserbehandlung wächst die Bedeutung von zentralen sowie dezentralen Verfahren zur Niederschlagswasserbehandlung. Insbesondere wenn es aus bebauten oder befestigten Flächen abfließt und anschließend als Abwasser einer Beseitigung bedarf [s. § 54 WHG].

Die in Straßenoberflächenabflüssen enthaltenen Schadstoffe wie beispielsweise Schwermetalle, Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und ihre schädliche Wirkung sind zum Teil weitgehend bekannt und erforscht. Dagegen finden sich in Straßenabflüssen auch nicht vollständig erforschte Substanzen wie z. B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Diese sind ebenso wie Schwermetalle nur schwer abbaubar. Neue Forschungsergebnisse liefern dabei Erkenntnisse über die Stoffzusammensetzung in Straßenoberflächenabflüssen und die Wirksamkeit bereits eingesetzter Verfahren zu deren Behandlung.

Mit diesem Erkenntnisgewinn lassen sich Verfahren modifizieren oder neu entwickeln. Des Weiteren kann ein kontinuierlicher Austausch über Praxiserfahrungen helfen, schnell und zielsicher geeignete Verfahren auszuwählen und eventuell bekannte Fehlerquellen von Beginn an aus zu schließen.

In den Bundesländern Deutschlands liegen ganz unterschiedliche rechtliche und technische Anforderungen sowie allgemeine Erfahrungswerte bei der Behandlung bzw. Beseitigung von Straßenoberflächenabflüssen vor. Die nun seit März 2010 bundesweit einheitliche Vollregelung des Wasserrechts harmonisiert bisher im Landesrecht normierte Bereiche der Wasserwirtschaft und verlagert Detailfragen der Wasserwirtschaft im Bereich des materiellen und formellen Rechts auf die Verordnungsebene [FRÖHLICH, K.-D. 2009: 2; s. § 23 WHG].

Den Ländern sind mit Öffnungsklauseln weiterhin Möglichkeiten zur Selbstregelung gegeben. Stoff- und anlagebezogene Vorschriften sind nach Art. 72 Abs. 2 GG davon ausgenommen. Das WHG und die dazu erlassenen Rechtsverordnungen verdrängen nur dort Landesrecht, wo es selbst konkret regelt.

Von ebenso entscheidender Relevanz sind die verbindlich umzusetzenden EG-rechtlichen Bestimmungen. Die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die auf einen guten chemischen und ökologischen Zustand von Gewässern abzielt, bedingen vielseitige Maßnahmen und eine Erweiterung der Aufgabenwahrnehmung des Wasserrechts.

Die gestiegenen rechtlichen Anforderungen und zukünftige Anpassungen der Vorschriften werden auch eine Anpassungen in Bezug auf den Stand der Technik der Abwasserbeseitigung von Straßenabflüssen mit sich ziehen. Das macht einen kontinuierlichen Vergleich der Länderregelungen und ggf. eine Anpassung im Bundesrecht erforderlich.

Auch im internationalen Vergleich und Erfahrungsaustausch könnten weiterführende Erkenntnisse gewonnen werden, die der nachhaltigen und umweltgerechten Entwicklung zuträglich sind.

Neben einer fortschreitenden Entwicklung rechtlicher Anforderungen, sowie wissenschaftlicher Erkenntnisse, die ggf. in den Stand der Technik einfließen, gilt es weitere Faktoren wie die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels bei der Planung und dem Bau von Abwasserbeseitigungsanlagen, zu berücksichtigen.

Insgesamt bedarf es einer regen Auseinandersetzung in allen umweltrelevanten Bereichen. Aktuelle Studien zufolge liefern Ökosystemdienstleistungen einen bedeutenden, auch wirtschaftlich zu quantifizierenden Beitrag für den Erhalt des Naturhaushalts und seines Funktionsgefüges [s. TEEB 2010]. In Verantwortung des TEEB-Berichtes, stehen auch erste Studienergebnisse aus Deutschland [BfN 2010], die, nach Aussage der Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz Beate Jessel, zukünftig in alle wasserbaulichen Entscheidungen mit einfließen sollen [G+L 10/2010: 40].

Eine konstruktive Zusammenarbeit über die Fachdisziplinen sowie Landesgrenzen hinaus, kann dabei ein wichtiger Beitrag sein zukunftsfähiges Handeln im Sinne der Nachhaltigkeit und den effizienten Einsatz begrenzter Mittel zu ermöglichen.

1.2 MASH-Projekt

Die EU widmet sich einem breiten Themenspektrum im Bereich der Umweltnormen. Dabei werden Lösungen für die Problemstellungen unserer Gegenwart gesucht. Aktuelle Themenfelder wie die Bekämpfung des Klimawandels, die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Minderung von Umweltbelastungen und die nachhaltige Entwicklung [s. EU 2011a] beschäftigen sich mit dringlichen Aufgaben zur Wahrung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes. Die Themenfelder sind jedoch nicht nur für sich allein zu betrachten, sondern untereinander und miteinander zu verknüpfen, um Wechselwirkungen zu identifizieren und ggf. darauf reagieren zu können.

Das Management von Straßenoberflächenabflüssen ist ein alltägliches Problem [KRUSIC, M. 2011], mit dem sich die Mitgliedstaaten der EU durch gemeinsame Rechtsvorschriften auseinandersetzen müssen, um auch die europäischen Umweltziele wie die Verringerung verschmutzungsbedingter Gesundheitsprobleme und die verantwortliche Nutzung der natürlichen Ressourcen zu erreichen. In diesem Sinne ist die Wasserbewirtschaftung zentraler Gegenstand zur Verwirklichung von Maßnahmen zum nachhaltigen Schutz der Lebensgrundlage Wasser.

Neue Forschungsergebnisse in verschiedenen europäischen Regionen zeigen die Relevanz der durch Straßenoberflächenabflüsse verursachten Schadstoffeinträge auf [ebd.]. In den Mitgliedstaaten existieren ganz unterschiedliche rechtliche Anforderungen und technische Standards [ebd.]. Zudem liegen generell sehr unterschiedliche Erfahrungen mit Behandlungsverfahren vor; teilweise liegen Erfahrungen vor oder teilweise fehlen sie weitgehend. Durch die WRRL müssen jedoch die in Anhang X aufgelisteten 33 „prioritären Substanzen“³ zum Teil deutlich minimiert oder sogar komplett⁴ aus dem Verkehr gezogen werden.

³ „Prioritäre-Stoffe-Richtlinie“, EU-RICHTLINE 2008/105/EG

⁴ zurzeit werden 20 Stoffe als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft (z. B. PAK, div. Schwermetalle, etc.)

Mit dem beantragten EU-Projekt: „Management of Stormwater on Highways“ (MASH) soll ein intereuropäischer Erfahrungsaustausch zum Umgang mit Niederschlagsabflüssen auf Straßen ermöglicht werden [ebd.: Ziffer 2.1.1]. Für das Projekt ist eine Laufzeit von zwei Jahren (voraussichtlich: 01/2012 - 12/2014) vorgesehen.

Während sich das zurzeit laufende SHARP-Projekt⁵ auf das Grundwassermanagement konzentriert, stellt das geplante MASH-Projekt eine spezifische Erweiterung der Ergebnisse aus SHARP da.

Im Ergebnis sollen Richtlinien erarbeitet werden, um auf lokaler und regionaler Ebene rechtliche Reglementierungen treffen zu können. Überdies sollen die Richtlinien dazu dienen politische Entscheidungsträger dafür zu sensibilisieren, dass Straßenoberflächenabflüsse von stark befahrenen Straßen das Grundwasser gefährden und das Trinkwasser beeinflussen und verschmutzen [KRUSIC, M. 2011: Ziffer 2.1.1].

Das MASH-Projekt beabsichtigt das übergeordnete Hauptziel, die Handhabung von Straßenoberflächenabflüssen, zu verbessern und durch drei Teilziele umzusetzen [ebd.: Ziffer 2.1.1, 2.1.3]:

1. Innerhalb des Projektverlaufs soll ein intensiver Austausch über exemplarisch gute Praxis zwischen den Länder mit mehr Erfahrung (Frankreich, Niederlande, Deutschland, Österreich) und denen mit weniger Erfahrung (Italien, Slowenien, Polen) stattfinden, um einen nachhaltigen Schutz von Oberflächen- und Grundwasser zu fördern.
2. Es sollen Ansätze und Handlungshinweise für die Lokal- und Regionalpolitik entwickelt werden, mit der Aufgabe die Risiken für die Umwelt und im speziellen die der Wasserverschmutzung zu reduzieren.
3. Die durch überregionale Kooperation gewonnenen Erfahrungswerte, insbesondere der Ergebnisse aus „Best-Practice-Projekten“, sollen in

5 SHARP (Sustainable Hydro Assessment & Groundwater Recharge Projects) ist ein EU-finanziertes Projekt des internationalen Kooperationsprogramms INTERREG IVC (www.sharp-water.eu) zum Schutz und Erhalt des Grundwassers. Das INTERREG-Programm fördert dabei die Zusammenarbeit europäischer Regionen zum Austausch von Erfahrungswerte und technischem Know-How im Bereich Innovation, Wirtschaftswissenschaften, Umwelt, und Risikovermeidung.

Richtlinien integriert werden und in die Lokal- und Regionalpolitik einfließen, um zukünftig umgesetzt und durch die „*European Regional Development Fund*“ (ERDF) finanziert zu werden.

Die Dringlichkeit und der Bedarf von Vorhaben, wie dem MASH-Projekt, werden insbesondere in Hinblick auf großflächig angelegte Ausbaumaßnahmen des europäischen Straßennetzes noch weiter an Bedeutung gewinnen.

1.2.1 Relevanz europäischer Straßenbauvorhaben

Bereits 1996 entschieden⁶ das Europäische Parlament und der Europäische Rat über gemeinschaftliche Leitlinien für den Ausbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes⁷ (TEN-V). Die Verwirklichung des transeuropäischen Verkehrsnetzes soll zum reibungslosen Funktionieren des Binnenmarktes und zur Stärkung des wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhalts beitragen. Es umfasst die Infrastruktur (Straßen, Eisenbahnstrecken, Binnenwasserstraßen, Häfen, Flughäfen, Navigationseinrichtungen, Umschlaganlagen, Rohrleitungen) sowie die Dienstleistungen, die für den Betrieb der Infrastruktur notwendig sind [s. EU 2011b].

Das Straßennetz des TEN-V setzt sich aus Autobahnen und hochwertigen Straßen zusammen und wird durch neue oder ausgebaute Verbindungen ergänzt (s. Abb. 1). Weitere Teilstücke des Netzes für den kombinierten Verkehr sind ebenfalls zu den Straßen hinzuzurechnen. Das kombinierte Netz besteht aus Wasserstraßen und Eisenbahnstrecken, die im Vor- und/oder Nachlauf an Straßen angeschlossen sind. Es soll die verkehrliche Anbindung und die Bedienung aller Mitgliedstaaten ermöglichen [ebd.].

Die europäische Kommission hat eine Liste mit 30 vorrangigen Projekten erstellt, die noch vor 2010 in Angriff genommen werden sollten und in der Mehrzahl bereits

⁶ Entscheidung Nr. [1692/96](#) EG (ABl. L 228 vom 9.9.1996)

⁷ Es umfasst die Infrastruktur (Straßen, Eisenbahnstrecken, Binnenwasserstraßen, Häfen, Flughäfen, Navigationseinrichtungen, Umschlaganlagen, Rohrleitungen) sowie die Dienstleistungen, die für den Betrieb der notwendigen Infrastruktur notwendig sind

umgesetzt wurden. Die Gesamtkosten werden mit 225 Mrd. Euro beziffert. Das Gros dieser Mittel soll dem Eisenbahn- und Binnenschiffverkehr zugutekommen, ein geringer Anteil den Straßenbauvorhaben⁸ [s. EU 2011b].

Zum Umfang der geplanten Straßenbauvorhaben innerhalb Europas konnten bisher im Rahmen dieses Studienprojektes noch keine stichhaltigen Daten ermittelt werden. Die vorrangigen Projekte des TEN-V besitzen aufgrund ihrer geringen Zahl eher weniger Aussagekraft und sind vermutlich für den tatsächlichen Umfang an überörtlichen und intereuropäischen Straßenbauvorhaben nicht repräsentativ.

Dafür sind die Leit- und Grundsätze des TEN-V beachtenswert. Neben der Förderung eines leistungsstarken Verkehrsnetzes sind unter anderem auch die Belange des Umweltschutzes bei der Planung und dem Aufbau des Netzes zu berücksichtigen. Die EU-Kommission hat im Februar 2009 ein „Grünbuch“ über die zukünftige Entwicklung des TAN-V veröffentlicht. Die Probleme des Umweltschutzes, sollen demnach bei der Entstehung eines integrierten europäischen Verkehrssystems besser angegangen werden [s. EU 2011b].

Im März 2011 folgten im „Weißbuch“ der EU-Kommission zur zukünftigen Europäischen Verkehrspolitik weitere Zielsetzungen für die weitere Entwicklung bis 2050 [s. EU 2011d]. Es enthält 40 Initiativen zur Errichtung eines wettbewerbsfähigen europäischen Wirtschaftsraums und soll die Mobilität in Europa erhöhen. Die Schlüsselziele bis 2050 sind [EU 2011c]:

- der Ausschluss von herkömmlichen Benzin- oder Diesel-PKW in den Städten
- der Einsatz von 40 % CO₂-armen Treibstoffen aus regenerativen Quellen im Flugverkehr sowie 40 % weniger CO₂-Emissionen im Schiffsverkehr
- um 50 % ige Verlagerung des Personen- und Frachtverkehrs über mittlere Entfernungen von der Straße auf den Schienen- und Wasserweg

⁸ kombinierter Verkehr/konventionelle Bahnstrecke (Betuwe-Strecke) (2007), Autobahn Igoumenitsa/Patras-Athen-Sofia-Budapest, multimodale Verbindung Portugal/Spanien mit dem übrigen Europa, feste Öresund-Querung (2000 fertig gestellt), Schienen-/Straßenverbindung Nordisches Dreieck, Straßenverbindung Irland/Vereinigtes Königreich/Benelux (2010), Straßenverbindung Danzig-Bрно/Bratislava-Wien

1.3 Zielsetzung

Innerhalb des MASH-Projektes sollen die gesetzlichen und behandlingstechnischen Rahmenbedingungen in sieben EU-Ländern ausgearbeitet und kommuniziert werden, um Vorschläge für „best practice“- Technologien zu bestimmen.

An der Hochschule RheinMain werden innerhalb dieses Projektes Vorarbeiten zu dieser Thematik vor allem bezüglich der Handhabung in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. Kooperationspartner der Hochschule RheinMain ist in diesem Zusammenhang die Landesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Hessen, Wiesbaden. Gemeinsam mit der parallel verlaufenden Masterthesis von Frau A.-L. Pfeffermann sollen in den Projektarbeiten die gesetzlichen Rahmenbedingungen, Monitoringprogramme und Behandlungstechnologien in den 16 Bundesländern untersucht werden.

Dazu werden die Straßenbau- und Umweltverwaltungen der Bundesländer gezielt befragt. Eine umfassende Literatur- und Internetrecherche soll die Ergebnisse ergänzen und weitere Erkenntnisse zum Umgang mit Straßenoberflächenabflüssen darstellen. Insbesondere soll der Stand der Technik und der Stand der Wissenschaft aufgezeigt werden.

Die Bearbeitung von einem Großteil der einzelnen Bundesländer erfolgt innerhalb dieser Arbeit durch Herrn Ceko (NRW, NS, BR, HH, SH) und Herrn Waltz (BW, BY, HE, RP, SL) sowie außerhalb dieser Arbeit durch die Thesis von Frau Pfeffermann (B, BB, MV, SN, ST, TH). Die Ergebnisse dieses Projektes fließen in Frau Pfeffermanns Arbeit ein und sollen dort zusammengeführt werden.

Neben der rechtlichen Situation sollen auch existierende Monitoringprogramme bzw. wissenschaftliche Ergebnisse aus der Forschung ermittelt werden. Die dargestellten Schadstoffaufkommen sind zu interpretieren und ggf. in Zusammenhang mit dem Verkehrsaufkommen (Kfz/d) zu bringen.

Aufbauend auf die Ergebnisse dieser Arbeiten sollen die verwendeten Verfahren in den einzelnen Bundesländern beschrieben und die angewandten Verfahrensweisen in einem „Best-Practice-Vergleich“ gegenübergestellt werden.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Projektarbeit gliedert sich in acht Abschnitte. Nach der Einleitung werden in Kapitel 2 die Begriffe Niederschlagswasser, Straßenoberflächenwasser und Straßennetz erläutert. Des Weiteren werden die Unterschiede von zentralen und dezentralen Behandlungsverfahren beschrieben und determiniert.

Kapitel 3 befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen und sonstigen Regelwerken bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser. Dabei geht das Kapitel insbesondere auf die rechtliche Situation in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein ein. Die rechtlichen Gegebenheiten in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen werden ergänzend dazu in der Masterthesis von Frau Pfeffermann behandelt.

Im Rahmen von Kapitel 4 werden die Behandlungsmöglichkeiten der technischen Filtration, der chemisch-physikalischen Verfahren und der naturnahen Verfahren, wie insbesondere bepflanzte Retentionsbodenfilter beschrieben. Die Thesis von Frau Pfeffermann beschreibt in Ergänzung dazu die mechanischen Verfahren. In Kapitel 5 werden gängige Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen anhand von Bewertungsparametern bewertet. Alle Bewertungsparameter werden einzeln in diesem Kapitel erläutert. Kapitel 6 befasst sich mit dem wissenschaftlichen und behördlichen Monitoring von Straßenoberflächenabflüssen.

In den abschließenden Kapitel 7 und 8 werden die Teilergebnisse der einzelnen Kapitel und Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert und zusammenfassend dargestellt. In Abb. 2 werden die einzelnen Kapitel den jeweiligen Inhalten und Bearbeitern zugeordnet.

1. Einleitung	(WALTZ, N.)
1.4	(CEKO, R.; WALTZ, N.)
2. Begriffe	(CEKO, R.; WALTZ, N.)
2.1 und 2.2	(PFEFFERMANN, A.; überarbeitet von CEKO, R.)
2.3 und 2.4	(WALTZ, N.)
3. Grundlagen	(CEKO, R.)
3.1.3 Recht in den Bundesländern	
➤ BW, BY, HE, RP, SL	(WALTZ, N.)
➤ HB, HH, NRW, NS, SH	(CEKO, R.)
4. Stand der Technik	(CEKO, R.; WALTZ, N.)
4.1 und 4.2	(CEKO, R.)
4.3	(WALTZ, N.)
5. Best-Practice-Beispiele	(CEKO, R.; WALTZ, N.)
5.1 Vorwiegend verwendete Verfahren in ausgewählten Bundesländern	
➤ BW	(WALTZ, N.)
➤ NRW, SH, HH	(CEKO, R.)
5.2	(WALTZ, N.)
5.3.1 Beschreibung der Bewertungsparameter	
➤ Reinigungsleistung	(PFEFFERMANN, A.)
➤ Durchflussleistung	(PFEFFERMANN, A.)
➤ Investitionskosten	(PFEFFERMANN, A.)
➤ Betriebskosten	(WALTZ, N.)
➤ Wartung	(WALTZ, N.)
➤ Landschaftsbild	(CEKO, R.)
➤ Platzbedarf	(CEKO, R.)
5.3.2	(CEKO, R.)
6. Monitoring	(WALTZ, N.)
7. Schlussdiskussion/Ausblick	(CEKO, R.; WALTZ, N.)
8. Zusammenfassung	(CEKO, R.; WALTZ, N.)

Abb. 2: Aufbau der Arbeit [Eigene Darstellung]

2 Begriffe

2.1 Niederschlagswasser

Niederschlag ist nach DIN 4049-3 (Hydrologie, Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie) definiert als:

„Wasser der Atmosphäre, das nach Kondensation oder Sublimation von Wasserdampf in der Lufthülle ausgeschieden wurde und sich infolge der Schwerkraft entweder zur Erdoberfläche bewegt (fallender Niederschlag) oder zur Erdoberfläche gelangt ist (gefallener Niederschlag)“ [DIN 4049-3, 1994].

In Wasserhaushaltsbilanzen befindet sich der Aspekt Niederschlag auf der Einnahmeseite und ist in den meisten Regionen der Erde wichtigster Wasserlieferant. Menge sowie zeitliche Verteilung des Niederschlags sind dabei charakteristisch für die entsprechenden geographischen Gebiete und ausschlaggebend für die Entwicklung von Böden und Lebensformen inklusive menschlicher Siedlungsaktivitäten [HYDROSKRIPT 2011, URL; 04.08.2011]. Niederschläge können in unterschiedlichen Formen auftreten:

- Regen
- Sprühregen (Nieseln)
- Schnee
- Graupel
- Hagel
- Polarschnee (Eisnadeln)
- Tau
- Reif [PFEFFERMANN, A.-L. 2011]

Die Niederschlagsmenge wird in Liter pro Quadratmeter (l/m^2) angegeben. Des Weiteren ist es üblich die Niederschlagshöhe in Millimeter anzugeben. Ein Millimeter Niederschlagshöhe entspricht dabei etwa einem Liter pro Quadratmeter Niederschlagsmenge. Bei der Messung werden Faktoren wie Evaporation,

Transpiration, Bodenversickerung oder Oberflächenabfluss nicht berücksichtigt [PFEFFERMANN, A.-L. 2011].

Nach § 54 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zählt das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen abfließende und gesammelte Wasser (Niederschlagswasser) zu Abwasser. Der Schmutzstoffgehalt von Regenabflüssen hängt dabei maßgeblich von den örtlichen Einflüssen ab. Insbesondere die Flächennutzung hat große Einwirkung auf die Inhaltsstoffe und kann zu Abweichungen der mittleren Konzentrationen einzelner Ereignisse bis zum Hundertfachen führen [PFEFFERMANN, A.-L. 2011]. Abbildung 2 veranschaulicht die mittlere jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland.

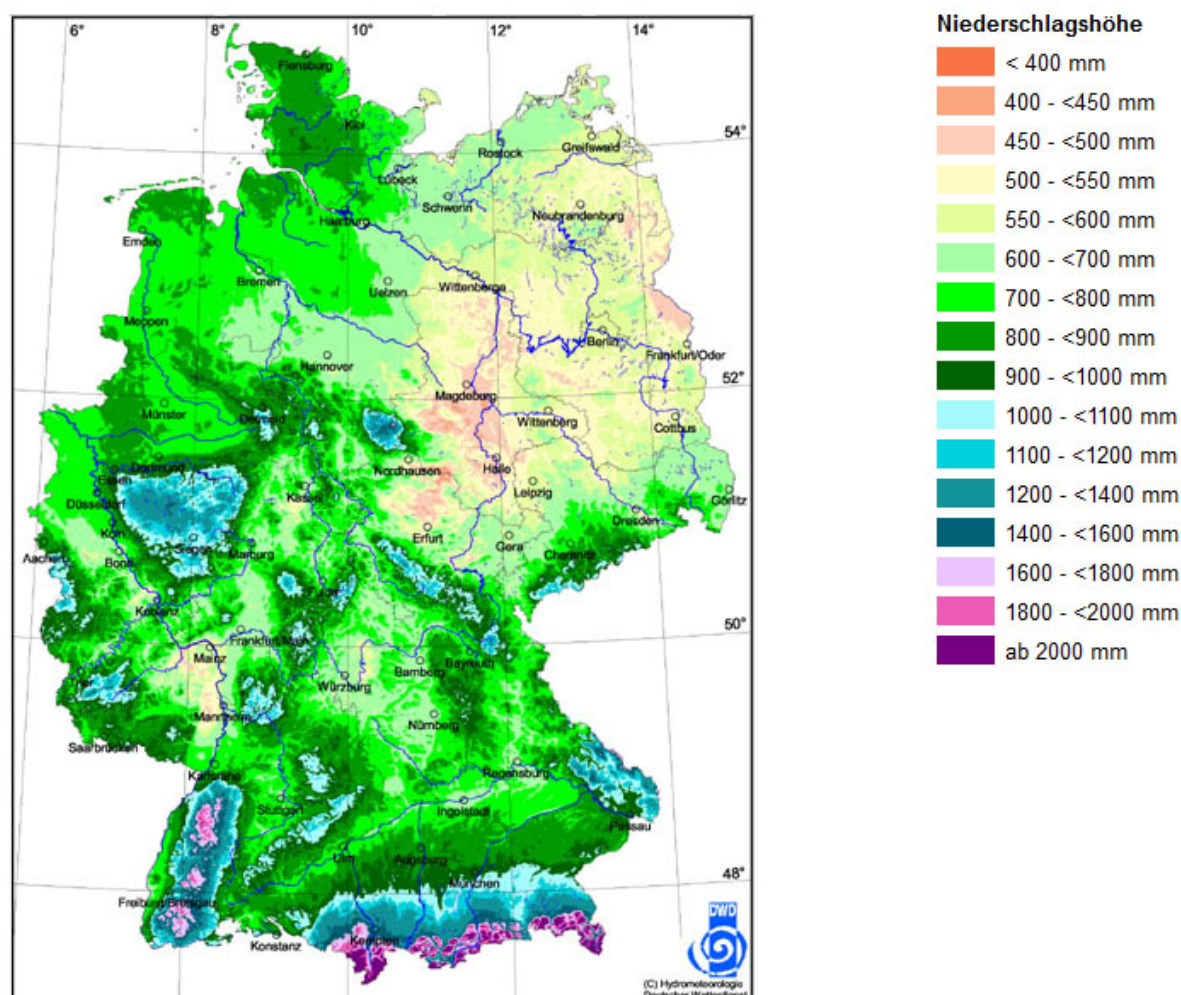


Abb. 3: Mittlere jährliche Niederschlagshöhe in Deutschland für den Zeitraum 1971-2000 in mm [Wisy 2011, URL; 04.08.2011]

2.2 Straßenabwässer

Auf die Inhaltstoffe von Straßenoberflächenwasser wird in dieser Arbeit nur zusammenfassend eingegangen. Eine ausführlichere Darstellung des Schadstoffaufkommens ist der parallel hierzu erarbeiteten Masterthesis von Frau Pfeffermann [PFEFFERMANN, A.- L. 2011] zu entnehmen. Im Folgenden werden die Kernaussagen der Thesis bezüglich der Inhaltsstoffe von Straßenoberflächenwasser aufgezeigt.

Da Straßenoberflächen überwiegend vollständig versiegelt sind, fließen die Niederschläge mit nur geringen Abflussbildungsverlusten und ohne bedeutsame Verzögerung ab. Diese Niederschlagsabflüsse sind mit Stoffen befrachtet, die aus der Verkehrsflächennutzung hervorgehen. Folgende Schmutzstoffparameter treten in nennenswerten Konzentrationen auf [UHL, M., et al. 2006b]:

- abfiltrierbare Stoffe (AFS)
- chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
- gesamter organ. gebundener Kohlenstoff (TOC)
- Schwermetalle, wie Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Zink (Zn), Palladium (Pd), Platin (Pt)
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE)
- Chlorid

Tabelle 1 zeigt die Bandbreite mittlerer und maximaler Konzentrationen ausgewählter Schutzparameter im Regenwasser. Es wird deutlich, dass abfiltrierbare Stoffe eine besonders hohe Konzentration im Regenabfluss aufweisen und somit ein hohes Umweltverschmutzungspotenzial mit sich bringen. Das Verschmutzungspotenzial wird dadurch weiter verstärkt, dass ein großer prozentualer Anteil der Verunreinigungen wie BSB und CSB an den ungelösten Partikeln absorbiert werden (vgl. Tabelle 2) [PFEFFERMANN, A.-L. 2011].

Parameter	mittlere Konzentration	maximale Konzentration
	mg/l	mg/l
AFS	107-339	100-999
CSB	47-115	77-996
BSB ₅	5,8-18,4	4,4-260
NO ₃ -N	0,8-7,2	1,2-5,2
NO ₂ -N	0,08-0,14	0,16-0,6
NH ₄ -N	0,6-2,31	0,3-38
PO ₄ -P _{ges}	0,3-1,8	1,7-9,98
Tab. 1: Bandbreite mittlerer und maximaler Konzentrationen ausgewählter Schmutzparameter im Regenwasser [LAMMERSEN, R. 1997]		

Parameter	CSB	BSB	N _{gesamt}	Kohlenwasserstoffe	Pb
prozentualer Anteil (%)	83-91	77-95	48-82	82-99	79-100
Tab. 2: Anteil von Schadstoffen gebunden an ungelösten Partikeln [CHEBBO, G. 2011]					

In Tabelle 3 wird erkenntlich, dass die Fracht und Konzentration von AFS und CSB im Straßenoberflächenwasser nicht ausschließlich von der Verkehrsbelastung der Straße abhängt. Ebenso spielt eine Rolle in wie weit der Verkehrsfluss aufgrund von Brems- sowie Beschleunigungsprozessen (z. B. durch Verkehrsampeln, Stau, Fußgängerüberquerungen, Parkmöglichkeiten an Straßen) unterbrochen wird, wodurch die Belastung vor allem von Schwermetallen auch bei geringer Verkehrsstärke signifikant zunimmt [PFEFFERMANN, A.- L. 2011].

Verkehrsflächen	AFS	CSB	Pb	Cu	P _{ges}	N _{ges}	AOX	PAK
Straßen DTV < 2.000 Kfz	1000 * kg/(ha _u *a)	350 # kg/(ha _u *a)	150 * g/(ha _u *a)	300 # g/(ha _u *a)	4 kg/(ha _u *a)	20 kg/(ha _u *a)	120 mg/(ha _u *a)	6 mg/(ha _u *a)
	333,3 mg/l	116,7 mg/l	0,05 mg/l	0,1 mg/l	1,33 mg/l	6,67 mg/l	0,04 µg/l	0,002 µg/l
Straßen DTV 2.000 – 15.000 Kfz	1350 * kg/(ha _u *a)	350 # kg/(ha _u *a)	200 * g/(ha _u *a)	350 # g/(ha _u *a)	3 kg/(ha _u *a)	20 kg/(ha _u *a)	120 mg/(ha _u *a)	8,5 mg/(ha _u *a)
	450 mg/l	116,7 mg/l	0,067 mg/l	0,117 mg/l	1 mg/l	6,67 mg/l	0,04 µg/l	0,0028 µg/l
Straßen DTV 15.000 – 40.000 Kfz	850 * kg/(ha _u *a)	350 # kg/(ha _u *a)	400 * g/(ha _u *a)	500 # g/(ha _u *a)	3 kg/(ha _u *a)	20 kg/(ha _u *a)	120 mg/(ha _u *a)	15 mg/(ha _u *a)
	283,3 mg/l	116,7 mg/l	0,133 mg/l	0,167 mg/l	1 mg/l	6,67 mg/l	0,4 µg/l	0,005 µg/l
Straßen DTV > 40.000 Kfz	630 * kg/(ha _u *a)	350 # kg/(ha _u *a)	550 * g/(ha _u *a)	400 # g/(ha _u *a)	3 kg/(ha _u *a)	20 kg/(ha _u *a)	120 mg/(ha _u *a)	21 mg/(ha _u *a)
	210 mg/l	116,7 mg/l	0,183 mg/l	0,133 mg/l	1 mg/l	6,67 mg/l	0,04 µg/l	0,007 µg/l
*: [XANTHOPOULPS, C. 1996] #: modifiziert durch [SCHÄFER, M. 1999]								
Tab. 3: Jährliche Frachten und mittlere jährliche Abtragskonzentrationen für Oberflächen für Verkehrsflächen innerhalb von Stadtgebieten [SCHÄFER, M. 1999]								

2.3 Straßennetz

Das Straßennetz Deutschlands umfasst Autobahnen und Bundes- Landes- und Kreisstraßen, sowie teilweise Abschnitte innerhalb von Ortschaften (Ortsdurchfahrten). Der innerörtliche Verkehr wird auf Gemeindestraßen geführt. Die Straßenbaulast obliegt je nach Zuordnung dem Bund, dem Land, dem Landkreis oder der Gemeinde.

Von besonderer Bedeutung für den öffentlichen Straßenverkehr sind die Bundesfernstraßen. Nach dem Bundesfernstraßengesetz (FStrG) wird in Bundesautobahnen und in Bundesstraßen mit Ortsdurchfahrten unterschieden [§ 1 Abs. 2], wobei Bundesautobahnen nur für den Schnellverkehr bestimmt und ausgelegt sind [ebd. Abs. 3].

Das überörtliche Straßennetz Deutschlands besitzt eine Gesamtlänge von über 231.000 km⁹ [BMVBS 2011a]. Bei einer Gesamtfläche Deutschlands von 357.026,55 km², entspricht das einer Netzdichte von rund 0,65 km/km². Gemeindestraßen sind darin mit einer Länge von über 410.000 km¹⁰ [UBA 2011b] nicht enthalten.

Das überörtliche Straßennetz Deutschlands ist im bundesweiten Vergleich ungleichmäßig verteilt (Tab. 4). Bayern hat zwar das längste, Rheinland-Pfalz hingegen das dichteste überörtliche Straßennetz mit 930 km Straße je 1000 km², gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 871 km [DESTATIS 2008: 46].

⁹ BAB: 12,8 tkm Bundesstraßen: 39,9 tkm, Landesstraßen: 86,6 tkm, Kreisstraßen 91,7 tkm (DESTATIS 2011)

¹⁰Letzte Angabe aus 1992 (Wert kann durch Umwidmungen schwanken)

	km		km ²
Bayern	41 873	Bayern	70 550
Nordrhein-Westfalen	29 690	Nordrhein-Westfalen	34 086
Niedersachsen	28 266	Niedersachsen	47 641
Baden-Württemberg	27 413	Baden-Württemberg	35 752
Rheinland-Pfalz	18 473	Rheinland-Pfalz	19 853
Hessen	16 296	Hessen	21 115
Sachsen	13 537	Sachsen	18 471
Brandenburg	12 501	Brandenburg	29 480
Sachsen-Anhalt	10 944	Sachsen-Anhalt	20 447
Thüringen	10 045	Thüringen	16 172
Mecklenburg-Vorpommern	9 960	Mecklenburg-Vorpommern	23 182
Schleswig-Holstein	9 871	Schleswig-Holstein	15 799
Saarland	2 041	Saarland	2 570
Berlin	256	Berlin	892
Hamburg	201	Hamburg	755
Bremen	113	Bremen	404
Deutschland	231 480	Deutschland	375 115

Tab. 4: Gegenüberstellung: Straßenlängen (linke Seite) und Bodenfläche im Jahr 2006 (rechte Seite), geordnet nach km
[verändert nach DESTATIS 2008: 46, 52]

Im Internationalen Vergleich liegt Deutschland mit insgesamt 644.480 km an versiegelten und unversiegelten Straßen an 11. Stelle. Über das längste Straßennetz verfügt die USA mit 6.466.000 km, gefolgt von China mit 3.860.800 km und Indien mit 3.320.410 km. Von den europäischen Staaten liegen Frankreich mit

1.042.300 km (7. Stelle) und Spanien mit 681.298 km (10. Stelle) noch vor Deutschland [CIA 2011].

Als wichtigster Bestandteil des Bundesfernstraßennetzes, findet auf den Autobahnen knapp ein Drittel der Jahresgesamtfahrleistung der Kraftfahrzeuge statt. Der Anteil von BAB (Bundesautobahn) am überörtlichen Fernstraßennetz ist mit rund 5 % Längenanteil zwar vergleichsweise gering, die Beeinträchtigung der Umwelt dagegen sehr hoch. So haben 3.000 km von den insgesamt 12.800 km BAB sechs oder mehr Fahrstreifen [BMVBS 2011a].

2.4 Dezentrale, semizentrale und zentrale Verfahren zur Behandlung von Niederschlagswasser

Bei der Behandlung von Niederschlagsabflüssen kann grundsätzlich in zentrale, semizentrale und dezentrale Verfahren unterschieden werden [GRÜNING et al. 2010: 10]. Eine Kombination dieser Verfahren ist ebenfalls möglich. Die Einteilung der Verfahren in diese Kategorien wird durch den Ort des anfallenden Niederschlagswassers innerhalb des Entwässerungssystems bestimmt. Ferner beschreibt es auch die Art der Behandlung bzw. des Verfahrens [ebd.]. Die unterschiedlichen Maßnahmen zielen darauf ab, Abflüsse in einem Trennsystem zu führen und dabei eine Vermischung verschmutzter und unverschmutzter, respektive klärpflichtiger und nicht klärpflichtiger Abflüsse zu vermeiden [ebd.: 10f.].

GÜNING, H. et al. 2010, FELDHAUS et al. 2009 und OLDENBURG, M. & OTTERPOHL, R. o. J. unterscheiden zwischen zentralen, semizentralen und dezentralen Anlagen. Wobei semizentrale Behandlungsanlagen in der Größe zwischen zentralen und dezentralen Anlagen liegen. Im Vergleich zu klassischen zentralen Anlagen erfassen semizentrale Anlagen das Abwasser aus einem kleineren Einzugsgebiet und behandeln den Abfluss aus einem Teilsystem, um eine Vermischung von belasteten und unbelasteten Abwässern zu verhindern.

- **dezentral:** Reinigung des Oberflächenabflusses vor Ort, Vermeidung einer Vermischung unterschiedlich belasteter Abflüsse

- **semizentral:** Behandlung von Abflüssen eines Teilnetzes, Vermischung unterschiedlich belasteter Abflüsse soll verhindert werden
- **zentral:** Reinigung vor Einleitung in Gewässer o. Einleitung in Kanalisation/Kläranlage, i. d. R. Vermischung der Abflüsse, Anschluss an das Kanalnetz

Eine klare Abgrenzung semizentraler Anlagen ist häufig nicht möglich [Feldhaus et al. 2009: 26]. Sie dient der Unterscheidung und Einteilung von Maßnahmen im gesamten Entwässerungssystem. Jedoch müssen entsprechend zugeordneter Verfahren nicht auf ein einzelnes Einsatzgebiet beschränkt sein. GRÜNING et al. führen an, dass bei „jüngeren“ kompakten Verfahren die sich i. d. R. für den dezentralen Einsatz eignen, auch ein künftiger Einsatz in semizentralen und zentralen Anwendungen möglich ist [2010: 13f.]. In kleineren Einzugsgebieten (1-2 ha befestigter Fläche) können nach GRÜNING et al. kompakte (dezentrale) Reinigungssysteme vor der Gewässereinleitung den behandlungspflichtigen Gesamtabfluss aufnehmen und behandeln, daher würden diese kompakten Systeme bereits eine semizentrale Behandlung darstellen [ebd.: 14]. Als Beispiel wird der Lamellenklärer genannt, der nach den angegebenen Zuflusswerten (l/s) mit einem Regenklärbecken vergleichbar ist und kein klassisches dezentrales Verfahren darstellt [ebd.: 13-14], aber als solches eingesetzt werden kann.

2.4.1 Dezentrale und zentrale Verfahren zur Behandlung von Straßenabflüssen

Das Straßennetz stellt einen Teilbereich der zu entwässernden Flächen dar. Innerhalb von geschlossenen Ortschaften oder in Ortsnähe können Straßen an ein Mischsystem angeschlossen sein oder deren Abflüsse semizentral vor der Einleitung in das Entwässerungssystem (Mischsystem, Trennsystem: Regenwasserkanal, Gewässer), behandelt werden.

In dieser Arbeit wird (nur) zwischen zentralen und dezentralen Verfahren unterschieden, um eine eindeutige und klare Trennung der Begrifflichkeiten zu ermöglichen. Es werden Verfahren betrachtet, die an mittel bis stark befahrenen

Straßen speziell für deren Abflüsse eingesetzt werden und i. d. R. außerhalb von geschlossenen Ortschaften liegen.

Eine Unterscheidung der Begriffe erfolgt ortsspezifisch. Daher sind unter zentralen Anlagen alle Anlagen zu verstehen, die den Abfluss der gesamten angeschlossenen Verkehrsfläche fassen und vor der Einleitung in ein Gewässer behandeln. Dezentrale Anlagen behandeln die Abflüsse hingegen im unmittelbaren Bereich des Anfalls behandlungspflichtiger Oberflächenabflüsse [Grüning, H. et al. 2010: 13] im unmittelbaren Straßenraum.

Eine Vermischung von Abflüssen unterschiedlicher (Straßen-) Flächen wird somit entweder grundsätzlich vermieden, da keine weitere Kanalisierung stattfindet (ortsnahe Versickerung) oder es erfolgt eine Behandlung vor Weiter- oder Einleitung.

Die zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser eingesetzten Verfahren können wie folgt zentralen und dezentralen Verfahren zugeordnet werden [nach PFEFFERMANN, A.-L. 2011]:

Bei **zentralen Verfahren** werden die Abflüsse i. d. R. über die Kanalisation zur Behandlungsanlage geführt. Innerhalb eines Trennsystems erfolgt die Ableitung im Regenwasserkanal mit Abflüssen aus unterschiedlichen Herkunftsbereichen und Herkunftsgebieten. Entsprechend unterschiedlich belastetes Wasser wird so miteinander vermischt und zu der zentralen Behandlungsanlage geleitet. Folgende Behandlungsverfahren sind innerhalb der zentralen Verfahren zu unterscheiden:

- Regenrückhaltebecken
- Regenklärbecken bzw. Absetzbecken
- Retentionsbodenfilter
- RiStWag-Abscheider

Dezentrale Behandlungsverfahren werden direkt am Entstehungsort eingesetzt. Die Verfahren zur dezentralen Regenwasserbehandlung lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Straßenablaufeinsätze
- Rinnensysteme
- Schachtsysteme

Eine tabellarische Aufstellung und Beschreibung dieser Systeme findet sich in Grüning et al. 2011.

Die eben genannten Verfahren basieren auf technischen Lösungen. Bei der Behandlung von Straßenabflüssen wird jedoch allgemein eine Versickerung vor Ort angestrebt. Diese erfolgt direkt auf der Böschung in die belebte Bodenzone oder wird in Mulden, in Mulden-Rigolensystemen oder Gräben geleitet und versickert dort ortsnah.

Daher ist die Aufstellung, um ein vierte Kategorie: „**Versickerung im Straßenraum**“ zu ergänzen.

Um partikuläre und gelöste Stoffe sowie Leichtflüssigkeiten, wie etwa Öl aus den Straßenabflüssen von Straßen zu entfernen, werden verschiedene Wirkmechanismen eingesetzt (s. Abb. 4). Die eingesetzten Behandlungsverfahren müssen dementsprechend angepasst werden. Abbildung 5 veranschaulicht und typisiert die derzeit eingesetzten Anlagen zur dezentralen Niederschlagswasserbehandlung nach ihrem Wirkprinzip.

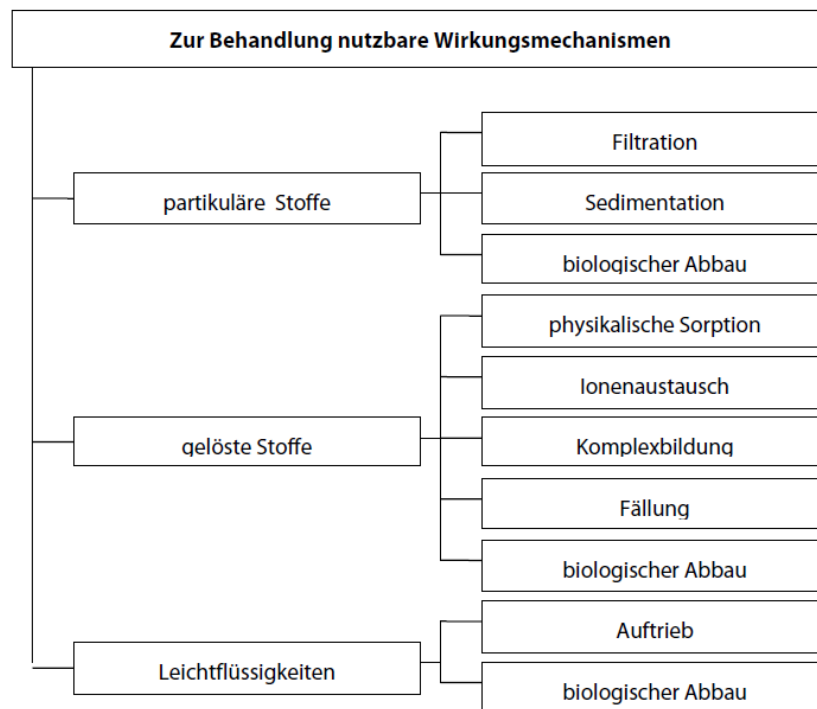


Abb. 4: Übersicht über die in Anlagen zur dezentralen NW-Behandlung nutzbaren Wirkmechanismen
[FELDHAUS et al. 2009: 32]

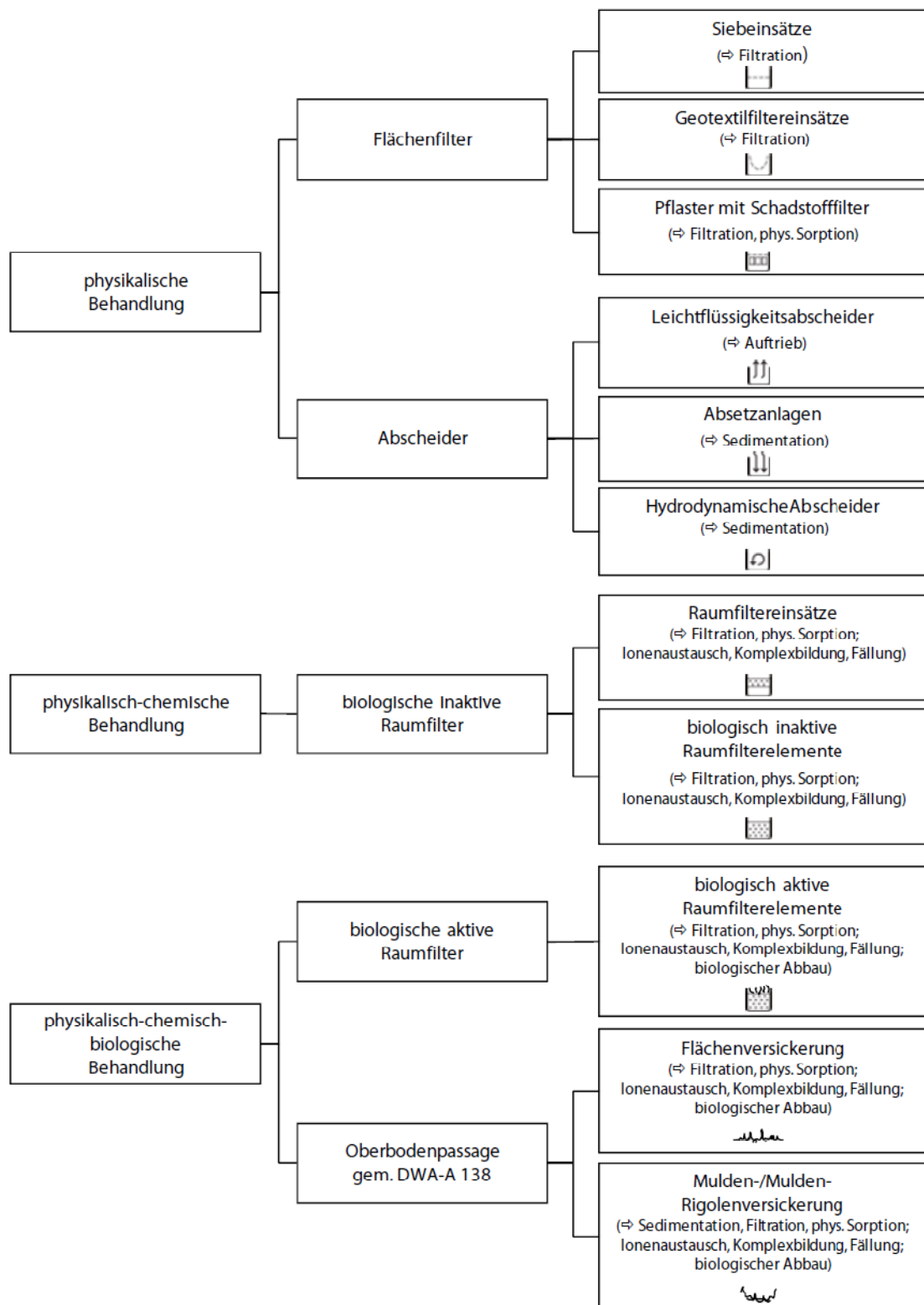


Abb. 5: Typisierung von Anlagen zur dezentralen NW-Behandlung [FELDHAUS et al. 2009: 33].

3 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die für die Straßenoberflächenentwässerung relevanten Rahmenrichtlinien, Gesetze, Verordnungen und Erlasse aufgezeigt und im Einzelnen beschrieben. Zudem werden die hierfür wesentlichen Regelungen und Hinweise in den Merkblättern von dem DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) und dem BWK (Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau) aufgeführt und dargestellt.

Im Rahmen dieser Arbeit [s. auch PFEFFERMANN, A.-L. 2011] wurden die relevanten gesetzlichen Regelwerke, Rechtsvorschriften, Normen und sonstige Regelwerke der EU, der Bundesrepublik Deutschland und den einzelnen Bundesländern recherchiert und in einer Grafik zusammengestellt (s. Abb. 5). Dafür wurden die Bundesländer nach ihrer rechtlichen Situation bzw. dem rechtlichen Umgang mit Straßenoberflächenwasser von außerörtlichen Hauptverkehrsstraßen befragt. Die Ergebnisse zu den Ländern sind in Kapitel 3.1.3 kurz erläutert.

Es wird deutlich, dass der rechtliche Stand hinsichtlich des Umgangs mit Straßenoberflächenwasser in den Bundesländern unterschiedlich weit fortgeschritten ist. Besonders die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Bayern und Schleswig-Holstein können im Vergleich zu den anderen Ländern als fortschrittlich eingestuft werden (vgl. Abb. 6). Einige Bundesländer haben neben dem jeweiligen Landeswassergesetz keine weiteren Regelungen getroffen, was unzureichend ist. Deren Aufgabe wird es sein, in den kommenden Jahren weitere Bestimmungen in Form von Verordnungen und Erlasse zu konkretisieren.

Eine ausführliche tabellarische Darstellung der Rechercheergebnisse (Recht, angewendete Verfahren, Monitoring) erfolgt in Anhang 1 (S. A1-A22)

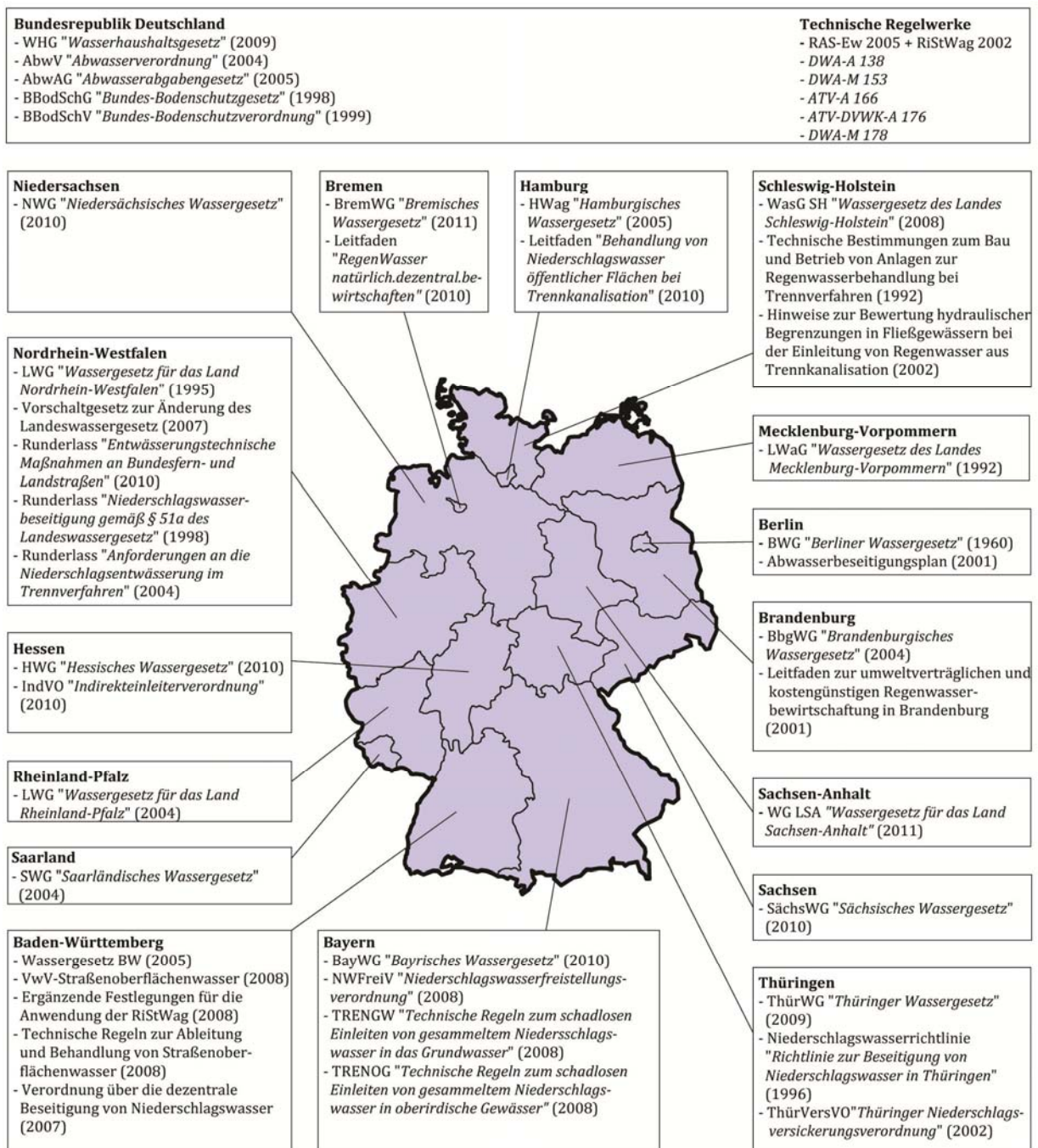


Abb. 6: Wasserrechtliche Regelungen und technische Regelwerke und Richtlinien von Bund und Ländern zum Umgang mit Niederschlagswasser [Eigene Darstellung]

3.1 Rechtliche Grundlagen

Zu den rechtlichen Grundlagen bezüglich der Straßenoberflächenentwässerung zählen alle relevanten Rahmenrichtlinien, Gesetze, Verordnungen und Erlasse, die von den Gesetzgebern und anderen nationalen Verwaltungsorganen erlassen worden sind. Da die gesetzlichen Regelwerke und Rechtsvorschriften auf die rechtlichen Hierarchieebenen der EU, der Bundesrepublik Deutschland und der einzelnen Bundesländer verteilt sind, werden diese dementsprechend geordnet dargelegt.

3.1.1 EU Recht

Für den Bereich des Umweltrechts bzw. Wasserrechts haben sich, aufgrund des übergeordneten EU-Rechtes, tiefgreifende Änderungen für die einzelnen europäischen Mitgliedsländer ergeben. Durch die Erweiterung der Rechte der Europäischen Gemeinschaft mit dem europäischen Unionsvertrag von Maastricht und zuletzt durch den Vertrag von Lissabon, hat das Gemeinschaftsrecht grundsätzlich Vorrang vor dem nationalen Recht der Mitgliedsländer. Allerdings darf sie Recht nur in den Bereichen umsetzen (z. B. Umwelt-, Klima- und Energiepolitik), in denen sie in den Gründungsverträgen ermächtigt wurde [LANDESBETRIEB STRAßENBAU NRW 2011, Kapitel 3.1.1].



Abb. 7: Wasserrechtliche Regelungen in der EU
[Eigene Darstellung]

Seit den 70er-Jahren wurden ca. 20 EU-Richtlinien erlassen, die das Gewässerschutzrecht der Mitgliedsstaaten beeinflussen. Anfangs waren dies noch punktuell wirkende Richtlinien, wie die Gewässerschutzrichtlinie [EU-RICHTLINIE 76/464/EWG] aus dem Jahre 1976 oder die Grundwasserrichtlinie [EU-RICHTLINIE 80/68/EWG] aus dem Jahre 1980. Die am 22.12.2000 in Kraft getretene europäische

Wasserrahmenrichtlinie [EU-RICHTLINIE 2000/60/EG] dagegen greift weiter als die punktuellen Ansätze der Vergangenheit und gibt einen rechtlichen Gesamtrahmen für eine umfassende Ordnung des Gewässerschutzes vor [MEYERHOLT, U. 2010: 273f.].

Durch sie werden zahlreiche europäische Richtlinien zum Gewässerschutz abgelöst oder neu geordnet [SOMMER, H. 2007: 8].

3.1.1.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Mit der Richtlinie 2000/60EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, kurz Wasserrahmenrichtlinie, wurden anspruchsvolle Qualitätsziele für den Gewässerzustand in den europäischen Mitgliedsstaaten gesetzt. So ist nach Artikel 4 I WRRL vorgesehen, dass innerhalb von 15 Jahren nach Inkrafttreten der Richtlinie alle Oberflächen- und Grundwasserkörper in einen guten Zustand gebracht werden sollen [MEYERHOLT, U. 2010: 274]. Der Begriff „guter Zustand“ wird in Artikel 2 WRRL in die Begriffe „guter ökologischer“ und „guter chemischer“ Zustand für Oberflächenwasserkörper sowie „guter mengenmäßiger“ und „guter chemischer“ Zustand für Grundwasserkörper unterteilt [SOMMER, H. 2007: 8]. Künstliche und erheblich veränderte Oberflächenwasserkörper sollen hin zu einem Gewässer mit gutem ökologischem Potenzial entwickelt werden. Des Weiteren gilt ein Verschlechterungsverbot für den Zustand der Oberflächengewässer und des Grundwassers. Neben den immissionsbezogenen Zielen sollen nach Artikel 10 WRRL bei Einleitungen eine „Emissionsbegrenzung auf Grundlage der besten verfügbaren Technologien“ festgelegt werden [SOMMER, H. 2007: 8].

Die Wasserrahmenrichtlinie ist wie alle Richtlinien der EU hinsichtlich des zu erreichenden Zieles verbindlich, überlässt aber den Mitgliedsstaaten die Form und die Mittel der Umsetzung. In Deutschland wurden ihre Ziele mit der 7. Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes in nationales Recht umgesetzt [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011, Kapitel 3.1.1].

3.1.1.2 Sonstige relevante EU-Richtlinien

Weitere Richtlinien der EU für die Niederschlagsbewirtschaftung sind die Grundwasserrichtlinie [EU-RICHTLINIE 2006/118/EG], die Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser [EU-RICHTLINIE 91/271/EWG] und die Richtlinie über gefährliche Stoffe [EU-RICHTLINIE 2006/11/EG].

3.1.2 Recht der Bundesrepublik Deutschland

In den vergangenen Jahren haben sich im Bereich des deutschen Umweltrechts auf der rechtlichen Ebene des Bundes einige wesentliche Änderungen vollzogen. Dabei sind die Föderalismusreform 2006 sowie das Scheitern des Umweltgesetzbuchs im Jahre 2009 besonders hervorzuheben.

Vor der Föderalismusreform 2006 verfügte der Bund nach Art. 75 Absatz 1 Nr. 4 GG nur über die Rahmengesetzgebungskompetenz auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft. Diese wurde infolge der Föderalismusreform aufgelöst und in die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz nach Art. 74 Absatz 1 Nr. 32 GG überführt [MEYERHOLT, U. 2010: 269]. Damit können nun die Länder gemäß Artikel 72 Absatz 3 Nr. 5 GG vom Bundesrecht abweichen, wenn es sich nicht um stoff- oder anlagenbezogene Regelungen handelt. Dadurch wurde eine Novellierung des Wasserrechts notwendig [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011, Kapitel 3.1.1]. Das novellierte Wasserhaushaltsgesetz ist am 01.03.2010 in Kraft getreten, wodurch der Bund nach der neuen konkurrierenden Gesetzgebungskompetenz das Recht in Anspruch nimmt, Vollregelungen im Wasserrecht zu erlassen. Den Ländern stehen dennoch erhebliche Ausgestaltungsspielräume im Gewässerschutzrecht zu [MEYERHOLT, U. 2010: 270].

Durch die Neuregelung ist nun das Wasserhaushaltsgesetz systematischer und einheitlicher aufgebaut. Zudem schafft es die Voraussetzung für eine bundesweit einheitliche Umsetzung des EG-Wasserrechts.

Die bedeutendsten Gesetze und Verordnungen des Bundes bezüglich der Verkehrsstraßenentwässerung sind neben dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und der Abwasserverordnung auch das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) bzw. die

Bodenschutzverordnung. Allerdings existieren bislang noch keine rechtlichen Zielgrößen und Anforderungen an die Einleitung von Niederschlags- bzw. Straßenoberflächenabflüssen in Grund- und Oberflächengewässer [UHL, M. et al. 2010: 52].

3.1.2.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Das Wasserhaushaltsgesetz [WHG, 2009] ist die bundesrechtliche Grundlage des Wasserrechts in der Bundesrepublik Deutschland. Zweck des Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen [WHG, 2009, §1].

Nach §8 WHG bedarf die Benutzung eines Gewässers der Erlaubnis oder der Bewilligung durch die Behörde. Vergleicht man die Tatbestände für eine Benutzung in §9 WHG wird deutlich, dass die Straßenentwässerung bei der Direkteinleitung in ein Gewässer ebenfalls zu einer gewollten Nutzung zählt. Hierbei spielen vor allem die Punkte „Einbringen und Einleiten von Stoffen in Gewässer“ sowie „das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser“ nach § 9 WHG eine tragende Rolle.

Für das Einleiten von Niederschlagswasser in das Grundwasser durch schadlose Versickerung bedarf es nach § 46 Abs. 2 WHG keiner wasserrechtlichen Erlaubnis, soweit dies in einer Rechtsverordnung bestimmt ist. Eine solche Rechtsverordnung wurde noch nicht erlassen, jedoch ermöglicht §46 Abs. 3 WHG, dass Landesregelungen weitere Fälle von der Erlaubnispflicht ausnehmen [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011, Kapitel 3.1.1]. Einige Bundesländer, u.a. Nordrhein-Westfalen, haben dieses Recht wahrgenommen und eigene Erlasse verabschiedet.

Gemäß § 54 WHG Abs. 1 Nr. 2 wird neben Schmutzwasser auch das „[...] aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)“ als Abwasser definiert. Das anfallende Niederschlagswasser soll nach § 55 Abs. 2 WHG vorrangig ortsnahe versickert, verrieselt oder direkt oder

über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden. Damit wird deutlich, dass das neue Wasserhaushaltsgesetz [WHG 2009] die Trennkanalisation einer Mischkanalisation klar vorzieht.

Für Abwassereinleitungen gilt seit der Änderung des WHG 1996 nicht mehr die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ als technisches Anforderungsniveau, sondern gemäß § 57 Abs. 1 WHG der „Stand der Technik“ [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011, Kapitel 3.3.1]. Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser darf nur dann erteilt werden, „wenn die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist und wenn die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften [...] vereinbar ist“ [WHG 2009: § 57 (1) Nr. 1 und 2].

3.1.2.2 Abwasserverordnung (AbwV)

In der Abwasserverordnung vom 17. Juni 2004 [AbwV, 2004] werden die im WHG geforderten Mindestanforderungen (Stand der Technik) für das Einleiten von Abwasser in Gewässer im Rahmen der kommunalen Abwasserbehandlung bestimmt [SOMMER 2007, S. 11]. Die Verordnung enthält insgesamt 57 Anhänge mit spezifischen Regelungen für häusliche Abwässer sowie verschiedene Industriebranchen [AbwV, 2004]. Prinzipiell gelten die aufgeführten Grenzwerte für alle Abwasserbehandlungsanlagen, demnach auch für Regenwasserbehandlungsanlagen. Jedoch liegt der Verordnung kein „Anhang Niederschlagswasser“ bei, sodass bislang konkrete Aussagen zur Misch- und Regenwasserbehandlung fehlen [SOMMER, H. 2007: 11]. Seit einigen Jahren ist ein entsprechender Anhang in Erarbeitung, allerdings ruht derzeit das Verfahren [SIEKER, H. 2010: Folie 16].

3.1.2.3 Abwasserabgabengesetz (AbwAG)

Das Abwasserabgabengesetz [AbwAG 2005] regelt die Pflicht, für das Einleiten von Abwasser in Gewässer Abgaben zu zahlen. Nach § 2 Abs. 1 AbwAG wird unter

Abwasser im Sinne des Gesetzes neben Schmutzwasser auch Niederschlagswasser aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen verstanden. Hierbei muss beachtet werden, dass Einleitungen von Niederschlagswasser in Gewässer nur abgabepflichtig werden, wenn sie als Indirekteinleitung mittels einer öffentlichen Kanalisation erfolgen. In diesem Fall findet das WHG keine Anwendung [MEYERHOLT 2010, S. 286].

3.1.2.4 Bodenschutzgesetz (BBodSchG)

Mit dem Erlass des Bundesbodenschutzgesetz [BBodSchG 1998], das am 1. März 1999 in Kraft getreten ist, hat der deutsche Gesetzgeber dem Medium Boden im Vergleich zum Medium Luft und Wasser erst spät ein eigenständiges gesetzliches Regelwerk gewidmet [MEYERHOLT, U. 2010: 293]. Es bezweckt, die Funktionen des Bodens hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit nachhaltig zu sichern und wiederherzustellen. *„Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen“*(BBodSchG 1998, §1). Das BBodSchG schützt den Boden oberhalb und unterhalb des Grundwasserspiegels sowie die zum Boden gehörende Bodenlösung (Haft- und Sickerwasser); das Grundwasser selbst wird vom WHG geschützt.

Da die Versickerungs- und Entwässerungsmaßnahmen von Straßenverkehrsflächen den Boden im Hinblick auf den Bodenwasser- und Stoffhaushalt beeinflussen können, ist sofern auch das BBodSchG bei der Straßenoberflächenentwässerung zu beachten [SOMMER, H. 2007: 13].

3.1.2.5 Bodenschutzverordnung (BBodSchV)

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [BBodSchV, 1999] konkretisiert und ergänzt das BBodSchG mit Ausführungsbestimmungen, mit Anforderungen an den vorsorgenden Bodenschutz sowie mit Anforderungen an die Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten. Des Weiteren enthält die BBodSchV für den Bereich des vorsorgenden Bodenschutzes Prüfwerte zur

Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser [SOMMER, H. 2007: 13]. Bei der Einleitung von Niederschlagswasser in das Grundwasser durch eine Versickerung im Boden werden oftmals hilfsweise die Prüfwerte der BBodSchV angewendet. So dürfte Niederschlagswasser, nach dem Entwurf des „Anhang Niederschlagwasser“ der AbwV 2009, nur versickert werden, wenn der Oberflächenabfluss bzw. die Ablaufwerte einer Behandlungsanlage die Prüfwerte der BBodSchV einhalten [UHL, M. et al. 2010: 52].

Dadurch wird deutlich, dass die BBodSchV auch hinsichtlich der Versickerung von Straßenoberflächenwasser, z. B. bei der Versickerung von Straßenoberflächenwasser über die Böschung bzw. über Mulden, von Bedeutung ist.

3.1.2.6 Sonstige gesetzliche Regelungen

Neben den genannten gesetzlichen Regelungen können noch das Bundesnaturschutzgesetz [BNatSchG 2009] und das Baugesetzbuch [BauGB 2004] für die Verkehrsstraßenentwässerung relevant werden.

Nach § 1 des Gesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege [BNatSchG 2009] soll Natur und Landschaft im besiedelten und unbesiedelten Raum geschützt, gepflegt, entwickelt und soweit erforderlich wiederhergestellt werden. Ein bedeutendes Instrument des BNatSchG ist die in Kapitel 3 (§§ 13-19) geregelte Eingriffsregelung. Hiernach soll der Verursacher eines Eingriffs in Natur und Landschaft vermeidbare Beeinträchtigungen unterlassen sowie unvermeidbare Beeinträchtigungen ausgleichen oder ersetzen. Eingriffe im Sinne des Gesetzes *„sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegel, die die Leistungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können“* (§ 14 Abs. 1 BNatSchG).

3.1.3 Recht in den Bundesländern

3.1.3.1 Baden-Württemberg

Die Gemeinden in Baden-Württemberg sind laut Wassergesetz [WG 2005] von der Abwasserbeseitigung ausgenommen, welches auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen außerhalb der Ortsdurchfahrten anfällt [s. § 45b (2) Nr. 1]. Daher kommt den jeweiligen Trägern der Straßenbaulast diese Aufgabe zu. Um eine angestrebte schadlose Versickerung zu bewerkstelligen [s. § 45b (3)], hat das Umweltministerium genauere Reglementierungen in einer „Verordnung über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser“ [UMBW, 2007] erlassen.

So darf Niederschlagswasser erlaubnissfrei versickern oder in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden, wenn es von Straßen außerhalb geschlossener Ortslagen und nicht von Parkplätzen oder von mehr als zweistreifigen Straßen stammt [s. § 2 (1) Nr. 3]. Eine schadlose Beseitigung des Oberflächenwassers soll mit einer flächigen oder in Mulden geführten Versickerung, über eine min. 30 cm mächtige bewachsene Bodenzone erreicht werden. Zudem soll das Niederschlagswasser, vor der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer möglichst zurück gehalten werden (Regenrückhaltebecken) [s. § 2 (2)]. In Wasserschutzgebieten der Zone I und II und auf Flächen mit schädlicher Bodenveränderung [s. § 3] darf Niederschlagswasser nicht ohne Erlaubnis dezentral versickert werden.

Die Anlagen zur dezentralen Niederschlagsbehandlung sind entsprechend den anerkannten Regeln der Technik herzustellen, zu unterhalten und zu betreiben [s. § 3 (3)].

Diese Grundsatzanforderung an das Behandlung von Abwässern nach dem Stand der Technik (§ 7 a WHG) und die Einleitung in Oberflächengewässer (§ 32 (2) WHG) und in das Grundwasser (§ 48 (1) WHG), wird in Baden-Württemberg auf Grundlage des § 43 (2) Nr. 3 WG mit den „Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ ergänzt und mit der „Verwaltungsvorschrift über die Beseitigung von Straßenoberflächenwasser (VwV- Straßenoberflächenwasser)“ verbindlich eingeführt.

Mit den „Technischen Regeln“ wird eine Zusammenstellung fachlicher Grundlagen, auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse angestrebt und Hinweise zu den rechtlichen Grundlagen gegeben. Es sollen möglichst wirtschaftliche Lösungen bei der Behandlung von Straßenoberflächenwasser, unter der Beachtung der rechtlichen Anforderungen erzielt werden, die in der Planung und beim Bau von Anlagen zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser anzuwenden sind.

In den „Ergänzenden Festlegungen für die Anwendung der RiStWag“ werden abweichende Regelungen zur RiStWag aufgeführt und an die Verhältnisse in Baden-Württemberg angepasst. Diese Anpassungen erfolgen aufgrund weiterer Erfahrungen des Landes *„über das Gefährdungspotential des Straßenverkehrs und die Auswahl und Bemessung von Behandlungsanlagen für das Straßenoberflächenwasser“* [IMBW u. UMBW 2008c: 1].

In der VwV- Straßenoberflächenwasser werden Grundsätze und Ziele aufgeführt, die bei „Neubauten von Straßen und Änderungen von nicht unwesentlicher Bedeutung“ anzuwenden sind [IMBW u. UMBW 2008a: 2]. Straßenoberflächenwasser ist demnach grundsätzlich, vor der Einleitung in ein Gewässer zu behandeln.

Eine übersichtliche Auflistung der oben genannten Vorschriften, Technischen Regeln und Festlegungen findet sich in der Tabelle „Regelungen für die Einleitung und die Behandlung von Straßenoberflächenwasser auf Bundes- und Länderebene“ im Anhang dieser Arbeit.

Da in Baden-Württemberg „weitere Erfahrungen“ über das Gefahrenpotential des Straßenverkehrs sowie die Auswahl und die Bemessung von Behandlungsanlagen vorliegen [IMBW u. UMBW 2008c], werden abweichende Regelungen zur RiStWag getroffen und im Folgenden zusammenfassend¹¹ kurz aufgeführt:

1) Zu den Kapiteln 5.3 und 5.4 der RiStWag:

- In WSG-Zone III bei bis zu 5.000 Kfz/24h darf Niederschlagswasser i. d. R. breitflächig über Bankette und Böschungen abfließen und versickern

¹¹ zum Teil direkter Wortlaut oder sinngemäß verkürzt

- Bei 5.000 Kfz/d kann auf bautechnische Maßnahmen verzichtet werden (Abdichtung der Böschung und Mulden/Sammlung in separaten Anlagen)
- bestimmte Vorhaben, insbesondere Versickerungsanlagen können im Einzelfall in WSG-Zone II u. III von den Verboten befreit werden
 - Anforderungen an die einzureichenden Unterlagen¹²
 - Eventuell zusätzliche Auflagen (techn. Ausführung, Überwachung der Anlage)

2) Zu Kapitel 6.2.3:

- Standfestigkeit der Bankette sollen auch mögliche Versickerung im Bankettbereich minimieren (Mineralbeton statt Schotterrasen, alternativ: Füllboden unter Bankett als Filterschicht)

3) Zu Kapitel 6.2.6.1:

- Änderung (Tab 3) der Klassengrenze von 2000 Kfz auf 5000 Kfz (DTV)

4) Zu Kapitel 6.2.6.2:

- Abweichung von der Bestimmungen für die Beschaffenheit des Oberbodens (RiStWag 2002 nach ATV-DVWK-A 138)
 - Am unteren Fahrbahnrand ist ein pH-Wert von 7 sicher zu stellen
 - Bei einem pH-Wert < 6 können alternativ zur Kalkung auch Filterschichten eingebaut werden (20 cm carbonathaltiger Sand mit mind. 5 % Kalziumcarbonat); Abdeckung mit Oberboden (wenige cm, Einsaat)

5) Zu den Kapiteln 6.2.6.3 und 6.2.6.4:

- Anforderungen an den Oberboden/Filterschicht aus Nr. 4 gelten auch für diese Kapitel

¹² - Vergleich (Wirkungen und Gesamtkosten) mit Alternativlösungen (z. B. Ausleitung aus dem Wasserschutzgebiet)
- Verschmutzungspotential der Herkunftsflächen (insbesondere Verkehrsbelastung)
- Reinigungsleistung der Behandlungsanlage
- Auswirkung von Unfällen
- Empfindlichkeit des Grundwasserleiters
- Mächtigkeit und Beschaffenheit der Deckschichten
- Fließzeit bis zur Wasserfassung

6) Zu Kapitel: 6.4.1:

- Die RiStWag verweist bei der Auswahl der Behandlungsanlagen auf das ATV-DVWK Merkblatt 153. In Baden-Württemberg wird ein eigenes Bewertungsverfahren eingesetzt.
 - Auch grundsätzlich für die Einleitung in das Grundwasser anzuwenden

7) Zu Kapitel 8.1:

- Das geeignete Behandlungsverfahren ist nach dem Bewertungsverfahren zu ermitteln.

8) Zu Kapitel 8.2:

- Zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist neben der RAS-EW (nach RiStWag) auch das ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 138 anzuwenden.

9) Zu den Kapiteln 8.3 und 8.4:

- Absetzanlagen sind in Baden-Württemberg als Regenklärbecken mit Vorentlastung auszuführen. Sie werden mit einer Oberflächenbeschickung von 7,5 m/h und für einen kritischen Regenabfluss ausgelegt.

10) Zu Kapitel 8.4:

- Abweichend von der nach RiStWag 2002 möglichen Bandbreite von 10 bis 30 m³ kann der Auffangraum für Leichtflüssigkeiten grundsätzlich auf 5 m³ reduziert werden.

3.1.3.2 Bayern

Das Bayerische Wassergesetz [BayWG 2010] wurde mit der Novellierung des WHG neu konzipiert und ist seit dem 1. März 2010 für zwei Jahre gültig. Dabei werden in Artikeln zusätzliche Regelungen und teilweise Abweichungen zu den §§ des WHG getroffen.

Für den Bereich des Abwassers werden in Art 34 die zur Abwasserbeseitigung verpflichteten Personen bestimmt. Nach Absatz 3 sind „die Träger öffentlicher Verkehrsanlagen anstelle der Gemeinden für die Abwasserbeseitigung zuständig *„soweit sie nach anderen Vorschriften zur Entwässerung verpflichtet sind und es sich nicht um die Abwasserbeseitigung von bebauten Grundstücken handelt.“*

In Bayern werden in der „Niederschlagswasserfreistellungsverordnung“ [NWFreiV, 2008] und in den „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer“ [TRENOG 2008], weitergehende Bestimmungen zur Behandlung von Straßenabwässern getroffen.

Nach der NWFreiV darf gesammeltes Niederschlagswasser von Kreis- u. Gemeindestraßen mit mehr als zwei Fahrstreifen, sowie von planfeststellungsrechtlichen Straßen, nicht erlaubnisfrei versickert werden [s. § 2 Nr. 2 u. 3]. In den TRENOG werden auch *„Kreis- und Gemeindestraßen mit höheren Verkehrsaufkommen“* (5.000 Kfz/24 h) aufgeführt [s. Ziffer 3.2]. Zudem werden genauere Bedingungen genannt, unter denen nicht in Fließ- oder Stillgewässer eingeleitet werden darf [ebd. Ziffer 4.6]. Ist eine Einleitung trotz dieser Bedingungen nicht zu vermeiden, darf das Niederschlagswasser von Verkehrsflächen mit geringem Verkehrsaufkommen (bis 300 Kfz/24 h) nur nach einer vorherigen Reinigung (50 m langer Graben, Sand- o. Bodenfilter, Absetzbecken o.ä.) eingeleitet werden [ebd.]. Bei Verkehrsflächen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von 300-5.000 Kfz/24 h werden zusätzlich zu den in Ziffer 4.6 genannten Bedingungen weitere Anforderungen an die von der Einleitung betroffenen Gewässer bestimmt [s. ebd. Ziffer 4.7].

3.1.3.3 Bremen

In Bremen ist nach § 45 Abs. 4 Nr. 1 der Träger öffentlicher Verkehrsanlagen für die Beseitigung des dort anfallenden Niederschlagswasser verpflichtet. Neben dem Bremischen Wassergesetz [BremWG 2011] existieren keine weiteren Regelungen für die Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen. Jedoch hat der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa die Informationsbroschüre „RegenWasser – natürlich.dezentral.bewirtschaften“ herausgegeben [SUBVE 2010]. Nach dieser sind verschmutzte Abflüsse von hoch frequentierten Verkehrsflächen vorrangig über den bewachsenen Oberboden zu versickern. Explizit bei Neubaumaßnahmen von Straßen ist auf den Einsatz dieses Verfahrens zu achten. Der Oberboden sollte bei stärkerer Verschmutzung eine Mächtigkeit von 30 cm betragen. Des Weiteren darf der Boden nicht durch Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen belastet sein [SUBVE 2010:14].

Vor einer Gewässereinleitung von verschmutzten Verkehrsabflüssen sind diese durch Regenklärbecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken und Tauchwand zu behandeln. Einige Anlagen werden mit einer nachgeschalteten Pflanzbeet- oder Bodenfilterstufe ausgestattet [SUBVE 2010: 16].

3.1.3.4 Hamburg

Der Stadtstaat Hamburg hat zusätzlich zum geltenden Hamburgischen Wassergesetz [HWaG 2005] einen Leitfaden zur Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation [BSU 2010] veröffentlicht, welcher sich u. a. mit der Behandlung von Straßenoberflächenwasser beschäftigt. Ferner hat die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg eine Entwurfsrichtlinie erlassen, die Aussagen zum Ableiten des Oberflächenwassers von Straßenverkehrsflächen macht. Jedoch bezieht sich diese überwiegend auf innerörtliche Verkehrsflächen.

Das auf öffentlichen Flächen anfallende Niederschlagswasser wird in dem oben erwähnten Leitfaden nach Herkunft und Belastung in unterschiedliche Belastungsklassen gegliedert. Dabei gelten ein Vermischungsverbot von

unterschiedlich belastetem Niederschlagswasser und ein Vorzug von dezentralen Behandlungsweisen am Ort des Niederschlagsanfalls. Die Belastungseinteilung setzt sich aus den Klassen gering, mittel und stark verschmutzt zusammen. Als mittel verschmutzt gilt Oberflächenwasser von Straßen mit einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsbelastung (DTV) von <15.000 Kfz/24h. Dieses ist grundsätzlich mindestens einfach mechanisch sowie mit einem vorgeschalteten Leichtstoffabscheider zu behandeln. Oberflächenwasser von Straßen mit einer DTV von >15.000 Kfz/24 ist im Allgemeinen als stark verschmutzt einzustufen und bedingt zuzüglich zu der einfachen mechanischen Behandlung eine weitergehende Reinigungsstufe in Form von Filtrationsanlagen [BSU 2010: Ziffer 1, 3 und 4].

3.1.3.5 Hessen

Das Hessische Wassergesetz [HWG 2010] gilt nach § 1 Abs. 1 auch *„für das aus Niederschlägen stammende Wasser, soweit es gefasst und gesammelt wird oder wild abfließt“*. Weiter heißt es, dass Straßengräben als Bestandteil von Straßen ausgenommen sind, soweit sie von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung sind [ebd. Abs. 2].

Die Abwasserbeseitigungspflicht entfällt nach § 37 Abs. 3 für das Niederschlagswasser, das von öffentlichen Verkehrsflächen abfließt und für Abwässer, deren Einleitung wasserrechtlich erlaubt ist.

Darüber hinaus werden in Hessen keine weiteren spezifischen Reglementierungen über den Umgang mit Straßenoberflächenabflüssen getroffen. Als Besonderheit ist jedoch die „Verordnung über das Einleiten oder Einbringen von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentliche Abwasseranlagen“ zu nennen [Indirekteinleiterverordnung-IndVO]. Nach § 4 müssen Anlagen bei denen betriebsmäßig mineralölhaltiges Abwasser anfällt, alle 2,5 Jahre [IndVwV Anlage 2.4.6.1] von einem Sachverständigen überprüft werden. In Thüringen gelten diese Vorgaben ebenfalls [s. KS 2011].

3.1.3.6 Niedersachsen

In Niedersachsen gilt das am 19. Februar 2010 erlassene Niedersächsische Wassergesetz [NWG 2010]. Danach sind laut § 96 Abs. 3 Nr. 2 des Niedersächsischen Wassergesetzes die Träger öffentlicher Verkehrsanlagen anstelle der Gemeinde zur Entwässerung ihrer Anlagen verpflichtet.

Zur rechtlichen Situation bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser in Niedersachsen fehlen uns detailliertere Informationen, da zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Projektes (Juli/August 2011) der Fachbereich Straßenentwässerung und Wassertechnik der niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr nicht besetzt ist. Auch weiterführende Recherchen, u. a. bei der Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH mit Sitz in Hannover, konnten keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden.

3.1.3.7 Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen sind neben dem „*Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen*“ [LWG NRW 1995] in der Fassung vom 26.06.1995 verschiedene technische Regeln für die Niederschlagsentwässerung in Form von Verwaltungsvorschriften erlassen worden. Dazu zählen der Runderlass „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetz“ [MUNLV-NRW 1998], der Runderlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ [MUNLV-NRW 2004] und der Runderlass „Entwässerungstechnische Maßnahmen an Bundesfern- und Landstraßen“ [MBV-NRW u. MUNLV-NRW 2010]. Als Verwaltungsvorschrift erhalten diese technischen Regeln in NRW Rechtsverbindlichkeit. Des Weiteren stellt der von dem Landesbetrieb Straßenbau NRW erarbeitete „Planungsleitfaden Straßenentwässerung und Gewässerschutz“ [LANDESBETRIEB STRAßENBAU NRW 2011] eine interne Arbeitshilfe bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser dar. Überdies werden die Bestimmungen der RAS-Ew und der RiStWag herangezogen.

Nach § 3 Abs. 1 des LWG NRW gelten Anlagen zur Ableitung von Niederschlagswasser und zur Straßenentwässerung dienende Seitengräben nicht als Gewässer. Die Beseitigungspflicht von Straßenoberflächenwasser, welches außerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile anfällt unterliegt nach § 53 Abs. 3 LWG NRW dem Träger der Straßenbaulast.

Infolge der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetz 2009 ist eine Gesamtnovellierung des Landeswassergesetzes NRW erforderlich und befindet sich derzeit (Juni 2011) in Bearbeitung. Damit das bewährte Landeswasserrecht nicht außer Kraft tritt, wurde am 10.03.2010 das Vorschaltgesetz „Gesetz zur Änderung des Landeswassergesetz, [...] in Nordrhein-Westfalen“ beschlossen. Dieses regelt einzelne, besonders bedeutsame Bereiche des Landeswassergesetz und führt diese fort [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011: Kapitel 3.1.1].

Gemäß §51a LWG NRW und dem Runderlass „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß §51a des Landeswassergesetzes“ [MUNLV-NRW 1998] wurde eine gesetzliche Grundpflicht zur Versickerung oder Verrieselung vor Ort bzw. ortsnahe Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer eingeführt. Dabei erfolgt die ortsnahe Einleitung gemäß § 51a des LWG NRW grundsätzlich im Trennverfahren [MUNLV-NRW 1998, Ziffer 1]. Des Weiteren ist die nicht zielgerichtete flächenhafte Versickerung von Straßenoberflächenwasser über die Böschung oder die angrenzenden Flächen mit belebter Bodenzone nach o.g. Runderlass erlaubnisfrei [LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW 2011: Kapitel 3.1.3.3.3].

Eine Versickerung von Straßenabflüssen ist nur bei einer hinreichenden Durchlässigkeit des Bodens (k_f -Wert zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $5 \cdot 10^{-6}$), einem Grundwasserflurabstand von mindestens 1m sowie bei Böden ohne Vorbelastung durch Altablagerungen und Altlasten zulässig. Grundsätzlich sollen Gewässer- und Gewässerabschnitte mit hoher ökologischer-funktionaler Bedeutung oder mit hohem Schutzbedürfnis frei von Einleitungen gehalten werden. Bei Versickerungen und Einleitungen in Wasserschutzgebieten sind die Regelungen der RiStWag anzuwenden [MUNLV-NRW 1998: Ziffer 11].

Um den Aufwand für die Straßenoberflächenwasserbehandlung zu mindern, haben Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen grundsätzlich Vorrang. Die notwendige Behandlung ist nach dem Emissionsprinzip der verkehrlichen Nutzung der Straße abzuleiten. Im Sinne des Immissionsprinzips können weitergehende Maßnahmen zur Behandlung und Rückhaltung erforderlich werden. Dabei kann die gewässerbezogene Immissionsbetrachtung in Einzelfälle und mit Einvernehmen der Aufsichtsbehörde auf Grundlage des BWK-Merkblattes M3 erfolgen [UHL, M. et al. 2006b: 14f.].

Nach den Runderlassen „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes“ und „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ wird das Niederschlagswasser nach dessen Behandlungsbedürftigkeit in die Kategorien unbelastet, schwach belastet und stark belastet eingestuft. Oberflächenabflüsse von Fuß-, Rad- und Wohnwegen ohne Stoffeinträge durch angrenzende Straßen gelten als unbelastetes Niederschlagswasser und erfordern keine Behandlungsmaßnahme. Schwach belastete Straßenoberflächenabflüsse von außerörtlichen Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von etwa 2.000 Kfz/d können über die belebte Bodenzone versickert oder mit einer vorgeschalteten Behandlung in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Als stark belastete Niederschlagsabflüsse gelten u.a. Abflüsse von außerörtlichen Straßen mit einem Verkehrsaufkommen ab etwa 15.000 Kfz/d, Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen und bedürfen grundsätzlich einer dem Grad der Belastung entsprechenden Behandlung. Eine Versickerung dieser Abflüsse ist nur von außerörtlichen Hauptverkehrsstraßen und Fernstraßen sowie unter Vorschaltung von Anlagen zur Minimierung des Schadstoffeintrages zulässig. [UHL, M. et al. 2006b: 18; MUNLV-NRW 1998: Ziffer 12 und MUNLV-NRW 2004: Ziffer 2.2].

3.1.3.8 Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz bestehen neben dem Landeswassergesetz [LWG 2004] keine weiteren rechtlichen Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung auf Straßen. Jedoch priorisiert Rheinland-Pfalz einen naturnahen Umgang mit Niederschlagswasser [s. MUF 2004].

Der Geltungsbereich des LWG klammert Straßenseitengräben aus, sofern diese Bestandteil öffentlicher Straßen sind und nicht der Vorflut der Grundstücke anderer Eigentümer dienen.

Ein schadloses Einleiten von Niederschlägen ist auf öffentlichen Straßen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslage nach § 36 (4) gegeben. Von dieser Befreiung sind Fahrbahnen und Parkplätze öffentlicher Straßen mit mehr als zwei Fahrspuren ausgenommen. Besondere Beachtung gilt ebenfalls den *„Fassungsbereichen und engeren Schutzzonen von Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten, Naturschutzgebieten, Quellen und deren unmittelbarer Umgebung und Gewässern oder Gewässerabschnitten mit der Gewässergüteklasse.“* Hier ist ein schadloses Einleiten nur möglich wenn die Einleitstellen außerhalb dieser Gebiete liegen.

In § 53 (1) werden besondere Beseitigungspflichten beschrieben. Der Träger der Verkehrsanlagen ist hier für die Beseitigung der Niederschlagsabflüsse von öffentlichen Verkehrsanlagen verpflichtet, welches außerhalb bebauter Ortsteile anfällt.

3.1.3.9 Saarland

Nach dem Saarländischen Wassergesetz [SWG 2004] soll Niederschlagswasser gleichlautend zum WHG möglichst vor Ort genutzt oder versickert, verrieselt oder in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden, wenn dadurch keine Beeinträchtigungen für das Allgemeinwohl entstehen und die Niederschlagswasserbeseitigung nicht der Abwassersatzung einer Gemeinde vorbehalten ist [s. § 49a Abs. 1]. Zudem müssen die erforderlichen Anlagen dem allgemeinen anerkannten Regeln der Technik entsprechen [ebd.]. Nach Absatz 4

gelten die eben genannten Verpflichtungen nicht für Niederschlagswasser, das in der vorhandenen Kanalisation gemischt mit Schmutzwasser einer öffentlichen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt wird, wenn der angestrebte Erfolg zum benötigten Aufwand aus technischer und wirtschaftlicher Sicht in keinem Verhältnis steht.

Spezifische Reglementierungen über den Umgang mit Abflüssen von Straßenoberflächen werden nicht getroffen.

Die Zuständigkeit zur Abwasserbeseitigung liegt bei dem Träger öffentlicher Verkehrsanlagen, soweit es sich um Niederschlagswasser handelt [§ 50b (3)].

3.1.3.10 Schleswig-Holstein

Neben dem „Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein“ [LWG SH 2008] kommen in Schleswig-Holstein bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser zuzüglich die vom Umweltministerium des Landes Schleswig-Holstein herausgegebenen technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation [MLUR SH 1992] sowie das Merkblatt 2 „Hinweise zur Bewertung hydraulischer Begrenzungen in Fließgewässern bei Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalisation“ [MLUR SH 2002] zur Anwendung. Letzteres konkretisiert die Anforderungen an die Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalisationen in Fließgewässer, um nicht nur die Schädlichkeit sondern auch die Menge nach dem Stand der Technik zu begrenzen. Des Weiteren gelten die Regelungen der RAS-Ew sowie der RiStWag für den Bau und Entwurf von Entwässerungsanlagen an Straßen. Beseitigungspflichtig für Straßenoberflächenwasser, das außerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortslagen auf öffentlichen Verkehrsanlagen anfällt, ist in Schleswig-Holstein nach § 31 Abs. 5 LWG SH der Träger der Anlagen.

Die technischen Bestimmungen des schleswig-holsteinischen Umweltministeriums dienen dem Schutz der Gewässer vor vermeidbaren Beeinträchtigungen durch Niederschlagseinleitungen aus Trennkanalisationen. Das von befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser wird nach diesen Bestimmungen anhand der

Herkunftsflächen in gering, normal oder stark verschmutzt klassifiziert. Dabei sollen stark verschmutzte Abflüsse möglichst getrennt abgeleitet werden. Oberflächenabflüsse von Hauptverkehrsstraßen werden lediglich als normal verschmutzt eingestuft und sind mindestens in einem Regenklärbecken oder durch eine Muldenentwässerung zu behandeln. Bei Einleitungen in das Grundwasser ist das Niederschlagswasser grundsätzlich über den bewachsenen Oberboden zu versickern [MLUR 1992: Ziffer 3.2, 5.2, 5.4 sowie 8].

3.2 Regelwerke und Normen

Unter technischen Regeln bzw. Normen werden Empfehlungen und technische Vorschläge von Fachverbänden oder –vereinen verstanden, die eine bestimmte Lösung zur Einhaltung eines Gesetzes, einer Verordnung oder eines technischen Ablaufes darbieten. Jedoch sind sie keine Rechtsnormen, wodurch sie nicht zwangsläufig den Stellenwert eines Gesetzes oder einer Rechtsverordnung besitzen. Technische Regelwerke können aber rechtlich verbindlich sein, wenn in Verordnungen eindeutig auf sie verwiesen wird [SOMMER, H. 2007: 21].

3.2.1 EN-/DIN-Normen

DIN-Normen sind das Ergebnis nationaler, europäischer oder internationaler Normungsarbeit, die von den jeweiligen Ausschüssen des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) und des Europäischen Komitee für Normung (CEN) durchgeführt wird. Auf internationaler Ebene ist dies von der internationalen Normungsorganisation (ISO) abgedeckt.

Die wichtigste Norm für die Ableitung von Straßenoberflächenwasser ist die DIN EN 752 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“ [DIN EN 752, 2008]. Der Anwendungsbereich der DIN EN 752 erstreckt sich auf die Grundstücksentwässerung und die öffentliche Kanalisation bis zum Klärwerk. Des Weiteren ist die DIN EN 858 „Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten“ [DIN EN 858, 2002] zu nennen.

3.2.2 RAS-Vorschriften

Mit der RAS-Ew (Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung) und der RiStWag (Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten) werden durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen für die Straßenentwässerung zwei sehr bedeutsame technische Regelwerke herausgegeben. Dabei ist zu beachten, dass sie für den Bereich der Straßenentwässerung zwar wesentliche, im besonders gelagerten Fällen jedoch nicht abschließende, Grundlagen bilden. Die zuständige Wasserbehörde kann im Rahmen von Beteiligungs- und Erlaubnisverfahren durchaus höhere Anforderungen an den Gewässerschutz stellen. Die fachliche Bewertung folgt hierbei wasserwirtschaftlichen Grundsätzen, die in einschlägigen Regelwerken (z.B. DWA Merkblätter M 153 und A 138) definiert sind.

3.2.2.1 RAS-Ew

Die „Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung“ wurde 2005 neu erarbeitet und beschäftigt sich mit der Planung und dem Entwurf von Straßenentwässerungsanlagen. In den zwölf Abschnitten werden zunächst die Planung und der Entwurf von Entwässerungssystemen sowie die Oberflächenentwässerung von Verkehrsflächen erläutert. Darauf folgend werden die oberirdischen und unterirdischen Anlagen zur Wasserableitung genannt und beschrieben. Abschließend werden geeignete Anlagen zur Behandlung und Rückhaltung des Straßenoberflächenwassers aufgezählt und erläutert.

Gemäß der RAS-Ew ist grundsätzlich eine flächenhafte Versickerung des Straßenoberflächenwassers über die Böschungen oder über die Rasenmulde anzustreben. Voraussetzung dafür ist eine ausreichend große unbefestigte Fläche mit wasserdurchlässigem Boden um das Straßenoberflächenwasser schadlos aufnehmen zu können. Der Oberboden der bewachsenen Bodenzone sollte eine Schichtdicke von ca. 20 cm, bei Straßenböschungen steiler als 1:2 eine Schichtdicke von 10 cm, aufweisen. Um die Durchlässigkeit und Reinigungswirkung gewährleisten zu können ist ein k_f -Wert der Böden von 10^{-3} m/s bis 10^{-5} m/s erforderlich.

Eine offene, oberirdische Entwässerungseinrichtung ist einer geschlossenen, unterirdischen Einrichtung vorzuziehen. Des Weiteren sollte die Entwässerungseinrichtung möglichst naturnah ausgebildet sein [RAS-EW 2005: Ziffer 1.2.3, 1.3.2, 7.1, 7.2.1].

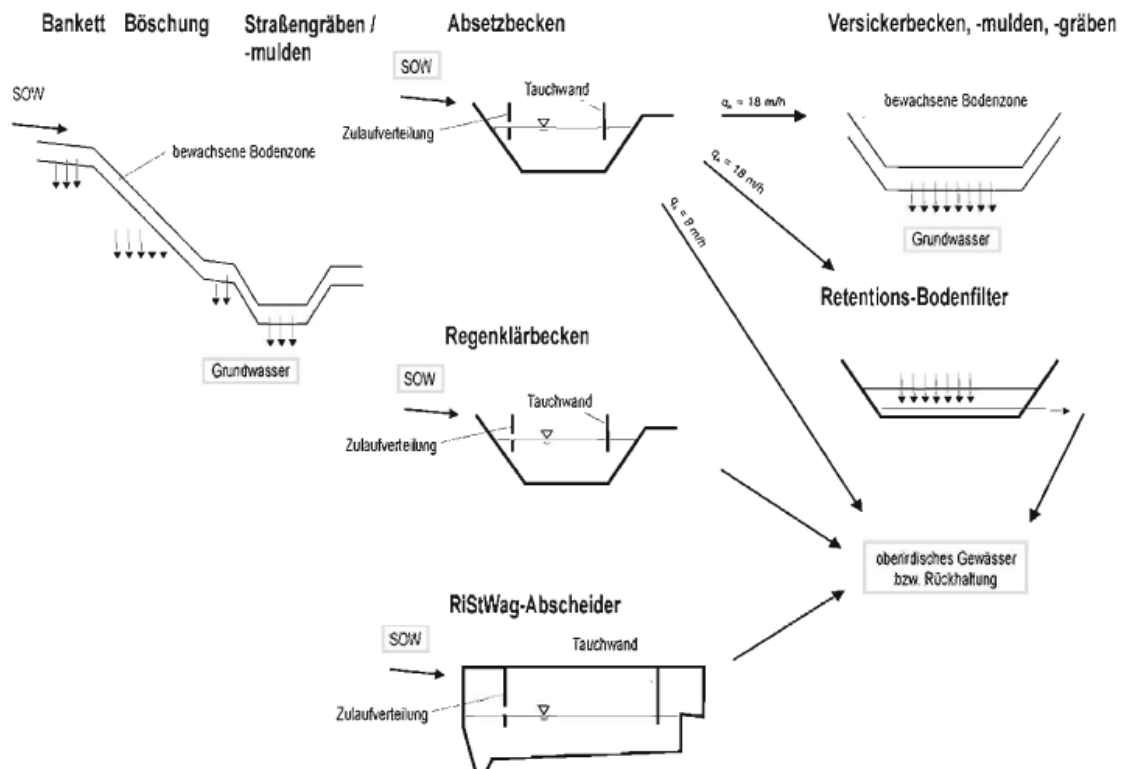


Abb. 8: Varianten zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser nach RAS-Ew [RAS-EW 2005: 43]

Ist eine Versickerung über die Böschung oder die Rasenmulde aus geologischen, hydrologischen, ökologischen oder konstruktiven Gründen nicht möglich, sind eine gesammelte Abführung und eine Versickerung an geeigneter Stelle mittels Versickeranlagen zu bevorzugen. Dafür kommen nach RAS-Ew Versickermulden und –gräben, Versickerbecken und Retentionsbodenfilter in Frage. Diesen Anlagen sollten Sedimentationsbecken in Form von Absetzbecken, Regenklärbecken und Leichtflüssigkeitsabscheider vorgeschaltet werden [RAS-EW 2005: Ziffer 1.2.3, 7.2].

Gemäß RAS-Ew können Oberflächenwasser von Straßen mit weniger als 2000 DTV (Kfz/d) ohne Behandlung in offene Gewässer eingeleitet oder sachgerecht versickert werden. Dagegen sollten Oberflächenwasser von Straßen mit 2000 DTV oder mehr

einer Behandlung zugeführt werden. Als Behandlung zählt auch die sachgerechte Versickerung über die bewachsene Bodenzone [RAS-EW 2005: Ziffer 7.1].

Die Behandlungsbedürftigkeit von Straßenoberflächenwasser steht nach RAS-Ew somit in Abhängigkeit von der Frequentierung der Straße. Sie führt jedoch nicht konkret aus, unter welchen Bedingungen welche der Behandlungsverfahren für den nicht versickernden kritischen Abfluss einzusetzen sind. In Ziffer 7.1 der RAS-Ew heißt es:

„Für die Wahl der geeigneten Entwässerungsmaßnahme ist eine Vielzahl von Einzelkriterien maßgebend. Kriterien hierfür können sein: Menge des gesammelten Oberflächenwassers, Belastung entsprechend der Verkehrsbelastung der Straße, Wasserführung des Gewässers im Verhältnis zur Einleitungsmenge, Biotopqualität des Gewässers, Gewässergüte, Grundwasserflurabstand und Durchlässigkeit sowie Ausbildung des Bodens und der Festgesteine, Schutzbedürftigkeit des Grundwassers.“ (RAS-Ew 2005, Ziffer 7.1)

Insofern ergänzen die einschlägigen Regelwerke der Wasserwirtschaft (z.B. DWA- M 153 sowie DWA A 138) die RAS-Ew.

3.2.2.2 RiStWag

Die „Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten“ [RiStWag 2002] findet bei geplanten sowie um- und auszubauenden Straßen in Wasserschutzgebieten Anwendung. Des Weiteren gilt sie auch für Gebiete, die der öffentlichen Wassergewinnung dienen, für die aber noch keine Schutzzonen festgesetzt worden sind. Zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser in Schutzgebieten wird in der RiStWag zwischen Versickeranlagen, Absetzanlagen und Abscheideranlagen unterschieden. Die aufgeführten bautechnischen Schutzmaßnahmen für das Wasserschutzgebiet richten sich nach der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung, der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Schutzzone I, II oder III und der Verkehrsmenge in DTV.

DTV Kfz	Zone III bzw. III A Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung*			Zone III B Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung*		
	groß	mittel	gering	groß	mittel	gering
< 2 000	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 2
2 000 bis 15 000	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 1	Stufe 1	Stufe 3
> 15 000	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3

Tab. 5: Einstufung von Entwässerungsmaßnahmen in der Schutzzone III [RiStWag 2002: 20]

In der Schutzzone III sind, wie in Tab. 5 dargestellt, Schutzstufen in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung in DTV und der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung definiert. Straßenoberflächenwasser sollte bei der Stufe 1 weitestgehend über den bewachsenen Oberboden, Straßengräben bzw. –mulden oder Versickerbecken versickert werden. Letztere sind in der Stufe 2 nur mit vorgeschalteten Absetzanlagen zulässig. Dagegen ist das Straßenoberflächenwasser der Stufe 3 und 4 in dichten Rohrleitungen oder in abgedichteten Mulden, Gräben oder Rinnen aus dem Schutzgebiet heraus zuleiten. Zur Sammlung des Wassers sind außerdem Hochborde und Straßenabläufe anzuordnen. Weitere Abdichtungen der Böschung sind bei der Stufe 4 vorzusehen [RiStWag 2002: Ziffer 6.2.6].

In der Schutzzone II ist das Versickern des Straßenoberflächenwassers in der Regel nicht zulässig. Es ist zu sammeln und in dichten Rohrleitungen oder Rinnen mit dauerelastischen gedichteten Fugen aus der Zone II heraus zuleiten [RiStWag 2002: Ziffer 6.3.6].

Straßenoberflächenwasser ist nicht in der Schutzzone I, II, oder III in oberirdische Gewässer einzuleiten. Aus zwingenden Gründen können diese dennoch eingeleitet werden, wenn dies das Gewässer nicht nachteilig verändert. Bei Straßen mit einer Verkehrsbelastung von unter 2000 Kfz/d kann auf eine Behandlung verzichtet werden. Straßenoberflächenwasser von Straßen mit einem DTV von 2000 bis 15.000 kann mit Abstimmung der wasserwirtschaftlichen Genehmigungsbehörde ohne vorherige Behandlung eingeleitet werden [RiStWag 2002: Ziffer 6.4.1].

#

#

3.2.3 DWA-Merkblätter/Arbeitsblätter

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) erarbeitet als technisch-wissenschaftlicher Fachverband ein umfassendes Regelwerk mit verschiedenen Merk- sowie Arbeitsblätter für die Siedlungswasserwirtschaft. Diese werden als allgemein anerkannte Grundlage für Planung, Bau und Betrieb von Anlagen der Wasser- sowie Abwasserwirtschaft angesehen. Nachfolgend werden die für die Behandlung von Straßenoberflächenwasser relevanten Merk- bzw. Arbeitsblätter aufgeführt.

3.2.3.1 DWA-Arbeitsblatt A 138

Das DWA-Arbeitsblatt A-138 [DWA-A 138 2005] gibt Hinweise zu „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“. Seit der Überarbeitung im Jahre 2002 ist der Anwendungsbereich des Arbeitsblattes auch auf stärker verunreinigte Niederschlagsabflüsse erweitert worden [KA Nr. 4 2011: 332]. Dabei werden die Abflüsse hinsichtlich einer gezielten Versickerung in unbedenklich, tolerierbar und nicht tolerierbar eingestuft. Die Belastung von Straßenoberflächenabflüsse ist nach DWA-A 138 über die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) zu bewerten [DWA-A 138 2005: Ziffer 3.1.2].

Folgende Versickerungsverfahren werden im DWA-A 138 thematisiert:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Mulden-Rigolen-Element
- Rigolen- und Rohr-Rigolenversickerung
- Schachtversickerung
- Beckenversickerung
- Mulden-Rigolen-Systeme.

Nach Tabelle 1 des DWA-A 138 sind Versickerungen von Straßenoberflächenabflüsse über oberirdische Versickerungsanlagen zu bevorzugen. Nur in Ausnahmefällen ist die unterirdische Versickerung von schwach belasteten Verkehrsflächen zulässig. Damit dennoch Verkehrsflächenabflüsse in Rigolen und Schächten versickert werden können, wurden in den letzten Jahren verschiedene dezentrale Regenwasser-behandlungsmaßnahmen entwickelt. Diese

können auch als Vorstufe vor Versickerungsanlagen Verwendung finden [KA Nr. 4 2011: 336].

Aus Sicht des Bodenschutzes sind die standortspezifischen Eigenschaften des Bodens und aus Sicht des Grundwasserschutzes die Durchlässigkeit, Mächtigkeit sowie die physikalische, chemische und biologische Leistungsfähigkeit des Sickerraums von grundlegender Bedeutung. Die Durchlässigkeit des Sickerraums sollte etwa in einem kf-Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ liegen [DWA-A 138 2005: Ziffer 3.1.3]. Ferner sollte der Sickerraum, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1 m betragen. Dadurch ist eine ausreichend lange Sicker- und Reinigungsstrecke für Niederschlagsabflüsse gewährleistet. Dabei kann der Sickerraum bei geringer stofflicher Belastung der Niederschlagsabflüsse in Ausnahmefällen weniger als 1 m, jedoch nicht weniger als 0,5 m, beziffern [KA Nr. 4 2011: 338].

Die Bemessung von Versickerungsanlagen im Sinne des DWA-A 138 erfolgt auf Grundlage des DWA-A 117 mit einem einfachen Verfahren unter Anwendung einer Kontinuitätsgleichung [KA Nr.5 2011: 443]. Somit wird das gleiche Bemessungsprinzip angewendet, welches auch bei Regenrückhaltebecken Verwendung findet [SOMMER, H. 2007: 25].

3.2.3.2 DWA-Merkblatt M 153

In dem DWA-Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ [ATV-DVWK M 153, 2000] werden Planungshilfen zur Auswahl von Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung dargeboten. Der Anwendungsbereich erstreckt sich über einfache Gewässerverhältnisse, Trennsysteme, modifizierte Entwässerungssysteme und Straßenentwässerungen. Dabei werden die Abflussverschmutzung, die örtlichen Gewässersituation und die Wirksamkeit von Behandlungsmaßnahmen anhand eines Punktbewertungssystems beurteilt [UHL, M. & GROTEHUSMANN, D. o.J.: 1].

Die Abflussverschmutzung setzt sich nach DWA-M 153 aus der Summe der Vorbelastung des Niederschlages aus der Luft sowie der Belastung infolge der

Nutzung oder des Materials der abflusswirksamen Flächen zusammen. In Tabelle 1 und 2 (vgl. Tab. 5) des DWA-M 153 sind die für die jeweiligen Herkunftsbereiche des Regenabflusses festgelegten Bewertungspunkte dargestellt. Als gering belastet sind Abflüsse mit 1 bis 15 Punkten zu bewerten. Dagegen gelten Abflüsse mit über 31 Punkten als stark belastet [ATV-DVWK M 153 2000: Ziffer 5.2 und 5.3.1].

Des Weiteren werden Gewässer hinsichtlich ihrer Belastbarkeit gegenüber Einleitungen von Niederschlagsabflüssen in Gewässertypen differenziert. Auch hier sind den jeweiligen Typen Bewertungspunkte (hier: Gewässerpunkte) zugeordnet. Wenn die Abflussbelastung B größer als die Gewässerbelastbarkeit G ist, so sind in der Regel Behandlungsmaßnahmen erforderlich. Ist hingegen die Gewässerbelastbarkeit G größer als B ist keine Behandlung von Nöten [ATV-DVWK M 153 2000: Ziffer 6.2.1].

Belastung aus der Fläche (F)			
Flächenverschmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
gering	Gründächer	F1	5
	Dachflächen* und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	F2	8
	Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnen-Bereichs von Straßen (Abstand >3m)	F3	12
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		
	wenig befahrene Verkehrsflächen (≤ 300Kfz/24h) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		
mittel	Straßen mit 300 – 5000 Kfz/24h	F4	19
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten**	F5	27
	Straßen mit 5000 – 15000 Kfz/24h		
stark	Pkw-Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechsel	F6	35
	Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung		
	Straßen >15000 Kfz/24h		
	Stark befahrene Lkw-Zufahrten in Gewerbe- Industrie- oder ähnlichen Gebieten	F7	*** 45
	Lkw-Park- und Stellplätze		
* kupfer-, zink- oder bleigedachte Dachflächen: Sonderregelungen			
** Umschlagflächen in Gewerbe- und Industriegebieten sind im Einzelfall zu regeln			
*** Versickerung nur mit Kontrollmöglichkeit nach der Reinigung zulässig			

Tab. 6: Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche nach Tabelle 3 ATV-DVWK M 153
[UHL, M. & GROTEHUSMANN, D. o.J.: 5]

Als Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung werden im DWA-M 153 die Versickerung über die Bodenpassage, Filteranlagen, Sedimentationsanlagen und chemisch-physikalische Verfahren aufgeführt. Die Beschränkung auf einzelne Verfahrenstypen ist als Nachteil anzusehen, da das Schema für neuere Behandlungsmethoden nicht übertragbar ist [SOMMER, H. 2007: 26].

3.2.3.3 DWA-Arbeitsblatt A 166

Das Arbeitsblatt „Bauwerke zur zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“ [ATV-A 166 1999] enthält Hinweise zum Bau von Regenbecken nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Dabei umfasst der Begriff „Regenbecken“ Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und der Regenwasserrückhaltung im Misch- und Trennsystem. Dazu gehören Regenüberlaufbecken im Mischsystem, Stauraumkanäle im Mischsystem, Regenklärbecken im Trennsystem, Retentionsbodenfilteranlagen im Misch- und Trennsystem sowie Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem [SOMMER, H. 2007: 26 f.].

Aufgrund des Kostenaufwands, der Wartungsfreundlichkeit und der guten Einbindung in die Umgebung sollten Anlagen im Trennsystem vorzugsweise als offene Bauweise in Erdbauweise konzipiert werden. Des Weiteren sind Regenklärbecken im Trennsystem als Anlagen ohne Dauerstau zu bevorzugen. In Anlagen mit Dauerstau kommt es im Becken zur Sauerstoffzehrung und somit nach Regenereignissen zur Belastung des Vorfluters [SOMMER, H. 2007: 27].

3.2.3.4 DWA-Merkblatt M 178

Das Merkblatt DWA-M 178 „Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem“ [DWA-M 178 2005] fasst bisherige Erfahrungen zusammen, die bei der Dimensionierung, konstruktiven Gestaltung und beim Betrieb von Retentionsbodenfilteranlagen gemacht wurden. Durch die Filtration mittels eines bepflanzt, belebten Bodenkörpers kann belastetes Niederschlagswasser nach am Ort des Anfalls mechanisch-biologisch gereinigt werden. Grundsätzlich können die Aussagen des Merkblattes auch auf Filterbecken zur Behandlung von Regenwasserabflüssen von außerörtlichen Straßen angewendet werden [SOMMER, H. 2007: 27].

Für Bodenfilter sind offene Bauweisen in Erdbauweise zu bevorzugen. Als optimales Verfahren werden zweistufige Anlagen mit vorgeschaltetem Regenklärbecken und

nachgeschaltetem Retentionsfilterbecken als Fang- bzw. Durchlaufbecken angegeben. Das Filtermaterial im Trennsystem sollte aufgrund der höheren Durchlässigkeit aus gröberen Sanden bestehen [SOMMER, H. 2007: 27].

3.2.3.5 Sonstige relevante Merk- und Arbeitsblätter

Neben den genannten DWA-Hinweisen können außerdem das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 117 „Bemessung von Regenrückhaltbecken“ [ATV-DVWK-A 117 2006] und das Merkblatt ATV-DVWK-M 176 „Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“ [ATV-DVWK-M 176 2001] für die Behandlung von Straßenoberflächenwasser relevant werden.

3.2.4 BWK-Merkblätter

Der Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) fördert Wissenschaft, Forschung, Bildung und Umweltschutz auf den Gebieten der Wasserwirtschaft, des Bodenschutzes, der Abfallwirtschaft, der Altlastensanierung und des Kulturbaus. Als technisch-wissenschaftlicher Verband gehören diesem aus unterschiedlichen Bereichen kommende Fachleute des Umweltschutzes an.

Ähnlich wie der Fachverband DWA erarbeitet der Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau Merkblätter, die fachliche Empfehlungen bezüglich der Regenwasserbewirtschaftung darstellen. Dabei hat das BWK-Merkblatt 3 [BWK-M 3, 2007] besondere Relevanz. Dieses befasst sich mit der Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse und stellt eine Handlungsempfehlung zur Beurteilung der Wirkung von Abwassereinleitungen aus Kanalisationsnetzen des Misch- und Trennsystems auf oberirdische Gewässer dar. Das Merkblatt stellt somit ein vereinfachtes Nachweisinstrument zur Beurteilung der Auswirkungen von Niederschlagseinleitungen zur Verfügung. Geprüft werden die Parameter Q, NH₄-N,

AFS und BSB_5/O_2 , wobei die Immissionsbetrachtung nicht punkt-, sondern linienförmig erfolgt [SOMMER, H. 2007: 28].

4 Stand der Technik

In diesem Kapitel werden die nach dem Stand der Technik relevanten Maßnahmen zur Behandlung und zur gezielten Entfernung der Schadstoffe von Straßenoberflächenwasser vorgestellt. Dazu gehören neben zentralen auch dezentrale Behandlungsmaßnahmen. Die Behandlungsmöglichkeiten werden im Rahmen dieser Arbeit hinsichtlich ihrer Wirkungsweise unterteilt. Kapitel 4.1 beschreibt die Niederschlagswasserbehandlung mittels technischer Filtration. Weiter wird in Kapitel 4.2 auf naturnahe Verfahren, insbesondere bepflanzte Retentionsbodenfilter, zur Behandlung von Niederschlagswasser eingegangen. Abschließend widmet sich das Kapitel 4.3 der chemisch-physikalischen Behandlungsverfahren. In Ergänzung und zur Vollständigkeit dieser Arbeit beschreibt die Masterthesis von Frau Pfeffermann [vgl. PFEFFERMANN, A.-L. 2011] die mechanischen Behandlungsmaßnahmen.

4.1 Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch technische Filtration

Neben mechanischen Siebeffekten tragen bei der Filtration auch chemisch-physikalische Vorgänge zur Reinigung des Niederschlagswassers bei. Aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den zu entfernenden Partikeln und der Filteroberfläche können auch jene Partikel zurückgehalten werden, die kleiner als die Filterporen sind [SOMMER, H. 2007: 65].

4.1.1 Sandfilter

Unter einem unbewachsenen Sandfilter versteht man eine aus gewaschenem Filtersand mit geeigneter Korngrößenverteilung, Kornform und ausreichend hohem Kalkgehalt aufgebauten Filterkörper, der zusätzlich mit einer Splittschicht bedeckt sein kann [ASTRA u. BAFU 2010: 82]. Sie werden als Langsamfilter mit Filtergeschwindigkeiten von $v_f = 0,05\text{--}0,2$ m/h oder als kompaktere Schnellsandfilter ($v_f < 7$ m/h) konzipiert. Dabei können geschlossene Schnellsandfilter aufgrund des

hydrostatischen Drucks sogar Filtergeschwindigkeiten von bis zu 10-20 m/h erreichen [SOMMER, H. 2007: 67].

Die Reinigung des Niederschlagswassers wird im Langsamfilter hauptsächlich durch einen Filterkuchen vollzogen. Dieser besteht aus feinkörnigen Sedimenten und organischer Substanz, die auf der Oberfläche der Sandschicht zurückgehalten oder eingeschwemmt werden. Da die Reinigungsleistung aufgrund von zunehmender Kolmation sukzessiv nachlässt, sollte die oberste Kolmationsschicht (50-75 mm) regelmäßig entfernt werden. Dies kann zu einer temporären Verschlechterung der Filterleistung bezüglich Schadstoffentfernung führen. Bedingt durch die hohe Belastung erfolgt die Kolmation im Schnellsandfilter zügiger als im Langsamfilter, Daher müssen diese Filter, indem Wasser oder ein Wasser-Luftgemisch gegenläufig durch die Filterschicht gepumpt wird, in regelmäßigen Abständen rückgespült werden. Während des Rückspülens ist das belastete Rückspülwasser aufzufangen und möglichst zu behandeln, um hochkonzentrierte Einleitungen in die Kanalisation bzw. Gewässer zu vermeiden [ASTRA u. BAFU 2010: 82, 86].

Im Gegensatz zum Langsamfilter bestehen noch keine Erfahrungen zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser durch Schnellsandfilter. Allerdings finden diese seit Jahrzehnten in der Abwasserreinigung erfolgreich Anwendung [ASTRA u. BAFU 2010: 86].

Maßgeblich für den Flächenbedarf eines Sandfilters ist die Dimensionierung des vorgeschalteten Rückhaltevolumens. Der Flächenbedarf kann sich, bei einer großzügigen Auslegung des Rückhaltebeckens, auf 1% der angeschlossenen Fläche reduzieren. Um hohen Kosten zu verringern, sollte möglichst ein Optimum zwischen kleinem Rückhaltebecken und kleiner Filterfläche gefunden werden [SOMMER, H. 2007: 69].

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die Ergebnisse von Messungen bezüglich der Reinigungsleistung von Sandfiltern in Amerika dargestellt.

Parameter	Zufluss			Abfluss			Wirkungsgrad		
	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[%]	[%]	[%]
AFS	12	884	160	4	40	16	8	96	80-94
P _{ges}	0,05	1,40	0,52	0,035	0,14	0,11	5	92	50-75
N _{ges}	2,4	30,0	8,0	1,6	8,2	3,8	(-130)	84	30-50
Organisch gebunder Stickstoff	0,4	28,0	3,8	0,2	2,9	1,1	0	90	60-75
Kupfer	0,030	0,135	0,060	0,016	0,035	0,025	0	71	20-40
Zink	0,040	0,890	0,200	0,008	0,059	0,033	50	98	80-90

Tab. 7: Gemessene Reinigungsleistung von Sandfiltern [Sommer, H. 2007: S. 68]

4.1.2 Polstofffilter und Mikrosiebe

Die Funktionsweise von Polstofffiltern und Mikrosieben ähneln sich stark und werden daher zusammen aufgeführt. Sie dienen dazu, feine Partikel und feinpartikulär vorliegende Schwermetalle aus dem Straßenabwasser zu entfernen. Auf einer Trägerkonstruktion der Anlage ist entweder ein Kunststoff- bzw. Metallgewebe (Mikrosiebe) mit einem Porendurchmesser zwischen 6 und 500 µm oder ein Polstofffasergewebe angebracht. Während des Filtrationsbetriebes fließt das Niederschlagswasser je nach Art und Weise der Beschickung von innen nach außen bzw. von außen nach innen durch das Gewebe der Trommelkonstruktion. Dabei werden die Partikel mit Hilfe des Gewebes zurückgehalten. Die Fasern des Polstofffilters legen sich im Filtrationsbetrieb aufgrund des Wasserdrucks auf das Gewebe, wodurch ein feinporöser Filter entsteht. Dies ermöglicht die Reinigung des Wassers auch von feineren Partikeln. Bei zunehmender Kolmation des Polstofffilters werden diese mittels Saugmechanismus gereinigt. Die Reinigung von Mikrosieben erfolgt hingegen mit festinstallierten Hochdruckdüsen. Der dabei entstehende Schlamm wird abgesaugt [ASTRA u. BAFU 2010: 78f.].

Straßenoberflächenbehandlungsanlagen mit Polstofffilter bzw. Mikrosieben finden derzeit in der Schweiz immer häufiger Anwendung. Beispielsweise arbeitet die technische Straßenabwasserbehandlungsanlage (SABA) Pfaffensteig in Bern-

Bümpliz mit einem Polstoffscheibenfilter. Diese Filteranlage ist das Herzstück der SABA und stellt mit seinen sechs Filterscheiben die Hauptbehandlung für das zu reinigende Straßenabwasser dar [ASTRA 2010: 7].

Polstofffilter erreichen einen Wirkungsgrad für GUS von 80-84 %. Die Wirkungsgrade von Kupfer und Zink betragen 54 % (Cu) und 48 % (Zn) [ASTRA u. BAFU 2010: 117]. In einer als Polstofftrommelfilter konzipierten Versuchsanlage der schweizerischen Hochschule Burgdorf wurde für Schwermetalle ein Wirkungsgrad von 55 % bis 70 % gemessen [RUDIN, M. & KAUFMANN, P. 2006: 50]. Wirkungsgraddaten für Mikrosiebe sind aufgrund fehlender Messungen noch nicht vorhanden.

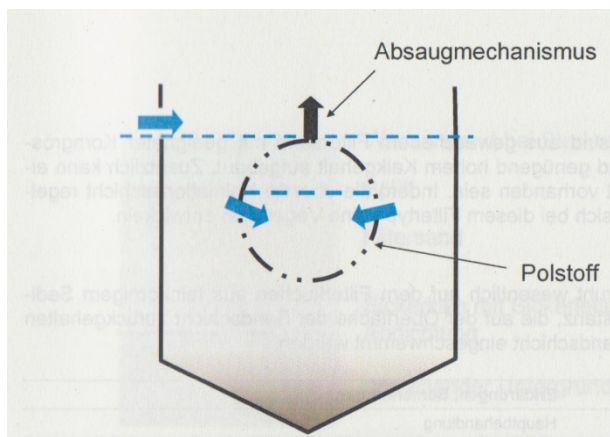


Abb. 9: Schematische Darstellung einer Anlage mit Polstoff; Beschickung von außen nach innen [ASTRA u. BAFU 2010: 81]

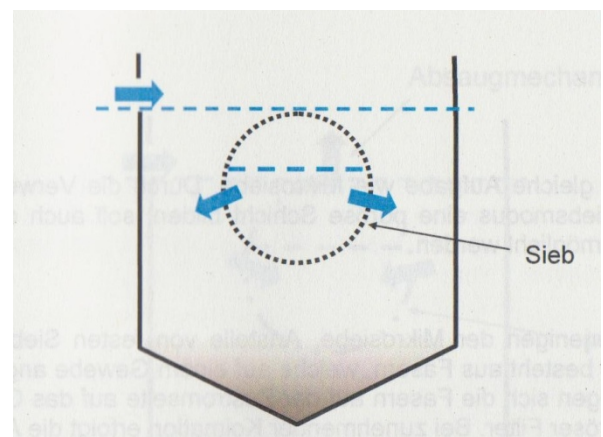


Abb. 10: Schematische Darstellung einer Anlage mit Mikrosieb; Beschickung von innen nach außen [ASTRA u. BAFU 2010: 79]

4.1.3 Membranfiltration

Beim Membranverfahren wird das zu behandelnde Abwasser bzw. Straßenoberflächenwasser durch eine Membran gedrückt, wodurch Großteile der Inhaltsstoffe aus dem Wasser abgetrennt werden. Dabei unterscheidet man die einsetzbaren Membranmodule hinsichtlich Modulkonstruktion, Trenngrenze (Mikro-, Ultra-, Nanofiltration oder Umkehrosmose), Membranaufbau, Filtrationsrichtung und Betriebsweise. Die Mikro- und Ultrafiltration ermöglichen einen Rückhalt von Trübparkeln, Bakterien oder Mikroorganismen. Kleinere Teilchen mit einem Durchmesser bis zu 5 nm können mit der Nanofiltration zurückgehalten werden. Mit der Umkehrosmose sind sogar Teilchen mit einer Größe von unter 1 nm abscheidbar [SOMMER 2007: 85][ASTRA u. BAFU 2010: 88].

Die Membranfiltration hat sich in der Industrieabwasserreinigung und der Trinkwasseraufbereitung bewährt und gehört dort mittlerweile zum Stand der Technik. Auch für die Behandlung von Straßenoberflächenwasser ist das Verfahren geeignet, da die Anlagen weniger Verfahrensstufen benötigen und sich daher als sehr kompakt erweisen. Jedoch ist die Membranfiltration für die kurzfristig und intermittierend anfallenden Wassermengen zu teuer, so dass derzeit noch keine Anlagen mit Membranfiltration betrieben werden [SOMMER, H. 2007: 85], [ASTRA u. BAFU 2010: 88].

4.1.4 Dezentrale Behandlung durch technische Filtration

In dieser Arbeit wird, aufgrund der Vielzahl von auf dem Markt angebotenen Behandlungssystemen und deren Spezifikationen durch verschiedene Anbieter, lediglich oberflächlich auf die dezentrale Behandlung durch technische Filtration eingegangen. Dabei wird eine grobe Übersicht über die derzeit verfügbaren dezentralen Verfahrenstypen aufgezeigt.

Dezentrale Verfahren zur Niederschlagswasserbehandlung lassen sich in folgende Kategorien einteilen: Filterschachtsysteme, Straßenablaufeinsätze und Rinnensysteme. Anspruchsvollste Aufgabe der kompakten Systeme stellt der Kompromiss zwischen dem erforderlichen Wartungsaufwand und einem

ausreichenden Wirkungsgrad (Stoffrückhalt) dar. Für einen hohen Stoffrückhalt beinhalten die meisten dezentralen Systeme Filtereinheiten [GRÜNING et al. 2010a: 13ff.]. Zur Anwendung kommen die Anlagen überwiegend innerorts bei geringem Platzangebot. Derzeit fehlen jedoch bei allen verfügbaren Systemen fundierte Langzeiterfahrungen [GRÜNING et al. 2010b: 31].

Filterschachtsysteme können direkt in die bestehende Regenwasserkanalisation integriert werden. Die Behandlung erfolgt in einem Schachtsystem, indem ein Filter von unten nach oben durchströmt wird. Einige Systeme arbeiten mit zwei Verfahrensstufen bzw. zwei Schächten. Im Schachtelement der ersten Reinigungsstufe erfolgt eine rein mechanische Reinigung der Abflüsse. Die zweite Reinigungsstufe enthält ein Filterelement mit mehrstufigem Schichtaufbau [GRÜNING et al. 2010b: 32].

Straßenablaufeinsätze werden entweder für den direkten Einsatz in vorhandene Straßenabläufe oder als kompletter Ersatz der Straßenabläufe konzipiert. Sie zeichnen sich generell durch einen vergleichsweise einfachen Systemeinsatz aus. Jedoch sind teilweise Umbaumaßnahmen an vorhandenen Systemen erforderlich, was zu Einschränkungen führen kann. Des Weiteren sind die Systeme, bedingt durch eine Vielzahl an Betriebspunkten, wartungsanfällig. Neben einbaubaren Filterpatronen finden auch Geotextilsäcke Verwendung. Diese werden anstelle des Schlammeimers in den Straßenablauf eingehängt [GRÜNING et al. 2010a: 17]. Allerdings halten diese erst dann Schadstoffe zurück, wenn sich ein Filterkuchen auf der Oberfläche des Geotextilfilters gebildet hat. Zudem kann der Filter je nach Verschmutzung relativ schnell kolmatieren, was einen zusätzlich erhöhten Wartungsaufwand bedingt [HELMREICH 2011: Folie 18]. Bei Untersuchungen der Geotextilfilter in Burgdorf (Schweiz) führte nach 55 Tagen die Kolmation zu einem Überlauf des Systems [GRÜNING et al. 2010a: 17].

Sickerrinnen können je nach Variante entweder offen oder mit Gitterrosten abgedeckte und befahrbare Rinnensysteme darstellen, die mit einem reaktiven Substrat gefüllt sind. Die Erschöpfung des Substratgemisches wird [SCHRIEFER 2005] nach 20 bis 25 Jahren prognostiziert.

4.2 Chemisch-physikalische Behandlungsverfahren

Bei chemisch-physikalischen Verfahren wird das Niederschlagswasser unter Ausnutzung chemisch-physikalischer Prozesse gereinigt. Dazu zählen Prozesse wie Fällung und Flockung aber auch speziell beschichtete Absorberschichten. Gelöste oder feinverteilte Inhaltsstoffe sowie Schwermetalle können dadurch in eine abscheidbare Form überführt bzw. durch Adsorption oder Desorption aus dem Wasser ausgeschieden werden.

4.2.1 Fällung und Flockung

Mit dem Einsatz von chemischen Fällungs- bzw. Flockungsmitteln ist es möglich, gelöste Abwasserinhaltsstoffe in ungelöste und damit absetzbare Formen zu überführen. Fällungs- und Flockungsvorgänge laufen häufig nebeneinander ab, so dass eine strenge Unterscheidung oft nicht möglich ist. Bei der Fällung bildet die Chemikalie mit dem zu fällenden Stoff ein schwer lösliches Salz, wodurch diese in Form eines Niederschlages ausfallen und sogenannte Mikroflocken entstehen. Durch Zugabe von Flockungsmittel werden aufgrund unterschiedlicher Mechanismen die Abstoßungskräfte zwischen Mikroflocken bzw. einzelnen Partikeln verringert (Entstabilisierung) sowie ein Aneinanderlagern der Stoffe als Makroflocke begünstigt. Diese können mittels Sedimentation, Filtration oder Flotation aus dem Straßenoberflächenwasser entfernt werden. Die Leistungsfähigkeit von Verfahren, die auf Sedimentation beruhen, kann sich somit deutlich erhöhen [SOMMER 2007: 78] [ASTRA u. BAFU 2010: 76].

Um die Effizienz der Flockung zu steigern, sollte die Dosierung der Flockungsmittel auf die vorhandene Konzentration und Fracht sowie das dynamische Abflussverhalten von Straßenabwasser abgestimmt werden. Speziell bei Flockungsprozessen ist ein optimales Dosierungsverhältnis der Chemikalie zu der Stoffkonzentration im Niederschlagswasser notwendig. Eine Überdosierung führt zu einer Restabilisierung der Suspension. Dagegen wird bei einer Unterdosierung das Abstoßungspotenzial der suspendierten Stoffe nicht ausreichend verringert, um die erwünschten Flockungsprozesse zu ermöglichen. Nach der Dosierung ist eine

schnelle und wirksame Einmischung der Chemikalien zu gewährleisten. Damit die Einmischung die anzustrebenden laminaren Strömungsverhältnisse in einem Sedimentationsbecken nicht beeinflussen, werden die Flockungsmittel direkt in den Wasserstrom im Zulaufkanal eingetragen. Aufgrund der praktisch homogenen turbulenten Strömung erfolgen dort die Fällung von gelösten Substanzen sowie die Bildung von Makroflocken [SOMMER 2007: 79f.] [ASTRA u. BAFU 2010: 76].

Die Reinigungsleistung bezüglich der abfiltrierbare Stoffe und Phosphor durch Rohrflockung mit anschließender Filtration wird im Vergleich zum herkömmlichen Regenkklärbecken deutlich erhöht (vgl. Abb. 11). Dagegen sind die Eliminationsraten bei der Rohrflockung mit anschließender Sedimentation niedriger als beim RKB. Dadurch wird deutlich, dass die Reinigungsleistung der Fällung und Flockung bedeutend von der mechanischen Reinigungsleistung abhängt [SOMMER 2007: 80].

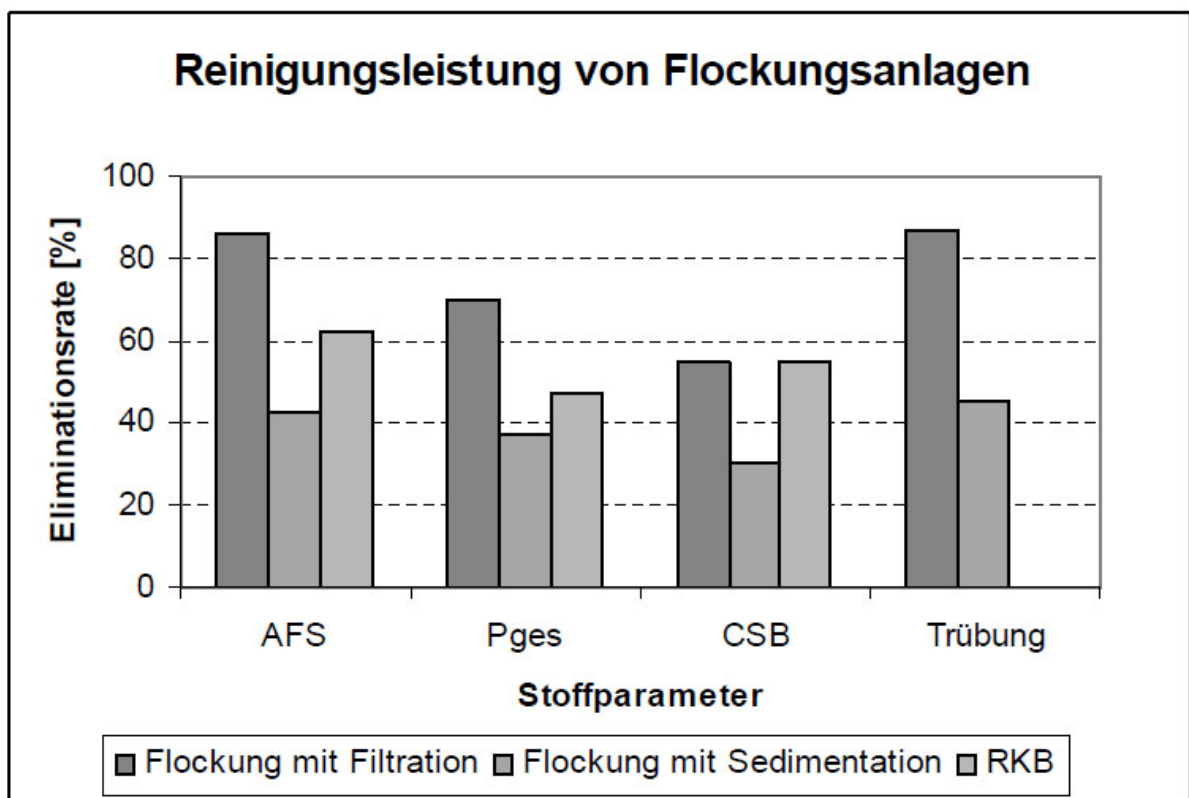


Abb. 11: Reinigungsleistung von Flockungsanlagen [SOMMER 2007: 81]

Neben der Sedimentation und Filtration können die Makroflocken mit einer sogenannten Entspannungsflotation aus dem Niederschlagswasser abgetrennt werden. Hierbei wird das Wasser mit Druckluft bei circa 3,5 bar gesättigt, um kleine

Blasen bei der darauf folgenden Druckentspannung entstehen zu lassen. Diese transportieren die Makroflocken mit an die Oberfläche und können dort mechanisch entfernt werden. Die Reinigungsleistung wird durch die Flotation deutlich verbessert (vgl. Abb. 12) [SOMMER 2007: 82].

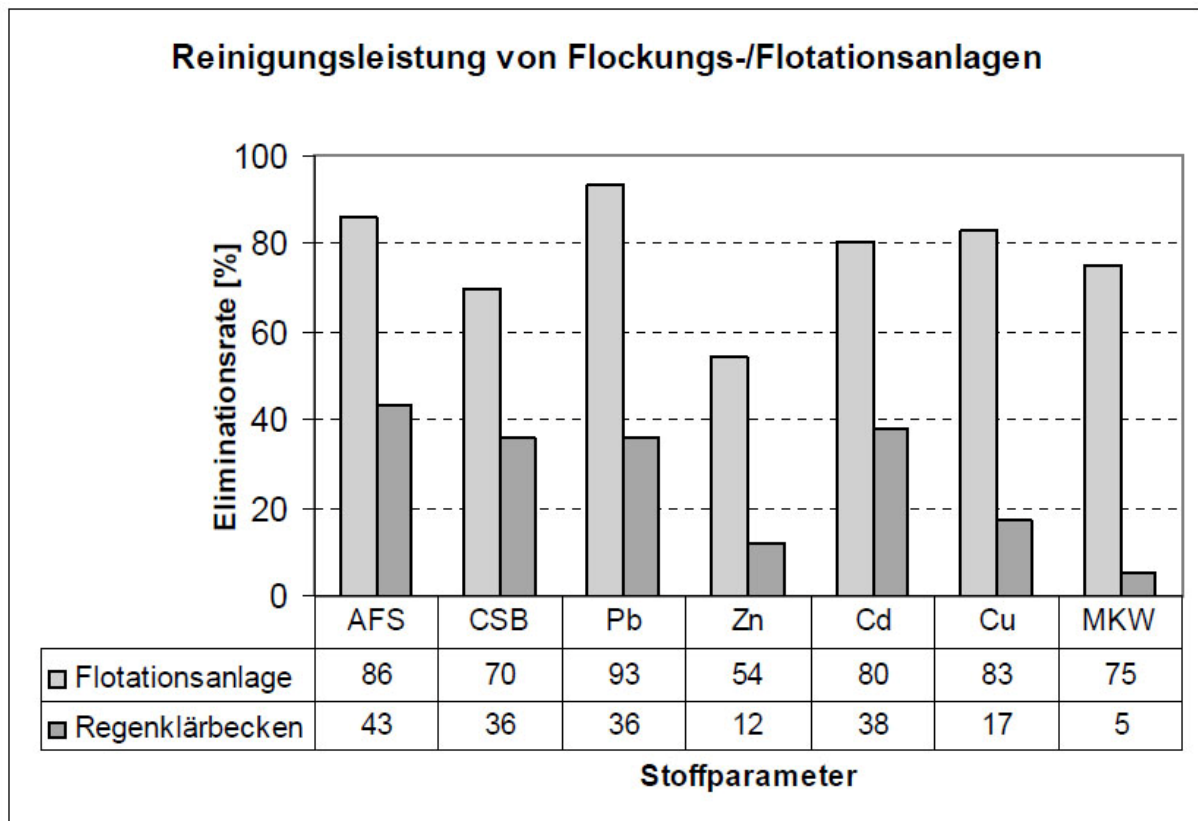


Abb. 12: Reinigungsleistung von Flotationsanlagen [SOMMER 2007: 83]

4.2.2 Adsorption/Desorption

Mit Hilfe künstlicher Sorptionsmittel werden eingetragene Stoffe sowie gelöste Schwermetalle im Straßenoberflächenwasser reduziert. Diese müssen leicht verfügbar sein, hohe Aufnahmekapazitäten vorweisen und zudem leicht aus dem gereinigten Wasser entfernbar sein. Adsorbierschichten aus ummantelten Filtersand (Zeolith, Eisenhydroxide, etc.) erfüllen den Anforderungen zumeist. Der pH-Wert muss allerdings über pH 3 liegen, um ungewolltes Ablösen von Eisenoxid zu vermeiden. Ein Winterbetrieb mit Zeolith ist nicht möglich, da der erhöhte Streusalzgehalt des Straßenabwassers zu einer Rücklösung der Schadstoffe führen

kann. Parallel zur Adsorption weisen Adsorberschichten immer auch eine Filtrationswirkung auf, die den Wirkungsgrad zusätzlich erhöhen. Sie können in einer Behandlungsanlage unterschiedlich verwendet werden, z. B. als weitere Schicht in einem Retentionsbodenfilter. Des Weiteren können sie in einem speziellen Filtergehäuse als hydraulisch hoch belastete Absorber betrieben werden [SOMMER, H. 2007: 83f.] [ASTRA u. BAFU 2010: 90].

Für Kupfer und Zink werden Wirkungsgrade von 81 % und 78 % erzielt. Der Wirkungsgrad für GUS ist mit 80 % bis über 90 % relativ hoch [ASTRA u. BAFU 2010: 119].

4.3 Naturnahe Verfahren zur Abwasserbehandlung von Straßenabwasser

*„Im **engeren Sinne naturnah** sind insbesondere jene Maßnahmen und Anlagen, die unmittelbar das **Verdunsten, Versickern oder behutsame Ableiten** des Regenwassers **in oberirdische Fließgewässer** ermöglichen.“*
[BSU 2006: 6, Herv. d. Verf.]

Grundsätzlich ist nach dem WHG [§55 (2)] eine ortsnahe Versickerung von Niederschlägen (Vermeidung, Verminderung, Versickerung), einer zentralen Behandlung (Sammlung, Ableitung, Behandlung, Einleitung) vorzuziehen, soweit keine Behandlungspflicht besteht.

Innerhalb des Straßenraums werden Abflüsse erfasst und breitflächig über die Böschung, in Mulden oder Gräben über die belebte Bodenzone (dezentral) versickert und so dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt. Ein Teil der Abflüsse kann zudem über die Vegetation verdunsten.

Mit Retentionsbodenfiltern (RBF) können auch stark belastete Straßenoberflächenabflüsse naturnah behandelt werden. Ein Großteil der Reinigungsleistung findet ebenfalls in der bewachsenen Bodenzone statt.

Durch die naturnahe Bauweise und den relativ geringen Wartungsaufwand werden die Versickerungsmaßnahmen von Niederschlagwasser im Straßenraum über die belebte Bodenzone (Bankett/Böschung, Mulden, Mulden-Rigolen-Systeme) und Retentionsbodenfilter als naturnahe Verfahren vorgestellt und beschrieben.

4.3.1 Dezentrale naturnahe Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum

Die Versickerung von Niederschlagswasser auf Bundes-, Landes-, Kreis-, oder Gemeindestraßen erfolgt zum großen Teil flächig über die Böschung, in Gräben, in Mulden oder in Mulden-Rigolensystemen [FGSV 2002: 5]. Mitunter werden auch Schachtversickerungsanlagen und Beckenversickerungsanlagen eingesetzt.

Mit der Versickerung sollen allgemein Oberflächenabflüsse vermieden und eine Entlastung der aufnehmenden Gewässer und die Grundwasserneubildung gefördert werden. Da die stoffliche Belastung des Straßenoberflächenwassers in Abhängigkeit zur Verkehrsbelastung zu sehen ist, können die unterschiedlichen Versickerungsanlagen nur eingeschränkt Verwendung finden (s. Tab. 8).

Verkehrsflächen Versickeranlagen	Fahrbahn Verkehrsbelastung V (DTV)					Geh- wege	Parkflächen Frequentierung	
	V < 2 000 gering		2 000 < V < 15 000 mittel		V > 15 000 hoch		schwach	stark
	Wohnen	Gewerbe	Wohnen	Gewerbe				
unbefestigte Flächen*	++	+	++	++	++	++	++	+
wasserdurchlässige Befestigung von Verkehrsflächen ¹⁾	++	--	--	--	--	++	++	--
Mulden*	++	+	++	+	++	++	++	+
Mulden- Rigolen-System*	++	+	+	+	+	++	++	+
Becken*	++	+	++	+	++	++	++	+
Schacht	--	--	--	--	--	-	--	--

++ unbedenklich
+ tolerierbar
- nicht geeignet
-- nicht tolerierbar

Voraussetzungen: * bewachsene Bodenzone > 20 cm
Mindestabstand zum GW
s. Abschnitt 2.2;
nicht bei Wasserschutzzonen I u. II
nicht bei Altlastenflächen
¹⁾ gilt nur für Bauklassen V u. VI RStO

Tab. 8: Einsatzmöglichkeiten von unterschiedlichen Versickerungsanlagen [FGSV 2002: 6]

Die Versickerungsmaßnahmen stellen ein Standardverfahren der Straßenentwässerung dar [FGSV 2002: 7]. Für eine dauerhafte und schadlose Funktion der Entwässerungsanlagen müssen nach den „Hinweisen zur Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum“ folgende Anforderungen sichergestellt sein [FGSV 2002: 7]:

- geeignete Boden- und Grundwasserverhältnisse
- ausreichende Flächenverfügbarkeit
- qualitative Verträglichkeit des Versickerungsverfahrens bzw. der zu versickernden Niederschlagsabflüsse im Hinblick auf den Gewässerschutz (RiStWag)
- Unschädlichkeit der Versickerung im Bezug auf Straßenkörper und andere bauliche Anlagen
- rückstaufreie Entwässerung durch ausreichend dimensionierte Speicherräume und dauerhafte Versickerleistung
- schadlose Beseitigung des Niederschlagsabflusses während der Bauzeit bis zur Fertigstellung

Der Bodenaufbau ist bei der Behandlung von Straßenabflüssen von wesentlicher Bedeutung. Zum einen muss die Versickerungsfähigkeit gegeben sein, zum anderen darf die Versickerungsfähigkeit einen Höchstwert von $k_f: 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ auch nicht unterschreiten, um eine Reinigung innerhalb der Bodenpassage zu erfüllen [FGSV 2002] (vgl. Tab. 9).

Wasserdurchlässige Befestigung von Verkehrsflächen (verdichtet)	$k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Flächenversickerung (nicht verdichtet)	$k_f \geq 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Muldenversickerung	$k_f \geq 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (bei größeren Flächenangebot auch darunter)
Mulden-Rigolen-Versickerung (ohne Ableitung)	$k_f \geq 0,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Beckenversickerung	$k_f \geq 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Tab. 9: Richtwerte für die Wahl des Versickerungsverfahrens [FGSV 2002: 8].

Um eine ausreichende Filterstrecke zwischen der Versickerungsanlage (Sohle) und dem Grundwasser zu sichern, wird in Mindestabstand von 1,0 m zum mittleren höchsten¹³ Grundwasserstand angegeben [FGSV 2002: 8].

¹³ Arithmetisches Mittel der Jahreshöchstwerte mehrerer Jahre mit Angabe des Zeitraumes

LAMBRECHT, B. & FUCHS, S. [2008] beschreiben die Anforderungen an Boden bzw. Filtersubstrat und -aufbau für optimalen Schadstoffrückhalt aus Straßenabflüssen [in KOCHER, B. 2011]:

- Korngrößenverteilung
 - sandig, Feinkiesanteil < 10 %
- Humus
 - Keine Anforderungen (je weniger, desto besser)
(keine Mineralisierung, die zu Schadstofftransport führen kann)
- Eisen
 - Wegen Eisengehalt der Straßenabflüsse keine Anforderungen (Eisenoxide/ -hydroxide, u. a. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ führen zu guter Schwermetallbindung)
- Carbonat
 - Sichere pH-Pufferung wird empfohlen, daher > 5 % Carbonatgehalt bzw. Zugabe von 10-20 % Carbonatbrechsand
- Mächtigkeit und Fläche
 - 30 cm Substratmächtigkeit zur Unterbindung hydraulischer Kurzschlussströmung; Filterfläche von 3 % A_F/A_U (am Messstandort)
- Standzeit, Übertragbarkeit
 - keine Beschränkung (bei Carbonatfreiheit und starkem Vegetationseinfluss, z. B. Alleen, noch keine Messungen durchgeführt)
 - gilt nur für Straßenabflüsse, nicht für Dachabflüsse o. ä.

Die Reinigungsleistung erfolgt hauptsächlich bei der Passage des bewachsenen Oberbodens [FGSV 2002: 5]. Aktuelle Untersuchungen [KOCHER, B. 2011] zeigen, dass die eingetragenen Schadstofffrachten von Schwermetallen im Bankett und in oberen Bodenbereiche in der Nähe zum Fahrbahnrand weitgehend zurückgehalten werden können (s. Abb. 13). Voraussetzung ist dabei ein pH-Wert im Bereich 6,5 bis 8. Wobei ein Rückhalt der Schadstoffe auch bei längeren Standzeiten, trotz der Vorbelastung mit Schadstoffen, gegeben und der pH-Wert weiterhin günstig ist [ebd.]. Der Großteil der Reinigungsleistung erfolgt auch durch die Sedimentfiltration an der Oberfläche. Der sich durch Sedimentation bildende „Filterkuchen“ *trägt mehr zur Schadstoffadsorption bei, als die darunter liegenden 30 cm*

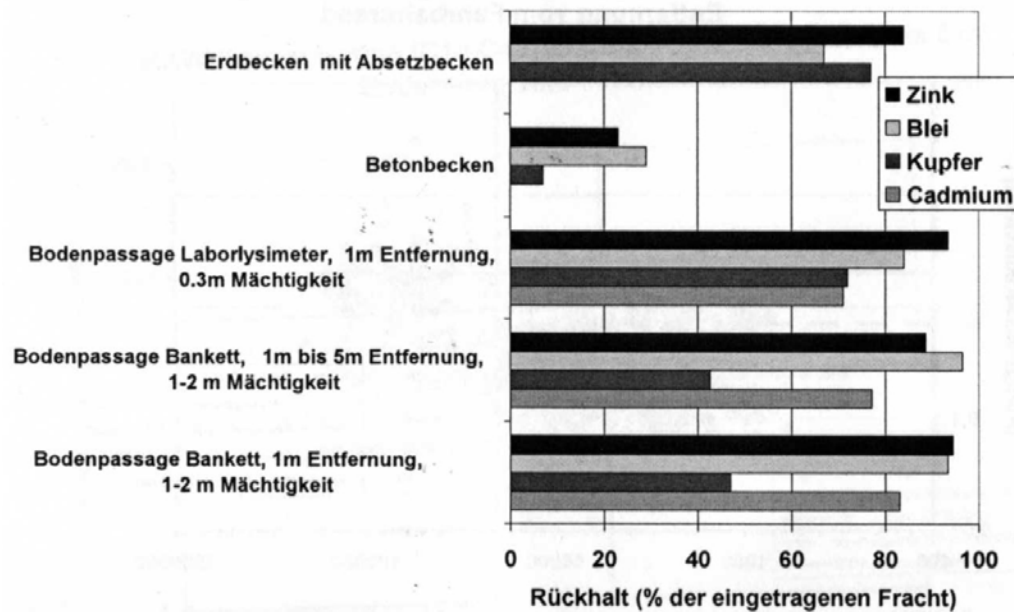
Bankettboden/Filtermaterial [ebd.].

Abb. 13: Schwermetallrückhalt in Straßenböden und Entwässerungseinrichtungen [KOCHER, B. 2011]

Durch Partikeleinträge kommt es zur Aufhöhung des Oberbodens (1 cm/a), die jedoch Prüf- und Maßnahmenwerte (BBodSchV) nicht überschreiten [ebd.]. Um die Entwässerung sicher zu stellen muss das Bankett regelmäßig abgeschält werden. Bundesweit einheitliche Vorgaben und Rahmenbedingungen liefert hier die „Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut“ [s. BMVBS 2010].

Die mechanische Filterwirkung des Banketts hält Schwermetalle sehr gut zurück. Kupfer dagegen lässt sich kaum an Bodenfeststoffe binden und ist eluierbar [KOCHER, B. 2011]. Über das Vorkommen und das Verhalten organischer Schadstoffe liegen bisher sehr wenige Ergebnisse vor. Einige potenziell straßenrelevante Stoffe werden bereits im Anhang der WRRL geführt, andere hingegen noch nicht (s. Tab. 10). In Zukunft sollen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mehr Kenntnisse über diese „neuen Stoffe“ hervorbringen [ebd.].

Name	Produkt/Herkunft	Zulassung	Löslichkeit in Wasser, (mg/l; 20 °C)	Koc (L/kg) in Böden oder Sedimenten
Anthracen	PAK		gering	14000 - 26000
Benzol	In Benzin	Anteil < 1 %	1770	ca. 18 - 900
1,2-Dichlorethan	Antiklopfmittel (veraltet?)		8700	19 - 152
Bis(2-ethylhexyl)phthalat	Weichmacher (DEHP)		1,3	63.100 - 888.000
Fluoranthren	PAK		gering	38000
Naphtalin	PAK		32	400 - 1300
Nonylphenol	Weichmacher	Verbot 2003	6	32.000 - 60.000
Octylphenol	In Kautschuk		12,6	3500 - 18500
Benzo(a)pyren	PAK		3	4.500.000
Benzo(b)fluoranthren	PAK		0,0012	k.A.
Benzo(ghi)perylene	PAK		0,0003	k.A.
Benzo(k)fluoranthren	PAK		0,0122	k.A.
Indeno[1,2,3-cd]pyren	PAK		0,062	k.A.
1,2,4-Trichlorbenzol	In Ölen, Schmiermitteln		30	58700
Weitere Substanzen, die nicht im Anhang der WRRL enthalten sind:				
Mercaptobenzothiazol	In Reifen		117	1685
Benzothiazol	In Reifen			307
2-Methylthiobenzothiazol	In Reifen			2518
2-Methylbenzothiazol	In Reifen			474
Bisphenol A	Weichmacher			293 - 1524 (ohne Einheit)
PCB	In Bankettproben			10 ⁴ - 10 ⁶ (ohne Einheit)
AOX	(Kontrollparameter)			entfällt

Tab. 10: Organische Schadstoffe in Böden und Wasser – potentiell straßenrelevante „neue“ Stoffe der WRRL
[KOCHER, B. 2011]

4.3.1.1 Flächenversickerung

Eine breitflächige Versickerung erfolgt entweder über eine wasserdurchlässige Befestigung der Verkehrsfläche (nur bei geringer Verkehrsbelastung zulässig) oder in unmittelbarer Nähe zur befestigten Fläche über das Bankett und die Straßenböschung. Die Versickerung muss ohne einen wesentlichen Anstau von Niederschlagswasser gewährleistet sein, da kein oberirdischer Speicherraum zur Verfügung gestellt wird [FGSV 2002: 12]. Der Flächenbedarf und die entsprechenden Grunderwerbskosten sind hier sehr hoch, die Herstellungs- und Betriebskosten hingegen gering [FGSV 2002: 17].

4.3.1.2 Mulden-Versickerung

Bei der Muldenversickerung kann der Niederschlagsabfluss kurzfristig oberirdisch zwischengespeichert werden. Im Vergleich zur Flächenversickerung ist ein geringer Flächenbedarf erforderlich und durch die mögliche Zwischenspeicherung kann sie auch bei geringeren k_f -Werten eingesetzt werden.

Die Mulden werden in Erdbauweise erstellt und i. d. R. mit Rasen begrünt, um das zur Versickerungsfähigkeit notwendige Porenvolumen möglichst langfristig zu erhalten [FGSV 2002: 13]. Bei der Dimensionierung ist auf eine Mindestdiefe von 20 cm (max. 1/5 der Muldenbreite) zu achten; bei Längsgefällen größer als 1,5 % sind die Mulden kaskadenförmig anzulegen [ebd.]. Der Regelschnitt (s. Abb.14) sieht einen Mindestabstand von der Verkehrsflächenbefestigung vor, um den Oberbau der Verkehrsfläche zu schützen.

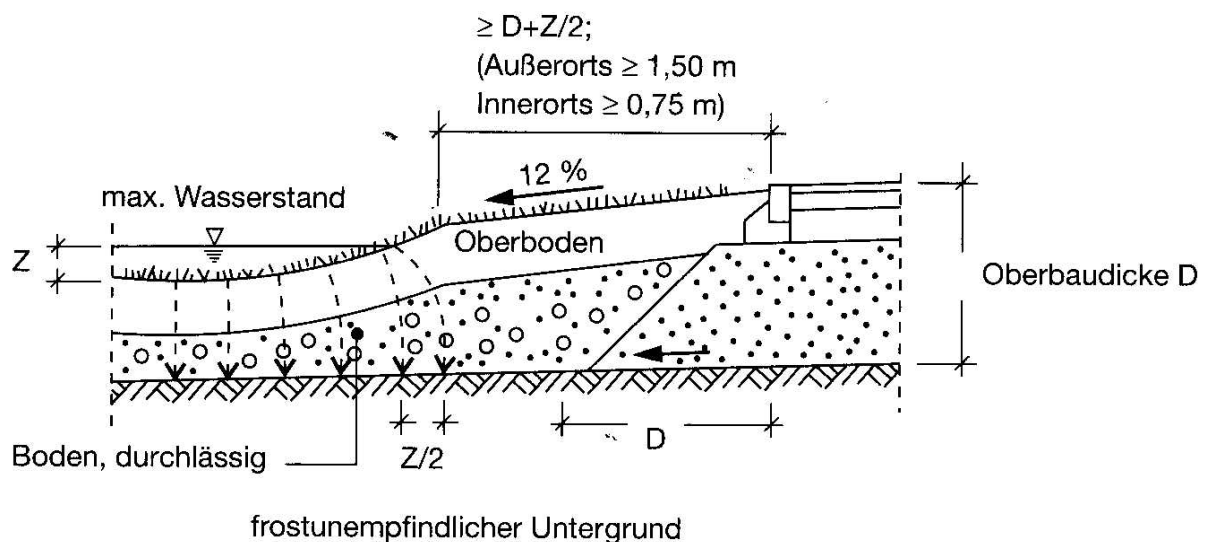


Abb. 14: Bankettausbildung bei frostunempfindlichen Untergrund [FGSV 2002: 14]

Eine Bepflanzung mit Gehölzen oder Bäumen (wechselfeuchter Standort) ist ebenfalls möglich. Dabei ist auf einen möglichst geringen Laubeintrag zu achten. Werden Bäume gepflanzt, soll der Stammabstand mind. den doppelten Kronendurchmesser betragen, um der Beschattung entgegen zu wirken [ebd.].

4.3.1.3 Mulden-Rigolen-Versickerung

Mulden-Rigolen-Versickerungsanlagen kombinieren die Muldenversickerung mit der Rigolenversickerung (s. Abb. 15). Die Reinigungsleistung erfolgt wie bei der Muldenversickerung über die bewachsene Bodenzone.

Die Rigole fungiert als unterirdischer Speicherraum. Von dort aus können die gespeicherten Wassermengen in anstehenden Untergrund versickern. Bei mangelnder Versickerungsfähigkeit kann der nicht versickerte Anteil über ein Sickerrohr gedrosselt weitergeleitet werden. Eine vollständige Ableitung des Sickerwassers bei mangelnder Versickerungsfähigkeit ist ebenfalls möglich.

Darf Sickerwasser nicht in das Grundwasser gelangen (z. B. Anforderungen RiStWag) muss die Rigole gegen den anstehenden Boden abgedichtet werden. Ein Muldenüberlauf zwischen Mulde und Rigole umgeht die Oberbodenpassage und damit der Regenwasserbehandlung [UHL, M. et al. 2006c: 69]. „Sie stellen damit ein Gefährdungspotenzial für das Grundwasser dar und sind nicht zulässig.“ [ebd.]

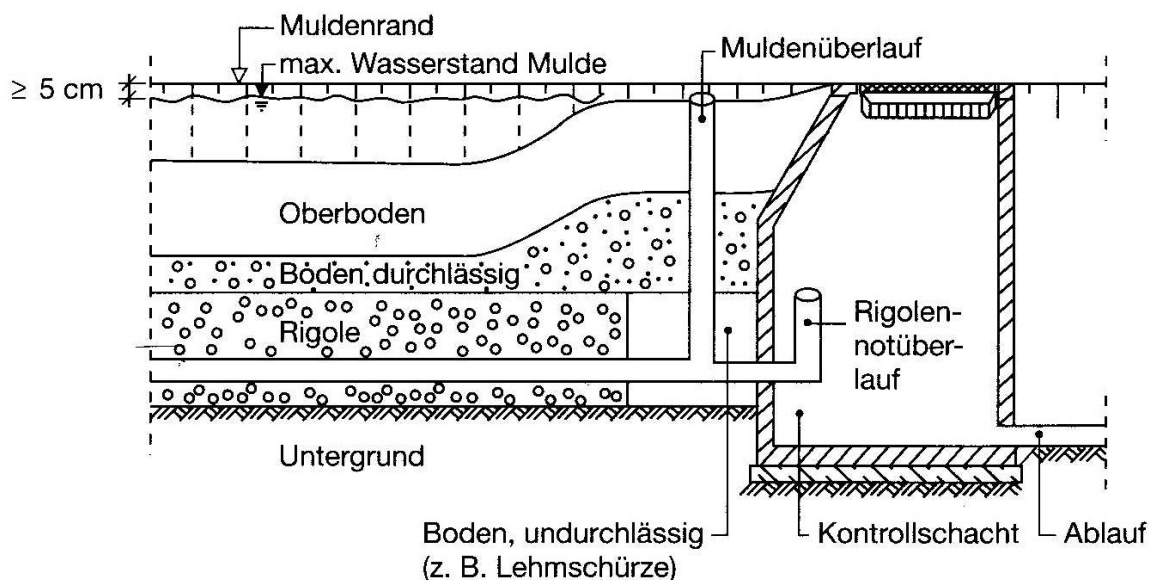


Abb. 15: Längsschnitt einer Mulden-Rigolen-Versickerungsanlage [FGSV 2002: 15]

Der Sickerflächenbedarf wird mit 10% der Größe der angeschlossenen befestigten Fläche angegeben. Werden kleinere Muldenflächen vorgesehen, müssen die Mulden mit Überläufen versehen sein. Die Notüberläufe dienen jedoch auch zur Sicherheit, wenn der Boden gefroren ist und kein Wasser aufnehmen kann. Durch Kornzumischungen wird der Muldenboden auf einen Durchlässigkeitswert von $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s angehoben [FGSV 2002: 15].

Im Arbeitsblatt DWA-A 138 werden weitere Hinweise zu Mulden-Rigolen-Systemen gegeben [UHL. M. et al. 2006b: 69].

4.3.2 Zentrale naturnahe Versickerung mit Retentionsbodenfiltern

Retentionsbodenfilter (RBF) werden bereits erfolgreich zur Behandlung von Abwässern im Mischsystem eingesetzt. Im Trennsystem kommen RBF zur Niederschlagswasserbehandlung seit kürzerer Zeit ebenfalls zum Einsatz.

Bei der Reinigung von Straßenoberflächenabflüssen, werden RBF als physikalisch-biologisches Verfahren bei sehr hohen Anforderungen eingesetzt [Uhl et al. 2006b: 92, Uhl. M. 2006c]. Die Reinigung der Abwässer erfolgt durch Sedimentation und Abscheidung (Vorstufe), durch Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe (Filtersubstrat), Sorption gelöster Stoffe und biochemischer Umwandlung. Die Vorteile dieses Verfahrens sind in erster Linie die signifikante stoffliche Entlastungen oberirdischer Gewässer, sowie hydraulische Entlastung der Gewässer

Eine RBF-Anlage besteht i. d. R. aus der Vorstufe und dem RBF (s. Abb. 16). Als Vorstufe ist eine Sedimentationskammer mit integrierter Leichtflüssigkeitsabscheidung vorzuschalten, um das Kolmationsrisiko des Filters zu begrenzen [UHL, M. et al. 2006b]. Regenklärbecken werden im DWA Merkblatt M-178 als Vorstufe von Retentionsbodenfiltern empfohlen [UHL, M. et al. 2006b].

RBF bestehen aus einem abgedichteten Filterbecken mit einer Filterschicht Sand (0,75-1,0m mächtig, 0/2mm Körnung), einer Drainage und einem geregelten Abfluss. Die Oberfläche des RBF wird als Vegetationsschicht ausgeführt, die durch das Spross- und Wurzelwachstum den RBF vor Kolmation schützen soll und durch den Wurzelfilz zur Filtration beiträgt. In den Regelwerken wird Schilf (*Phragmites australis*) als bevorzugte Pflanze genannt.

Im Betrieb wird das Abwasser im Retentionsraum oberhalb der Filterschicht zwischengespeichert und anschließend über die einschichtige Filterschicht versickert. In der Drainschicht wird das behandelte Wasser dem Ablaufbauwerk zugeführt und von dort gedrosselt abgeleitet [UHL, M. 2006c]. Ein Dauereinstau soll aufgrund der Kolmationsgefahr vermieden werden, wird jedoch häufig durchgeführt um das Schilf (feuchter Standort) zu etablieren [ROTH-KLEYER, S. et al. 2010].

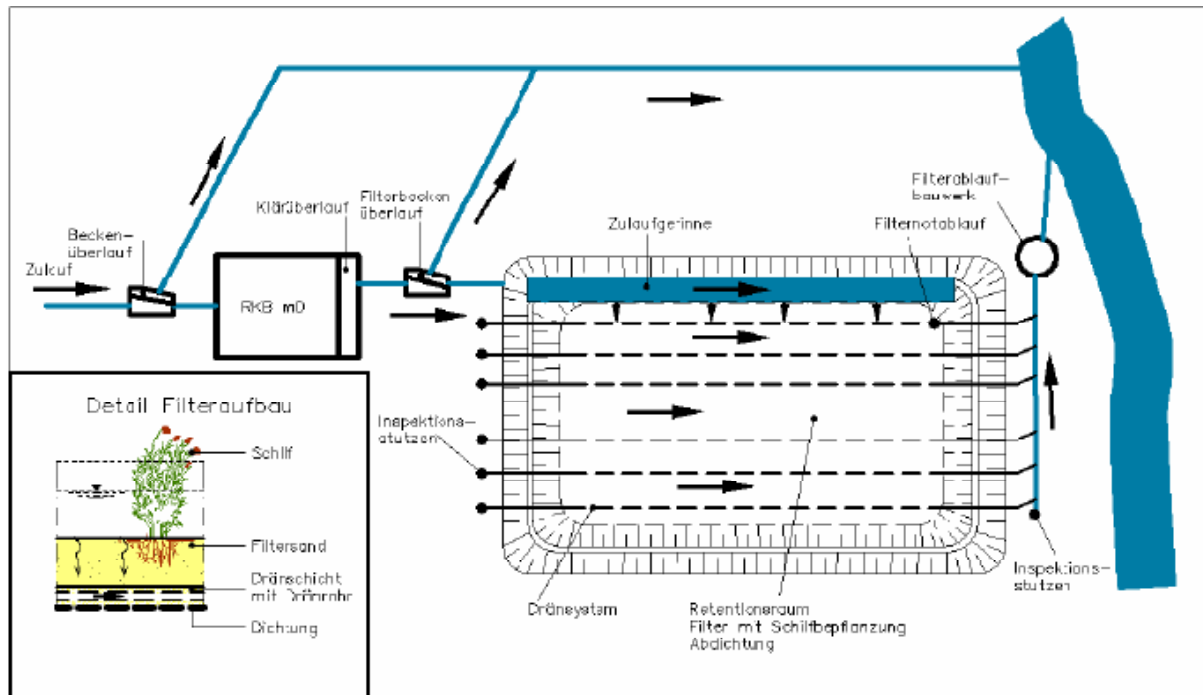


Abb. 16: Systemskizze Draufsicht Retentionsbodenfilteranlage, hier mit vorgeschaltetem Filterbeckenüberlauf und Regenklärbecken mit Dauerstau [UHL et al. 2006b: 93; nach MUNLV 2003]

ROTH-KLEYER S., ESSER, C. und DEBUS, T. [2010] machen nach einer bundesweit angelegten Praxiserhebung aus dem Jahr 2009 zum „Stand der Retentionsbodenfilter-Technik in Deutschland“ auf viele Probleme und auch auf bisher kaum untersuchte Potentiale aufmerksam.

Es wird deutlich, dass der derzeitige Stand der Technik von RBF ein großes Optimierungspotential birgt. Insbesondere die Vegetationsschicht auf RBF wie sie in den Regelwerken und Handbüchern vorgesehen ist, erweist sich dabei als ungenügend (s. Kap. 4.3.2.3).

Alternativen bieten andere Pflanzenarten wie das Rohrglanzgras und die Verbesserungen der Standortbedingungen durch optimierte Substrate und Stärkung der Pflanzen durch Mykorrhiza [DOBNER, I. und HOLTHIUS, J.-U. 2007]. Eine weitere bisher kaum untersuchte Alternative könnten auch Pflanzenarten wie die Große Brennnessel darstellen [MAI, H. 2008]. Sie etablieren sich in der Praxis sukzessive auf RBF und verdrängen die aktiv aufgebraachte Vegetation [ROTH-KLEYER, S. et. al. 2010].

4.3.2.1 Abwassertechnische Regelwerke

Planungsgrundlage für RBF bilden das DWA Merkblatt M-178 sowie Länderregelungen in Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen.

DWA Merkblatt M-178

- Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem“
- *„Die Aussagen des Merkblattes hinsichtlich des Trennsystems können grundsätzlich auch auf Filterbecken zur Behandlung von Regenwasserabflüssen von außerörtlichen Straßen angewendet werden. Eine Anpassung an die speziellen Verhältnisse ist erforderlich.“*
[ATV-DVWK M-178, 2005].

Baden-Württemberg

- Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem
[LfU BW 2002].

Hessen

- Niederschlagswasserbehandlung durch Retentionsbodenfilter [HMULV 2007].
- Empfehlungen für die Bemessung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern im Mischsystem in Hessen [HMULV 2008].

Nordrhein-Westfalen

- Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb
[MUNLV 2003].

4.3.2.2 Reinigungsleistung und Forschungsbedarf

Mit Retentionsbodenfiltern lassen sich im Vergleich zu konventionell angewandten Verfahren, wie Regenklärbecken (RKB) höhere Reinigungsleistungen erzielen (s. Tab. 11 u. 12).

Art der NW-Behandlung	Grad der Reinigungsleistung				
	MKW	sauerstoffzehrende Substanzen, Nährstoffe		Schwermetalle, organische Schadstoffe	
		partikulär	gelöst	partikulär	gelöst
Abscheider	++			+	
ständig gefüllte RKB (RKBmD)	+	+		+	
nicht ständig gefüllte RKB (RKBoD)					
- mit Drosselabfluss oder nur zeitweisigem Drosselabfluss zur Beckenentleerung nach Regenende	+	+	+	+	+
- mit ständigem Drosselabfluss	++	+	++	+	++
biologisch wirksame Bodenfilter (RBF)	+++	+++	+++	+++	++

Tab. 11: Reinigungsleistung zentraler NW-Behandlungsmaßnahmen gem. Trennsystemerlass, Anlage 2 [UHL, M., et al. 2006b; in FELDHAUS et al. 2009: 28]

Reinigungssysteme		Stoffgruppe		
		partikuläre Stoffe	gelöste Stoffe	MKW
		Reinigungsleistung		
RKB	RKBoD	1	1	1
	RKBmD	1	0	1
Abscheideanlagen nach RiStWag		1	0	2
RBF		4	2 - 3	3 - 4
Versickerungsbecken		4	2	3 - 4

Tab. 12: Reinigungsleistung zentraler NW-Behandlungsanlagen nach ESOG [UHL, M. et al. 2006b; in FELDHAUS et al. 2009: 28] (Reinigungsleistung: 0: keine, 1: gering, ..., ≥ 4: hoch)

FELDHAUS et al. [2009 S. 28-29] geben eine detailliertere Aufstellung der Reinigungsleistung von RKB und RBF (s. Tab. 13 u. 14). Die tatsächliche

Reinigungsleistung in Trennsystemen liegt nach FELDHAUS et al. aufgrund der geringeren Zulaufkonzentration vermutlich unter der von RBF im Mischsystem. Da die verfügbaren Daten in der Mehrzahl aus Mischsystemen stammen, *ließen sich die Ergebnisse „nur eingeschränkt auf die erzielbaren Wirkungsgrade von RBF zur NW-Behandlung im Trennsystem übertragen“* [ebd.: 29].

Parameter	AFS %	BSB ₅ %	CSB %	TOC %	MKW %	PAK %	P _{ges} %	NH ₄ -N %	NO ₃ -N %	N _{ges} %	Cd %	Cr %	Ni %	Pb %	Cu %	Zn %
Minimum (R_Min)	43	31	26	22	29	96	9	16	-	24	11	7	17	36	5	12
Maximum (R_Max)	85	38	72	22	80	96	74	36	-	33	63	77	17	82	77	84
Median (R_Med)	70	31	55	22	76	96	37	26	-	31	38	50	17	59	65	31

Tab. 13: Reinigungsleistungen n_x für Becken mit RKB-Funktion (*): nur ≤3 Messwerte verfügbar) [FELDHAUS et al. 2009: 29]

Parameter	AFS %	BSB ₅ %	CSB %	TOC %	MKW %	PAK %	P _{ges} %	NH ₄ -N %	NO ₃ -N %	N _{ges} %	Cd %	Cr %	Ni %	Pb %	Cu %	Zn %
Minimum (R_Min)	48	50	35	53	-	-	29	58	43	12	-	-	84	85	85	90
Maximum (R_Max)	95	96	95	92	-	-	87	95	100	54	-	-	98	85	85	92
Median (R_Med)	90	89	76	70	-	-	82	82	100	27	-	-	91	85	85	92

Tab. 14: Reinigungsleistungen n_x für RBF (*): nur ≤3 Messwerte verfügbar) [FELDHAUS et al. 2009: 29]

Ein Vergleich vorhandener Messergebnisse gestaltet sich schon aufgrund der Tatsache sehr schwierig, dass sich die RBF-Anlagen in Aufbau, Art der Vorstufe, Filtersubstrat und Filtervegetation voneinander unterscheiden [Feldhaus et al. 2009: 29].

KASTING untersuchte erstmals 2002 mit Hilfe von halbtechnischen Bodenfiltern (Lysimetern) die Wirkungsgrade unterschiedlich adsorptionsstarker, sandiger Filtersubstrate zur zentralen Behandlung von Straßenabflüssen. Für partikuläre und gelöste Schwermetalle konnten deutliche Reinigungsleistungen festgestellt werden. Bei adsorptionsschwachen Substraten, war der Rückhalt an gelösten Schwermetallen deutlich geringer. PAK konnten durch Filtration gut zurück gehalten werden, AFS jedoch hingegen nicht vollständig, da sie durch den Filter transportiert und ausgetragen werden. Für Chlorid und Phosphat waren keine oder nur sehr geringe Reinigungsleistungen zu erzielen [KASTING. U. 2002].

Forschungsbedarf sieht KASTING [2002: 175] bei:

- *„Ermittlung der Reinigungsleistung an großtechnischen RBFA insbesondere auch unter dem Aspekt des Langzeitbetriebes*
- *Untersuchung der betrieblichen Gesichtspunkte (Kolmation) bei RBF (insbesondere Entwicklung eines Verfahrens zum Testen von Filtersubstraten gegenüber der Salzbelastung)*
- *Erhöhung des Datenbestandes zur Reinigungsleistung von unterschiedlichen Behandlungsanlagen, um statistisch abgesicherte Bereiche von Wirkungsgraden für die Anlagentypen abzuleiten*
- *Systematische Untersuchungen zur Optimierung des Sedimentationsprozesses bei Sedimentationsanlagen, um Vorgaben zur Dimensionierung abzuleiten, die eine hohe Frachtreduktion dieser Anlagen erwarten lassen“*

In einem Forschungsprojekt haben DOBNER, I. und HOLTHIUS, J.-U. [2007] an der Entwicklung eines „Hochleistungs-Pflanzenfilters“ gearbeitet. Anhand einer auch für Verkehrsabflüsse repräsentativen hochbelasteten Schadstoffmischung, wurden verschiedene Pflanzen, symbiotische Pilze (Mykorrhizapilze) und Filtermaterialien getestet und deren Eignung ermittelt (Lysimeterstudie).

Im Vergleich zu bestehenden Anlagen zur Behandlung von Straßenabflüssen konnte die Reinigungsleistung von Bodenfiltern (für wasserlösliche Schadstoffgruppen wie PAK oder MKW) unter Verwendung mykorrhizierter Bepflanzung und optimierter Substrate (Silikatkolloid-/Organikanteile) (im geringeren Maße Bims-Lava/Humus) deutlich gesteigert werden [ebd.: 94]. Getestet wurden auch „worst-case“-Bedingungen (z. B. Havarien) und ein Vertreter der neuartigen Schadstoffe (2,4-D). Die Reinigungskapazität blieb bei der „worst-case“-Dotierung innerhalb der strengen Anforderungen der Trinkwasserverordnung [ebd.]. Der Rückhalt des wenig untersuchten wasserlöslichen 2,4-D blieb unbefriedigend, konnte jedoch gesteigert werden und bietet Optimierungspotential.

¹⁴ höchste Literaturkonzentration; Anschlussverhältnis $A_{\text{red}}:A_s$ 10:1; 5 - Jahresfracht [DOBNER, I. und HOLTHIUS, J.-U. 2007: 26]

Die Untersuchungen verdeutlichen das Potenzial von Pflanzen und deren Gesellschaften in RBF. Die Bepflanzung trägt zur Schwermetallaufnahme (Phytoextraktion) und Sickerwasserreduktion (Transpiration) bei. „*Inbesondere Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea) zeichnete sich durch sehr gutes Wachstum aus und bildete zusammen mit Flatter-Binse (Juncus effusus) einen oberflächennahen, dichten Wurzelfilz*“ [ebd.: Kurzfassung, Herv. d. Verf.].

„Das erweiterte und durch Mykorrhiza-Einsatz gestärkte Pflanzenspektrum ist gegenüber vielen Schadstoffen robust, auch unter wechselfeuchten Bedingungen leistungsfähig und erweitert somit die Einsatzgebiete von Bodenfiltern. Daneben trägt die Bepflanzung durch starke Reduzierung des Sickerwasseranfalls und effiziente Schwermetallaufnahme wirksam zum Gewässerschutz bei.“ [ebd.: Kurzfassung]

Forschungsbedarf sehen DOBNER, I. und HOLTHIUS, J.-U. [2007] weiterhin beim streusalzbedingten Kolmationsrisiko [vgl. KASTING, U. 2002], sowie bei den:

- „*Reinigungsleistungen gegenüber realen, partikelgebundenen Straßenabflüssen und anionischen Substanzen sowie einer Maximierung der hydraulischen Anschlussverhältnisse*
- *Dauerhaftigkeit der Stabilität der Pflanzengesellschaft über mehrere Vegetationsperioden hinweg*
- *Einflussgröße der Mykorrhizapilze beim Schadstoffabbau im wechselfeuchten Böden eines Filters (direkte oder indirekte Einwirkungen auf die Pflanze)*“

Aus Sicht der Vegetationstechnik könnten weitere Forschungsanstrengungen die Effizienz der Vegetationsschicht in RBF verbessern. Der Praxischeck von ROTH-KLEYER S., ESSER, C. und DEBUS, T. [2010] macht deutlich, dass die bisher in den deutschen abwassertechnischen Regelwerken und Handbüchern vorgesehene Bepflanzung mit monostrukturierten Schilf im Praxisalltag kaum etablieren kann und die Reinigungsleistung dadurch sehr wahrscheinlich minimieren wird.

RBF werden häufig im Dauerstau gefahren, um die Filtervegetation ausreichend mit Wasser zu versorgen. Die vorliegenden Untersuchungen zur Entwicklung der RBF und der Regelwerke beruhen jedoch auf frei belüfteten Filtersystemen. Aufgrund dessen, ist eine Überprüfung der tatsächlichen Reinigungsleistung von RBF unter realen Praxisbedingungen erforderlich [ebd.].

Es muss insbesondere überprüft werden, welchen Anteil aerobe Reinigungsprozesse in RBF an der Reinigungsleistung haben. Durch einen Dauerstau werden aerobe Prozesse gemindert. Die Reinigungsleistung in der Praxis könnte sich deshalb von den Laborergebnissen deutlich unterscheiden. Dem Ergebnis entsprechend, müssen dann Anpassungen an der Technik erfolgen und ggf. wieder zu einer **Regelanwendung von RBF ohne Dauerstaubetrieb zurückgefunden werden.** [ebd.; Herv. d. Verf.].

Bei der Praxisbefragung von ROTH-KLEYER et al. 2010 antworteten hauptsächlich Betreiber von RBF im Mischwasserbetrieb, sodass eine gesonderte Auswertung von RBF zur Behandlung von Trenn- und Straßenabwässer unterblieb [ebd.].

Um einen bundesweiten Gesamtüberblick über den Stand der Retentionsbodenfiltertechnik zu erhalten, sollten die Ergebnisse von ROTH-KLEYER et al. fortgeführt und erweitert werden [ebd.]. Zur Optimierung der RBF-Technik zur Behandlung von Straßenabwasser sollten hier gezielte Praxiserhebungen durchgeführt werden.

Das bisher in aller Regel vorgesehene und größtenteils zur Verwendung kommende Schilf, ist aus vegetationstechnischer Sicht und vor allem auch im Hinblick auf das Gesamtbetriebssystem als ungeeignet anzusehen.

Stattdessen muss das Pflanzenspektrum um weitere Arten ergänzt werden, um eine standortangepasste und bestmögliche Reinigungsleistung der Vegetationsschicht zu erhalten. Dabei könnte die Vegetationsschicht nicht nur als statisches Moment in Form von monostrukturierter Pflanzenbestände, sondern als sich an die jeweiligen Standortbedingungen dynamisch anpassendes Vegetationssystem (dynamische Vegetationsbilder; Sukzession) begriffen werden [ebd.].

Forschungsanstrengungen sollten hier auf einer genauen Untersuchung der Pflanzenzusammensetzungen (Vegetationsgesellschaften) liegen, die sich im Laufe der Sukzession auf den RBF etablieren. Aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeiten an Extremstandorte wie RBF, könnten sie bei gleichwertigen ingenieurb biologischen Eigenschaften eine Alternative bieten, die mit weniger Aufwand betrieben werden kann und zugleich eine bessere Integration in die Landschaft ermöglichen könnte.

Ein Beispiel dafür ist die Große Brennnessel (*Urtica dioica*). Sie ist häufig als Folgevegetation auf RBF zu finden [ROTH-KLEYER et al. 2010, LfU BW 2002], hat eine breite Standortamplitude und weist zudem viele ingenieurbioologische Eigenschaften auf, die sie für einen geplanten Einsatz auf RBF prädestinieren könnte [vgl. MAI, H. 2008].

5 Best-Practice-Beispiele

In den einzelnen Bundesländern kommen je nach räumlicher Lage und Bedarfssituation unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Zudem bestimmen die rechtlichen Anforderungen die Wahl der Verfahren.

Um festzulegen welche Verfahren für die Behandlung von niederschlagswasserbedingten Straßenabflüssen am besten geeignet sind, müssen die Rahmenbedingungen bestimmt werden. Diese unterscheiden sich, wie bereits erwähnt, je nach Situation in den einzelnen Bundesländern. In Kapitel 5.1 wird eine Auswahl von Bundesländern kurz charakterisiert, zu denen während der Bearbeitungszeit detaillierte Informationen zum Umgang mit Straßenoberflächenwasser vorlagen. Es wird beschrieben welche Verfahren zum Einsatz kommen und wenn möglich, warum diese eingesetzt werden. Insbesondere werden die Bundesländer beschrieben, die über die bundesweit einheitlich anzuwendenden rechtlichen und technischen Regeln hinaus, eigene Reglementierungen treffen. Ein weiterer Vergleich aller Bundesländer, sowie ferner mit Nachbarländern bzw. mit weiteren Ländern der EU muss aufgrund der kurzen Bearbeitungszeit vorerst unterbleiben. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass eine tieferer und umfassendere Betrachtung lohnenswert erscheint, da hier auch Rückschlüsse über den derzeitigen Ausbaustand bzw. den derzeitigen Stand der Technik und einen künftigen Bedarf möglich sind. Des Weiteren können so auch weitere Erfahrungswerte gewonnen und diskutiert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit [s. auch PFEFFERMANN, A.-L. 2011] wurden die Bundesländer nach ihren (bevorzugt) angewendeten Verfahren zur Behandlung von Straßenabflüssen befragt (s. Abb. 17). In Kapitel 5.2 erfolgt eine tabellarische Übersicht und kurze Erläuterung der Ergebnisse.

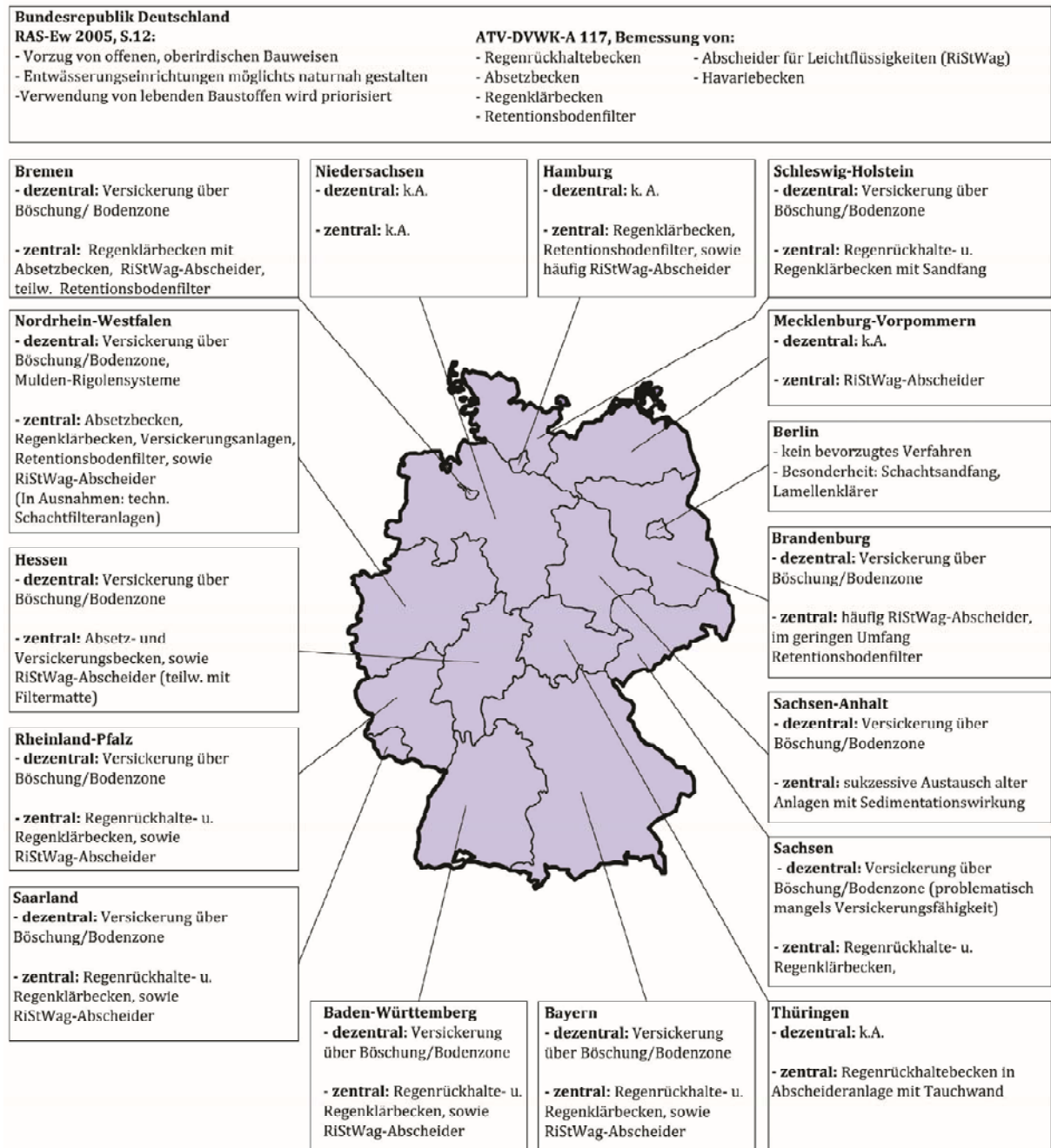


Abb. 17: Übersicht über die vorwiegend verwendeten Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen in Bundesländern und Vorgaben des Bundes [Eigene Darstellung]

In Kapitel 5.3 soll ein Vergleich der verschiedenen Behandlungsverfahren im Sinne des Best-Practice-Begriffes ermöglicht werden.

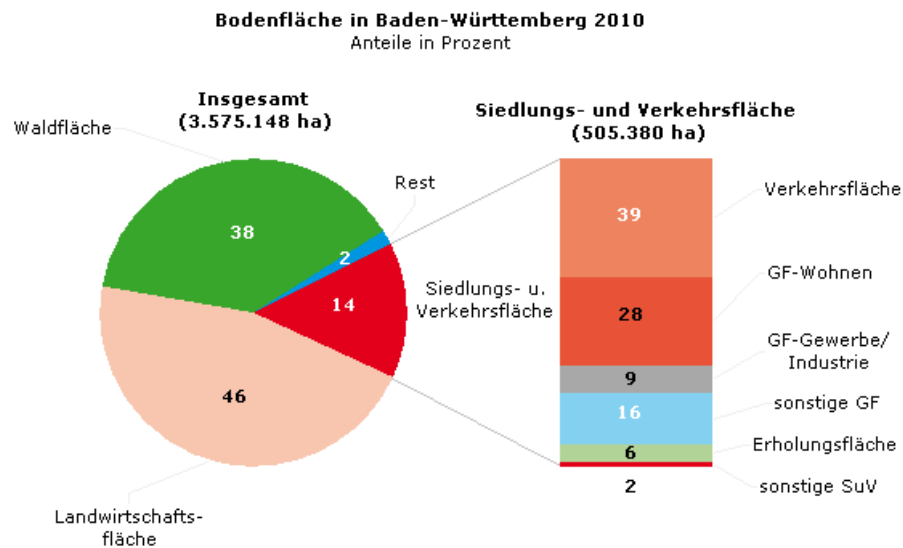
Es werden einzelne entscheidungsrelevante Parameter zusammengestellt und die Verfahren in Abhängigkeit zum jeweiligen Parameter bewertet. Damit soll zum einen

ein Vergleich der Verfahren untereinander und zum anderen die Auswahl eines Verfahrens nach Bedarf und Anforderungen ermöglicht werden.

5.1 Vorwiegend verwendete Verfahren in ausgewählten Bundesländern

In Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Schleswig-Holstein liegen spezielle Reglementierungen zum Umgang mit Straßenoberflächenabflüssen vor, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Baden-Württemberg ist der drittgrößte deutsche Flächenstaat und liegt mit rund 10,7 Mio. Einwohnern ebenfalls an dritter Stelle. Das im Südwesten gelegene Bundesland teilt sich mit drei deutschen Ländern (BY, HE und RP) und drei europäischen Staaten (AU, CH, F) seine Grenzen. Die Flächenaufteilung ist insgesamt eher heterogen, wobei die Regionen um Stuttgart und Mannheim zwei große Verdichtungsräume darstellen. Insgesamt variieren die Anteile der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Bodenfläche regional sehr stark. In den ländlicheren Regionen verursacht die verkehrsmäßige Erschließung einen hohen Flächenbedarf. In verdichteten Regionen überwiegt hingegen der Flächenbedarf für Gebäude- und Freiflächen. Von Osten nach Westen ist zudem ein Gefälle von Siedlungs- und Verkehrsfläche je Einwohner zu konstatieren. An der gemeinsamen Grenze zu Bayern ist der Anteil von Siedlung und Verkehrsfläche hoch, im Rheintal und in der Region um Stuttgart gering [STALA-BW 2011a; STALA-BW 2011b].



1) Betriebsfläche ohne Abbauland, Friedhof. © Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2011

Abb. 18: Bodenfläche nach tatsächlicher Nutzung im Jahr 2010 [STALA-BW 2011a]

Das bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist nach der „Verwaltungsvorschrift über die Beseitigung von Straßenoberflächenwasser“ [IMBW & UMBW 2008a] die dezentrale breitflächige Versickerung über die Böschung oder die an die Bankette angrenzende Bodenzone. Aus topografischen, geologischen, bodenkundlichen, wasserwirtschaftlichen oder konstruktiven Gründen kann eine breitflächige Versickerung nicht möglich sein. In diesem Fall ist eine Sammlung der Abflüsse vorgesehen [ebd. Ziffer 3.4.5].

Als zentrale Behandlungsanlagen dienen vorwiegend Regenrückhalte- und Regenklärbecken, sowie RiStWag-Abscheider. Mit der Verwaltungsvorschrift über die Behandlung von Straßenoberflächenwasser wurden die „Technischen Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ [IMBW u. UMBW 2008b] im Januar 2008 verbindlich eingeführt. Im Angang der Verwaltungsvorschrift werden „Ergänzende Festlegungen für die Anwendung der RiStWag“ [IMBW u. UMBW 2008c] festgelegt.

Die „Technischen Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ beinhalten die Maßnahmen zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser und „stellen die allgemein anerkannten

Regeln der Technik für die Planung und den Betrieb von Anlagen zur Behandlung von Straßenoberflächen dar [ebd.: 7].

In ihnen wird zusätzlich zu den (bisher) konventionell verwendeten RKB und RRK, auf weitere Verfahren, wie Filterbecken und Versickerungsanlagen eingegangen. Der Geltungsbereich umfasst Straßen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortschaften, schließt bestehende Straßen mit ein und regelt den Anwendungsbereich, die Wirkweise und die Bemessung „*aller in der Praxis relevanten Anlagen*“ [ebd.].

Dabei gilt das Niederschlagswasser von Straßenabflüssen als behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser [ebd.: 11]. In den technischen Regeln werden dafür Ausführungsgrundsätze je nach Belastungsgrad detailliert beschrieben. Zudem werden die für den Betriebsdienst wichtigen Grundlagen behandelt.

Insgesamt bildet das Regelwerk ein vollständiges Handbuch für Fachplaner, Genehmigungsbehörden und den Betriebsdienste.

Zur Festlegung der erforderlichen Behandlungsmaßnahmen von Straßenabwässern außerhalb geschlossener Ortschaften wird ein Bewertungsverfahren eingesetzt.

Das Bewertungsverfahren sieht mehrere Arbeitsschritte vor (s. Abb. 19). In mehreren Tabellen¹⁵ werden die zu berücksichtigenden Kriterien in einem Punktwertsystem eingestuft und in den einzelnen Arbeitsschritten miteinander verglichen.

Ob eine Behandlung notwendig wird oder nicht, ergibt sich aus dem Vergleich der Gewässerpunkte (G: Einstufung nach Gewässertyp; Grundwasser < Oberflächengewässer < Fließgewässer) und dem Emissionswert, der sich aus der Flächenbelastung (F) und der Luftverschmutzung (L) ergibt. Übersteigt der Emissionswert den zulässigen Wert für den Gewässertyp, wird eine Behandlung erforderlich. Im Ergebnis soll die zu wählende Anlage die Emissionswerte auf den zulässigen Punktwert für das Gewässer reduzieren bzw. ihn unterschreiten.

¹⁵ Gewässerpunkte, Einfluss aus der Luft, Flächenbelastung, Durchgangswerte bei Bodenpassage, Durchgangswerte von Sedimentations- und Filteranlagen

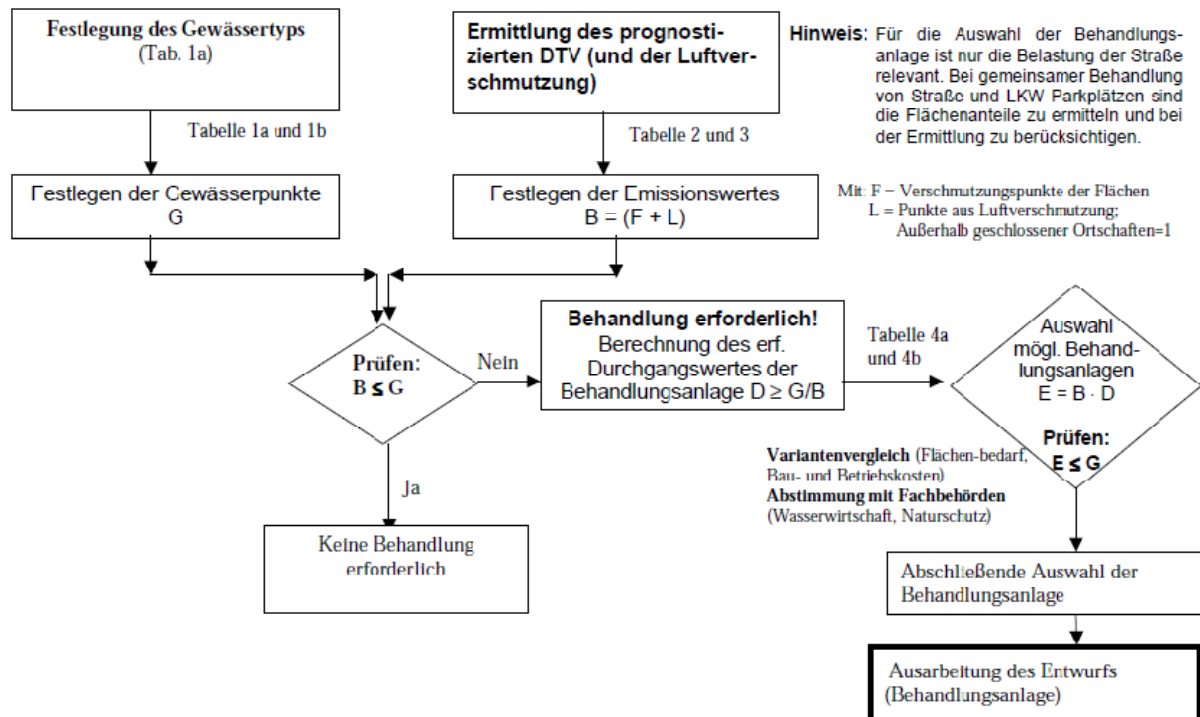


Abb. 19: Arbeitsschritte bei der Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen für Straßenoberflächenwasser außerhalb von geschlossenen Ortschaften [IMBW u. UMBW 2008c: Anlage]

Nordrhein-Westfalen ist das bevölkerungsreichste, mit 34.080 km² aber nur das viertgrößte Bundesland der Bundesrepublik Deutschland. Das Zentrum und der Süden des Landes sind aufgrund der Metropolregion Rhein-Ruhr stark urbanisiertes Gebiet; der Norden hingegen ist eher ländlich geprägt. Daher ist der Anteil der Verkehrsfläche an der Gesamtfläche des Landes mit etwa 7 % relativ hoch [INFORMATION UND TECHNIK NRW 2010: 38f.].

In Nordrhein-Westfalen ist nach dem Runderlass „Entwässerungstechnische Maßnahmen an Bundesfern- und Landstraßen“ [MBV-NRW u. MUNLV-NRW 2010] die ortsnahe Versickerung von Straßenoberflächenwasser von außerhalb zusammenhängend bebauter Bereiche über die belebte Bodenzone ohne Vorschaltung von Regenwasserbehandlungsanlagen die Regel und hat oberste Priorität. Dabei muss grundsätzlich eine ausreichende Schutzwirkung durch geeignete Grundwasserüberdeckung gewährleistet sein [MBV-NRW u. MUNLV NRW 2010, Ziffer 2]. Ist die Versickerung von Straßenoberflächenwasser aufgrund von äußeren Randbedingungen nicht möglich,

ist das Wasser zu fassen und abzuleiten. Zur Behandlung, Rückhaltung und Ableitung des Wassers werden Abscheider für Leichtflüssigkeiten, Absetzbecken bzw. Absetzanlagen, Regenklärbecken, verschiedene Versickeranlagen oder Retentionsbodenfilter verwendet. Dabei kommen meist Kombinationsanlagen in Form von Regenrückhalteanlagen in Kombination mit Absetzbecken, Leichtflüssigkeitsabscheidern, Regenklärbecken, Bodenfilteranlagen oder Versickeranlagen zum Einsatz. Die Auswahl wird zwischen den zuständigen Verkehrs- und Umweltschutzbehörden abgestimmt.

Das Gebiet des Stadtstaates **Hamburg** ist urban geprägt. Mit etwa 1,8 Mio. Einwohner auf einer Fläche von 755,3 km² hat Hamburg im Vergleich zu anderen deutschen Großstädten eine relativ geringe Einwohnerdichte von 2.348 E/km². Dies liegt hauptsächlich an den Hafenflächen und größere ländliche Gebiete, auf denen nur wenige Menschen wohnen. Der Anteil der Verkehrsflächen an der Gesamtfläche Hamburgs liegt bei 12,1 % (vgl. Abb. 20). Dazu zählen neben Straßenflächen auch Flächen für den Schienen, Luft- sowie Wasserstraßenverkehr [STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (B) 2011: 14, 236].

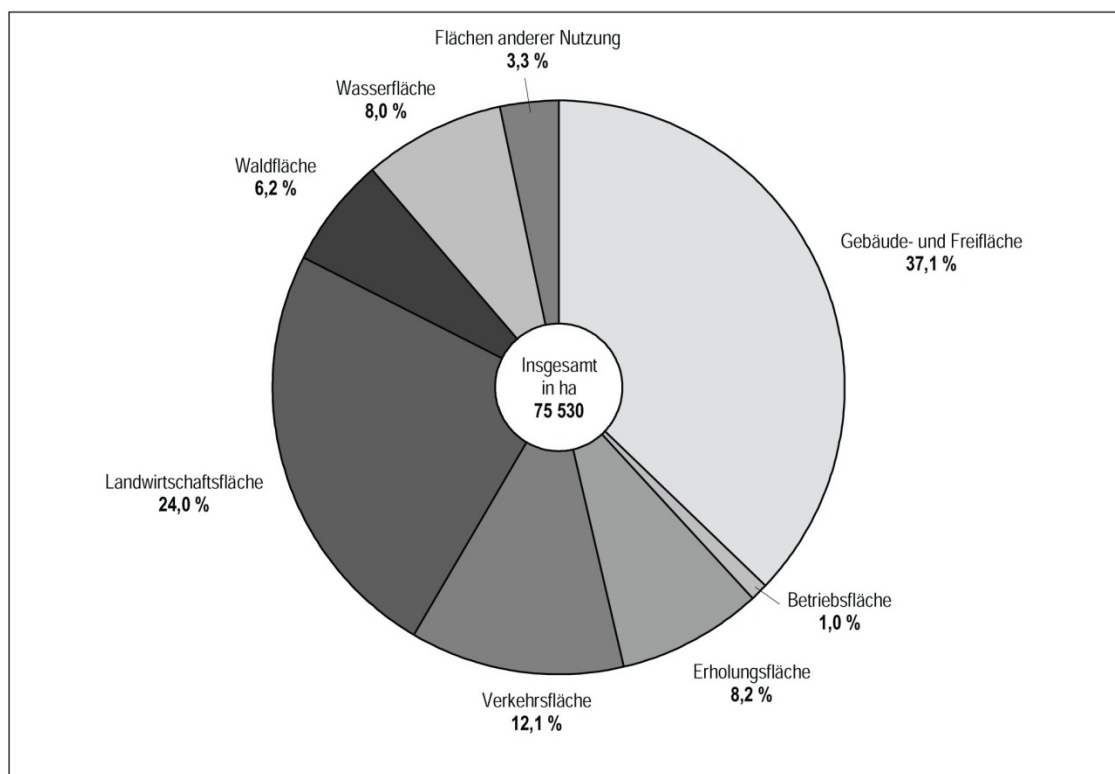


Abb. 20: Nutzarten der Bodenfläche in Hamburg am 31.12.2008

[STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (B) 2011: 239]

Für eine zentrale Behandlung von Straßenoberflächenwasser kommen im Stadtstaat Hamburg sowohl physikalische als auch biologische Verfahren zur Anwendung. Verwendet werden Sandfänge, Teichanlagen, Leichtflüssigkeitsabscheider, Regenklärbecken, kompakte Sedimentationsanlagen und Filtersysteme. Dabei sollten möglichst Retentionsbodenfilter zum Einsatz kommen. Allerdings werden häufig einfachere Anlagen wie RiStWag-Abscheider und Regenklärbecken gebaut.

Im dezentralen Bereich gibt es in Hamburg bislang nur wenige Erfahrungen sowie keine festgelegten Standards.

Das Land **Schleswig-Holstein** ist das nördlichste Bundesland der Republik und stark landwirtschaftlich geprägt. Mit Blick auf die Nutzarten der Bodenfläche in Schleswig-Holstein (vgl. Abb. 21) wird dies deutlich; etwa 70% der Landesfläche werden landwirtschaftlich genutzt. Demgegenüber ist der Anteil der Verkehrsfläche an der Gesamtfläche mit 4,4% im Vergleich zu anderen Bundesländern gering [STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (A) 2011: 263].

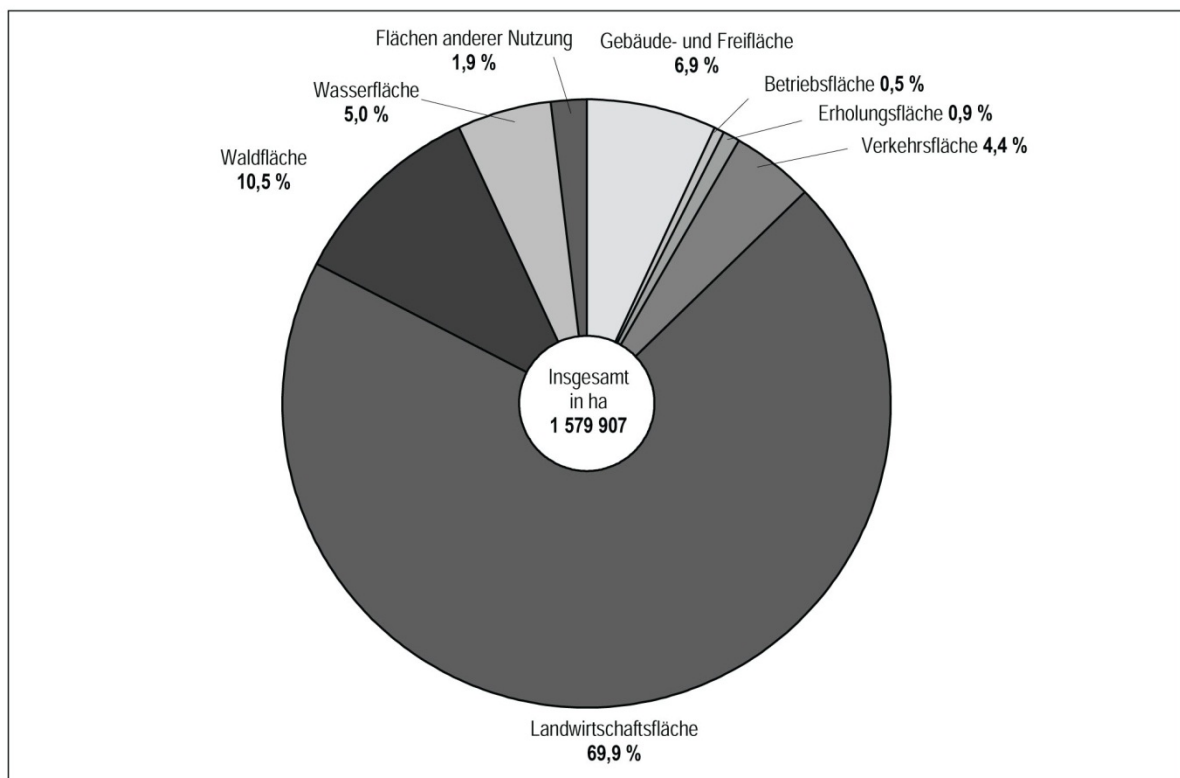


Abb. 21: Nutzarten der Bodenfläche in Schleswig-Holstein am 31.12.2008

[STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (A) 2011: 263]

Nach den „Technischen Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation“ [MLUR SH 1992] ist in **Schleswig-Holstein** das Niederschlagswasser vor der Einleitung grundsätzlich zu behandeln.

Für die Behandlung von Niederschlagswasser kommen u. a. Regenrückhaltbecken, Leichtflüssigkeitsabscheider, Regenklärbecken, Wirbelabscheider, Vegetationspassagen, Bodenfilter und Teichanlagen in Frage [MLUR 1992, Ziffer 1 und 2.4].

Bei der zentralen Behandlung von Straßenabflüssen kommen vorwiegend Regenrückhaltbecken bzw. Regenklärbecken mit vorgeschaltetem Sandfang nach RAS-Ew zur Anwendung. Jedoch ist eine dezentrale Behandlung von Straßenoberflächenwasser über Mulden, Gräben sowie Vegetationspassagen grundsätzlich zu bevorzugen. Entscheidende Kriterien zur Auswahl der Verfahren sind die anfallende Wassermenge, die Wasserqualität, die Straßenkategorie und die Entfernung zur Einleitstelle.

5.2 Auswertung der Länderbefragung über dezentrale sowie zentrale Behandlungsverfahren von Straßenoberflächenabflüssen

Bundesland	Verfahren dezentral		zentral			
	Versickerung über Böschung/Bodenzone	Versickerung über Böschung/Bodenzone und Mulden-Rigolensysteme	Regenrückhaltebecken (RRB)	Regenklärbecken (RKB)/Absetzbecken	RiStWag-Abscheider	Retentionsbodenfilter (RBF), u. andere Versickerungsanlagen
Baden-Württemberg	X		X	X	X	
Bayern	X		X	X	X	
Berlin	(x)		(x)	(x) ¹	(x)	
Brandenburg	X		(x)	(x)	X	X ¹
Bremen	X		(x)	X	X	X ¹
Hessen	X		(x)	X	X ¹	
Hamburg	(x)		(x)	X	X ¹	X
Mecklenburg-Vorpommern	(x)		(x)	(x)	X	
Niedersachsen	(x)		(x)	(x)	(x)	
Nordrhein-Westfalen	X	X	(x) ¹	X	X	X ¹
Rheinland-Pfalz	X		X	X	X	
Saarland	X		X	X	X	
Sachsen	X ²		X	X	(x)	
Sachsen-Anhalt	X		(x)	(x) ¹	(x)	(x) ¹
Schleswig-Holstein	X		X	X ¹	(x)	
Thüringen	(x)		X	(x)	X	

Erklärung: X Verfahren wird angewendet; (x) Verfahren wird vermutlich angewendet; ^(*) wird häufig angewendet; ⁽⁻⁾ wird selten angewendet

¹ mit Schachtsandfang und Lamellenklärer² teilweise mit Filtermatte³ mit und ohne Dauerstau⁴ auch Versickerungsanlagen u. techn. Schachtfilteranlagen⁵ Problematisch mangels Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens⁶ Substitution alter Anlagen mit (Beckensystemen: mit trockenfallenden Rasensohlen/vertikale Passage; ggf. Drainierung (Bodenfilter)⁷ siehe Fußnote 6⁸ mit Sandfang

Tab. 15: Auswertungsmatrix der Bundesländerbefragung zu den verwendeten Verfahren zur Reinigung und Beseitigung von Straßenabflüssen [Eigene Darstellung]

Tabelle 15 veranschaulicht die Ergebnisse der Befragung der Umwelt- und Straßenbauverwaltungen bezüglich der (vorwiegend) verwendeten Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen.

Von den meisten Bundesländern wurde die dezentrale Versickerung über die Böschung bzw. die belebte Bodenzone als priorisiertes Verfahren angeführt. Für die Bundesländer die diese Verfahrensweise nicht explizit genannt haben, kann sie jedoch auch angenommen werden. Dies ergibt sich schon aus den in § 55 des WHG bestimmten Grundsatz, dass Niederschlagswasser möglichst ortsnahe versickert, verrieselt oder über Trennkanalisation in ein Gewässer eingeleitet werden soll, soweit keine wasserrechtlichen, sonstige öffentliche Vorschriften sowie wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

In NRW kann auch stark verschmutztes Niederschlagswasser, welches auf außerörtlichen Hauptverkehrsstraßen und Fernstraßen anfällt, über Mulden-

Rigolensysteme mit jeweils mindestens 20 cm starker belebter Bodenzone (ohne Schächte, Überläufe o.ä.) versickert werden [MUNLV NRW 1998: Ziffer 14.3]

Bei der zentralen Behandlung von Niederschlagsabflüssen von Straßen werden RRB, RKB und RiStWag-Abscheider angewendet. Retentionsbodenfilter und andere Versickerungsanlagen bilden vermutlich eher die Ausnahme. In NRW liegen bei diesem Verfahren besonders viele Erfahrungen vor.

5.3 Best-Practice-Vergleich

Für die Auswahl eines bestimmten Verfahrens zur Behandlung des Straßenabflusses ist in erster Linie entscheidend, welche Schutzerfordernisse an einem bestimmten Ort für das Schutzgut Wasser bestehen (Wasserschutzgebiete). Weiterhin können auch die Standortbedingungen Einfluss auf die Auswahl und Ausgestaltung eines Behandlungsverfahrens haben (Versickerbarkeit von Böden/weitere Schutzerfordernisse des Umweltrechts: Gewässer, Natur- u. Landschaft, Boden/Platzbedarf und Flächenverfügbarkeit, etc.).

Diese Hintergründe können den Einsatz eines bestimmten Verfahrens notwendig machen oder auch komplett ausschließen. Eine Betrachtung dieser vorrangigen Entscheidungsparameter verdeutlicht, dass bestimmte Bedingungen die Auswahl der möglichen Verfahren auf eine Anzahl von tatsächlich anwendbaren Verfahren eingrenzen und bestimmte Anforderungen an die Behandlung des Straßenabflusses stellen.

Bei der engeren Auswahl an Verfahren entscheiden dann entweder ein bestimmtes Schutzerfordernis und rechtliche Bestimmungen direkt über das anzuwendende Verfahren, oder es kommen mehrere Verfahren in Frage, um ein bestimmtes Reinigungsziel zu erfüllen. Neben den Schutzerfordernissen, rechtlichen Vorgaben und standörtlichen Bedingungen fließen auch weitere äußere Rahmenbedingungen in die Entscheidung mit ein. Eine große Rolle spielen dabei Erfahrungswerte im Bezug auf den Stand der Technik und auch die Praxistauglichkeit im Betriebsalltag. Zudem ist der Grundsatz des wirtschaftlichen Umgangs mit öffentlichen Mitteln zu

beachten. Der tatsächlich erzielbare bzw. angestrebte Nutzen muss in einem angemessenen Verhältnis zum Kostenaufwand stehen.

Die eben dargestellten Erläuterungen zu den vorrangigen Entscheidungsparametern, stellen einen ersten Überblick über die Hintergründe für die Auswahl eines Verfahrens da.

Um eine fundierte Entscheidung für ein bestimmtes Verfahren treffen zu können sind auch die anlagenspezifischen Eigenschaften zu betrachten. Den Zusammenhang von entscheidungsrelevanten Hintergründen, anlagenspezifischen Eigenschaften und der Auswahl eines Verfahrens zur Behandlung von Straßenabflüssen verdeutlicht Abbildung 22.

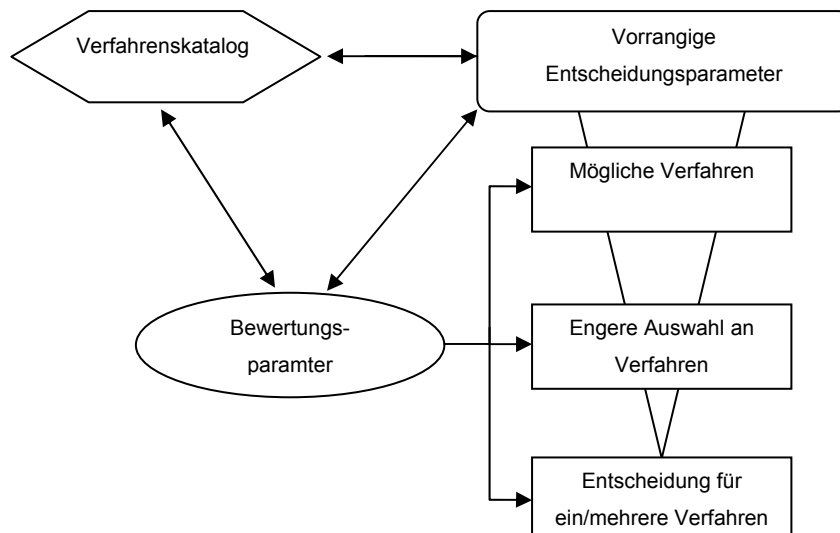


Abb. 22: Ablaufschema zur Auswahl eines Verfahrens [Eigene Darstellung]

In Kapitel 5.3.1 erfolgt eine Beschreibung von Bewertungsparametern (Reinigungsleistung (AFS), Betriebskosten, Durchflussleistung, Investitionskosten, Landschaftsbild, Platzbedarf, Wartungsaufwand), die ein möglichst umfassendes Gesamtbild der aufgeführten Verfahren ermöglichen soll. Die Bewertungsparameter wurden so gewählt, dass sie möglichst gute Rückschlüsse in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Kosten zulassen. Der Platzbedarf ist zum einen für den Flächenbedarf und die Flächenverfügbarkeit und zum anderen für die Eingriffserheblichkeit in Natur und Landschaft von Bedeutung. Der Einfluss auf das Landschaftsbild steht dabei für sich selbst, als direkt visuell wahrnehmbare

Beeinflussung der Landschaft, sowie stellvertretend für andere Schutzgüter der naturschutzfachlichen Eingriffsregelung.

Die beschriebenen Parameter dienen der Bewertung der einzelnen zentralen und dezentralen Verfahren. In Kapitel 5.3.2 wird die Bewertung tabellarisch vorgenommen. Durch die Bewertung soll jedes Verfahren für sich und die Verfahren untereinander vergleichend betrachtet werden können.

5.3.1 Beschreibung der Bewertungsparameter

Reinigungsleistung (Abfiltrierbare Stoffe – AFS)

Abfiltrierbare Stoffe (AFS) sind im Abwasser enthaltene Sink-, Schweb- und Schwimmstoffe und werden durch Filtration abgetrennt. Sie ergeben meist eine sichtbare Trübung. Ihr Gehalt wird in mg/l angegeben.

Die AFS sind ein wichtiger Parameter für die Reinigungsleistung, da sie einerseits ein hohes Verschmutzungspotential mit sich bringen und andererseits ein großer Anteil an Verschmutzungen an diese Partikel gebunden ist [vgl. PFEFFERMANN, A.-L. 2011].

Durchflussleistung

Der Durchfluss (Durchflussmenge) wird in Volumen pro Zeit angegeben. Die Messgröße für den Durchfluss in Wasserleitungen ist Liter pro Minute (Liter/Minute, l/min). Je mehr Wasser in einer bestimmten Zeit behandelt werden kann, desto positiver wird die Behandlungsmethode bewertet [vgl. PFEFFERMANN, A.-L. 2011].

Investitionskosten

Investitionskosten entstehen bei der Planung und dem Bau der Behandlungsanlage. Diese können je nach Art der Anlage stark variieren. Gerade bei unterirdischen Anlagen macht der Erdaushub einen erheblichen Teil der Investitionskosten aus. Daher können gerade bei Becken durch Einsparungen in der Volumina die Investitionskosten erheblich gesenkt werden [vgl. PFEFFERMANN, A.-L. 2011].

Betriebskosten

Die Betriebskosten ergeben sich aus den monetären Aufwendungen für den Betrieb und die Unterhaltung der Anlagen zur Rückhaltung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser. Für eine sichere und dauerhafte Funktion der Bauwerke sind regelmäßige und außerplanmäßige Überprüfungen (Kontrollen) und eine sachgerechte Unterhaltung erforderlich [vgl. UHL, M. et al. 2006a: 26f.].

Die Kosten setzen sich aus variablen Kosten und Fixkosten zusammen. Der Betrieb und die Unterhaltung sind Aufgabe des Straßenbetriebsdienstes.

Wartung

Die Wartung von Bauwerken dient der Erhaltung der Funktionsfähigkeit und ist wesentlicher Bestandteil der Unterhaltungsmaßnahmen. Je nach Anlagentyp kann sich der Wartungsaufwand erheblich unterscheiden. Naturnahe Verfahren haben einen im Vergleich zu chemisch-physikalischen und technisch-mechanischen Verfahren geringeren Wartungsaufwand. Regelmäßige Kontrollen und Pflegemaßnahmen (Sichtkontrolle, Bankettschalen, etc.) müssen aber auch bei dezentralen Lösungen durchgeführt werden. Dezentrale Verfahren haben jedoch gegenüber zentralen Lösungen den Vorteil, dass hier die Abflüsse nicht zugeleitet werden müssen und so eine zusätzliche Wartung von Zuleitungen (Rinnen, Kanalisation) nicht notwendig wird.

Zentrale Verfahren können sich auch untereinander stark im Wartungsaufwand unterscheiden. Maßgeblich sind hier die Größe und die bauliche Ausführung der Anlage. Sie erfüllen zudem häufig ein besonderes Schutzerfordernis.

Festgestellte Mängel, Schäden oder Dichtsetzungen müssen je nach Möglichkeit oder Dringlichkeit auch sofort beseitigt werden, um die Schutzwirkung sicher zu stellen [vgl. UHL, M. et al. 2006a: 27f.].

Landschaftsbild

Unter dem Begriff Landschaftsbild versteht man das vom Menschen wahrnehmbare Erscheinungsbild einer Landschaft. Es umfasst alle Wirkungen der wahrnehmbaren Merkmale sowie Eigenschaften von Natur und Landschaft auf den Menschen. Dabei überwiegen bei der Wahrnehmung vorrangig die visuellen Eindrücke, wobei diese aus natürlichen und anthropogenen Elementen bestehen können. Letztendlich wahrgenommen werden diese subjektiv, beeinflusst durch die Prägung, Ethik, Bildung, Erziehung sowie Erfahrungen des Menschen [BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (HRSG.) 1991: 14f.].

Im Bundesnaturschutzgesetz [BNatSchG 2009] wird das Landschaftsbild nach § 1 Abs. 1 Nr. 3 geschützt. Dort heißt es: *„Natur und Landschaft sind [...] so zu schützen, dass [...] die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft auf Dauer gesichert sind“* [§ 1 Abs. 1 BNatSchG]. Weiter steht im § 1 Abs. 5 Satz 3 BNatSchG, dass Verkehrswege u. a. so landschaftsgerecht gestaltet werden sollen, dass die Inanspruchnahme der Landschaft sowie Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes vermieden oder gering gehalten werden. Unter Verkehrswege zählen ebenfalls dezentrale bzw. semizentrale Anlagen zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser.

Positiv bewertet wird der Parameter „Landschaftsbild“, wenn sich Behandlungsanlagen gut in die Landschaft einfügen lassen. Dabei wirkt sich ebenfalls aus, ob die Anlagen ein vom Menschen geschaffenes Biotop darstellen. Negativ bewertete Aspekte sind neben der nicht landschaftsgerechten Ausbildung der Anlagen auch ein hoher Versiegelungsgrad und ob die Anlagen als solche sofort wahrnehmbar sind.

Platzbedarf

Alle Straßenoberflächenbehandlungsanlagen benötigen eine gewisse Flächengröße, um das zu behandelnde Niederschlagswasser reinigen zu können. Auch Anlagenerschließung und Wartungsvorrichtungen können den Platzbedarf einer Anlage deutlich erhöhen. Damit ein gewisser Wirkungsgrad erreicht werden kann, bedürfen naturnahe Verfahren meist einer größeren Reinigungsfläche als technische Anlagen. Dezentrale Behandlungsverfahren zeichnen sich gegenüber zentralen und semizentralen Verfahren mit einer kompakteren Bauweise aus, wodurch sie häufig auf weniger Fläche angewiesen sind oder sogar in andere Bauwerke integriert werden können.

5.3.2 Bewertung ausgewählter Verfahren zur Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen aus Niederschlägen

Für die Bewertung der einzelnen Behandlungsverfahren werden anhand der in Kapitel 5.3.1 beschriebenen Parameter untereinander verglichen. Die Bewertungskategorien erstrecken sich von sehr gut (++) bzw. gut (+) über durchschnittlich (o) bis hin zu schlecht (-) bzw. sehr schlecht (--). Dabei wird hinsichtlich der Bewertung zwischen dezentralen (Tab. 16) und zentralen Verfahren (Tab. 17) unterschieden.

	Verfahren				
Parameter	Versickerung über Böschung/Bodenzone Straßenrinnen, Straßenabläufe, Straßenmulden, Entwässerungsgräben (einschl. Stabrechen/ u. Durchlässe)	Versickerung über Mulden/Rigolen (Versickerungsmulden/ -gräben / -becken)	Centrifloel Sicherheitsstraßenablauf	RAUSIKKO HydroClean	Flächenablaufilter mit BIOFIL Substrat
Reinigungsleistung (AFS)	++ sehr hoch	+	++ sehr hoch	++ sehr hoch	++ sehr hoch
Investitionskosten	++ sehr gering	o mittel	+	o mittel	+
Betriebskosten	+	o mittel	k. A.	k. A.	k. A.
Platzbedarf	++ sehr gering	+	++ sehr gering	+	+
Einfluss auf das Landschaftsbild	++ sehr gering	++ sehr gering	+	+	+
Durchflussleistung			k. A.	0,75 l/s	k. A.
Wartungsaufwand	+	+	+	++ sehr gering	k. A.

Tab. 16: Bewertungsmatrix der dezentralen Verfahren [Eigene Darstellung]

	Verfahren				
Parameter	Regenklärbecken	Retentionsbodenfilter	Sandfilter	Fällung / Flockung	Lamellenklärer
Reinigungsleistung (AFS)	o / + durchschnittlich bis hoch	+	++ sehr hoch	Sedimentation: o Filtration: + Flotation: o / +	o durchschnittlich
Investitionskosten	o durchschnittlich	+	o durchschnittlich	o durchschnittlich	+
Betriebskosten	ca. 0,12 EUR/m²red Jahr gering	0,01 EUR/m²red/a angeschlossene Fläche sehr gering	ca. 0,75 EUR/m² red. hoch	4,60 €/m³ zu behandelndes Wasser mittel	k. A.
Platzbedarf	hoch	sehr hoch	hoch	gering	o durchschnittlich
Einfluss auf das Landschaftsbild	sehr hoch	o / + durchschnittlich bis gering	hoch	sehr hoch	hoch
Durchflussleistung	7,5 m/s	10-6 m/s (bei spez. Filterfläche 100 m²/hared; Drosselspende ca. 0,25 mm/h o. 0,7 l/s ha)	Langsamfilter: 0,05-0,2 m/h Schnellfilter offen: <7 m/h Geschlossen: 20 m/h	Drosselspende 0,36-0,72 mm/h o. 1-2 l/(s*ha)	k. A.
Wartungsaufwand	o mittel	o mittel	hoch	hoch	o mittel

Tab. 17: Bewertungsmatrix der zentralen Verfahren [Eigene Darstellung]

Besonders schlecht abgeschnitten hat bei den zentralen Verfahren, aufgrund der überwiegend negativ bewerteten Aspekte, die Behandlung von Straßenoberflächenwasser mittels Sandfilter. Auffällig sind die hohen Betriebskosten des Sandfilters. Diese ergeben sich durch das regelmäßige Abschälen der oberen Schichten (50-75 mm), um die Reinigungsleistung aufrecht zu erhalten. Durch den Austausch des kompletten Filtermaterials alle fünf Jahre, ist einzig die hohe Reinigungsleistung von AFS (80-94 %) als sehr gut zu bewerten.

Das Regenklärbecken (mit oder ohne Dauerstau) hat bei der Bewertung insgesamt recht durchwachsen abgeschnitten. Die Reinigungsleistung, die Investitionskosten und der Wartungsaufwand sind durchschnittlich. Hingegen problematisch anzusehen ist der hohe Platzbedarf und die häufig äußerst schlechte Einbindung in das Landschaftsbild. Jedoch wird für die Behandlung von Straßenoberflächenwasser in vielen Bundesländern aufgrund der geringen Betriebskosten und langen Erfahrungswerte vorwiegend auf das RKB zurückgegriffen.

Ebenfalls durchschnittlich bewertet wurde das Behandlungsverfahren mittels Fällung und Flockung. Die Betriebskosten sowie der Wartungsaufwand sind bedingt durch die zusätzlichen Kosten der Fällungs- bzw. Flockungsmittel und des erhöhten Schlammauftkommens schlechter bewertet worden als beim RKB. Dagegen hat sich die Möglichkeit der Chemikalienzugabe direkt in die Zulaufrohre (Rohrflockung) positiv auf den Aspekt Platzbedarf ausgewirkt. In Bezug auf die Reinigungsleistung von AFS hat einzig die Flockung mit anschließender Filtration eine positive Bewertung und eine deutlich Steigerung gegenüber dem RKB's vorzuweisen. Die Flockung mit anschließender Sedimentation hat demgegenüber eine deutlich schlechtere Reinigungsleistung, die sogar schlechter als beim RKB abschneidet.

Auch der Retentionsbodenfilter wurde als ein durchschnittlich geeignetes Behandlungsverfahren von Straßenoberflächenwasser eingestuft. Der Retentionsbodenfilter zeichnet sich durch sehr geringe Betriebskosten und eine gute Reinigungsleistung in Bezug auf AFS aus. Weniger positiv wirkten sich die hohen Investitionskosten und der im Vergleich zu allen anderen Verfahren sehr hohe Platzbedarf aus.

Ein Großteil der bewerteten Aspekte bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser mit Lamellenklärer hat durchschnittlich abgeschnitten. Lediglich die geringen Investitionskosten und ein hoher Einfluss auf das Landschaftsbild weichen von dem Durchschnitt ab. Lamellenklärer benötigen aufgrund der Lamellen einen geringeren Platzbedarf als das RKB. Zu den Betriebskosten sind keine Angaben bekannt.

Zusammenfassend zur Bewertung der zentralen Verfahren ist festzuhalten, dass diese überwiegend durchschnittlich bis schlecht abgeschnitten haben. Die Aspekte Platzbedarf, Landschaftsbild und Investitionskosten wurden bei den zentralen Verfahren besonders schlecht bewertet. Die Reinigungsleistung bei den abfiltrierbaren Stoffen ist als durchschnittlich bis sehr gut bewertet worden. Im Vergleich zu den dezentralen Verfahren, fällt die Bewertung schlechter aus. Jedoch eignen sich die zentralen Behandlungsverfahren auch zur Behandlung von stärker belasteten Straßenoberflächenabflüssen und größeren Abflussmengen. Dem gegenüber ist die Bewertung der dezentralen Verfahren überwiegend gut ausgefallen (s. Tab. 16). Hier hat die Versickerung über die Böschung bzw. gewachsene Bodenzone, Straßenrinnen, Straßenabläufe, Straßenmulden und Entwässerungsgräben eine außerordentlich gute Bewertung erhalten. Die Reinigungsleistung von abfiltrierbaren Stoffen ist durchweg als hoch bis sehr hoch anzusehen. Auch die Bewertung von dezentralen Behandlungsanlagen ausgewählter Firmen ist durchweg gut ausgefallen [s. Pfeffermann, A.-L. 2011]. Bedingt durch die erhöhten Investitionskosten und Betriebskosten ist die Versickerung über Mulden bzw. Rigolen im Vergleich zu den anderen dezentralen Verfahren etwas schlechter bewertet worden.

Insgesamt ergeben sich für die dezentralen Verfahren im Gegensatz zu den zentralen Verfahren bessere Bewertungen. Dabei ist zu bedenken, dass dezentrale und zentrale Verfahren nicht untereinander verglichen werden können, da sie bei unterschiedlichen Schutzerfordernissen eingesetzt werden.

Dezentrale Anlagen können auch in Kombination mit zentralen Anlagen geschaltet werden. Zum Bearbeitungszeitpunkt dieser Arbeit liegen keine Angaben zu den Kombinationsmöglichkeiten und ihren Eigenschaften vor. Deshalb konnten keine

näheren Betrachtungen erfolgen. Vermutlich kann mit einer Kombination dezentraler und zentraler Verfahren eine weitergehende und verbesserte Reinigungsleistung erreicht werden. Die Erforderlichkeit zur Optimierung der Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen ist von der Einschätzung des Gefährdungspotentials bzw. vom fortschrittlichen¹⁶ und wirtschaftlichem Stand der ,Technik¹⁷ abhängig.

¹⁶ vom Stand der Wissenschaft abhängig

¹⁷ angemessenes Kosten-Nutzen-Verhältnis

6 Monitoring

„Der Begriff „Monitoring“ kommt aus dem Englischen¹⁸ und ist ein Überbegriff für alle Arten der Beobachtung intersubjektiv wahrnehmbarer Systemzustände im Zeitverlauf“ [MARSCHNER, S. 2008; nach SCHRÖDER, F u. HOFMANN, W. 2008]. „Von einer Umweltbeobachtung oder einem Umweltmonitoring wird gesprochen, wenn diese Wahrnehmungen auf die wissenschaftliche Dokumentation oder die behördliche Überwachung der Umweltqualität abzielen“ [MARSCHNER, S. 2008: 18].

In Deutschland liegen mehrere wissenschaftliche Untersuchungen zum Schadstoffaufkommen in Straßenabflüssen bzw. über die Reinigungsleistung der Behandlungsanlagen vor. Das Schadstoffaufkommen im Straßenraum und die Wirksamkeit von Versickerungsmaßnahmen für den Stoffrückhalt wurde in den vergangenen zehn Jahren häufig untersucht¹⁹. Ebenso liegen Ergebnisse über zentrale Behandlungsanlagen wie Entwässerungsbecken²⁰ oder Retentionsbodenfilter²¹ vor.

Aufgrund der Anforderungen der WRRL wurden bereits erste Einschätzungen über Schadstoffe aus Straßenabflüssen vorgenommen²². Das Vorkommen und Verhalten von „neuen“ prioritären Stoffen der WRRL in Straßenabflüssen soll in Zukunft stärker erforscht werden [KOCHER, B. 2011].

Bei der Befragung der Umwelt- und Straßenbauverwaltungen der Bundesländern konnten keine spezifischen übergeordneten Monitoringprogramme für das Schadstoffaufkommen in Straßenabflüssen ermittelt werden (s. Abb. 23).

¹⁸Engl. *monitoring*: ‚something or someone that warns an overseer‘.

Ursprünglich war *monitoring* beschränkt auf die Bedeutung „someone who gives a warning so that a mistake can be avoided“. Heute bedeutet *monitoring* auch ‚the act of observing something‘, ‚keeping a record of that observation; keep watch; keep track of; keep under surveillance; check usually for a special purpose [MARSCHNER, S. 2008; nach SCHRÖDER u. HOFMANN 2008]

¹⁹BEER u. KOCHER 2010, BOLLER et al. 2005, DIERKES u. GEIGER 1999, KOCHER 2008 und 2006/2007, KOCHER, B. u. WESSOLEK 2003, LAMBERT u. FUCHS 2008, 1, NADLER u. MEISNER 2007

²⁰LANGE et al. 2001

²¹Kasting. u. Grotehusmann 2009

²²Schmitt u. Welker 2006, Stachel, Tegge, Jantzen 2007

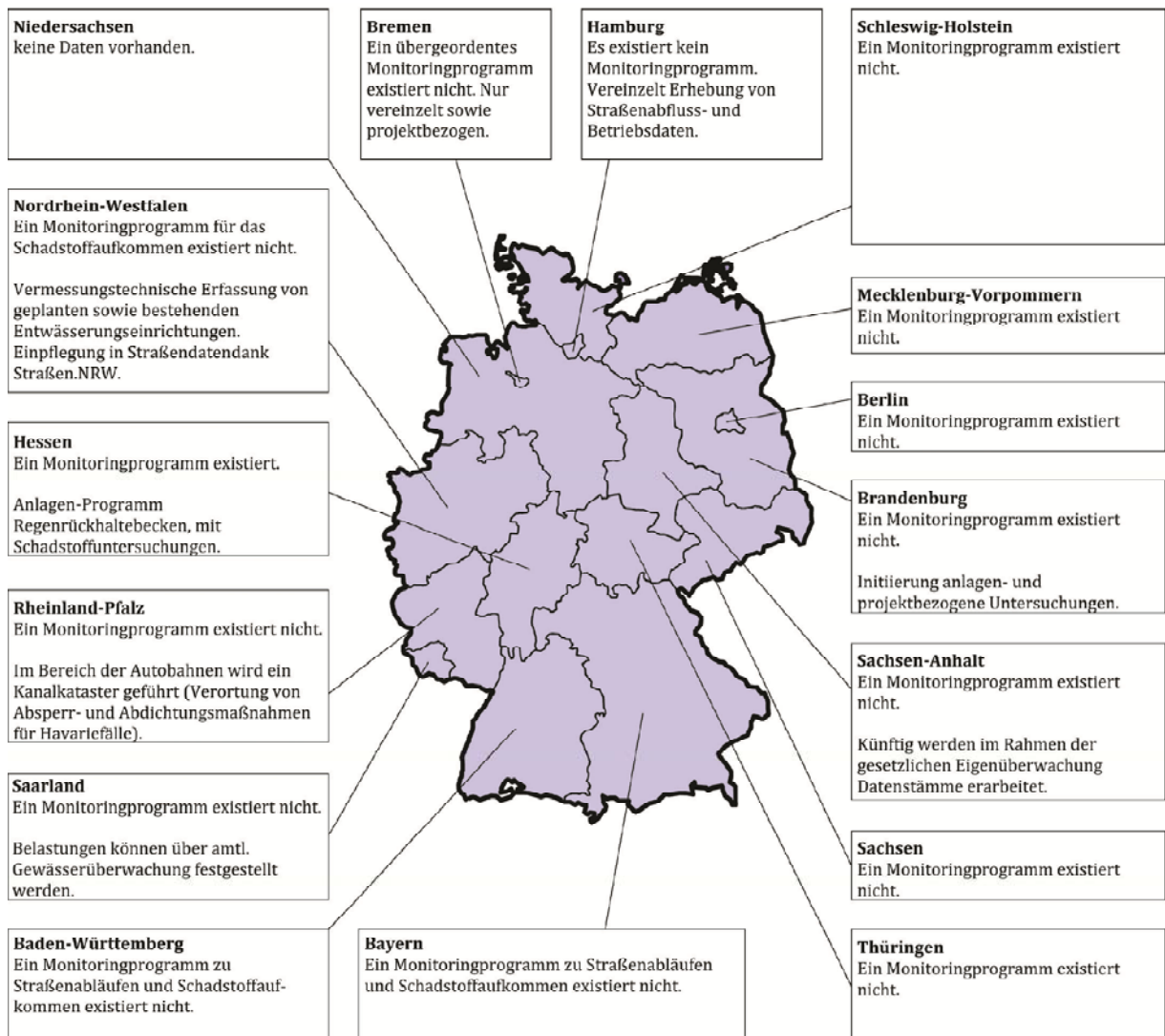


Abb. 23: Monitoringprogramme in den Bundesländern [Eigene Darstellung]

In einigen Ländern liegen vereinzelte Untersuchungen zu Straßenabflüssen und Betriebsdaten der Behandlungsanlagen vor (HB, HH, BB). In Hessen wurde ein Anlagenprogramm über Regenrückhaltebecken mit Schadstoffuntersuchungen durchgeführt, woraufhin die Regenrückhaltebecken umgebaut und an neuere Standards angepasst wurden²³.

Ablagerungen und altersbedingter Verschleiß in den Entwässerungseinrichtungen, Ablagerungen, Ausspülungen oder sonstige Beanspruchung der Einleitstellen können die Funktionsfähigkeit des Entwässerungssystems beeinträchtigen und

²³schriftl. Mitteilung des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HSVV)

machen regelmäßige Kontrollen notwendig. Das WHG regelt nach § 61 (1), dass die Errichtung und der Betrieb von Entwässerungseinrichtungen nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik erfolgen müssen.

Von behördlicher Seite führt der Straßenbetriebsdienst²⁴ alle Unterhaltungsmaßnahmen²⁵ (Wartung, Pflege und Kontrolle) an den Straßen und ihren betriebsrelevanten Einrichtungen durch.

Die FGSV hat in diesem Jahr „Hinweise zur Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen (Sammlung, Ableitung sowie Rückhaltung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser) an Außerortstraßen“ (H KWES) herausgegeben [FGSV 2011]. Sofern die Bundesländer nicht selbst rechtliche Regelungen in den Selbstüberwachungs- bzw. Eigenkontrollverordnungen (§ 62 WHG) eingeführt haben, sollen die Hinweise für Entwässerungseinrichtungen herangezogen werden [ebd.: 5].

Die H KWES beinhalten *„die betrieblichen Aspekte, die der Gewährleistung, der langfristigen Funktionsfähigkeit und der Vermeidung schädlicher Umweltwirkungen dienen“* [FGSV 2011: 5]. Für Prüfungen im Zusammenhang mit Unfällen und Havarien gelten sie nicht [ebd.].

Bei Unfällen oder Havarien müssen schnell Maßnahmen zum Gewässerschutz durchgeführt werden. Ein (digitales) Kanalkataster kann dabei nützlich sein, um solche Maßnahmen schnell und gezielt ergreifen zu können. Die Eigenkontrollverordnungen enthalten zudem Fristen, bis wann die Kanäle überprüft und ggf. saniert werden sollen. Somit werden systematische Erfassungen der Kanalnetze notwendig²⁶.

Für den Bereich der Autobahnen führt Rheinland-Pfalz ein Kanalkataster, um in Havariefällen Absperr- und Abdichtungsmaßnahmen zu verorten. Nordrhein-Westfalen führt derzeit eine vermessungstechnische Erfassung von geplanten sowie

²⁴Für BAB die Autobahnmeistereien und für Kreis-, Landes-, und Bundesstraßen die Straßenmeistereien

²⁵Sofortmaßnahmen am Straßenkörper (bauliche Unterhaltung), die Straßenreinigung, die Pflege der Grünflächen einschließlich der umweltgerechten Verwertung des anfallenden Schnittgutes sowie die Wartung und Unterhaltung der Straßenausstattung

²⁶in Hessen erfolgt derzeit der Aufbau eines landesweiten Kanalkatasters; mündl. Mitteilung des Hess. Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen (HSSV)

bestehenden Entwässerungseinrichtungen durch. Die gewonnenen Daten werden in eine Straßendatenbank eingepflegt, die vom Landesbetrieb für Straßenbau²⁷ geführt wird. Wahrscheinlich verfügen die Straßenbetriebsdienste aller Bundesländer ebenfalls über, (zumindest analog geführte) Betriebsbücher, die die Grundlage für eine Bestandsdatenbank bilden könnten, um Kontrolltätigkeiten und Sanierungsmaßnahmen systematisch zu planen [FGSV 2011]. In der Bestandsdatenbank könnten ebenfalls Maßnahmenplanungen für Unfall- und Havarieereignisse erfolgen.

²⁷Straßen.NRW

7 Schlussdiskussion und Ausblick

Ein erheblicher Anteil der schädlichen Inhaltstoffe von Straßenoberflächenabflüssen ist an abfiltrierbare Stoffe (AFS) gebunden und können somit sehr gut durch physikalische Prozesse (Filtration, Sedimentation) aus den Abflüssen entfernt werden. Die meisten Schwermetalle lassen sich so entfernen. Kupfer hingegen ist gut perkulierbar und stellt dadurch eine Gefährdung für Gewässer dar. Eine Reduktion von Kupfer in den Bremsbelegen könnte die Konzentration von Kupfer in Straßenoberflächenwasser verringern. PAK und MKW sind ebenso vorwiegend partikulär gebunden und damit auch gut zu entfernen. Weitere organische Schadstoffe müssen aufgrund der WRRL genauer untersucht werden. Über Reinigungsmöglichkeiten ist bislang wenig bekannt. Um den wasserrechtlichen Anforderungen gerecht zu werden sind ggf. Anpassungen am Stand der Technik erforderlich. Ein weiterhin bestehendes Problem stellt die Chloridbelastung von Straßenabflüssen durch den Einsatz von Streusalz dar. Bisher ist noch keine zufriedenstellende Reinigung zu erreichen.

Die erforderlichen Reinigungsmaßnahmen werden grundsätzlich über das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen (DTV) bestimmt. An kritischen Verkehrspunkten ist mit einer höheren stofflichen Belastung zu rechnen. Eine Einstufung des Verschmutzungsrisikos ausschließlich über die DTV ist somit nicht ausreichend.

„Das Gefährdungspotenzial orientiert sich an der Belastbarkeit und Schutzbedürftigkeit der im Einzugsgebiet der Entwässerungseinrichtung vorkommenden Böden und der Gewässer einerseits und am Verschmutzungsrisiko andererseits“ [FGSV 2011: 11].

Besonders gefährdete Bereiche entlang von Straßen sind Wasserschutzgebiete. Die in der RiStWag aufgeführten bautechnischen Schutzmaßnahmen für das Wasserschutzgebiet richten sich nach der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung, der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Schutzzone I, II oder III und der Verkehrsmenge in DTV. Damit soll ein weitreichender Gewässerschutz sichergestellt werden.

Bundesweit gibt es bislang noch keine rechtlichen Zielgrößen bzw. Anforderungen an die Einleitung von Straßenoberflächenabflüssen in Grund- und Oberflächengewässer. Hilfsweise werden die Prüfwerte der Bundes-Bodenschutzverordnung herangezogen. Diese Werte können jedoch nur als Behelfslösung angesehen werden, da zwar so ein großer Anteil der Schadstofffracht aus Straßenabflüssen, jedoch nicht die Schadstofffracht in ihrer Gesamtheit beurteilt werden kann. Durch den geplanten Anhang „Niederschlagswasser“ der Abwasserverordnung sollen zukünftig Anforderungen an die Beschaffenheit und den Umgang mit Niederschlagswasser bundeseinheitlich geregelt werden. Es ist zu hoffen, dass trotz ruhenden Verfahrens die Ausarbeitung des Anhangs zügig abgeschlossen werden kann.

Das 2009 novellierte Wasserhaushaltsgesetz zieht bei der Niederschlagsbeseitigung die Trennkanalisation einer Mischkanalisation vor. Dies hat zur Folge, dass in naher Zukunft, aufgrund des notwendigen Kanalnetzumbaus, ein erheblicher Investitionsaufwand auf die Beseitigungspflichtigen²⁸ zukommen wird. Dabei bleibt abzuwarten, inwieweit und wie schnell der Umbau des Kanalnetzes umgesetzt wird. Mit einer landesweiten Revision der Kanalnetze können Schadstellen lokalisiert und beseitigt und so auch den hohen Anforderungen an den Gewässerschutz sichergestellt werden. Die dabei gewonnenen Daten sollten dabei für den Aufbau eines Kanalkatasters genutzt werden.

Mit dem Neu- und Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur werden auch dezentrale und zentrale Straßenentwässerungseinrichtungen im großen Umfang erforderlich. Zusätzlich werden eventuell Nachrüstungen an bestehenden Straßen erforderlich. Um einen möglichst störungsfreien Betrieb sicher zu stellen und im Notfall geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, sollten alle relevanten Daten schnell verfügbar sein. Die Straßenentwässerungseinrichtungen an Straßen mit hohem und kritischem Verkehrsaufkommen, sollten dabei möglichst mit entsprechender Sorgfalt kontrolliert werden. Mit den H KWES²⁹ liegt eine aktuelle Praxishilfe vor, die auch mit bestehenden landesspezifischen Regelungen abgeglichen werden sollte oder als

²⁸ Kommunen oder Abwasserzweckverbände

²⁹ Hinweise zur Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen an Außerortstraßen der FGSV

Grundlage für die Neuaufstellung eines Erhaltungsmanagement dienen kann. Ein Kontrollen, Wartungen und Sanierungen lassen sich mit einem Kataster (Versickerung, Anlagen zur Abwasserbehandlung sowie die Kanalisation) systematisch planen und realisieren. Darauf aufbauend, lassen sich Vorkehrungen für Notfälle vorbereiten. Während der Bearbeitungszeit des Projektes liegen keine Informationen vor, in welchen Bundesländern insgesamt solche Kataster geführt werden und welche Erfahrungen damit vorliegen. In jedem Fall ließen sich die Aufgabenwahrnehmung der Straßenbetriebsdienste effektiveren und die Mittelabflüsse besser einplanen. Ein etwaiger verwaltungstechnischer Mehraufwand wäre so gerechtfertigt.

Die rechtliche Situation der einzelnen Bundesländer unterscheidet sich stark. Einige haben viel Erfahrung mit der Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen und entsprechende Reglementierungen vorgenommen; andere hingegen noch nicht.

Die rechtlichen Regelungen in Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein sind im Bezug auf den Umgang mit Straßenoberflächenabflüssen weiter fortgeschritten.

Baden-Württemberg schafft seit 2008 mit den „Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser“ und den „Ergänzenden Festlegungen für die Anwendung der RiStWag“ umfassende Reglementierungen und nimmt neue wissenschaftliche Erkenntnisse mit auf. In Bayern definieren die „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser“ und die „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer“ die Anforderungen an einen ganzheitlichen Gewässerschutz und stellen Bedingungen an das schadlose Einleiten von Straßenoberflächenabflüssen.

Nordrhein-Westfalen hat in den letzten Jahren verschiedene technische Regeln für die Niederschlagsentwässerung in Form von Verwaltungsvorschriften erlassen und ist auch im Umgang mit Straßenoberflächenwasser im Vergleich zu anderen Bundesländern weit fortgeschritten. Als interne Planungshilfe bezüglich der Behandlung von Straßenoberflächenwasser hat der Landesbetrieb Straßenbau NRW

einen „Planungsleitfaden Straßenentwässerung und Gewässerschutz“ herausgegeben. In NRW wurde eine gesetzliche Grundpflicht zur Versickerung oder Verrieselung vor Ort bzw. ortsnahe Einleitung von Niederschlagswasser eingeführt. Des Weiteren ist die zielgerichtete Versickerung von Straßenoberflächenwasser über die Böschung oder angrenzenden Flächen mit belebter Bodenzone erlaubnisfrei.

Auch Schleswig-Holstein hat technische Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser erlassen. Hier soll nicht nur die Schädlichkeit von Niederschlagswassereinleitungen sondern auch die Menge nach dem Stand der Technik begrenzt werden.

Das allgemeine Anforderungsniveau zum Einleiten von Abwässern ist seit der Novellierung des WHG der „Stand der Technik“ (§ 7 a WHG). Damit wird ein Entwicklungsstand technisch und wirtschaftlich durchführbarer fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen gefordert³⁰.

Nach dem neuen Grundsatz des WHG ist die Bundesregierung dazu ermächtigt, Anforderungen, die dem Stand der Technik entsprechen, durch Rechtsverordnung durchzusetzen. Die Abwasserverordnung stellt die emissionsbezogenen Anforderungen an den Stand der Technik, die wie bereits erwähnt, für den Bereich Niederschlagswasser noch ausstehen.

Auch im Hinblick auf die Vielzahl von technischen und rechtlichen Bestimmungen wäre eine einheitlicher anlagenbezogene Regelung zum Stand der Technik auf Bundesebene wünschenswert. Bundesweit einheitliche emissionsbezogene und anlagenbezogene Regelungen zum Umgang mit Niederschlagswasser respektive Straßenoberflächenabflüssen, könnten dabei eine flächendeckende und verzahnende Maßnahmenplanung und Maßnahmenumsetzung gewährleisten.

Die zahlreich vorliegenden technischen Regelwerke der Fachverbände und die zum Teil vorliegenden rechtlichen Regelungen der Bundesländer sowie die der Bundesrepublik, müssten dabei verglichen und zusammengeführt werden. Ohnehin

³⁰ im Übrigen gelten die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ (§ 60) für die Errichtung und den Betrieb von Abwasseranlagen.

wird sich der partiell geforderte Stand der Technik, mit dem fortschreitenden wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn weiterentwickeln.

Bei solchen Überlegungen ist ebenfalls zu bedenken, dass landesspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen sind. Ebenso wäre zu klären, inwieweit in den Bundesländern, bzw. vor allem im Einzelfall Handlungsfreiheiten eingeräumt werden sollten. Topographische, geologische, bodenkundliche, wasserwirtschaftliche oder konstruktive Gründe die regional wie lokal unterschiedlich ausfallen können, erfordern auch entsprechend angepasste Lösungen. Gewisse Spielräume könnten genauso wie das Zusammenführen bestehender Regelungen die Anwendbarkeit erhöhen.

Nach dem Stand der Wissenschaft ist bereits durch die durchgeführte breitflächige Entwässerung der Straßen über die Bankette im oberen Teil der Bodenzone eine gute Reinigung der Abflüsse zu erreichen. Besondere Schutzerfordernisse stellen der bundesrechtliche und europarechtliche Gewässerschutz. Die RiStWag macht Vorgaben, um negative Beeinträchtigungen von Wasserschutzgebieten zu vermeiden. Durch die geforderte Erhaltung und Wiederherstellung des guten chemischen und ökologischen Zustands in der WRRL, werden auch gewässerspezifische Betrachtungen und Maßnahmen durchgeführt.

Zur Behandlung von gesammelten Straßenabflüssen stehen viele unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Sie eignen sich teilweise sehr gut um auch stark belastete Abflüsse zu reinigen. Die Forschungsanstrengungen, gerade innerhalb der vergangenen zehn Jahre, weisen dabei in die richtige Richtung. Behandlungsverfahren konnten bereits optimiert werden. Gezielte Praxiserhebungen fehlen jedoch auf breiter Ebene.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse liefern zudem Möglichkeiten zur Modifikation bekannter Verfahren und bestehender Anlagen. Durch Neuentwicklungen und Wissenstransfer wird darüber hinaus eine Erweiterung des „Verfahrenskatalogs“ ermöglicht.

Potentiale für weitere Projekte

Im Rahmen dieses interdisziplinären Projektes, wurden umfangreiche Recherchen zum Stand der rechtlichen und technischen Reglementierungen in den Bundesländern durchgeführt. In dem vorgesehenen Bearbeitungszeitraum wurden die Ergebnisse weitestgehend zusammengetragen und ausgewertet. Eine detailliertere Betrachtung und Wertung der Ergebnisse, erscheint jedoch sehr lohnenswert. Die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede landesspezifischer Regelungen sollten dargestellt und zusammengefasst werden. Von besonderem Interesse sind die Anforderungen an den Umgang mit Straßenoberflächenabflüssen in Wasserschutzgebieten und das Einleiten in Oberflächengewässer. Als Ergebnis einer solchen Untersuchung könnten bundesweit zu beachtende Hinweise erstellt werden. Empfehlungen zur landesspezifischen Anpassung der dortigen Regelungen oder bundesweit einheitliche Grundsätze könnten hieraus resultieren.

Im Kapitel „Best-Practice-Beispiele“ wurde versucht einen weitgehenden Überblick und Einblick in die entscheidungsrelevanten Faktoren zur Wahl eines Behandlungsverfahrens zu geben und das Themenfeld für weitere Arbeiten zu erschließen. Die Ergebnisse sind deshalb nicht als abschließend an zu sehen, sondern sollen eine Orientierungshilfe für weiterführende Erhebungen in diesem Bereich sein.

Die zum Abschluss dieser Arbeit vorliegenden und dargestellten Erkenntnisse, lassen auf einen sehr unterschiedlichen Erfahrungsstand in den einzelnen Ländern schließen. Zum Beispiel liegen in Nordrhein-Westfalen viele Praxiserfahrungen vor und das Themenfeld um Straßenentwässerung und Straßenabwasser wird in einer Vielzahl von Publikationen behandelt. In Baden-Württemberg existiert zum Beispiel ein Verfahren zur Auswahl der erforderlichen Behandlungsanlagen für Straßenoberflächenwasser außerhalb von geschlossenen Ortschaften. Diese Erkenntnisse sollten in weiteren Arbeiten auf ihre Vollständigkeit hin überprüft werden. Ebenso bestehen bereits Handbücher für die einzelne Technologien und ein Handbuch, welches die Anforderungen und Maßnahmen zur Einleitung von Straßenoberflächenabflüssen (ESOG-Handbuch) behandelt. Eine kritische Überprüfung auf Aktualität und Vollständigkeit, wäre im weiteren Verlauf zielführend,

um einerseits einen gewinnbringenden interstaatlichen Erfahrungsaustausch zu praktizieren und im weiteren Sinne einen Informationsaustausch innerhalb Deutschlands auf aktuellem Stand zu führen, um ggf. sogar Anpassungen an einen länderübergreifenden Stand der Technik zu ermöglichen.

Durch die gestiegenen Anforderungen des Wasserhaushaltgesetzes werden in Zukunft auch Nachrüstungen an bestehenden Anlagen notwendig³¹. Von Interesse wäre, in welchem Umfang bestehende WSG ausgerüstet und müssen nachgerüstet werden müssen und wie die Situation in den einzelnen Bundesländern ist.

Die Thematik lässt sich, gerade auch im Hinblick auf die Ziele des MASH-Projektes, auf andere Länder übertragen. Eine weitere Recherche, könnte zum Beispiel klären, welche Maßnahmen für den Gewässerschutz in anderen europäischen Ländern und international gegen Schadstoffe aus dem Straßenverkehr getroffen. Eine gezielte Betrachtung von Ländern die im Bereich Umwelttechnik bekanntermaßen sehr fortschrittlich sind, wie beispielsweise die Schweiz, erscheint besonders lohnenswert.

³¹ Verhältnismäßigkeitsgrundsatz

8 Zusammenfassung

Die Niederschlagsabflüsse von Straßenoberflächen beinhalten eine Vielzahl von umweltrelevanten Schadstoffen. Diese setzen sich vorwiegend aus Schwermetallen, PAK, MKW und AFS (partikuläre und partikelgebundene Stoffe) zusammen. An Außerortsstraßen werden die Straßenabflüsse über die Böschung entwässert. Die Abflüsse gelangen so zurück in den Wasserkreislauf (Grundwasserneubildung, Oberflächengewässer). Dabei wird ein Teil der Schadstoffe über die gewachsene Bodenzone zurückgehalten. Einzelne Schadstoffe aufgrund ihrer Löslichkeit (Perkolation) jedoch nicht. Über „neue“ organische Schadstoffe herrscht bislang Unkenntnis. Diese sollen in weiteren Forschungen untersucht werden.

Der Verschmutzungsgrad bzw. das Verschmutzungsrisiko von Straßenabflüssen ist neben dem Verkehrsaufkommen auch signifikant von dem Fahrverhalten abhängig. Die Einschätzung des Verschmutzungsrisikos erfolgt deutschlandweit generell über die DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung). So wird bei stark befahrenen Straßen von einer höheren Stoffbelastung ausgegangen. In Bereichen mit kritischen Fahrverhalten (Staus, Ampeln und „Stop- and Go-Verkehr“) ist jedoch von einer höheren punktuellen Stoffbelastung auszugehen. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft reichen dezentrale Versickerungsmaßnahmen (Böschung, Mulden, Mulden-Rigolenversickerung) bei geringer bis hohen Verkehrsbelastung aus, um einen ausreichenden Stoffrückhalt zu gewährleisten. Bei einem besonderen Gefährdungspotenzial, welches sich an der Belastbarkeit und Schutzbedürftigkeit der im Einzugsgebiet der Entwässerungseinrichtungen vorkommenden Böden und Gewässer zum einen und am Verschmutzungsrisiko zum anderen orientiert, werden aufwendigere Behandlungsmaßnahmen (zentrale Verfahren) notwendig.

Bundesweit gibt es bislang noch keine rechtlichen Zielgrößen bzw. Anforderungen an die Einleitung von Straßenoberflächenabflüssen in Grund- und Oberflächengewässer. Die rechtliche Situation der einzelnen Bundesländer unterscheidet sich stark. Einige haben viel Erfahrung mit der Behandlung von Straßenoberflächenabflüssen und entsprechende Reglementierungen vorgenommen; andere hingegen noch nicht.

In Deutschland zählt Niederschlagswasser nach dem WHG zu Abwasser, wenn es von befestigten Flächen gesammelt abfließt. Für ein schadloses Einleiten von Niederschlagswasser in das Grundwasser ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Das Bundesrecht ermöglicht den Ländern durch Rechtsverordnungen detailliertere Vorgaben zu machen.

Die Anforderungen an die Behandlung von Abwässern werden durch die Abwasserverordnung gestellt. Anforderungen und rechtliche Zielgrößen für die Einleitung von Niederschlagswasser in Grund- und Oberflächenwasser existieren in Deutschland derzeit noch nicht und sind in Bearbeitung (Anhang Niederschlagswasser der AbwV). Grundlage für die Planung und Durchführung von Behandlungsmaßnahmen der Straßenoberflächenabflüsse liefern technische Regelwerke der wasserwirtschaftlichen und straßenbaulichen Fachverbände (DWA, BWK und FGSV).

Vorwiegend werden in Deutschland Regenrückhaltebecken, Regenklärbecken und RiStWag-Abscheider zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser eingesetzt. Bei Retentionsbodenfilter liegen nur in einigen Bundesländern Erfahrungen vor. Beim Stand der Technik besteht vor allem bei Retentionsbodenfiltern Optimierungspotenzial bezüglich der Reinigungsleistung. Retentionsbodenfilteranlagen (inkl. Vorstufe) bieten eine sehr gute Möglichkeit stark belastetes Straßenoberflächenwasser zu behandeln. Hier sind auf breiter Ebene Praxiserhebungen notwendig.

In Deutschland liegen für die Behandlung von Straßenoberflächenwasser mit Sandfiltern keine einschlägigen Praxiserfahrungen vor. Dem gegenüber werden in der Schweiz schon zahlreiche Sandfilter zur Behandlung von Straßenoberflächenwasser mit Erfolg eingesetzt. Ebenso liegen Erfahrungen zum Einsatz von Polstofffiltern in der Schweiz vor.

Die Membranfiltration bietet eine weitere gute Möglichkeit Straßenoberflächenabflüsse zu behandeln. In der Industrieabwasserbehandlung findet die Membranfiltration seit Jahren Anwendung. Aufgrund hoher Kosten wird sie in Deutschland derzeit nicht eingesetzt.

Durch den stetigen Ausbau und Sanierungen der Straßeninfrastruktur sowie durch die Anforderungen des WHG bzw. der WRRL sind kontinuierliche Anpassungen an den Stand der Technik unabdingbar. Die unterschiedlichen Erfahrungswerte in den Ländern können dazu dienen deutschlandweite Regelungen auf einem hohen Niveau zu etablieren.

9 Literaturverzeichnis

- ASTRA (Hrsg.) (2010): *Erste technische Straßenabwasser-Behandlungsanlage der Schweiz – SABA Pfaffensteig in Bern-Bümpliz*. Bern. Informationsbroschüre.
- ASTRA u. BAFU (Hrsg.) (2010): *Straßenabwasserbehandlungsverfahren: Stand der Technik. Ausgabe 2010 V1.00*, Bern.
- ATV-A 166 (1999): *Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, konstruktive Gestaltung und Ausrüstung*. Deutsche Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall e.V..
- ATV-DVWK M-178 (2005): *Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Hennef, Oktober 2005.
- ATV-DVWK-A 117 (2006): *Bemessung von Regenrückhalteräumen*. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- ATV-DVWK-M 153 (2000): *Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser*. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- ATV-DVWK-M 176 (2001): *Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und- rückhaltung*. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- BEER, F. U. KOCHER, B. (2010): *Stoffeintrag in Straßenböden – Messzeitraum 2008/2009*. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, in Veröffentlichung.
- BfN (2010): *Ökonomische Bewertung naturverträglicher Hochwasservorsorge an der Elbe*. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 89.
- BMVBS (2010): *Ergebnis der Überprüfung der Bedarfspläne für die Bundesschienenwege und die Bundesfernstraßen in der Fassung vom 11.11.2010*. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), 22 S. Download unter: <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/59396/publicationFile/31047/bedarfsplan-de.pdf>, (26.07.2011).
- BOLLER, M., KAUFMANN, P. OCHSENBEIN U. STEINER, M, LANGBEIN S., SCHEIWILLER, E., BRACHER, M. (2005): *Bankette bestehender Straßen*. 51 S., Forschungsauftrag VSS 2001 / 202 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Straßen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich.
- BSU (2006): *Dezentrale und naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, Ein Leitfaden für Planer, Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer*. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Freie Hansestadt Hamburg.

- BSU (2010): Leitfaden – *Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation*. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Freie Hansestadt Hamburg.
- BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (HRSG.) (1991): *Landschaftsbild – Ermittlung der Empfindlichkeit, Eingriffsbewertung sowie Simulation möglicher zukünftiger Zustände*. Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 610, Bonn-Bad Godesberg.
- BWK-M 3 (2007): *Ableitung von immissionsorientierten Abforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse*. Merkblatt Nr. 3, 4. Auflage, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau.
- CHEBBO, G. (1992): *Solids of urban discharges during wet weather: Characterization and treatability*. Dissertation, National School of Bridges and Highways, Paris, Frankreich.
- DESTATIS (2007): *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2006*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2007. Download unter:
http://www.bundesregierung.de/nsc_true/Webs/Breg/nachhaltigkeit/Content/_Anlagen/2009-11-06-statistisches-bundesamt-indikatorenbericht.property=publicationFile.pdf/2009-11-06-statistisches-bundesamt-indikatorenbericht, (26.07.2011).
- DESTATIS (2008): *Die Bundesländer: Strukturen und Entwicklungen, Ausgabe 2008*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (Hrsg.), 116 S. Download unter:
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Geografie/BundeslaenderStrukturen.psml>, (20.07.2011)
- DIERKES, C. U. GEIGER W.F (1999): *Dekontaminierende Wirkung belebter Bodenzonen bei verkehrsbedingten Beeinträchtigungen der Bodenqualität*. 174 S., Forschungsbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen FE 05.107/1996/GGB, Bergisch Gladbach.
- DIN EN 752 (2008): *Entwässerungssystem außerhalb von Gebäuden*. Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag.
- DIN EN 858 (2002): *Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten*. Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag.
- DOBNER, I. & HOLTHIUS J.-U. (2007): *Entwicklung eines modular einsetzbaren Pflanzenfilters zur Absicherung dezentraler Regenversickerungsmaßnahmen*. AiF-Vorhaben-Nr.: 13601 N/1 und N/2. Gemeinsamer Abschlussbericht für den Zeitraum: 01.12.2003 bis 30.11.2006. Projektleiter Universität Bremen: Prof. Dr. Wolfgang Heyser; Prof. Dr. J. Warrelmann, Projektleiter Hochschule Bremen: Prof. Dr. B. Mahro, Februar 2007, Bremen.

- DWA-A 138 (2005): *Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA-M 178 (2005): *Empfehlung für Planung, Konstruktion und Betrieb von Retentionsbodenfilteranlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem*. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- EU (2011d): WHITE PAPER, *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*. EUROPEAN COMMISSION, Brussels, 28.3.2011, COM (2011) 144 final. Download unter: http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_com%282011%29_144_en.pdf, (28.07.2010).
- FELDHAUS et al. (2009): *Maßnahmen zur Niederschlagswasserbehandlung in kommunalen Trennsystemen am Beispiel des Regierungsbezirkes Köln*. Abschlussbericht. Fachhochschule Köln. Download unter: <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht.pdf>, (01.08.2011).
- FGSV (2002): *Hinweise zur Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Kommission Kommunaler Straßenbau, Ausgabe 2002, Köln.
- FGSV (2011): *Hinweise zur Kontrolle und Wartung von Entwässerungseinrichtungen an Außerortsstraßen* (H KWES). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2011, Köln.
- FRÖHLICH, K.-D. (2009): *Erwartungen an das neue Wasserrecht – unter besonderer Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Vorgaben für wasserrechtliche Entscheidungen*. RA Klaus-D. Fröhlich, Kanzlei WKLP, Hand-out zum Vortrag beim Symposium: „Das neue BNatSchG und WHG“, NUT am 11.09.09, Wiesbaden, unveröffentlicht.
- G+L (2010): *Auen machen sich bezahlt, Eine Studie zeigt: Die Renaturierung von Auen ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll*. Garten+Landschaft Heft 10/2010, DGGL (Hrsg.), Callwey Verlag, München.
- GRÜNING et al. (2010): *Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: Gegenüberstellung der Möglichkeiten zentraler und dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen für zwei Gewässereinzugsgebiete*. Dr. Pecher AG, Ingenieurbüro Reinhard Beck, WSW Energie und Wasser AG, Juli 2010, Wuppertal. Download unter:

- <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht%20aus%20T-eilberichten.pdf> (11.08.2011).
- HELMREICH, B. (2011): *Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen – Erfahrungen aus Bayern* (ppt). Technische Universität München, Institut für Wasser und Umwelt, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft. Fachvortrag des Seminars „Dezentrale Behandlung von Niederschlagsabflüssen“ in Frankfurt am Main am 12. Mai 2011.
- HMULV (2007): *Niederschlagswasserbehandlung durch Retentionsbodenfilter*. Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft.
- HMULV (2008): *Empfehlungen, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfilteranlagen in Mischsystemen in Hessen*. Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz.
- HOFMANN, F. U. SCHRÖDER, W.; (2008): *Beobachtung ökologischer Wirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVOs) – Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Beobachtung von GVO-Umweltwirkungen*. In: Zeitschrift Umweltchemie Ökotoxikologie 20 (1)2-8(2008), Springer-Verlag 2008, S. 2-8.
- HÜTTER, U. U. REMMLER, F. (1997): *Möglichkeiten und Grenzen der Versickerung von Niederschlagsabflüssen in Wasserschutzgebieten*. Dortmunder Beiträge zur Wasserforschung 54, Dortmund.
- INFORMATION UND TECHNIK NRW (Hrsg.) (2010): *Statistisches Jahrbuch Nordrhein-Westfalen 2010 - 52. Jahrgang*. Düsseldorf.
- ITP. BVU. (2007): *Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025*. Intraplan Consult (München) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung FE-Nr. 96.0857/2005. München/Freiburg, 14.11.2007. Download unter: http://daten.clearingstelle-verkehr.de/220/03/FE_96_857_2005_Verflechtungsprognose_2025_Gesamtbericht_20071114.pdf, (26.07.2011).
- KA NR. 4 (2011): *Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Anwendung des Arbeitsblatts DWA-A 138 – Teil 1: Qualitative Hinweise*. In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall Jahrgang 58 Nr. 4, S. 332-338.
- KA NR. 5 (2011): *Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Anwendung des Arbeitsblatts DWA-A 138 – Teil 2: Quantitative Hinweise*. In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall; Jahrgang 58 Nr. 5, S. 442-450.
- CASTING, U. (2002): *Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen*. Dissertation zur Verleihung des akademischen Grades Doktor-

Ingenieur (Dr.-Ing.) am Fachbereich Architektur/Raum- und
Umweltplanung/Bauingenieurwesen der Universität Kaiserslautern.

- KASTING, U. u. GROTEHUSMANN, D. (2007): *Bodenfilteranlagen zur Behandlung von Straßenabflüssen – Halbtechnische Bodenfilterversuche Teil 2: Versuche zur Salzbelastbarkeit*. In: KA – Abwasser, Abfall 54/8, S. 789-797.
- KASTING, U. u. GROTEHUSMANN, D. (2009): *Vergleich der Reinigungsleistung von Retentionsbodenfiltern und Versickerungsanlagen an Bundesfernstraßen*. 95 S. Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 1024. BMVBS, Abt. Straßenbau, Bonn 2009.
- KOCHER, B. (2006 u. 2007): *Stoffeintrag in Straßenböden – Messzeitraum 2005/2006 und 2006/2007*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Hefte V 198 und V 199, NW-Verlag Bremerhaven, 2010.
- KOCHER, B. (2008): *Schadstoffgehalte von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 167, 72 S. NW-Verlag Bremerhaven.
- KOCHER, B. (2011): *Rückhalteleistung von Böden*. Dr. Birgit Kocher, Bundesanstalt für Straßenwesen. Hand-out zum Seminar: „Dezentrale Behandlung von Niederschlagsabflüssen - Status quo und zukünftige Entwicklungen“ an der FH-Frankfurt a. M. am 12.05.2011, Frankfurt, unveröffentlicht.
- KOCHER, B. u. WESSOLEK, G. (2003): *Verlagerung straßenbedingter Stoffe mit Sickerwasser*. 99 S., Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 864, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abt. Straßenbau, Bonn.
- KRUSIC, M. (2011): *MASH-Projektantrag im März 2011*. University of Maribor, Ljubljana, unveröffentlicht.
- LAMBRECHT, B. & FUCHS, S. (2008): *Bodenkundliche Untersuchungen im Rahmen des Entwicklungsvorhabens „Versickerung des Niederschlagswassers von befestigten Verkehrsflächen“*. 105 S. Fa. BIOPLAN im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Ergänzung des Schlussberichtes Nadler, Meissner 2007). Kostenloser Download unter: www.ifu-bayern.de.
- LAMMERSEN, R. (1997): *Die Auswirkungen der Stadtentwässerung auf den Stoffhaushalt von Fließgewässern*. Sieker, Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Band 15, SUG-Verlag, Hannover.
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU NRW (2011): *Planungsleitfaden; Straßenentwässerung und Gewässerschutz – Dritte Fassung*, Gelsenkirchen.

- LANGE, G., GROTHEHUSMANN, D., KASTING, U., SCHÜTTE M., DIETERICH, M., SONDERMANN, W. (2001): *Wirksamkeit von Entwässerungsbecken im Bereich von Bundesfernstraßen*. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 861. Bundesverkehrsministerium, Bonn. 170 S.
- LfU BW (2002): *Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem*. Hochschule für Technik Karlsruhe, Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 53 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.).
- MAI, H. (2008): *Beurteilung des Einsatzes, bzw. der Eignung von Urtica dioica (Große Brennnessel) als Vegetationsdeckschicht in Retentionsbodenfilteranlagen, unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Technik*. Bachelorthesis am Fachbereich Geisenheim/Studiengang Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Wiesbaden. Geisenheim, unveröffentlicht.
- MARSCHNER, S (2008): *Monitoring gentechnisch veränderter Organismen: Implementierung geeigneter standardisierter Verfahren zum GVO-Monitoring*. Masterthesis im kooperativen Studiengang Umweltschutz der Hochschulen Esslingen, Nürtingen, Reutlingen, Stuttgart. Nürtingen Juli 2008. Download unter: <http://opus.bsz-bw.de/fhnu/volltexte/2011/1275/> (01.08.2011).
- MBV-NRW u. MUNLV-NRW (2010): *Entwässerungstechnische Maßnahmen an Bundesfern- und Landstraßen*. Gem. RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Verkehr – u. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, III.1 – 30-05/123/124.
- MEYERHOLT, U. (2010): *Umweltrecht*. 3. überarbeitete Auflage, BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg.
- MLUR SH (1992): *Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation*. Bekanntmachung des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung, XI 440/5249.529, zuletzt geändert am 15.04.2002. MLUR SH (2002): *Merkblatt 2 – Hinweise zur Bewertung hydraulischer Begrenzungen in Fließgewässern bei der Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalisationen*.
- MUF (2004): *Naturnaher Umgang mit Niederschlagswasser; Konzeption und ausgeführte Beispiele*. Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.), 2. Auflage 2004, Mainz.
- MUNLV (2003): *Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb*. Projektteam der Fachhochschule Münster, Fachbereich Bauingenieurwesen; Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), April 2003.
- NADLER, A. U. MEIßNER, E. (2007): *Versickerung des Niederschlagswassers von befestigten Verkehrsflächen – Abschlussbericht Entwicklungsvorhaben Oktober 1996 - Oktober 2005*. 70 S. + Anhang, Bayerisches Landesamt für Umwelt, München.

- OLDEBURG, M. & OTTERPOHL, R. (o. J.): *Möglichkeiten der dezentralen und semizentralen Abwasserbehandlung*. Download unter: [http://www.herzo-agenda21.de/ PDF/AbwasserAnlagen_1000.pdf](http://www.herzo-agenda21.de/PDF/AbwasserAnlagen_1000.pdf), (12.05.2010).
- PAVITRA, R. (2006): *Performance of vegetated roadsides in removing stormwater pollutants*. Master-Thesis (M. Sc.) submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University, May 2006. Download unter: <https://ceprofs.civil.tamu.edu/folivera/DissertationsAndThesis/Pavitra/Pavitra.pdf>, (01.08.2011).
- PFEFFERMANN, A.-L. (2011): *Management of Stormwater on Highways*, Masterthesis (M. Eng.) presented to the Faculty of Architecture and Civil Engineering of the Hochschule RheinMain, University of Applied Science, Wiesbaden. In Bearbeitung, unveröffentlicht.
- ROTH-KLEYER, S., ESSER, C und DEBUS, T. (2010): *Stand der Retentionsbodenfilter, Technik in Deutschland, Praxiserhebung aus Sicht der Vegetationstechnik*. In: KA, Korrespondenz Abwasser, Abfall 2010 (57) Nr.12, S. 1209-1212.
- RUDIN, M U. KAUFMANN, P. (2006): *Behandlung von stark verschmutztem Straßenabwasser*. In: *Straße und Verkehr*, Nr. 7-8, Ausgabe Juli/August 2006, S. 45-50.
- SCHÄFER, M. (1999): *Regionalisierte Stoffstrombilanzen in städtischen Einzugsgebieten – Möglichkeiten, Probleme und Schlussfolgerungen*. Universität Karlsruhe, Dissertation, Karlsruhe.
- SCHMITT, T.G. U. WELKER, A. (2006): *Emissionen von gefährlichen Stoffen aus den Abwassersystemen vor dem Hintergrund der EG-WRRL*, Schlussbericht. TU-Kaiserslautern, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Juli 2006.
- SCHRIEFER, T. (2005): *Niederschlagswasserbehandlung in vorgefertigten Sickermulden mit Substrat*. Berichte aus Wassergüte- und Abfallwirtschaft Nr. 185, S. 71-96.
- SIEKER, H. (2010): *Regenwasserbewirtschaftung – Anforderungen, Verfahren, Bemessung* (ppt). Ringvorlesung, TU-Dresden.
- SOMMER, H. (2007): *Behandlung von Straßenabflüssen; Anlagen zur Behandlung und Filtration von Straßenabflüssen in Gebieten mit Trennsystemen – Neuentwicklungen und Untersuchungen* (Dissertation). Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Hannover.
- STACHEL, TEGGE, JANTZEN (2007): *Schadstoffe in Hamburger Autobahnwässern und ihre Einschätzung unter Berücksichtigung der EG- Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)*. Straßen und Autobahn 6.2007, S. 326-333, Kirschbaum-Verlag.
- STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (A) (Hrsg.) (2011): *Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2010/2011*. Hamburg.

- STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (B) (Hrsg.) (2011): *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2010/2011. Hamburg.*
- SUBVE (2010): *RegenWasser – natürlich.dezentral.bewirtschaften.* Freie Hansestadt Bremen.
- TEEB (2010): TEEB-Bericht: *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, Chapter 5. Download unter: <http://www.teebweb.org/>, (10.05.2011).
- UHL, M. & GROTEHUSMANN, D. (o.J.): *Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser – ATV-DVWK-Merkblatt M 153.*
- UHL, M. (2006c): *Retentionsbodenfilter zur Behandlung von Niederschlagsabflüssen.* In: GP – Gesteins-Perspektiven 4/2006, Sonderdruck: Information des BKS - Bundesverband der Deutschen Kies- und Sandindustrie, BKS-Aktuell S. 1-4.
- UHL, M. et al. (2006a): *ESOG-Einleitung des von Straßen abfließenden Oberflächenwassers in Gewässer – Kurzbericht.* Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Münster.
- UHL, M., et al. (2006b): *ESOG-Einleitung des von Straßen abfließenden Oberflächenwassers in Gewässer – Abschlussbericht.* Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Münster.
- UHL, M., et al. (2010): *Entwicklung von Prüfverfahren für Anlagen zur dezentralen Niederschlagswasserbehandlung im Trennverfahren - Schlussbericht.* Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück.
- XANTHOPOULOS, C. (1996): *Niederschlagsbedingter Schmutzstoffeintrag in die Kanalisation.* In: Hahn, H.H.; Xanthopoulos, C.: Schadstoffe im Regenfluß, 2. Präsentation eines BMFT-Verbundprojektes, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Heft 64, S. 147-166.

10 Internetquellen

- BMVBS (2011): *Investitionen in die Bundesfernstraßen*. Internetpräsenz des Bundesministerium für Verkehr, Bau, und Stadtentwicklung, Referat L22 Internet und Intranet, Berlin. URL: http://www.bmvbs.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/Verkehrstraeger/Strasse/NeubauVonAutobahnen/neubau-von-autobahnen_node.html?view=renderDruckansicht, (26.07.2011).
- CIA (2011): *Country comparison: Roadways*, The World Factbook. Central Intelligence Agency of the United States of America, Washington D. C. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2085rank.html?countryName>, (26.07.2011).
- DESTATIS (2011): *Statistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs*, Stand: 01.01.2009 u. 01.01.2010. Statistisches Bundesamt Deutschland, Wiesbaden. URL: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online.jsessionid=BA0213AD099CBA1E54266095C897CE85.tomcat_GO_1_2?operation=abrufabelleAbrufen&selectionname=46271-0004&levelindex=1&levelid=1311682283071&index=9, (26.07.2011).
- EU (2011a): *Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union – Umwelt, Die Welt um uns herum schützen, erhalten und verbessern*, Stand: 01/03/2008. Internetpräsenz der Europäischen Union. URL: http://europa.eu/pol/env/index_de.htm, (22.06.2011).
- EU (2011b): *Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung, Gemeinsame Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes*, Stand: 27/07/2010. Internetpräsenz der Europäischen Union. URL: http://europa.eu/legislation_summaries/other/l24094_de.htm, (20.07.2011).
- EU (2011c): *Presseportal Europa vor Ort: Fragen und Antworten: Transeuropäische Netze*, Stand: 06.04.2011. Internetpräsenz der EU Kommission. URL: [http://presseportal.eu-kommission.de/index.php?id=106&tx_ttnews\[tt_news\]=1&type=98](http://presseportal.eu-kommission.de/index.php?id=106&tx_ttnews[tt_news]=1&type=98), (28.07.2011).
- HYDROSKRIPT (2011): *Vorlesung und Übung Hydrologie*. Internetseiten von J. Dietrich, Braunschweig. URL: <http://www.hydroskript.de/html/index.html?page=/html/hykp0402.html>. (04.08.2011).
- KS (2011): *Abscheiderprüfung durch Sachverständige nach § 4IndVO (Hessen)*. Internetseiten von KS Abscheidertechnik; Dipl.-Ing. U. Kiefer, Bingen. URL: <http://www.ks-abscheidertechnik.de/subpage.php?page=di-separator-inspection.html>, (22.06.2011).
- STALA-BW (2011a): *Flächenverbrauch im Jahr 2010 mit täglich 6,6 Hektar im Vorjahresvergleich weiterhin rückläufig*. Pressemitteilung vom 14.06.2011-Nr 239/2011. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Pressemitt/2011239.asp> (04.08.2011).

- STALA-BW (2011b): *Flächennutzung in den Gemeinden der Kreise*, Information zur Veröffentlichung der Broschüre „Flächennutzung in den Gemeinden der Kreise“. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart. URL: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Veroeffentl/221809001.asp>, (04.08.2011).
- UBA (2011a): *Verkehrsnetz*, Stand: Dezember 2010. Internetpräsenz des Umweltbundesamtes. URL: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2333>, (26.07.2011).
- UBA (2011b): *Verkehrswegarten in Deutschland (Länge in km)*, Angaben von 1992-2008. Download unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/document/downloadPrint.do;jsessionid=0924DD77119DDFA3BF5ADFF1284A9016?ident=19263>, (01.08.2011).
- WISY (2011): *Niederschlagskarte Deutschland*. Internetseiten von Wisy AG Haustechniksysteme, Filtertechnik; Kefenrod. URL: <http://www.wisy.de/ger/Niederschlagskarte.htm>. (04.08.2011).

11 Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

ABWAG (2005): *Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer*

(Abwasserabgabengesetz) in der Fassung der Bekanntgabe vom 18. Januar 2005, BGBl. I S. 114; zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. August 2010, BGBl. I S. 1163.

ABWV (2004): *Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer*

(Abwasserverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004, BGBl. I S. 1108, 2625; zuletzt geändert durch Artikel 20 des Gesetzes vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585.

BAUGB (2004): *Baugesetzbuch* in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004, BGBl.

I S. 2414; zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 12. April 2011, BGBl. I S. 619.

BAYWG (2010): *Bayerisches Wassergesetz* vom 25. Februar 2010 (GVBl S. 66, ber. S. 130, BayRS 753-1-UG).

BBODSCHG (1998): *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von*

Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502; zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004, BGBl. I S. 3214.

BBODSCHV (1999): *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* vom 12. Juli 1999, BGBl. I S.

1554; zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585.

BMVBS (2010): *Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut*. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Ausgabe 2010, FGSV-Verlag, Köln.

BNATSCHG (2009): *Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege* (Bundesnaturschutzgesetz) vom

29. Juli 2009, BGBl. I S. 2542.

BREMWG (2011): *Bremisches Wassergesetz* vom 29.04.2011, Brem.GBl. Nr.22 S. 262.

EU-RICHTLINE 2008/105/EG (2008): *Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 16.*

Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG.

EU-RICHTLINE 2000/60/EG (2000): *Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des*

Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, EU-Amtsblatt L 327, S. 1, zuletzt geändert durch die Richtlinie 2008/105/EG, EU-Amtsblatt L 348, S. 84.

- EU-RICHTLINIE 2006/11/EG (2006): *Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft*, EU-Amtsblatt L 64, S. 52.
- EU-RICHTLINIE 2006/118/EG (2006): *Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung*, EU-Amtsblatt L 372, S. 19, L 53, S. 30, L 139, S. 39.
- EU-RICHTLINIE 76/464/EWG (1976): *Richtlinie 76/464/EWG des Rates vom 4. Mai 1976 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer*, EU-Amtsblatt Nr. L129, S.23-29.
- EU-RICHTLINIE 80/68/EWG (1980): *Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe*, EU-Amtsblatt L20, S.43.
- EU-RICHTLINIE 91/271/EWG (1991): *Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser*, EU-Amtsblatt L 135, S. 40, zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1137/2008, EU-Amtsblatt L 311, S. 1.
- HWAG (2005): *Hamburgisches Wassergesetz* vom 1.09.2005, HmbGVBl. S. 377, zuletzt geändert am 14.12.2007, HmbGVBl. S. 501.
- HWG (2010): *Hessisches Wassergesetz (HWG)*. Vom 14. Dezember 2010 (GVBl. I S. 548).
- IMBW u. UMBW (2008c): *Ergänzende Festlegungen für die Anwendung der RiStWag*, Ausgabe 2002, Baden-Württemberg.
- IMBW u. UMBW (2008a): *Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums und des Umweltministeriums über die Beseitigung von Straßenoberflächenwasser (VwV-Straßenoberflächenwasser)* vom 25. Januar 2008 - Az.: 63-3942.40/129 und 5-8951.13.
- IMBW u. UMBW (2008b): *"Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser"* vom 01.01.2008.
- INDIREKTEINLEITERVwV (2010): *Verwaltungsvorschrift zu § 15 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 des Hessischen Wassergesetzes (HWG) und zur Indirekteinleiterverordnung (IndirekteinleiterVwV)*. Stand: Januar 2003, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Wiesbaden.
- INDVO (2010): *Verordnung über das Einleiten oder Einbringen von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleiterverordnung - VGS)* vom 13. Dezember 2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 29. Juli 2010 (GVBl. I S. 278).

- LWG NRW (1995): *Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen*. Ministerium.GV.NRW S. 926/SGV. NRW S.77.
- LWG SH (2008): *Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein* vom 11.02.1008, zuletzt geändert am 15.12.2010, GVOBl.Schl.-H. S. 850.
- LWG-RHEINLAND-PFALZ (2004): *Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz* (Landeswassergesetz - LWG-) in der Fassung vom 22. Januar 2004 (GVBl. S. 53) Zuletzt geändert durch § 52 des Gesetzes vom 9. März 2011, GVBl. S. 47.
- MUNLV-NRW (1998): *Niederschlagsentwässerung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes NRW*. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, IV B5 – 673/2-29010 / IV B6 – 031 002 0901.
- MUNLV-NRW (2004): *Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren*. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, IV-9 031 001 2104.
- NWFFREIV (2008): *Niederschlagswasserfreistellungsverordnung* (NWFFreiV) vom 1. Oktober 2008, Bayr. Landesamt für Umwelt, München.
- NWG (2010): *Niedersächsisches Wassergesetz* vom 19.02.2010, zuletzt geändert durch VO v. 22.06.2010, Nds. GVBl. 17/2010 S. 258.
- RAS-Ew (2005): *Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung* (RAS-Ew). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswegen
- RiStWAG (2002): *Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten* (RiStWag). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswegen
- SWG (2004): *Saarländisches Wassergesetz* (SWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juli 2004 (Amtsbl. S. 1994). Zuletzt geändert durch das Gesetz vom 18. November 2010 (Amtsbl. I S. 2588).
- TRENGW (2008): *Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser* (TRENGW) vom 17. Dezember 2008 Az.: 52e-U4502-2008/28-1b, Bayr. Landesamt für Umwelt, München.
- TRENOG (2008): *Technische Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer* (TRENOG) vom 17. Dezember 2008 Az.: 52e-U4502-2008/28-1a, Bayr. Landesamt für Umwelt, München.
- UMBW (2007): *Verordnung des Umweltministeriums über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser*. Vom 22. März 1999, GBl. S. 157, geändert durch Artikel 127 der Verordnung vom 25. April 2007, GBl. S. 252.

WG BADEN-WÜRTTEMBERG (2005): *Wassergesetz für Baden-Württemberg* (WG). Vom 20. Januar 2005 (GBl. S. 219) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. Juli 2010 (GBl. Nr. 13, S. 565) in Kraft getreten am 1. Januar 2011.

WHG (2009): *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts* (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585; geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 11. August 2010, BGBl. I S. 1163.

Anhang

Anhang 1:

Regelungen für die Einleitung und die Behandlung von Straßenoberflächenwasser
auf Bundes- und Länderebene

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
EU	<p>Abwasserrichtlinie [1991]: Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser.</p> <p>WRRL [2000]: Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.</p> <p>Richtlinie über gefährliche Stoffe [2006]: Richtlinie 2006/11/EG betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft.</p> <p>Grundwasserrichtlinie [2006]: Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.</p>	<p>Artikel 4 WRRL: Ziel der WRRL ist die Verhinderung der Zustandsverschlechterung aller Oberflächengewässer- und Grundwasserkörper. Es soll ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Oberflächengewässer sowie ein guter chemischer und mengenmäßiger Zustand des Grundwassers erreicht werden.</p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
<i>Bund</i>	<p>WHG [2010]: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz). BGBl. I S. 1163</p> <p>AbwV [2004]: Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung). BGBl. I S. 2585</p> <p>AbwAG [2005]: Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz). BGBl. I S. 1163</p> <p>BBodSchG [1998]: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz). BGBl. I S. 3214</p> <p>BBodSchV [1999]: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. BGBl. I S. 2585</p>	<p>§25 Abs.1 Satz 2 WHG: Die Länder können Gemeingebrauch erstrecken auf das schadloze Einleiten von Niederschlagswasser, (...)</p> <p>§55 Abs. 2 WHG: Niederschlagswasser ortsnah versickern, verrieseln oder direkt über Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in Gewässer einleiten</p> <p>RAS-Ew, S.12: Grundsätzlich flächenhafte Versickerung Straßenoberflächenwasser über Böschungen bzw. Rasenmulden. Wenn aus geologischen, hydrologischen, ökologischen oder konstruktiven Gründen nicht möglich, dann gesammelt abgeführt und mittels Versickerungsanlagen versickern. Hierfür sind Maßnahmen für Rückhaltung und Reinigung vorzusehen. Dies sollte möglichst naturnah geschehen.</p> <p>RiStWag, S.25: Einleitungsstelle Straßenoberflächenwasser in oberirdische Gewässer in Grundwasserschutzgebieten soll nicht in Zone I, II oder III liegen. Aus zwingenden Gründen dennoch eingeleitet werden, sicherstellen, dass Gewässer nicht nachteilig verändert. Bei DTV unter 2000 kann auf</p>	<p>RAS-Ew, S.12: offene, oberirdische Einrichtungen sind geschlossenen, unterirdischen Einrichtungen vorzuziehen, wenn nicht bautechnische, landschaftsökologische oder andere Gründe entgegenstehen. Entwässerungseinrichtungen möglichst naturnah ausbilden und mit natürlichen bzw. lebenden Baustoffen zu gestalten.</p> <p><u>Regenrückhaltebecken</u> (ATV-DVWK-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“)</p> <p><u>Absetzbecken</u> (min. 2 m Tiefe) mit Abscheidevorrichtung. Absetzbecken entfällt, wenn kombiniertes Regenrückhalte- und Klärbecken oder Leichtflüssigkeitsabscheider nach RiStWag vorgeschaltet</p> <p><u>Regenklärbecken</u> (min. 2 m Tiefe) und Auffangraum für Leichtflüssigkeiten</p> <p>Versickerungsanlagen wie z.B. Seitenstreifen, Böschungen, Mulden, Becken sowie andere Flächen</p> <p><u>Retentionsbodenfilter</u> (Einstautiefe sollte 1m nicht überschreiten)</p> <p><u>Abscheider für Leichtflüssigkeiten</u> in Wasserschutzgebieten nach RiStWag</p> <p><u>Havariebecken</u> sollten Mindestinhalt von 50m³ aufweisen</p>	

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<p>RAS-Ew [2005]: Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.</p> <p>RiStWag [2002]: Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, Ausgabe 2002. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.</p>	<p>Behandlung verzichtet werden, bei DTV 2000-15000 kann im Einzelfall mit Abstimmung der Genehmigungsbehörde auf Behandlung verzichtet werden.</p>		
Baden-Württemberg	<p>WG [2005]: Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG). Vom 20. Januar 2005 (GBl. S. 219) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. Juli 2010 (GBl. Nr. 13, S. 565) in Kraft getreten am 1. Januar 2011</p> <p>IMBW u. UMBW [2008a]: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums und des Umweltministeriums über die Beseitigung von Straßenoberflächenwasser (VwV- Straßenoberflächenwasser</p>	<p>VwV- Straßenoberflächenwasser [2008]: 3.4.1 „Straßenoberflächenwasser ist vor der Einleitung in ein Gewässer grundsätzlich zu behandeln.“ 3.4.2 „Vor einer Einleitung ins Grundwasser sind 100% des Oberflächenwassers zu behandeln. Dadurch wird gewährleistet, dass ein Feststoffrückhalt von 100% erreicht wird. (...)“ 3.4.4 „Bei einer Einleitung in ein oberirdisches Gewässer ist in der Regel für Straßen mit einer Verkehrsbelastung von bis zu 5.000 Kfz/24h keine Behandlung erforderlich. Eine Behandlung kann sich in begründeten Einzelfällen aber aus gewässerspezifischen Erfordernissen</p>	<p>Bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist die <u>dezentrale, breitflächige Versickerung über die Böschung oder angrenzende Bodenzonen</u>. Als <u>zentrale</u> Behandlungsanlagen dienen vorwiegend <u>Regenrückhalte- und Regenklärbecken, sowie RiStWag-Abscheideranlagen</u>.</p> <p>VwV- Straßenoberflächenwasser: 3.4.2 „...<u>Bevorzugtes Behandlungsverfahren ist dabei die breitflächige Versickerung über die Böschung oder die an die Bankette angrenzende Bodenzone</u>.“ 3.4.3 „<u>Ist die breitflächige Versickerung des Straßenoberflächenwassers aus topographischen, geologischen, bodenkundlichen, wasserwirtschaftlichen oder konstruktiven Gründen nicht möglich, so sind die Abflüsse zu</u></p>	<p>Ein Monitoringprogramm zu Straßenabläufen und Schadstoffaufkommen existiert nicht</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<p>) vom 25. Januar 2008 - Az.: 63-3942.40/129 und 5-8951.13</p> <p>IMBW u. UMBW [2008b]: "Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser" vom 01.01.2008</p> <p>IMBW u. UMBW [2008c]: Ergänzende Festlegungen für die Anwendung der RiStWag, Ausgabe 2002 in Baden-Württemberg</p> <p>UMBW [2007]: Verordnung des Umweltministeriums über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser. Vom 22. März 1999, GBl. S. 157, geändert durch Artikel 127 der Verordnung vom 25. April 2007, GBl. S. 252</p>	<p>ergeben.“</p> <p>3.4.5 "Ist vor einer <u>Einleitung in ein oberirdisches Gewässer eine Behandlung erforderlich</u>, sind im Jahresmittel mindestens <u>50%</u> der im gesammelten Straßenoberflächenwasser enthaltenen <u>Feststoffe zurückzuhalten</u> (Normalanforderung).“</p> <p>5. „Für <u>Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften</u> besteht (...) auch die Möglichkeit, <u>an die öffentliche Schmutz-, Misch- oder Regenwasserkanalisation anzuschließen</u>. Seit dem 1.1.1999 soll nach den Vorgaben des § 45b Abs. 3 WG auch innerhalb geschlossener Ortschaften Straßenoberflächenwasser versickert oder ortsnah in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden, sofern dies mit vertretbarem Aufwand und schadlos möglich ist.“</p> <p>6.1 „<u>Bei bestehenden Straßen</u> sollen die <u>erforderlichen Behandlungsanlagen</u> für das Straßenoberflächenwasser nach Dringlichkeiten <u>abgestuft erstellt</u> werden. <u>Vorrangig sind in der Regel die Straßen mit Behandlungsanlagen auszurüsten</u>, bei denen durch Ableitung des Straßenoberflächenwassers eine <u>unmittelbare Beeinträchtigung des zu schützenden Gewässers</u> zu besorgen ist.“</p>	<p><u>sammeln</u>.“</p>	

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p>Ergänzende Festlegungen für die Anwendung der RiStWag [2008c]: <i>„Abweichende Angaben von den Regelungen der RiStWag.“</i> Zu den Kapiteln 5.3 und 5.4: - In Zone III von WSG bei Verkehrsbelastung bis 5.000 Kfz/24h, ungesammelter breitflächiger Abfluss und Versickerung über Bankette u. Böschung erlaubt. - Auf Bautechnische Maßnahmen z.B. Abdichten o. Sammlung und Behandlung) kann bei Verkehrsbelastungen bis 5.000Kfz/d verzichtet werden. - Befreiungsvorbehalt im Einzelfall von Verboten in WSG der Zone II und III Zu den Kapitel 6.2.6.3: - Bankette aus verdichtetem Mineralbeton, um mögliche Versickerung im Bankettbereich zu minimieren, - Alternativ soll Füllboden unter dem Bankett als Filterschicht dienen Zu Kapitel 6.2.6.1 - Änderung der Klassengrenze in Tab. 3 von 2000Kfz auf 5000Kfz (DTV) - Festlegung des pH-Wertes auf mind. 7 am unteren Fahrbahnrand Zu den Kapiteln 6.2.6.3 und 6.2.6.4: - Erweiterung der Anforderungen an den Oberboden bzw. der Filterschicht, ebenfalls wie eben genannt Zu Kapitel 6.4.1: - Abweichendes Bewertungsverfahren</p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p><i>zur Auswahl von Behandlungsverfahren (s. Anlage der Ergänzenden Festlegungen).</i></p> <p>Zu Kapitel 8.1: <i>Das geeignete Behandlungsverfahren ist nach dem Bewertungsverfahren (s. Anlage) zu ermitteln.</i></p> <p>Zu Kapitel 8.2: <i>Für die Bemessung von Versickeranlagen ist neben der von der RiStWag 2002 angegebenen RAS-EW auch das ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 138 anzuwenden.</i></p> <p>Zu Kapitel 8.3 und 8.4: <i>-Absetzanlagen sind in Baden-Württemberg als Regenklärbecken mit Vorentlastung auszuführen. Sie werden mit einer Oberflächenbeschickung von 7,5 m/h und für einen kritischen Regenabfluss ausgelegt.</i></p> <p>Zu Kapitel 8.4: <i>- Abweichend von der nach RiStWag 2002 möglichen Bandbreite von 10 bis 30 m³ kann der Auffangraum für Leichtflüssigkeiten grundsätzlich auf 5 m³ reduziert werden.</i></p> <p>Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser [2008]: <i>Zusammenstellung fachlicher Grundlagen auf Basis von wiss. Erkenntnissen und Hinweisen der rechtl. Grundlagen. „Ziel der</i></p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p><i>„Technischen Regeln“ ist es, dass bei der Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser wirtschaftliche Lösungen unter gleichzeitiger Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen gewählt werden. Die „Technischen Regeln“ sind bei der Planung und beim Bau von Anlagen zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser anzuwenden.“</i></p> <p>Verordnung des Umweltministeriums über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser [2007]: § 1 Dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser: (1) <i>„<u>Niederschlagswasser</u> wird <u>dezentral</u> beseitigt, wenn es <u>versickert</u> oder <u>ortsnah in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet</u> wird.(...).“</i></p> <p>§ 2 Anforderungen an die erlaubnisfreie Beseitigung: (1) <i>„<u>Niederschlagswasser darf erlaubnisfrei versickert</u> oder als <u>Gemeingebrauch in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet</u> werden, wenn es von folgenden Flächen stammt:</i></p> <p>3. <i>öffentlichen Straßen, die als Ortsstraßen der Erschließung von Wohngebieten dienen, und öffentlichen</i></p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p><u>Straßen außerhalb der geschlossenen Ortslage mit Ausnahme der Fahrbahnen und Parkplätze von mehr als zweistreifigen Straßen,</u></p> <p>4. beschränkt öffentlichen Wegen und Geh- und Radwegen, die Bestandteil einer öffentlichen Straße sind.</p> <p>(2) <u>Niederschlagswasser wird schadlos beseitigt, wenn es flächenhaft oder in Mulden auf mindestens 30 cm mächtigem bewachsenen Boden in das Grundwasser versickert wird. (...) Vor der ortsnahen Einleitung in ein oberirdisches Gewässer sollen die Möglichkeiten zur Rückhaltung des Niederschlagswassers genutzt werden.</u></p> <p>(3) <u>Anlagen zur dezentralen Niederschlagswasserbeseitigung sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik herzustellen, zu unterhalten und zu betreiben. § 43 Abs. 2 Satz 3 WG gilt entsprechend.</u></p> <p>§ 3 Erlaubnispflichtige Beseitigung: <u>Niederschlagswasser darf im Fassungsbereich (Zone I) und in der engeren Schutzzone (Zone II) von Wasserschutz und Quellenschutzgebieten und in Flächen schädlicher Bodenveränderungen, Verdachtsflächen, Altlast und</u></p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<i>altlastverdächtigen Flächen im Sinne des § 2 Abs. 3 bis 6 des Bundes-Bodenschutzgesetzes nicht ohne Erlaubnis dezentral beseitigt werden. (...).</i>		
Bayern	<p>BayWG [2010]: Bayerisches Wassergesetz vom 25. Februar 2010 (GVBl S. 66, ber. S. 130, BayRS 753-1-UG)</p> <p>NWFreiV [2008]: Bayr. Landesamt für Umwelt: Niederschlagswasserfreistellungsverordnung (NWFreiV) vom 1. Oktober 2008</p> <p>TRENGW [2008]: Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser (TRENGW) vom 17. Dezember 2008 Az.: 52e-U4502-2008/28-1b</p> <p>TRENOG [2008]: Technische Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in</p>	<p>NWFreiV [2008]: § 2 Ausgeschlossene Flächen: „Gesammeltes Niederschlagswasser darf nicht erlaubnisfrei versickert werden, wenn es von folgenden Flächen stammt: 1. (...) 2. Kreis- und Gemeindestraßen mit mehr als zwei Fahrstreifen oder 3. Straßen, die Gegenstand einer straßenrechtlichen Planfeststellung sind.“</p> <p>TRENGW [2008]: gilt für das erlaubnisfreie schadlose Versickern von gesammeltem Niederschlagswasser nach NWFreiV</p> <p>TRENOG [2008]: 3. „Soll gesammeltes Niederschlagswasser erlaubnisfrei in oberirdische Gewässer eingeleitet werden, darf es nicht von folgenden Flächen stammen: 3.1 (...), 3.2 <u>Kreis- und Gemeindestraßen mit mehr als zwei Fahrstreifen und höherem Verkehrsaufkommen</u></p>	<p>Bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist die <u>dezentrale, breitflächige Versickerung über die Böschung oder angrenzende Bodenzonen</u>. Als <u>zentrale Behandlungsanlagen</u> dienen vorwiegend <u>Regenrückhalte- und Regenklärbecken, sowie RiStWag-Abscheideranlagen</u>.</p>	<p>Ein Monitoringprogramm zu Straßenabläufen und Schadstoffaufkommen existiert nicht.</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<p>oberirdische Gewässer (TRENOG) vom 17. Dezember 2008 Az.: 52e-U4502-2008/28-1a</p>	<p>(durchschnittlicher täglicher Verkehr mehr als 5.000 Kfz/24 h), 3.3 <u>Straßen</u>, die Gegenstand einer straßenrechtlichen <u>Planfeststellung</u> sind. 4.6 <u>Niederschlagswasser von Verkehrsflächen</u> nach Nrn. 3.2 und 3.3 soll <u>nicht in Flüsse und Bäche</u> mit einer mittleren Fließgeschwindigkeit von weniger als 0,10 m/s, – <u>Weiher, Teiche und Seen</u> mit weniger als 500 m² Oberfläche <u>und</u> – <u>ausgewiesene Badegewässer</u> eingeleitet werden. AllIMBI Nr. 1/2009 8.</p> <p><u>Ist dies nicht zu vermeiden, darf das Niederschlagswasser von Verkehrsflächen mit sehr geringem Verkehrsaufkommen (bis etwa 300 Kfz/24 h) nur nach Vorreinigung in einem mindestens 50 m langen bewachsenen Graben, in einem Sand- oder Oberbodenfilter, in einem Absetzteich oder in gleichwertigen Behandlungsanlagen eingeleitet werden.</u></p> <p>4.7 Niederschlagswasser von Verkehrsflächen mit einem Verkehrsaufkommen von etwa 300 bis 5.000 Kfz/24 h soll zusätzlich zu den in Nr. 4.6 genannten Gewässern <u>nicht in gestaute Bäche mit mittleren Wasserspiegelbreiten unter etwa 5 m und – Flüsse und Bäche mit einer</u></p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<i>mittleren Fließzeit von weniger als zwei Stunden bis zum nächsten Wasserschutzgebiet oder bis zum nächsten kleinen Weiher, Teich oder See mit weniger als 500 m² Oberfläche eingeleitet werden. Ist eine Einleitung in die genannten Gewässer nicht zu vermeiden, muss hierfür eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt werden.“</i>		
<i>Berlin</i>	<p>BWG [1960]: Berliner Wassergesetz (BWG) vom 23. Februar 1960. In der Fassung vom 06. Juni 2008</p> <p>Abwasserbeseitigungspl an Berlin [2001] Tab. 6.5.-3</p>		<p>kein bevorzugtes Behandlungsverfahren</p> <p>von <u>Schachtsandfang</u> → <u>Lamellenklärer</u> → <u>Retentionsbodenfilter</u> wesentlicher Faktor : turnusmäßige Reinigung der Schlammkörbe der Straßengullys</p>	kein Monitoringprogramm
<i>Brandenburg</i>	<p>BbWG [2004]: Brandenburgisches Wassergesetz (BbgWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 08. Dezember 2004 (GVBl.I/05, [Nr. 05], S.50), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. Juli 2010 (GVBl.I/10, [Nr. 28])</p> <p>Leitfaden zur umweltverträglichen und</p>	<p>Brandenburgisches Wassergesetz §§ 54 Abs. 4: (4) Soweit eine Verunreinigung des Grundwassers nicht zu besorgen ist und sonstige Belange nicht entgegenstehen, ist Niederschlagswasser zu versickern. Niederschlagswasser von dem öffentlichen Verkehr gewidmeten Flächen ist zu fassen oder unter den Voraussetzungen nach Satz 1 oberflächlich zu versickern.</p>	<p>zentral: <u>Retentionsbodenfilter</u> (Effizienzgründe) Anlagenbestand noch gering; Dominierung durch RiStWag- Abscheider</p> <p>dezentral: Dominierung <u>Versickerung durch belebte Bodenzone</u></p>	<p>keine landesweiten Monitoringprogramme</p> <p>Initiierung anlagen- und projektbezogener Untersuchungen</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	kostengünstigen Regenwasserbewirtschaftung in Brandenburg [2001]			
<i>Bremen</i>	<p>BremWG [2011]: <i>Bremisches Wassergesetz v. 29.04.2011, Brem.GBl. Nr.22 S.262</i></p> <p>Bremer Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (Hrsg.) [2010]:<i>RegenWasser – natürlich.dezentral.bewirtschaften.</i></p>	<p>§133 Abs. 1 BremWG: <i>Die Gemeinden haben das auf ihrem Gebiet anfallende Abwasser zu beseitigen, (...)</i></p> <p>§133 Abs. 5 Satz 1 BremWG: <i>Abweichend von Absatz 1 obliegt anstelle der Gemeinden den Trägern öffentlicher Verkehrsanlagen die Beseitigung des Niederschlagswassers, soweit sie nach anderen Rechtsvorschriften (...) verpflichtet sind.</i></p> <p>RegenWasser – natürlich.dezentral.bewirtschaftete, S.28: <u>Mittel bis stark belastete Niederschlagsabflüsse:</u> <i>von Flächen, bei denen mehr als nur gering belastete Abflüsse zu erwarten sind, u.a. Straßen und viel befahrene Verkehrsflächen und Parkplätze.</i></p>	<p><i>Vorrangig sollen Straßenabflüsse bei Neubauten über die Passage des belebten Oberbodens versickert werden, d.h. vorwiegend dezentral über Mulden sowie Böschungen</i></p> <p>RegenWasser – natürlich.dezentral.bewirtschaften, S.14: <i>Die Versickerung verschmutzter Abflüsse über bewachsenen Oberboden (Mutterboden) hat eine hohe Reinigungsleistung. (...). Bei gering und mäßig verschmutzten Abflüssen sind 20 cm Oberboden ausreichend, bei stärkerer Verschmutzung 30 cm. Der Boden, (...), darf nicht durch Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen belastet sein.</i></p> <p>S. 16: <i>Die Regenwasserableitung erfolgt bei Erschließungen nach Mitte des vorherigen Jahrhunderts im Trennsystem. (...)</i> <i>Verschmutzte Abflüsse Regenwasserkanälen (...) an viel befahrenen Straßen müssen vor einer Gewässereinleitung durch <u>Regenklärbecken</u> behandelt werden. Diese (...) sind mit einem <u>Absetzbecken</u> (...) und <u>Tauchwand</u> oder anderen Vorrichtungen zum Rückhalt von Ölen und Kraftstoffen ausgestattet. Einige verfügen über eine <u>nachgeschaltete Pflanzbeet- oder Bodenfilterstufe</u>.</i></p>	<i>Ein übergeordnetes Monitoringprogramm existiert nicht. Nur vereinzelt sowie projektbezogen wird ein Monitoring durchgeführt.</i>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
Hessen	<p>HWG [2010]: Hessisches Wassergesetz (HWG). Vom 14. Dezember 2010 (GVBl. I S. 548)</p> <p>IndVO [2010]: Verordnung über das Einleiten oder Einbringen von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleiter-Verordnung - VGS) Vom 13. Dezember 2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 29. Juli 2010 (GVBl. I S. 278).</p>	<p>Anwendungsbereich § 1 Abs. 1 HWG: Darüber hinaus gilt dieses Gesetz für das aus Niederschlägen stammende Wasser, soweit es gefasst und gesammelt wird oder wild abfließt.</p> <p>Abs. 2: Von den Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes und dieses Gesetzes werden</p> <p>1. <u>Straßenseitengräben als Bestandteil von Straßen, (2. ..., 3. ...)</u> ausgenommen, soweit es sich um Gewässer von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung handelt.</p> <p>Dies ist insbesondere der Fall, wenn sie aufgrund ihrer Lage, ihrer Abflussverhältnisse oder ökologischen Funktion keiner Bewirtschaftung bedürfen. Die Haftung für Veränderungen dieser Gewässer nach den §§ 89 und 90 des Wasserhaushaltsgesetzes bleibt unberührt.</p> <p>Abwasserbeseitigungspflicht § 37 HWG: Die Pflicht zur Abwasserbeseitigung nach Abs. 1 und zur Überlassung des Abwassers nach Abs. 3 entfällt für</p> <p>1. <u>Niederschlagswasser, das von öffentlichen Verkehrsflächen abfließt, (...)</u></p> <p>5. Abwasser, dessen <u>Einleitung in ein Gewässer wasserrechtlich erlaubt ist</u>, für die Dauer der Erlaubnis, (...).</p>	<p>Bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist die <u>dezentrale, breitflächige Versickerung über die Böschung oder angrenzende Bodenzonen</u>. Als <u>zentrale Behandlungsanlagen</u> dienen <u>Absetz- und Versickerungsbecken</u>, sowie <u>Leichtflüssigkeitsabscheider nach Schwerkraftprinzip</u>. <u>Teilweise</u> kommen auch <u>Leichtflüssigkeitsabscheider mit Filtermatten</u> (Koaleszenzverfahren) zum Einsatz. Weitergehende Behandlungen wie Klärung, Fällung, o. ä. werden derzeit nicht angewendet.</p>	<p>In Hessen existierte ein <u>Monitoringprogramm</u> (Anlagen-Programm Regenrückhaltebecken, mit Schadstoffuntersuchungen). Daraufhin wurden die <u>Regenüberlaufbecken neuen Standards angepasst</u>. Im Allgemeinen führen von Betriebstagebüchern und Einhaltung der Vorschriften zur Überwachung von Entwässerungs-/Rückhalteinrichtungen.</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p>§ 4 IndVO (Hessen) <i>In Hessen müssen - im Gegensatz zu anderen Bundesländern - im 2,5-jährlichen Turnus (IndVwV Anlage 2.4.6.1) die Abscheideranlagen, bei denen betriebsmäßig mineralöhlhaltiges Abwasser anfällt und die somit unter den Geltungsbereich der Abwasserverordnung Anhang 49 fallen, durch einen zugelassenen Sachverständigen geprüft werden. Dieser muss einer Sachverständigen-Organisation wie der DEKRA Industrial GmbH angehören, die alle Kriterien hierfür erfüllt. In Thüringen gelten analoge Vorgaben (ThürIndEVO § 3 Überwachung, § 5 Sachverständige Stellen).</i></p>		
Hamburg	<p>HWag [2005]: Hamburgisches Wassergesetz v. 29.03.2005 HmbGVBl. 2005, S. 97, zuletzt geändert am 14.12.2007 HmbGVBl. S. 501</p> <p>Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt [2010]: Leitfaden – Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei</p>	<p>Leitfaden – Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation, Nummer 4.2: Als „mittel verschmutzt“ ist (...) Niederschlagswasser einzustufen, u.a. Straßen mit DTV < 15.000 Kfz/24h außer Wohnstraßen und stark frequentierten PKW-Parkplätzen. Der Einleitung von mäßig verschmutzten ist grundsätzlich mindestens einfache <u>mechanische Behandlung mit Leichtstoffabscheidung/-rückhaltung</u></p>	<p>Keine Vorzugsvariante. Zentrale Anlagen möglichst (Retentions) –Bodenfilter, oft allerdings eher einfache Anlagen(RiStWag, RLB). Im dezentralen Bereich bislang wenig Erfahrungen.</p> <p>Leitfaden – Behandlung von Niederschlagswasser öffentlicher Flächen bei Trennkanalisation, Nummer 6: Zur Behandlung stehen sowohl physikalische als auch biologische Verfahren zur Verfügung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Sandfang</u> - <u>Teichanlagen</u> - <u>Leichtflüssigkeitsabscheider</u> - <u>Regenklärbecken</u> 	<p>Es existiert kein Monitoring. Vereinzelt werden Straßenabflussdaten und Betriebsdaten von Anlagen erhoben.</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<i>Trennkanalisation.</i>	<p><i>vorzuschalten.</i></p> <p>Nummer 4.3: Als „stark verschmutzt ist (...) Niederschlagswasser einzustufen, u.a. stark befahrenen Straßen (DTV >15.000 Kfz/24h und stark befahrene LKW- und Buszufahrten sowie – Parkplätze. Stark verschmutztes Niederschlagswasser ist neben einer Vorbehandlung gemäß 4.4 mit einer <u>weitergehenden Reinigungsstufe (z.B. Filtrationsanlagen)</u> zu reinigen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Kompakte Sedimentationsanlagen</u> - <u>Filtersysteme</u> <p><i>In vielen Fällen empfiehlt es sich, Maßnahmen zur Regenrückhaltung mit anderen Verfahren/ Anlagen zu kombinieren. (...) naturnahe Anlagen sind technische Bauwerke vorzuziehen.</i></p>	
<i>Mecklenburg-Vorpommern</i>	<p>LWaG [1992]: Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG). Vom 30. November 1992, GVOBl. M-V S. 669, zuletzt geändert am 12. Juli 2010, GVOBl. M-V S. 383</p>		<p><i>Behandlung über <u>Abscheideranlagen</u></i></p>	<p><i>kein Monitoringprogramm vorhanden</i></p>
<i>Niedersachsen</i>	<p>NWG [2010]: Niedersächsisches Wassergesetz vom 16.02.2010. GVBl. Nr. 5 vom 25.02.2010 S. 64, zuletzt geändert am 17. Dezember 2010, Nds. GVBl. S. 631</p>	<p>§32 Abs. 1 Satz 2 NWG: Jedermann darf Grund-, Quell- und Niederschlagswasser einleiten, wenn es nicht durch gemeinsame Anlagen geschieht und das eingeleitete Niederschlagswasser nicht Stoffe enthält, die geeignet sind, (...) schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen und biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.</p>		

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		Behördenlotse-Hannover: <i>Wasser von Verkehrsflächen darf in Mulden eingeleitet werden, in denen es durch bewachsenen Mutterboden gefiltert wird. Verschmutztes Niederschlagswasser (z.B. Betankungsflächen) darf nicht versickert werden.</i>		
Nordrhein-Westfalen	<p>LWG NRW [1995]: <i>Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen vom 26.06.1995. GV. NRW. S. 926 / SGV. NRW. 77, zuletzt geändert am 16. März 2010, GV. NRW. S. 185</i></p> <p>Vorschaltgesetz [2007]: <i>Gesetz zur Änderung des Landeswassergesetz, (...)</i></p> <p>MBV u. MUNLV NRW [2010]: <i>Runderlass „Entwässerungstechnische Maßnahmen an Bundesfern- und Landstraßen“. III.1 – 30-05/123/124 v. 31.03.2010 (MBI. NRW. S.249-258)</i></p> <p>MUNLV NRW [1998]: <i>Runderlass „Niederschlags-</i></p>	<p>Runderlass „Entwässerungstechnische Maßnahmen an Bundesfern- und Landstraßen: <i>Außerhalb zusammenhängend bebauter Bereiche Entwässerung von Straßen über Böschung oder Rasenmulden. Ortsnahe Versickerung ohne Vorschaltung von Reinigungsanlagen. Grundsätzlich ausreichende Schutzwirkung durch geeignete Grundwasserüberdeckung. Nur in Sonderfällen (z.B. hohes Aufkommen Gefahrgut-transportern) sind Bodenretentionsfilterbecken in Abwägung einzubeziehen.</i></p> <p>Runderlass „Niederschlagswasser-beseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes“: <i>Stark belastetes Niederschlagswasser: u.a. Flächen mit starkem Kfz-Verkehr, z.B. Hauptverkehrsstraßen, Fernstraßen sowie Großparkplätze als Dauerparkplätze mit häufiger Frequentierung; Hof- und</i></p>	<p><i>Die ortsnahe Versickerung ist ohne Vorschaltung von Regenwasserbehandlungsanlagen die Regel und stellt, sofern es die äußeren Randbedingungen zulassen, die erste Priorität für die Straßenentwässerung dar.</i></p> <p>Runderlass „Niederschlagswasser-beseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes“: <i>Folgende Versickerungsmethoden können außerörtlich an Hauptverkehrsstraßen und Fernstraßen unter Vorschaltung von Anlagen zur Minimierung des Schadstoffeintrages (Sedimentfang, Filterbecken) zum Einsatz kommen:</i> <u>Großflächige Versickerung</u> über belebte Bodenschicht, <u>Großflächige, oberirdische Versickerungsanlage</u> (Versickerungsbecken) mit mindestens 20 cm starker belebter Bodenzone, <u>Mulden-Rigolen-Versickerung oder Muldenversickerung</u> mit jeweils min. 20 cm starker belebter Bodenzone (ohne Schächte, Überläufe o.ä.)</p> <p><i>Ist Versickerung nicht möglich, ist das Niederschlagswasser zu fassen und auf möglichst</i></p>	<p><i>Systematische vermessungstechnische Erfassung der Entwässerungseinrichtungen im Zuge von Baumaßnahmen, ergänzt durch sukzessive Vermessung der Entwässerungseinrichtungen im bestehenden Netz. Die Daten werden in Straßendatenbank von Straßen.NRW ein gepflegt.</i></p> <p><i>Kein Monitoringprogramm für das Schadstoffaufkommen.</i></p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<p>wasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes“. IV B5 - 673/2 – 29010 /IV B6 – 031 002 0901 v. 18.05.1998 (MBI. NRW. S.654)</p> <p>MUNLV NRW [2004]: Runderlass „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“. IV-9 031 001 2104 v. 26.05.2004 (MBI. NRW. S.583)</p>	<p>Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten, soweit nicht unter schwach belastet fallend. <u>Beseitigung stark belasteten Niederschlagswasser:</u> durch Sammeln und Ableitung zu Behandlungsanlage zu erfolgen. Versickerung nur ausnahmsweise bei u.a. Hauptverkehrsstraßen und Fernstraßen außerörtlich.</p>	<p>kurzem Wege abzuleiten. Hierfür kommen verschiedene Anlagen zur Behandlung, Rückhaltung und Ableitung zur Anwendung: <u>Abscheider für Leichtflüssigkeiten</u> (Vorgabe nach RiStWag 2002) <u>Absetzbecken bzw. Absetzanlage</u> <u>Regenklärbecken</u> (mit u. ohne Dauerstau) <u>Versickerungsanlage</u> <u>Retentionsbodenfilter</u></p> <p>Technische Schachtfilteranlagen kommen derzeit nur in Ausnahmefällen vor.</p>	
Rheinland-Pfalz	<p>LWG – Rheinland-Pfalz [2004]: Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz (Landeswassergesetz - LWG-) in der Fassung vom 22. Januar 2004 (GVBl. S. 53) Zuletzt geändert durch § 52 des Gesetzes vom 9. März 2011, GVBl. S. 47</p>	<p>§ 36 LWG Umfang des Gemeindegebrauchs/Bedingungen für ein schadloses Einleiten (4) In der Regel ist das schadlose Einleiten gegeben wenn</p> <p>1. das Niederschlagswasser von (...) c) öffentlichen Straßen, die der Erschließung von Wohngebieten dienen, und öffentlichen Straßen außerhalb der geschlossenen Ortslage, ausgenommen Fahrbahnen und Parkplätze von mehr als zweistreifigen Straßen, oder</p> <p>d) Geh- und Radwegen, die Bestandteil einer öffentlichen Straße sind, stammt und</p> <p>2. die Einleitestelle außerhalb von</p> <p>a) Fassungsbereichen und engeren</p>	<p>Bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist die <u>dezentrale, breitflächige Versickerung über die Böschung oder angrenzende Bodenzonen</u>. Als <u>zentrale Behandlungsanlagen</u> dienen vorwiegend <u>Regenrückhalte- und Regenklärbecken, sowie RiStWag-Abscheideranlagen</u>.</p> <p>Muss <u>Straßenwasser</u> aufgrund der Lage <u>im Einschnitt</u> gesammelt werden, ist <u>bei gering belastetem Wasser eine breitflächige Versickerung möglich</u>. <u>Bei stark belastetem Wasser ist eine Behandlung z. B. über Retentionsfilterbecken oder Abscheideranlagen mit anschließender Drosselung erforderlich</u>. Bestehende Anlagen haben bei <u>Änderungsmaßnahmen einen gewissen Bestandsschutz</u>.</p>	<p>Ein Monitoringprogramm zu Straßenabläufen und Schadstoffaufkommen existiert nicht. Im Bereich der Autobahnen wird jedoch ein Kanalkataster geführt (Verortung von Absperr- oder Abdichtungsmaßnahmen um Vorfluterbelastungen in Havariefällen zu vermeiden o. minimieren).</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
		<p><i>Schutzzonen von Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten, b) Naturschutzgebieten, c) Quellen und deren unmittelbarer Umgebung und d) Gewässern oder Gewässerabschnitten mit der Gewässergüteklasse I liegt.</i></p> <p>§ 53 LWG Besondere Beseitigungspflicht: (1) <u>Zur Beseitigung von Niederschlagswasser, das von öffentlichen Verkehrsanlagen außerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile anfällt, ist der Träger der Verkehrsanlagen verpflichtet.</u></p>		
Saarland	<p>SWG [2004]: Saarländisches Wassergesetz (SWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juli 2004 (Amtsbl. S. 1994). Zuletzt geändert durch das Gesetz vom 18. November 2010 (Amtsbl. I S. 2588)</p>		<p><i>Bevorzugte Behandlungsverfahren für Straßenabflüsse ist die <u>dezentrale, breitflächige Versickerung über die Böschung oder angrenzende Bodenzonen</u>. Als <u>zentrale</u> Behandlungsanlagen dienen vorwiegend <u>Regenrückhalte- und Regenklärbecken, sowie RiStWag-Abscheideranlagen</u>.</i></p>	<p><i>Ein Monitoringprogramm zu Straßenabläufen und Schadstoffaufkommen existiert nicht. Belastungen aus Straßen könne jedoch in Abhängigkeit von Belastungsquelle und Messstelle im Rahmen der amtl. Gewässerüberwachung festgestellt werden.</i></p>
Sachsen	<p>SächsWG [2010]: Sächsisches Wassergesetz SächsWG) Vom 18. Oktober 2004. Rechtsbereinigt mit Stand vom 19. Oktober 2010</p>		<p><i>Ortsdurchfahrten → Einleitung in Regenwasser- o. Mischwasserkanalisation</i></p> <p><i>Außerorts → dezentrale Versickerung angestrebt, scheitert meist an Wasserbehörden wegen nicht ausreichender Versickerungsfähigkeit des Bodens → Einleitung in Regenrückhaltebecken mit vorgeschalteten Regenklärbecken → Vorfluter</i></p>	<p><i>Ein Monitoringprogramm existiert nicht</i></p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<i>Keine weiteren spezifischen sächsischen Erlasse oder Regelungen</i>			
Sachsen-Anhalt	<p>WG LSA [2011]: Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt (WG LSA). Vom 16. März 2011</p> <p><i>Fachinformation Nr. 2/2010</i> Ableitung, Rückhalt und Behandlung von Niederschlagswasser mit offenen, die Versickerung begünstigenden Systemen (Hinweise zur Planung und Bemessung)</p>		<p><i>offene Systeme mit Reinigungswirkung der bewachsenen Bodenzone</i></p> <p><i>Ersetzen der alten Anlagen mit Sedimentationswirkung. Anstatt Absetzbecken und RKB werden künftig Beckensystem mit trockenfallenden Rasensohlen angestrebt, möglichst mit vertikaler Passage und ggf. Drainierung (Bodenfilter).</i></p>	<p><i>In Sachsen-Anhalt existiert derzeit kein Monitoringprogramm für Straßenabflüsse und das Schadstoffaufkommen, künftig werden jedoch im Rahmen der gesetzlich vorgeschrieben Eigenüberwachung Datenstämme erarbeitet.</i></p>
Schleswig-Holstein	<p>WasG SH [2008]: Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein vom 11.02.2008, zuletzt geändert am 15.12.2010, GVOBl.Schl.-H. S. 850</p> <p>MLUR SH [1992]: Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation. XI 440/5249.529, geändert V 441-5200.330 –</p>	<p>Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation, Nummer 3.2: Als normal verschmutzt wird Niederschlagswasser eingestuft, das von Mischgebieten, Dorfgebieten, Gewerbe- und Industriegebieten, Parkplätzen, Hauptverkehrsstraßen und entsprechenden Gebieten abgeleitet wird.</p> <p>Nummer 5.2: Normal verschmutztes Niederschlagswasser nach 3.2 ist mindestens in Regenklärbecken zu behandeln. Bei Verkehrsflächen erfüllt</p>	<p>Technische Bestimmungen zum Bau und Betrieb von Anlagen zur Regenwasserbehandlung bei Trennkanalisation, Nummer 2.4: Zur Regenwasserbehandlung dienen Anlagen zur Verminderung der Schädlichkeit und zur Verzögerung des Abflusses:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Regenrückhaltebecken</u> - <u>Sandfänge</u> - <u>Leichtstoffrückhalteinrichtungen</u> - <u>Leichtflüssigkeitsabscheider</u> - <u>Regenklärbecken</u> - Regenklärbecken mit vorgeschaltetem Regenrückhaltebecken - Regenrückhaltebecken mit Regenklär- 	<p><i>Kein Monitoringprogramm für Straßenabflüsse und Schadstoffaufkommen vorhanden.</i></p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<p>v. 15.4.2002</p> <p>LANU SH [2002]: Hinweise zur Bewertung hydraulischer Begrenzungen in Fließgewässern bei der Einleitung von Regenwasser aus Trennkanalisation. Merkblatt 2 vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein v. 19.07.2002</p>	<p>eine Muldenentwässerung die Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mit Dränage bei Einleitungen in ein oberirdisches Gewässer, - Ohne Dränage bei Versickerungen in Untergrund 	<p>beckenwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Wirbelabscheider</u> - <u>Fangbecken</u> - <u>Vegetationspassagen</u> - <u>Bodenfilter</u> - <u>Teichanlagen</u> <p>Zur zentralen Behandlung von Straßenabflüssen vorwiegend <u>Regenrückhaltebecken</u> bzw. <u>Regenklärbecken</u> mit vorgeschaltetem Sandfang.</p> <p>Bevorzugt sollten jedoch, wenn es örtliche Verhältnisse und Parameter zulassen, eine dezentrale Behandlung (<u>Mulden, Gräben, Rinnen</u>) Anwendung finden.</p>	
Thüringen	<p>ThürWG [2009]: Thüringer Wassergesetz (ThürWG) in der Fassung der Neubekanntmachung vom 18. August 2009 (GVBl. S. 648)</p> <p>Niederschlagswasserrichtlinie [1996] „Richtlinie zur Beseitigung von Niederschlagswasser in Thüringen“ 09/2006, Jena; S. 18 Kapitel 6.3</p> <p>ThürVersVO [2002]:</p>	<p>Richtlinie zur Beseitigung von Niederschlagswasser in Thüringen: Als ohne Behandlung einleitbar sind bei ausreichend leistungsfähigen Fließgewässern und günstigen Randbedingungen Niederschlagswässer von folgenden Gebieten bzw. Flächen anzusehen: Wohngebiete und damit vergleichbare Gebiete Straßen mit einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsmenge (DTV) von weniger als 2.000 Kraftfahrzeugen</p>	<p><u>Versickerung über Berme</u></p> <p>auf BAB und außerorts: <u>Regenrückhaltebecken</u> inkl. Absetzteil m. Tauchwand</p> <p>innerorts: <u>Einbindung ins Mischsystem</u></p> <p>Behandlung über Bodenfilter nicht üblich</p>	<p>Kein Monitoringprogramm für Straßenabflüsse und Schadstoffaufkommen vorhanden.</p>

Anhang 1

	REGELWERKE	VORSCHRIFTEN	VORWIEGEND VERWENDETE VERFAHREN	MONITORING
	<i>Thüringer Verordnung über die erlaubnisfreie schadlose Versickerung von Niederschlagswasser (Thüringer Niederschlagswasserversickerungsverordnung - ThürVersVO) Vom 3. April 2002 (GVBl. S. 204)</i>			
<i>Technische Regelwerke und Merkblätter</i>	<p>ATV-DVWK-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall 04/ 2006, korrigierte Fassung 11/ 2009</p> <p>DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall 04/2005 2005, mit Korrekturblatt 03/2006</p> <p>ATV-A 166 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, Deutsche Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall, 11/1999 1999, mit Korrekturblatt 12/2004</p> <p>DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall 08/2007.</p> <p>ATV-DVWK-M 176 Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall 02/2001.</p> <p>DWA-M 178 Empfehlung für Planung, Konstruktion und Betrieb von Retentionsbodenfilteranlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (10/ 2005)</p> <p>DIN EN 858 Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten (Teil 1, Mai 2002; Teil 2, Oktober 2003 sowie DIN 1999, Teil 100, Oktober 2003)</p>			

Anmerkung zur Tabelle:

Anhang 1

Die Ergebnisse dieser Tabelle stammen aus Abfragen der Landesstraßenbauverwaltung und Umweltverwaltung der Bundesländer. Zudem wurden die Angaben durch Internetrecherchen erweitert und ergänzt. Dabei wurde eine weitestgehende Vollständigkeit der Regelung im Bezug auf Niederschlagswasserbehandlung auf Straßen angestrebt.